

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

جامعة محمد الصديق بن يحيى
كلية العلوم الطبيعية والحياة
المكتبة
عدد : 16.25



Université de Jijel

جامعة جيجل

Faculté des Sciences Exactes et Sciences

كلية العلوم الدقيقة وعلوم الطبيعة والحياة

De la Nature et de La vie

Département de Biologie Moléculaire

قسم البيولوجيا الجزيئية والخلوية

et Cellulaire

*Mémoire De Fin D'études Pour L'obtention Du Diplôme
D'ingénieur d'Etat en Biologie*

Option : Contrôle de Qualité et Analyses

Intitulé

*L'analyse Biochimique des produits de
la mouture des blés (tendre et dur).*

Membres de Jury :

Président : M^{me} Roula Massika

Examineur : M^{me} Bekka

Encadreur : M^{me} Bourad Dalila



Présenté par :

Benhoumar Mimouna

Boukara Samia

Année Universitaire : 2009- 2010

Remerciements

Tous d'abord, nous tenons à remercier ALLAH, notre créateur qui nous donne la volonté, l'aide, la patience et le courage pour accomplir ce travail.

Puis nous adressons les plus chaleureux remerciements en particulier à nos parents pour leurs conseils et ses encouragements.

Nous remercions également **M^{elle} Bourade Dalila** qui a veillé au bon déroulement de ce travail et pour son suivi, ses conseils et ses remarques constructives.

Sans oublier chacun de membre de jury : **M^{elle} Bekka** et **M^{me} Roula Massika** qui nous ont fait l'honneur d'évaluer ce travail.

Nos remerciement s'adressent aussi aux :

Personnels du laboratoire physicochimique de l'université du Jijel, surtout **M^{me} Houria**, **M^r Moussa** pour les services qu'ils nous offrent le long de nos études.

Personnels de la bibliothèque de l'université de Constantine et Jijel et de l'I.N.A.T.A pour son aide.

A La fin, nous remercions tous nos collègues et amis(es).

Sommaire

| | |
|--------------------|----|
| Introduction | 01 |
|--------------------|----|

Partie théorique

Chapitre I : Grain de blé

| | |
|---|----|
| I.1. L'origine et l'historique du blé | 02 |
| I.2. Systématique du blé..... | 02 |
| I.3. La Production et la consommation de blé..... | 02 |
| I.3. 1. La production dans le monde..... | 02 |
| I.3. 2. La production dans l'Algérie..... | 03 |
| I.4. La structure histologique du grain de blé..... | 04 |
| I.4.1. Les enveloppes..... | 04 |
| I.4.2. L'albumen..... | 05 |
| I.4.3. Le germe..... | 05 |
| I.5. La composition biochimique de grain de blé..... | 05 |
| I.5. 1. Les protéines..... | 06 |
| I.5. 1.1. Les protéines solubles | 07 |
| a. Les albumines..... | 07 |
| b. Les globulines..... | 07 |
| I.5. 1.2. Les protéines insolubles | 07 |
| a. Les gliadines..... | 07 |
| b. Les gluténines | 07 |
| I.5. 1.3. Les protéines à caractère métabolique..... | 07 |
| I.5. 1.3.1. Les enzymes du métabolisme des glucides | 08 |
| a. Les α et β amylases | 08 |
| b. L'invertase | 08 |
| c. La maltase | 08 |
| I.5. 1.3.2. Les enzymes du métabolisme des protéines (protéases)..... | 08 |
| I.5. 1.3.3. Les enzymes du métabolisme des lipides (lipases)... | 08 |
| I.5.2. les glucides | 08 |
| I.5.2.1. Les polysaccharides digestes | 09 |
| I.5.2.1.1. L'amidon..... | 09 |
| a. L'amylose | 09 |
| b. L'amylopectine | 09 |

| | |
|--|----|
| I.5.2.1.2. Les pentosanes..... | 09 |
| I.5.2.2. Les polysaccharides indigestes | 09 |
| I.5.3. Les lipides | 10 |
| I.5.4. Les matières minérales | 10 |
| I.5.5. Les vitamines | 10 |
| I.6. Les différents types du blé | 11 |
| I.6.1. Le blé tendre | 11 |
| I.6.2. Le blé dur | 11 |
| I.7. Les différences entre blé tendre et blé dur | 11 |
| I.8. L'utilisation de blé | 12 |
| I.8.1. L'alimentation humaine | 12 |
| I.8.2. L'alimentation animale | 12 |
| I.8.3. Le domaine non alimentaire | 12 |
| I.9. Le stockage du blé..... | 12 |

Chapitre II : les produits de moutures

II .1. La farine du blé tendre

| | |
|---|----|
| II.1.1. La définition | 14 |
| II.1.2. La Fabrication de la farine | 14 |
| II.1.2.1. Le nettoyage | 14 |
| II.1.2.2. La préparation | 14 |
| II.1.2.3. La mouture | 14 |
| a. Le broyage | 14 |
| b. Le claquage et le convertissage | 14 |
| c. Le blutage | 14 |
| d. Le sassage | 14 |
| e .Curage..... | 15 |
| II.1.3. Les différents constituants de la farine | 16 |
| II.1.4. Les différents types de la farine..... | 17 |
| II.1.5. Les caractéristiques des farines liées à leur utilisation | 17 |
| II.1.5.1. La farine de panification..... | 17 |
| II.1.5.2. La farine de force..... | 17 |
| II.1.5.3. La farine pour la pâtisserie..... | 17 |
| II.1.5.4La farine à gâteaux..... | 17 |
| II.1.5.5. La farine pour biscuiterie..... | 17 |
| II.1.5.6. La farine pour l'amidonneries-glutenneries..... | 18 |

| | |
|--|----|
| II.1.6. La valeur meunière | 18 |
| II.1.7. La valeur boulangère..... | 18 |
| II.1.7.1. Qualités physiques de la pâte..... | 18 |
| II.1.7. 2. Qualités fermentatives..... | 19 |
| II.1.8. Le stockage de la farine..... | 19 |

2. La semoule du blé dur ,

| | |
|--|----|
| II.2.1. La définition..... | 20 |
| II.2.2. La fabrication de semoule..... | 20 |
| II.2.2.1. Le nettoyage des blés..... | 20 |
| II.2.2.2. La préparation des blés..... | 20 |
| II.2.2.3. La mouture des blés..... | 20 |
| II.2.3. La composition de la semoule..... | 21 |
| II.2.4. Les différents types de semoules et leur consommation..... | 21 |
| II.2.5. Les critères de qualité de la semoule..... | 22 |
| II.2.6. La valeur semoulière..... | 22 |
| II.2.7. Le stockage de semoule..... | 23 |

Deuxièmes partie : étude expérimentale

| | |
|---|-----------|
| III. Matériel et méthodes | 24 |
| III.1. Matériel végétal..... | 24 |
| III.1.1. Origine des échantillons..... | 24 |
| III.1.2. Echantillonnage..... | 24 |
| III.1.3. Conservation des échantillons..... | 24 |
| III.2. Produits chimiques et réactifs..... | 24 |
| III.3. Appareillages | 25 |
| III.4. Méthodes d'analyse physico-chimique de la farine et de la semoule..... | 25 |
| III.4.1. Détermination del'humidité..... | 25 |
| III.4.2. Détermination de taux de cendres..... | 26 |
| III.4.3. Dosage de l'acidité grasse..... | 26 |
| III.5. Méthodes d'analyses biochimiques de la farine et la semoule..... | 27 |
| III.5. 1. Dosage des matières grasses libres..... | 27 |
| III.5. 2. Dosage des protéines..... | 28 |
| III.5.3. Dosage des sucres..... | 29 |
| III.5.4. Dosage de l'amidon..... | 29 |
| Résultats et discussion..... | 31 |

| | |
|--|----|
| IV.1. Humidité de la farine et de la semoule..... | 31 |
| IV.2. Taux de cendre de la farine et de blé tendre et de la semoule de blé dur..... | 32 |
| IV.3. Acidité grasse de la farine et de la semoule..... | 32 |
| IV.4. Teneur en matière grasse libre de la farine de blé tendre et de la semoule de blé dur..... | 33 |
| IV.5. Teneurs en protéines de la farine et de la semoule..... | 34 |
| IV.6. Teneurs en sucres de la farine et de la semoule..... | 35 |
| IV.7. Taux d'amidon de la farine et de la semoule..... | 36 |
| Conclusion..... | 37 |
| Perspectives..... | 38 |
| Références bibliographiques | |
| Annexes | |

La liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

BBC : Bleue Brillant de Comassie.

CIC : Comite International des Céréales.

Et: Ecart type.

FAO: Food Agriculture Organization.

Fig: Figure.

ISO : International Standardisation Organisation.

M : Moyen.

Mha : Million d'hectare.

Ms : Matière sèche.

Mt : Million de tonne.

TCA : Acide trichloracétique.

V/V : Volume par volume.

Da : Dalton.

MS : Matière sèche.

La liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau I: La production et la consommation du blé dans le monde (selon l'USDA en 10-03-2010 par millions de tonnes)..... | 03 |
| Tableau II: La demande des pays importateurs en Mt selon : le CIC de la France agrimes..... | 04 |
| Tableau III: La composition chimique du grain de blé..... | 06 |
| Tableau IV: Les celluloses totaux de la paroi..... | 10 |
| Tableau V: La composition en lipides de blé..... | 10 |
| Tableau VI: La teneur en vitamines des différents tissus du grain de blé..... | 11 |
| Tableau VII: Les différences entre un blé tendre et un blé dur..... | 12 |
| Tableau VIII: La composition de la farine..... | 16 |
| Tableau IX: Les différences types des farines..... | 17 |
| Tableau X: La composition moyenne pour 100g de semoule..... | 21 |
| Tableau XI: Les types des semoules et leurs spécifications..... | 22 |
| Tableau XII: Le taux d'humidité de la farine et de la semoule..... | 31 |
| Tableau XIII: Le taux de matières minérales de la farine et de la semoule..... | 32 |
| Tableau XIII: Les teneurs de l'acidité grasse de la farine et de la semoule..... | 32 |
| Tableau XV: La teneur en matière grasse libre dans la farine et la semoule..... | 33 |
| Tableau XVI: Les teneurs des protéines la farine et la semoule..... | 34 |
| Tableau XVII: Le taux des sucres de la farine et la semoule..... | 35 |
| Tableau XVIII: Le taux d'amidon dans la farine et la semoule..... | 36 |

La liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 01: La structure du grain de blé..... | 5 |
| Figure 02: Le taux d'humidité de la farine et de la semoule..... | 31 |
| Figure 03: La teneur en matière minérale de la farine de blé tendre et de semoule de blé dur.... | 32 |
| Figure 04: L'acidité grasse en % de H_2SO_4 de la farine et de la semoule..... | 33 |
| Figure 05: La teneur de matière grasse libre dans la semoule et la farine..... | 34 |
| Figure 06: La teneur en protéine de la farine et de la semoule..... | 34 |
| Figure 07: Le taux des sucres de la farine de blé tendre et la semoule de blé dur..... | 35 |
| Figure 08: Le taux d'amidon de la farine et de la semoule..... | 36 |

La liste des photos

| | |
|---|----|
| Photo 01: La semoule de blé dur..... | 24 |
| Photo 02: La farine de blé tendre..... | 24 |

Introduction

Introduction :

Les secteurs de céréales occupent une place très importante dans l'économie algérienne, car elle est classée à la 6^{ème} place parmi les importateurs du blé dans le monde.

Les céréales ont constitué l'aliment de base dans les rations alimentaires, ils fournissent 57% des protéines consommées contre 23% apportées par les tubercules et les légumineuses.

Le blé est l'espèce la plus représentative des céréales, ces grains céréaliers ont été considérés comme des produits d'intérêt nutritionnel de part sa valeur énergétique. Le blé occupe actuellement la première place dans la production mondiale des céréales (environ de 40%), on estime que la demande s'élèvera à 1 milliard de tonnes en 2020.

La farine et la semoule du blé qui en sont extraites se prêtent aujourd'hui à la fabrication souvent industrielle d'un nombre extraordinairement diversifié d'aliments, pains, galettes, couscous, pâtes alimentaire, biscuits.

La qualité de semoule destinée à la consommation humaine est inférieure à l'offre totale en Algérie.

L'analyse biochimique des produits de moutures de blé tendre et blé dur consiste à des analyses des différents constituants biochimiques présentés dans la farine et la semoule qui sont très diversifiés et se trouvent en concentration variable selon le type de produit, les principaux constituants à analyser sont : L'eau, les protéines, les glucides, les minéraux, les lipides. Ces analyses sont considérées comme les analyses de base pour déterminer la teneur de chaque constituants et de la comparer avec les normes.

Synthèse bibliographique

Chapitre:
Grain de blé

I.1. Origine et historique de blé :

Le mot blé a longtemps désigné toute la famille des céréales dont le seigle, le sorgho et le mil...etc.

La découverte du blé remonte à 1500 ans avant J-C dans la zone du croissant fertile au proche-orient; c'est à cette époque que les nomades commencent à ramasser une plante sauvage de la famille des *graminées* proche de notre blé actuel: l'engrain (*Triticum monococcus L*) appelé également "petit épautre". Celui-ci sera domestiqué par l'homme entre 9500 et 8500 ans avant J-C. L'amidonnier (latin: *Triticum dicoccum*) représente le deuxième stade d'évolution vers le blé actuel (Baublis et al., 2000).

I.2. Systématique du blé :

Le blé appartient à l'embranchement des *Spermatophytes*, sous embranchement des *Angiospermes*, classe des *Monocotyledones*, ordre des *Glumiflorales*, famille des *Graminées*, tribu des *Triticeae*, sous tribu des *Triticineae*, genre *Triticum*, espèce *T. aestivum* pour le blé tendre et *T. durum* pour le blé dur (Cuderon, 1974).

I.3. Production et consommation de blé:

I.3.1. La production dans le monde:

La demande en blé sert majoritairement dans le marché de l'alimentation humaine, le CIC estime que la surface mondiale réservée au blé pour l'an 2010 est de 221,8 Mha qui est en baisse de 0,8% par rapport à l'an dernier (André, 2010).

Le département américain de l'agriculture (USDA), dans ces estimations sur la campagne prochaine, La production mondiale de blé devrait reculer à 678,01 millions de tonnes en mars 2010. Soit une baisse par rapport à celle de l'an 2008/2009 (Bensiffe, 2010). L'essentiel de la baisse devrait intervenir dans les pays les plus producteurs à l'échelle mondiale sont en particuliers l'Europe, les Etats unis et la perspective de récolte et les situations alimentaires (FAO, 2009).

La baisse de l'offre mondiale de blé est partiellement absorbé par une augmentation de la consommation prévue de blé dans le monde en 2009/2010 avec 2,18 milliards de tonnes (Makhlouf, 2010). Alors que la Chine en consommerait 1 million de tonnes de plus que prévu et l'Inde 0,8 million de tonnes (Grainwiz, 2010).

Tableau I : La production et la consommation du blé dans le monde (selon l'USDA en 10-03-2010 par millions de tonnes):

| Blé | 10-03-2010 | 10-02-2010 | 2008-2009 | Variation annuelle |
|---------------------------|-------------------|-------------------|------------------|---------------------------|
| Production en Mt | 678, 01 | 677, 44 | 682, 69 | -0, 69 % |
| Consommation en Mt | 646, 80 | 645, 60 | 633, 38 | 2,12 % |
| Inventaires | 196, 77 | 195, 86 | 164, 01 | 19, 97% |

I.3.2. La production en Algérie:

La production de blé tendre et dur en Algérie stagne depuis un siècle au niveau de 1,6 millions de tonnes par an en moyenne et connaît des grandes variations interannuelles (**Grainwiz, 2010**).

Les importations de l'Algérie en blé ont été réduites de moitié aux cours des premiers trimestres de l'année 2010 par rapport à la même période de l'année précédente; selon les statistiques du centre nationale de l'informatique et des statistiques relevés des douanes (CNIS); le volume des importations de l'Algérie en blé a passé de 1,66 million de tonnes durant la même période de l'année en cours.

Le volume de blé tendre français importé vers l'Algérie a atteint 1 million de tonnes, et l'Allemagne est le deuxième fournisseur du blé tendre avec 67485 tonnes et la Finlande avec 26939 tonnes. Pour le blé dur, Canada est le deuxième fournisseur de l'Algérie après la France avec 86015 tonnes, les États-Unis est le troisième fournisseur avec 46207 tonnes (**Bensiffe, 2010**).

Tableau II: la demande des pays importateurs en Mt selon CIC (Bensiffe, 2010):

| Importation en MT | 06/07 | 07/08 | 08/09 | 09/10 |
|--------------------------|--------------|--------------|--------------|--------------|
| Chine | 0,4 | 0,2 | 0,5 | 0,3 |
| Inde | 6,7 | 2,0 | 0,0 | 0,1 |
| Nigeria | 3,2 | 2,6 | 3,6 | 3,4 |
| Algérie/Maroc/Egypte | 13,8 | 17,5 | 19,9 | 15,1 |
| Iran | 0,3 | 0,1 | 8,9 | 3,5 |
| Irak | 3,0 | 3,5 | 3,9 | 3,9 |
| Yemen | 2,5 | 2,0 | 2,8 | 2,0 |

I.4. Structure histologique du grain de blé:

Le grain de blé est un fruit sec indéhiscant, qui est de forme ovoïde plus ou moins allongé (Calvel, 1984). La couleur de grain de blé varie généralement du roux au blanc et propre à la consommation. La longueur est de 0,84 à 0,95 centimètre et le poids est d'environ 35 milligrammes selon les variétés, et le degré de maturité. Le grain de blé est caractérisé par une brosse, et parcouru le long de la surface par un sillon longitudinal dont le repli atteint parfois le quartier médian du grain. Ce caryopse comprend trois parties: les enveloppes ou son, l'albumen et le germe (Boudreau et Menard, 1992).

Le grain de blé comporte trois parties distinctes (Montessions, 2003).

I.4.1. Les enveloppe:

Représentent 13 à 15% du grain (Montessions, 2003). Elles sont constituées par des couches de cellules superposées (Calvel, 1984).

a- Le péricarpe: (4%du grain) (Jeantet et al., 2007),enveloppe du fruit qui comprend lui même trois couches: l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe (Calvel, 1984).

b- le tégument séminal : (2% du grain).

c- l'assise protéique: (7 à 9% du grain) (Jeantet et al., 2007). Appelée aussi

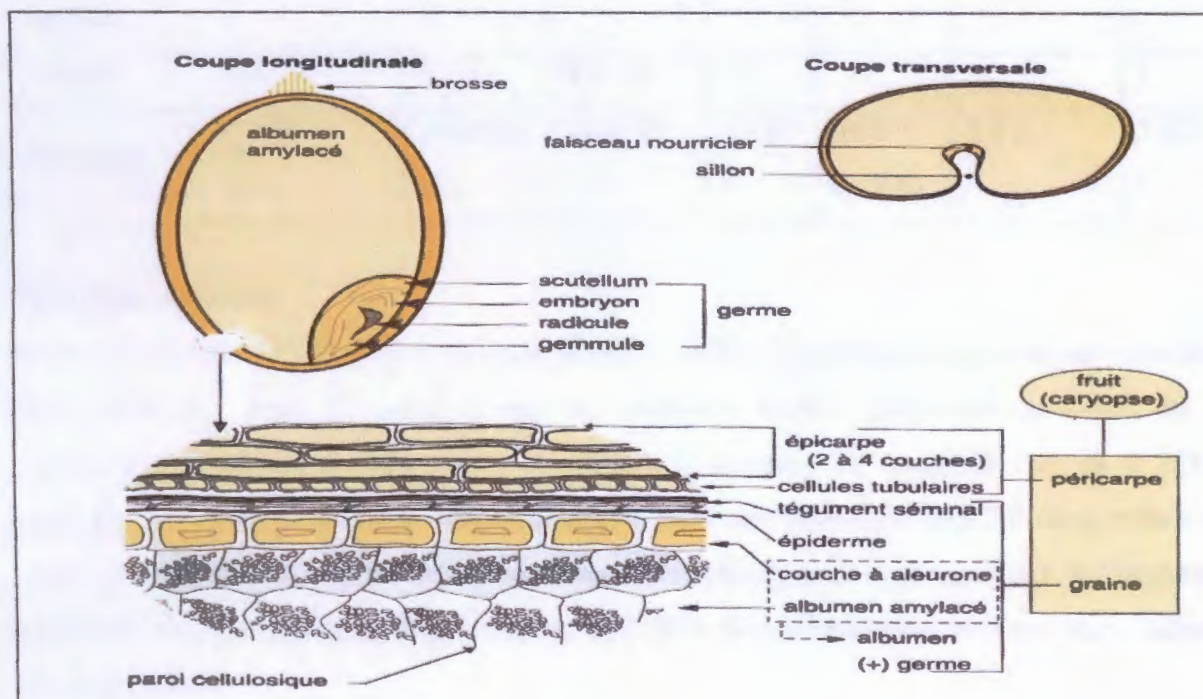
Cellules à aleurone, qui, botaniquement, est la première couche de cellule de l'endosperme et est, de ce fait, différente des autres enveloppes. Ces enveloppes au cours de la mouture donneront le son. Les enveloppes sont riches en matières minérales et ont également des teneurs assez élevées en matières protéiques et en matières grasses, elles contiennent enfin les pigments, qui donnent la couleur propre des graines, et une partie importante des vitamines B₁ et B₂ (Calvel, 1984).

I.4.2. L'albumen:

L'albumen est le principal constituant du grain de blé (environ 80% en masse). Il est composé essentiellement de granules d'amidon (environ 70% en volume), reliés entre eux par l'intermédiaire d'une matrice protéique laissant place à des pores. Il est séparé du germe et de l'enveloppe du grain lors de la mouture, processus qui permet de réduire les grains de blé à l'état de farine ou de semoule (Topin *et al.*, 2007).

I.4.3. Le germe:

Il représente environ 3% du grain de blé, contient une proportion élevée de lipides, protéines, vitamines et éléments minéraux sans oublier les fortes activités enzymatiques. Il est formé de deux parties principales; l'embryon et le scutellum situé à l'interface avec l'albumen amylicé (Jeantet *et al.*, 2007).



Coupe d'un grain de blé (Feillet, 2000).

I.5.1.1. Les protéines solubles :**a. Les albumines :**

5 à 10% des protéines totales du blé sont globulaires et solubles dans l'eau. Elles sont essentiellement concentrées dans la périphérie du grain et dans le germe (Jeantet et al., 2007).

b. Les globulines :

5 à 10% des protéines totales du blé sont globulaires et solubles dans les solutions salines diluées. Elles se concentrent comme les albumines dans les parties périphériques de la graine (Jeantet et al., 2007).

I.5.1.2. Les protéines insolubles :

Les gliadines et les gluténines sont des protéines insoluble dans l'eau, qui sont capable au cours du pétrissage d'absorber beaucoup d'eau, de se souder pour former une matière plus ou moins molle et élastique: le gluten, Le gluten hydraté donne à la pâte ses propriétés rhéologiques (Berland et Roussel, 2005).

a. Les gliadines :

(40 à 50% des protéines totales du blé) sont solubles dans les solutions alcooliques. Elles se concentrent surtout dans l'amande ou endosperme du grain du blé, elles constituent le gluten, auquel elles apportent des caractéristiques visqueuses (Jeantet et al., 2007).

Du point de vue biochimique, il y a que 4 gliadines (α , β , γ et ω) dont la masse moléculaire varie de 30000 à 80000 daltons et qui présentent le polymorphisme génétique (Alais et Linden, 2007).

b. Les gluténines :

30 à 40% des protéines totales du blé sont solubles dans les solutions d'acides ou d'alcalis. Elles confèrent au gluten ses caractéristiques élastiques, sa cohésion et sa résistance aux déformations. Leur poids moléculaire peut varier de 10^5 à 3.10^6 Da. Comme les gliadines, on les trouve principalement dans l'albumen du grain (Jeantet et al., 2007).

I.5.1.3. Les protéines à caractère métabolique :

Les enzymes sont des protéines dont le rôle biologique est de catalyser les différentes réactions de transformation. Les plus courantes sont : les amylases, les catalases, les protéases et les lipoxygénases (Boudreau et Menard, 1992).

Bien que de masse pondérale infiniment réduite, ces substances jouent un rôle capitale dans la vie du grain de blé et de farine, car leur puissance d'action est énorme (kigeret kiger, 1967).

I.5.1.3.1. Les enzymes du métabolisme des glucides :**a. α et β amylases :**

Ces enzymes dégradent les réserves glucidiques lors de la germination des grains et au cours de la transformation de l'amidon en sucres fermentescibles : maltose-glucose (Frénot et Vierling, 2001).

-Les α amylases :

Sont des endoenzymes dont la masse moléculaire est comprise entre 50 et 60 K Da. Elles hydrolysent au hasard les liaisons α (1,4) des chaînes d'amylose et d'amylopectine de l'amidon à l'exception des liaisons terminales (Feillet, 2000).

-Les β amylases :

Sont des exo-enzymes de masse moléculaire voisine de 60 K Da (Feillet, 2000). Enzymes spécifiques des chaînes linéaires, elle détache le maltose moléculaire par molécule en attaquant simultanément l'extrémité non réductrice de l'amylose et les ramifications non réductrices de l'amylopectine, dans ce cas, l'action enzymatique de la β amylase s'arrête aux embranchements alpha 1-6 et forme ainsi des dextrines dites " limites" (Boudreau et Menard, 1992).

b. L'invertase :

Elle transforme le saccharose en sucres réducteurs (Kiger et Kiger, 1967).

c. La maltase :

Elle se trouve en faible quantité, susceptible d'hydrolyser une partie du maltose (Kiger et Kiger, 1967).

I.5.1.3.2. Les enzymes du métabolisme des protéines (protéases) :

Leur activité maximale est à pH = 3,8 (Feillet, 2000). Les protéases ne joueraient pas un rôle important au cours des opérations successives de transformation du grain en farine ou en semoule, mais probablement durant le stockage du blé à long terme (Boudreau et Menard, 1992).

I.5.1.3.3. Les enzymes du métabolisme des lipides (lipases) :

Dans le grain, elles sont principalement localisées dans la couche à aleurone. Leur activité croît rapidement au moment de la germination (Feillet, 2000).

I.5.2. Les glucides :

Ils sont composés de sucres simples (mono, di et tri saccharides) et sucres complexes (amidon, cellulose, pentosanes) (Belitz et al., 1987).

Les sucres simples, sont présents en grande quantité dans le germe, l'amidon forme la quasi-totalité des glucides de l'albumen. La faible quantité d'ose et d'oligosides de l'amande posera

problème dans la fermentation panaire, la levure ne pouvant utiliser que ces dérivés, soit directement soit après hydrolyse (Vierling, 2008).

I.5.2.1. Les polysaccharides digestes :

a. Amidon :

L'amidon est un sucre complexe, de famille des glucides, il représente la majeure partie de glucides soit 59% qui sont repartis ainsi : 25% d'amylose et 75% d'amylopectine. Il est essentiellement retrouvé dans l'amande, dont la zone centrale est plus riche que la zone périphérique. A l'opposé, l'écorce et le germe sont peu riches en amidon (Fredot, 2006).

- L'amylose :

Est un homopolymère linéaire de 500 à 6000 unités D-glucosyl (sous la forme α -glucopyranose liées par des liaisons α (1,4) et quelques très rares liaisons α (1,6). Sa masse moléculaire est comprise entre 100 et 1000 K Da (Feillet, 2000).

- L'amylopectine :

L'amylopectine, dont la masse moléculaire atteint 10^7 à 10^8 Da, est un polymère ramifié constitué d'une longueur moyenne de chaîne 20 à 50 molécules de glucose, ayant aux points d'embranchement des liaisons glucosidiques $\alpha \rightarrow 1-6$ (Boudreau et Menard, 1992).

b. Les pentosanes :

Les pentosanes sont des polysaccharides non amylacés, constitutifs des parois végétales; principaux constituants des parois cellulaires de l'albumen 70 à 80%, ils représentent 6 à 8% du grain (Feillet, 2000).

Les pentosanes agissent aussi comme agents de liaison de l'eau au cours du pétrissage. Ils joueraient un rôle important dans l'augmentation du volume du pain et en particulier dans la fabrication du pain de seigle.

Le blé tendre vitreux se caractérise par une paroi plus épaisse que celle du blé tendre, ce qui signifie une quantité plus importante de pentosanes dans la paroi (Boudreau et Menard, 1992).

I.5.2.2. Les polysaccharides indigestes :

a. La cellulose :

Elle est formée d'un enchaînement de molécules de β D -glucose, associées par des liaisons β 1-4. Les fibres de cellulose forment entre elles des structures cristallines insolubles, présentant peu d'affinité pour l'eau, par ailleurs, ces structures sont résistantes à l'attaque enzymatique, et aux déformations physiques.



Tableau IV: Les celluloses totaux de la paroi (Jeantet et al., 2007).

| Tissus | Equivalent technologique | % du cellulose |
|-----------|--------------------------|----------------|
| Albumen | Farine | 2-4% |
| Péricarpe | Sons | 25-30% |

I.5.3. Les lipides :

Les principales matières grasses du blé, du germe sont des acides gras (acide palmitique, stéarique, oléique, linoléique et linoléique), des glycérides simples (principalement des triglycérides, mais également des mono et des diglycérides), des glycolipides (galactoglycérides) et des phospholipides. Elles sont inégalement distribuées dans le grain : le germe et la couche à aleurone en sont particulièrement riches : Les lipides des enveloppes contribuent à la structure des parois cellulaires (Feillet, 2000).

Tableau V: La composition en lipides de blé (Feillet, 2000).

| Fraction du grain | Lipides totaux (%ms) |
|----------------------|-------------------------|
| Grain entier | 1,5-3,5 |
| Péricarpe | 0,5-1,5 |
| Couche à aleurone | 6-18 |
| Germe | 10-30 |
| Albumen | 0,8-1,2 |
| Son | 4,5-6 |
| Farine | 1,4-2 |

I.5.4. Les matières minérales :

Le grain de blé contiens des matières minérales en faible proportion et inégalement réparties. Ainsi 80% des cendres (matières minérales obtenu après incinération du produit) se trouvent dans les enveloppes contre 20% dans l'amande. Le potassium, le phosphore, le calcium et le magnésium étant les plus élevés parmi les matières minérales contenus dans le blé (Doumandji et al., 2003).

I.5.5. Les vitamines :

La seule vitamine liposoluble présente est la vitamine E avec 1,4mg pour 100g de la matière sèche, la vitamine C est quasi absente. Le blé est une source intéressante en vitamine du groupe

Chapitre I

B. les vitamines sont également réparties : B₁ est présente pour les 2/3 dans le scutellum associé au germe, la niacine à 80% dans l'assise protéique, la vitamine E surtout présente dans le germe (Vierling, 2008).

Tableau VI: La teneur en vitamines des différents tissus du grain de blé (Godon, 1991).

| Tissus | Vit B ₁ | Vit B ₂ | Vit pp | Vit B ₆ |
|-------------------------------|--------------------|--------------------|--------|--------------------|
| Péricarpe et tégument séminal | 0,06 | 0,1 | 2,0 | 0,60 |
| Epiderme nucellaire | 1,65 | 1,00 | 61,3 | 3,6 |
| Albumen périphérique centrale | 0,3 | 0,07 | 1,5 | 0,06 |
| | 0,1 | | 0,5 | 0,03 |
| Germe | | | | |
| Embryon | 0,84 | 1,38 | 5,2 | 2,11 |
| Scutellum | 1,56 | 1,27 | 3,8 | 2,32 |

I.6. Les différents types du blé:

On distingue plusieurs espèces de blé dont les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum vulgare* Vill. ou *T. aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum* Desf) (Nyabyenda, 1978).

I.6.1. Le blé tendre:

Le blé tendre dont le nombre de chromosome est de 42 (21 paires). Son amande (albumen) est relativement friable et lui donne une bonne aptitude à la transformation en farine (Jeantet et al., 2007). Ce sont les plus cultivés en France (Fredot, 2006).

I.6.2. Le blé dur:

Le blé dur dont le nombre de chromosomes est de 28 (14 paires). Son amande dure, le rend apte à donner des semoules pendant la mouture (Jeantet et al., 2007).

I.7. Différences entre un blé tendre et un blé dur:

Le blé tendre et le blé dur se différencient par la friabilité de l'amande, qui est plus importante pour le blé tendre et permet la transformation en farine, alors que le blé dur est plus apte à se transformer en semoules.

- le blé tendre est utilisé pour la panification, la pâtisserie, la biscuiterie. Le blé dur est utilisé pour les pâtes alimentaires, les semoules, les couscous (Montessions, 2003).

Tableau VII: Les différences entre un blé tendre et un blé dur (Doumandji et al., 2003).

| Caractères | Blé tendre | Blé dur |
|---------------------|---|--|
| Aspect génétique | 3 génomes A, B et D $2n= 42-3$ (2.7) | 2 génomes A et B $2n= 28-2$ (2.7) |
| Prédominance | de l'amidon | des protéines |
| Aspect de la plante | Feuilles très étroites, maturation très rapide | Feuilles large, maturation très longue, moisson rapide, exigence du point de vue sol et climat |
| Forme | Texture opaque, structure de l'amande farineuse | Texture vitreuse |

I.8.Utilisation de blé:

Le blé est la première céréale consommée au monde, il sert à l'utilisation dans:

I.8.1. L'alimentation humaine:

Les grains de blé tendre sont utilisés pour la fabrication de la farine panifiable (haute teneur en gluten qui donne l'élasticité au pain); et de la farine utilisée en pâtisserie ou biscuiteries (Rossin, 2002), les principales utilisations de blé dur concerne la fabrication des pâtes alimentaires et la semoule (Delphine, 2006), et aussi utilisé une petite partie dans les industries pour produire de l'amidon, du malt, du dextrose, du gluten (Rossin, 2002).

I.8.2.Dans l'alimentation animale:

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

I.8.3.Domaine non alimentaire:

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

I.9. Le stockage du blé:

Le stockage du blé a pour but la conservation des blés après la récolte et, parfois, au cours des années qui suivent cette récolte. Cette conservation doit être faite dans des conditions pour que le grain reste sain.

La principale condition de bonne conservation du blé réside dans sa faible teneur en eau. La conservation est assurée facilement à des humidités des blés inférieures à 14%.

Il existe plusieurs procédés de stockage du blé :

- le stockage en sac
- le stockage en tas sur plancher
- le stockage en cellules dans des silos (Calvel, 1984).

Chapitre II:

Les produits de moutures

1. La farine

II.1.1. Définition :

La farine du blé est le produit élaboré à partir des grains de blé ordinaires *Triticum aestivum L.* Ou blé ramifié, *Triticum compactum host.*, ou tout mélanges de ces derniers, 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).

II.1.2. Fabrication de la farine:

La fabrication de la farine est réalisée par l'industrie de la meunerie dont le rôle est d'extraire, du grain de blé, le maximum de l'amande qu'il renferme

II.1.2.1. Le nettoyage:

Il a pour but d'enlever du blé, toutes les impuretés qui y sont présentes: les corps étrangers, les graines étrangères, la poussière qui est logée à l'intérieur du sillon (Calvel, 1984).

II.1.2.2. La préparation:

Elle consiste à porter le blé à une teneur en eau déterminée et après un brassage énergétique à le laisser reposer un temps nécessaire et suffisant. Conférer au blé une humidité suffisante pour faciliter la séparation son- amande (Godon et Loisel, 1997).

II.1.2.3. La mouture:

La mouture présente deux buts:

- L'élimination des parties périphériques c'est-à-dire la séparation de l'amande de l'écorce et du germe.
- La réduction de l'amande en particules suffisamment fines pour obtenir de la farine.

a. Le broyage:

Il se fait tout d'abord par passage des grains dans un broyeur constitué de deux cylindres à surface cannelée qui tournent en sens inverse et a des vitesses différentes mais dont l'éclatement est très faible. On obtient alors un mélange fait de particules assez grossières appelées la boulangue (Fredot, 2006).

b. Le claquage et le convertissage:

Sont les deux phases de réduction des produits provenant du broyage.

c. Le blutage:

C'est l'opération qui, après chaque passage dans un appareil à cylindre (broyeur, claqueur ou convertisseur), classe la marchandise selon la grosseur des différentes particules.

d. le sassage :

Son but est de purifier et classe les produits allant au claquage.

e. Le curage des sons.

Opérations qui consistent à réduire au minimum la quantité d'amande adhérente sur la face intérieure des enveloppes.

Un exemple de bilan d'une mouture de blé a un taux d'extraction de 75% (Calvel, 1984).

| | |
|---------------------------|-----|
| Sons: Gros..... | 9% |
| Fins..... | 7% |
| Remoulages bis..... | 3% |
| Remoulages blancs..... | 5% |
| Déchets de nettoyage..... | 1% |
| Farine..... | 75% |

II.1.3. La composition de la farine :

Tableau VIII: La composition de la farine (Vierling, 2001).

| Composition pour loog | Farine (taux d'extraction et type) | | |
|-----------------------|------------------------------------|---------------|------------|
| | 96% ; T.150 | 80-85% ; T.80 | 74% ; T.50 |
| Protide en g | 11,4 – 13,3 | 11,2 – 13 | 11 – 12,6 |
| Lipides en g | 2,1 | 1,7 | 1,5 |
| Sucre en g | 1,7 | 1,4 | 0,5 |
| Amidon en g | 59 | 66 | 70 |
| Minéraux en g | 1,5 | 0,9 | 0,55 |
| Potassium en mg | 300 | 200 | 140 |
| Sodium en mg | ≤ 10 | 5 | 3 |
| Phosphore en mg | 370 | 230 | 120 |
| Calcium en mg | 40 | 20 | 18 |
| Ca/P | 0,10 | 0,10 | 0,12 |
| Fer en mg | 3,3 | 2,8 | 0,80 |
| Cuivre en mg | 0,5 | 0,4 | 0,29 |
| Zinc en mg | 4 | 3,2 | 2 |
| Vitamine en mg | | | |
| B ₁ | 0,48 | 0,34 | 0,12 |
| B ₂ | 0,20 | 0,15 | < 0,8 |
| PP | 5 | 1,4 | < 1 |
| B ₆ | 0,5 | 0,3 | 0,22 |
| E | 1,4 | | |
| Fibres brutes en g | 3,3 | 4,2 | 0,6 |
| Autres fibres en g | 6,5 | | |
| Apport énergétique | | | |
| En g | | | |
| MJ | 1,32 | 1,40 | 1,44 |
| Kcal | 317 | 335 | 345 |

II.1.4. Les types des farines:

Depuis le début de la campagne 1963, (Calvel, 1984). Les types de farines définis par leur teneur en minéraux ont une spécification nutritionnelle globale (Chaurand et al., 2005).

Selon (Godon et Willm, 1991). On distingue les types suivants

Tableau IX: Les différentes types des farines (Article premier, alinéa 1 de l'arrêté du 13-07-1963).

| Dénomination | Taux de cendres de la farine en % de la MS |
|--------------|--|
| Type 45 | Au dessous de 0,50 |
| Type 55 | De 0,50-0,60 |
| Type 65 | De 0,62-0,75 |
| Type 80 | De 0,75-0,90 |
| Type 110 | De 1,00-1,20 |
| Type 150 | Au dessous de 1,40 |

II.1.5. Caractéristiques des farines liées à leur utilisation:

En fonction de leur utilisation finale on distingue:

II.1.5.1. Farine de panification:

Elle est constituée d'un mélange de blé tendre et sa teneur en gluten trop élevée se fait qu'elle ne peut servir à un usage domestique (Fredot, 2006). Les farines panifiables sont en général de type 55 (Godon et Willm, 1991).

II.1.5.2. Farine de force:

Indispensable pour la panification fine, et notamment pour la biscuiterie. La farine de force est obtenue par un blé de force (Godon et Willm, 1991).

II.1.5.3. Farine pour la pâtisserie:

Elle est essentiellement constituée de blé tendre, mais peut parfois contenir de blé dur. Sa teneur en gluten est faible et elle est moins fine que la farine à gâteaux (Fredot, 2006).

II.1.5.4. La farine à gâteaux:

C'est une farine blanche constituée exclusivement de blé tendre moulue très finement, elle est plus riche en amidon, mais contient moins de protéines. On obtiendra aussi des gâteaux légers, mais elle ne pourra pas être utilisée en panification (Fredot, 2006).

II.1.5.5. Farine pour biscuiterie:

Les produits de la biscuiterie sont très diversifiés, les farines qui les constituent ont des caractéristiques communes (Guinet et Godon, 1994). Elle est riche en amidon (Fredot, 2006).

II.1.5.6. Farine pour l'amidonneries-glutenneries:

Deux facteurs entrent en compte dans la qualité des farines de l'amidonneries-glutenneries; la valeur élevée de taux et de la qualité des protéines insolubles d'une part et de la facilité de leur extraction d'autre part. L'amidonnerie permet d'extraire de la farine. Ses deux constituants majeurs: l'amidon et le gluten (**Guinet et Godon, 1994**).

II.1.6. La valeur meunière:

La valeur meunière d'un blé tendre est son aptitude "à donner plus ou moins de farine répondant à des caractéristiques définies". Le rendement en farine se caractérise par le taux d'extraction. En dehors de la teneur en impuretés des lots et de l'humidité des grains que nous ne prendrons pas en compte, les principaux éléments de la valeur meunière sont les suivants:

- Le pourcentage relatif d'amande et de tégument dans le grain.
- Le poids spécifique ou poids à l'hectolitre.
- Le poids de 1000 grains: les blés possèdent les grains les plus lourds doivent permettre des taux d'extraction plus élevés.

La taille, la forme, la dureté des grains sont aussi des éléments qui peuvent influencer sur la valeur meunière.

La teneur en cendres des grains est une caractéristique qui peut être liée assez fortement à la valeur meunière (**Puré, 1977**).

II.1.7. La valeur boulangère:

La valeur boulangère d'un blé est une notion représentée par les aptitudes de la farine, qui en est tirée, à donner du beau et du bon pain, dans des conditions de travail et de rendement en harmonie avec une fabrication normale (**Doumandji et al., 2003**).

Deux groupes de facteurs importants influencent:

- qualités physiques de la pâte obtenue.
- qualités fermentatives.

II.1.7.1. Qualités physiques de la pâte:

Celles-ci, que l'on désigne couramment, sous le terme de qualités plastiques, sont caractérisées par le degré "d'élasticité", de ténacité et de souplesse de la pâte. Le gluten qui, dans ce domaine, communique ses propriétés plastiques propres à la pâte. Ajoutant, cependant; que l'amidon joue un rôle non négligeable dans la formation de la texture finale et le développement du pain (**Calvel, 1984**).

II.1.7.2. Qualités fermentatives:

La production gazeuse, qui se produit durant la fermentation panière, est liée à la quantité de sucres préexistants et à la bonne marche de l'amylolyse (Calvel, 1984).

II.1.8. Le stockage de la farine :

La farine peut également être stockée pendant un court temps, car les farines s'altèrent trop vite (Franconie, 2010). Le stockage de la farine est entreposé dans des silos ou dans des sacs placés dans un environnement physicochimique caractérisé par sa température, son humidité, et sa teneur en oxygène (Feillet, 2000).

2. La semoule

II.2. Définition:

La semoule de blé dur est le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*Triticum durum desf*) par procédés de mouture ou de broyage au cours des quels le son et le germe sont essentiellement éliminés. Le reste étant broyé à un degré de finesse adéquat. La semoule complète du blé dur est préparée par procédé de broyage similaire, mais le son et une partie du germe sont préservés (Codex Stan, 1991).

II.2.2. Fabrication de semoule:

Les semoules sont constituées des fragments de taille plus ou moins fine de l'amande cassée (Roudaut et Lefrancq, 2005). La fabrication des semoules est tout à fait parallèle à celle des farines, on les extrait à partir des blés durs très vitreux:

a. Nettoyage de blé:

Le nettoyage du blé dur est crucial puis il faut éliminer complètement tous les grains étrangers, cailloux...etc. ce qui risque d'altérer l'apparence du produit fini. (Boudreau et Menard, 1992).

b. Préparation des blés:

La préparation des blés suit la même logique qu'en meunerie de blé tendre, et l'humidification aux environ de 17% de teneur en eau est indispensable pour assouplir l'enveloppe et la séparer du reste de l'amande. En revanche, l'eau ne doit pas trop pénétrer dans l'amande lors de cette étape afin d'éviter de diminuer trop fortement sa résistance ce qui favoriserait la production de farine, lui ferait perdre sa brillance et diminuerait sa couleur jaune. De ce fait, l'humidification se fait de préférence en trois étapes avec des temps de repos courts (3 à 6h pour les deux premiers repos, 30 minutes pour le dernier).

c. La mouture de blé:

La mouture dans la phase de broyage est plus progressive; elle nécessite jusqu'à sept passages, avec un positionnement des cannelures tranchant/tranchant favorable à la production de semoules. Ces semoules se partagent entre des fractions pures et des fractions avec des fragments d'enveloppes appelées "semoules vêtues " plus denses mais de granulométrie comparable. Elles sont séparées dans des équipements "sasseurs" faisant intervenir un double tri densimétrique et granulométrique puis traitées à nouveau sur des appareils à cylindres "des agrégeurs" au réglage adapté, afin d'éliminer les parties adhérentes qui nuisent la couleur. Les convertisseurs sont en semoulerie seulement des réducteurs à semoules. Les opérations de tamisage sont définies à la fois par des objectifs de production et par les types de granulométries recherchées (Jeantet, et al., 2007).

II.2.3. La composition de semoule :

Tableau X: La composition moyenne pour 100g de semoule (APfelbaum et al ., 2009) .

| Constituants | Quantités |
|-------------------------|-------------|
| K. calorie | 345(1442Kj) |
| Protéines | 10,3g |
| Lipides | 0,8g |
| Glucides | 74,3g |
| Eau | 13,1g |
| Fibres | Néant |
| Vitamine A | Néant |
| Vitamine B ₁ | 0,12 mg |
| Vitamine B ₂ | 0,04mg |
| Calcium | 362 mg |
| Sodium | 1mg |

II.2.4. Les différents types de semoules et leur consommation:

Les semoules sont classées en fonction du diamètre des tamis (fin, moyen, gros) (Roudaut et Lefrancq, 2005).

-Semoule SE: appelé aussi semoule extra, ses particules sont fines, elles présentent une granulométrie dont le refus aux tamis 120 microns est de 90%. Cette semoule est orientée vers la fabrication des pâtes alimentaires industrielles.

-Semoule SM: appelée semoule moyenne, elle présente un refus aux tamis de mailles 100 microns et 90 %, cette semoule est généralement vendue en l'état pour la fabrication des couscous industriels de type moyen.

-Semoule SG: semoule grosse doit avoir un refus de 50 microns aux tamis 30 et 40%. Cette semoule est destinée essentiellement à la fabrication des couscous types grosses (Brinis et al ., 2001).



Tableau XI: Les types de semoules et leurs spécifications selon (l'arrêté interministériel, 1997).

| Nom du produit | Taux de cendres par rapport à la semoule sèche % | Taux d'acidité exprimé en acides sulfurique | Humidité maximum |
|---|--|---|------------------|
| Semoule supérieure de blé dur (tolérance 0,02) | 0,09 maximum | 0,055MS maximum | 14,5 MS |
| Semoule courante de blé dur première tolérance 0,02 | 1,20 maximum | 0,065MS maximum | 14,5 MS |
| Semoule courante de blé dur deuxième tolérance 0,3 | 1,3 maximum | 0,080MS maximum | 14,5MS |

II.2.5. Les critères de qualité de la semoule:

Le choix du consommateur se base sur plusieurs critères d'où la nécessité de sélectionner des variétés qui possèdent les qualités requises.

- Les ménagères recherchent des semoules pures et de couleur dorée. Cette semoule doit présenter une granulométrie homogène.
- Le semoulier recherche des variétés à poids spécifique élevé du fait que les unités de transformation se basent sur ce paramètre pour la trituration.
- Le pastier recherche des semoules pures et non contaminées par le son, dont la qualité des protéines soit satisfaisante.
- D'autre part, le blé dur est récolté au stade laiteux, les épis sont séchés jusqu'à une humidité du grain environ 12% (Brinis et al, 2001).

II.2.6. La valeur semoulière:

La valeur semoulière d'un blé dur définie comme l'aptitude à donner un rendement élevé en semoule de blé dur (Abecassis, 1991). Dépend de plusieurs groupes de facteurs. Certains sont plus directement liés aux conditions de culture et de récolte comme le taux d'impuretés ou le taux de grains cassés. D'autres semblent plus influencés par des facteurs variétaux et agronomiques comme le rapport pondéral albumen sur enveloppe. La fiabilité de l'albumen ou encore d'adhérence enveloppes albumen. La quantité de semoule produit au cours de la première phase de transformation est un critère très important pour les industriels (Chauraud et al., 1999).

II .2 .7. Stockage de semoule:

Les semoules de blé dur doivent être emballées dans des récipients préservant la qualité hygiénique, nutritionnelle, technologique et organoleptique du produit. Les récipients doivent être fabriqués avec des matériaux sans danger. Ils ne doivent transmettre aux produits aucune substance toxique, ni aucune odeur ou saveur indésirables (**Codex Stan ,1991**).

Partie expérimentale

III. Matériel et méthodes :

III.1. matériel végétale

III.1.1. L'origine des échantillons :

Les échantillons utilisés sont des farines « **Kenza** » et semoules « **Safina** » qui sont achetés d'un magasin de la wilaya de Jijel, qui les réceptionnent au 06 – 04 – 2010.

III.1.2. L'échantillonnage :

On prend en hasard un échantillon représentatif de la farine et la semoule



Photo 02: La farine de blé tendre.



Photo 01: La semoule de blé dur.

III.1.3. Conservation des échantillons :

Après le prélèvement des échantillons, on les met dans des sachets propres, secs et fermés, la température de conservation des échantillons est celle du laboratoire.

III.2. Produits chimiques et réactifs :

- Solution d'éthanol à 95%.
- Solution d'hydroxydes de potassium (KOH) à 0,05N.
- L'indicateur de couleur phénol phtaléine.
- Solution d'anthrone.
- Solution de TCA 20%.
- Solution d'éther.
- Solution de chloroforme.
- BBC (bleu brillant de comassie).
- Solution alcoolique d'hydroxyde de potassium 8%.
- Solution d'acide chlorhydrique.
- Solution d'éther de pétrole.
- L'eau distillée.

III.3. Appareillage:

- Etuve « Binder ».
- Le four à moufle.
- La centrifugeuse électrique.
- Balance analytique.
- Spectrophotomètre.
- Appareil de soxhlet.
- Rota-vapeur.
- Bain marie.
- La hôte.
- Réfrigérateur.

III.4. Méthodes d'analyse physico – chimique de la farine et de la semoule :**III.4.1. Déterminations de l'humidité**

La teneur en eau (ou humidité ou titre en eau) est la quantité d'eau perdue par l'aliment lorsqu'on le place en équilibre avec une pression de vapeur d'eau nulle (**Frenot et Vierling, 2001**).

Principe

La méthode de référence pratiquée consiste en un étuvage à pression atmosphérique, à une température de 130 à 133°C dans des conditions opératoires définies. La perte de masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit (**Bar, 2001**).

Mode opératoire (NF03-706)

La méthode consiste en un séchage à pression atmosphérique dans une étuve multicellulaire d'une prise d'essai de 05 g de la farine et 05 g de la semoule à une température de 107°C pendant 1h30 pour la farine du blé tendre et 2h pour la semoule, pesée la masse avant et après séchage.

Expression des résultats (Bar, 2005)

$$\text{Teneur en eau} = \frac{m_0 - m_1}{m_0} \times 100$$

m_0 : La masse de la prise d'essai (en grammes)

m_1 : La masse de la prise d'essai après étuvage (en grammes).

III.4.2. La matière minérale (teneur en cendre)

On appelle cendre les résidus minéraux incombustible après incinération du produit dans des conditions bien déterminées et à une température comprise entre 550°C et 900°C (Godon et Loisel, 1997).

Principe

L'incinération dans des conditions strictement définies, d'une masse connue d'un échantillon. Lorsque l'incinération est totale; il ne reste dans les nacelles que les cendres à la masse de la prise d'essai comptée en matière sèche constituée le taux de cendres (Godon et Loisel, 1997).

Mode opératoire (AFNOR V03-720)

On chauffe les nacelles pendant 10 minutes dans le four à moufle réglé à 550°C ±10°C, ensuite on les laisse refroidir à la température ambiante, puis on les pèse.

Dans les nacelles à incinération préparée, on pèse 5g de semoule et 5g de la farine dans les nacelles à incinération préparées, puis on humecte la prise d'essai dans les nacelles immédiatement au moyen de 1 ml à 2 ml de l'éthanol, ensuite on les place à l'entrée du four préalablement chauffé à 550°C ± 10°C; jusqu'à ce que la matière s'enflamme.

Aussitôt que la flamme est atteinte, on place les nacelles dans le four avec précaution pendant 2 heures, quand l'incinération est terminée, on retire les nacelles du four et on les met à refroidir; et on les pèse.

Expression des résultats:

La teneur en cendre est calculée par:

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

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

m_1 : La masse du résidu en grammes.

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

III.4.3. Acidité grasse

Acidité grasse expression conventionnelle des acides, essentiellement des acides gras libres, extraits dans les conditions. Elle est exprimée en grammes d'acides sulfuriques pour 100g de matière sèche (Adrian et al., 1998).

Principe

La mise en solution des acides dans l'éthanol à 95% (v/v) à la température du laboratoire. Centrifugation et titrage d'une partie aliquote du surnageant par l'hydroxyde de potassium (AFNOR,1986).

Mode opératoire (NF VO3-712)

On introduit dans le tube de centrifugeuse 0,84g de farine, et 0,84g de semoule, puis on ajoute 5ml d'éthanol 95%. On procède en suite à une agitation à l'aide d'un agitateur pendant 1heure. On procède alors à une centrifugation à 3000 tours/minute pendant 1h , juste après on prélève 20ml de surnageant et on introduit dans une fiole conique, puis on ajoute à ce surnagent 03 goutte de phénol phtaléine, enfin on titre avec la solution KOH (0,05N) jusqu'au virage du couleur aux rose pale .

Expressions des résultats :

L'acidité grasse exprimée en grammes d'acides sulfurique pour 100 g de matière sèche, est donnée par la formule suivante :

$$A = (7,35 (V1-V0). C/M).(100/100-H)$$

OU :

C : La concentration en moles par litre, de la solution d'hydroxyde de potassium.

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

V1 : Le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de potassium utilisée pour la détermination.

V0 : Le volume en millilitres de la solution d'hydroxyde de potassium utilisée pour l'essai témoin.

H : La teneur en eau de l'échantillon pour l'essai.

III.5. Méthodes d'analyses biochimiques de la farine et la semoule :

III.5.1. Teneur en matière grasse libre

La méthode soxhlet est la méthode de références utilisées pour la détermination de la matière grasse dans les aliments solides déshydratés. C'est une méthode gravimétrique puisqu' on pèse l'échantillon au début et la matière grasse a la fin de l'extraction (Salghi ,2004).

Principe

Utilisation du soxhlet pour l'extraction par l'éther de pétrole des matières grasses, ensuite élimination du solvant et la pesée du résidu ainsi obtenu.

Mode opératoire

On tare le ballon de soxhlet ; masse M_0 . On Pèse 10g de farine et 10g de semoule et on le met dans des cartouches. On place les cartouches dans le tube d'extraction et on met du coton cardé humidifié avec du solvant ; On met 200ml d'éther de pétrole dans le ballon soxhlet, et on fixe le ballon au niveau du tube d'extraction. Il faut ouvrir l'eau pour le réfrigérant, le débit sera à surveiller pendant l'extraction. La durée de l'extraction se déroule pendant 6h à 6h30, Après l'extraction le solvant est évaporé et récupéré directement au niveau du soxhlet. Pour permettre l'évaporation des traces du solvant, les ballons sont laissés sous la ventilation, sur la paillasse et on pèse le ballon après, masse M_1 .

Expression des résultats :

La teneur en matière grasse libre en % de masse de l'échantillon est :

$$\text{Pourcentage des matières grasses libres: } \frac{M_1 - M_0}{E} \cdot 100.$$

Ou :

M_0 : La masse en grammes du ballon.

M_1 : La masse en grammes du ballon et de la matière grasse après séchage.

E : La masse en gramme de la prise d'essai (masse de l'échantillon).

II.5.2. Dosage des protéines

L'analyse de Bradford est une méthode simple peut être rapide employée dans le laboratoire pour déterminer la concentration en protéine totale d'un échantillon.

Principe

Le comassie brillant Blue G-250, est ajouté à la solution de protéine dans des conditions de pH acide. Le Blue de comassie se lie à la protéine par des interactions non covalentes (ponts hydrogènes, interaction hydrophobes et interaction ionique) est sa longueur d'absorption maximale augmente de 465 nm à 595 nm (Holmes et Peck, 1998).

Mode opératoire (Bradford, 1976)

On pèse 0,05 g de la farine et 0,05g de semoule et on le met dans des eppindofS, puis on ajoute 1ml TCA à 20% dans chaque eppindof, et on laisse dans le réfrigérateur pendant une nuit. Après on fait une centrifugation (5000 tours/mn) pendant 10 minutes, à la fin de la centrifugation, on prend le culot I puis on l'ajoute 1 ml d'éther / chloroforme (1V /1V), puis une deuxième centrifugation (5000tours /mn) pendant 10 minutes ensuite on prend le culot II et on le rajoute 1ml de NaOH (0,1N) et on fait l'agitation. Les protéines des échantillons ont été dosées dans une fraction de 100 μ l additionné de 4 ml de BBC, un blanc été préparé par la même

méthode aux lieux de culot on prend 100µl d'eau distillée. La lecture des absorbances est effectuée à une longueur d'onde de 595 nm à l'aide d'un spectrophotomètre.

III.5.3. Dosage des sucres

IL se fait selon la méthode **Duchâteau et Florkin ,1959** qui consiste à un pesage de 0,08g de la farine et 0,08g de la semoule, puis on place chaque prise d'essai dans un eppindof, on laisse reposer toute une nuit dans réfrigérateur en suite on retire les epins d'auffes, et on les place dans une centrifugeuse à la vitesse de 5000 tours /min pendant 10min, à la fin de la centrifugation on prend 100 µl de surnageant et on additionne 4ml d'anthérone, on fait un chauffage à 80°C pendant 10min dans un bain marie.

Un blanc été préparé par 100µl d'eau distillée puis on met 4 ml d'anthérone, puis on chauffe à 80°C pendant 10min. Enfin on fait la lecture des absorbances à 620nm.

III.5.4. Dosage de l'amidon

Le dosage de l'amidon est réalisé selon une méthode décrite par la **FAO (1986)** qui consiste à un pesage de 05g de la farine et 05g de la semoule, puis on traite chacune prise d'essai de 05g avec 25ml d'une solution alcoolique d'hydroxyle de potassium à 08% (40g de KOH dissous dans 300ml d'éthanol à 95% puis diluée à 500ml d'éthanol à 95%). puis on porte le mélange dans un bain marie pendant 20min avec une agitation manuelle de temps à autre. Ainsi les protéines sont hydrolysées et les lipides sont saponifiés. On place dans une centrifugeuse à 3000 tours/min pendant 5min. Après centrifugation et décantation on élimine le surnageant et on lave le culot avec 12,5% d'éthanol à 95%, puis une deuxième centrifugation pendant 5min à une vitesse de 3000tours/min. on fait la deuxième décantation et on élimine le surnageant puis, on met 25ml d'une solution d'acide chlorhydrique (un volume d'HCl 37%, d=1,19 pour un volume d'eau). On transfert 12,5ml de la solution de HCl chargé en amidon dans un erlen contenant 37,5ml d'éthanol à 95% bien mélangé et on laisse reposer toute une nuit. En fin on fait une filtration et un lavage puis, on sèche à l'étuve à 75°C du résidu dans le papier filtre jusqu'à masse constante.

Expression des résultats :

La teneur en amidon M pour 100g de produit humide est calculé selon la formule :

$$M = \frac{(m_{fr} - m_f)}{m_a} \times 2 \times 100$$

Ou :

m_0 : La masse de la prise d'essai.

m_f : La masse du papier filtre sec.

m_{fr} : La masse du papier filtre avec résidu d'amidon après séchage.

Le facteur de 100 permet d'exprimer le résultat pour 100 g de produit humide.

Le facteur de correction 2 permet de rétablir la quantité d'amidon contenu dans la totalité de la prise d'essai.

IV.1. La teneur en eau (humidité)

Tableau XII: Le taux d'humidité de la farine et de la semoule.

| Produit | Moyen \pm Et% |
|---------|------------------|
| Farine | 11.76 \pm 0.29 |
| Semoule | 10,64 \pm 0,29 |



Figure 02 : le taux d'humidité de la farine et de la semoule.

Les résultats présentés dans le tableau ci-dessus montrent que la valeur d'humidité de la farine est égale à 11.76%, cette valeur est conforme aux normes de **Codex, 1985** qui estime la valeur maximale de 15.5%. Par contre le taux d'humidité de semoule est égale 10.64% qui est acceptable par rapport aux normes **Codex, 1991** qui stipule un maximum à 14.5%.

L'humidité de la farine est très variable en fonction de l'humidité de la température ambiante, d'autre part de la quantité d'eau ajoutée au blé avant mouture (**Cheriet, 2000**).

L'abaissement de la teneur en eau par l'étuvage favorise la bonne conservation de la farine dans les conditions de stockage et transports (**Guinet et Godon, 1994**). Aussi l'abaissement du taux d'humidité dans les semoules soit par un séchage à la température de laboratoire, soit par un séjour dans une atmosphère ayant une humidité relative élevée (**AFNOR, 1986**).

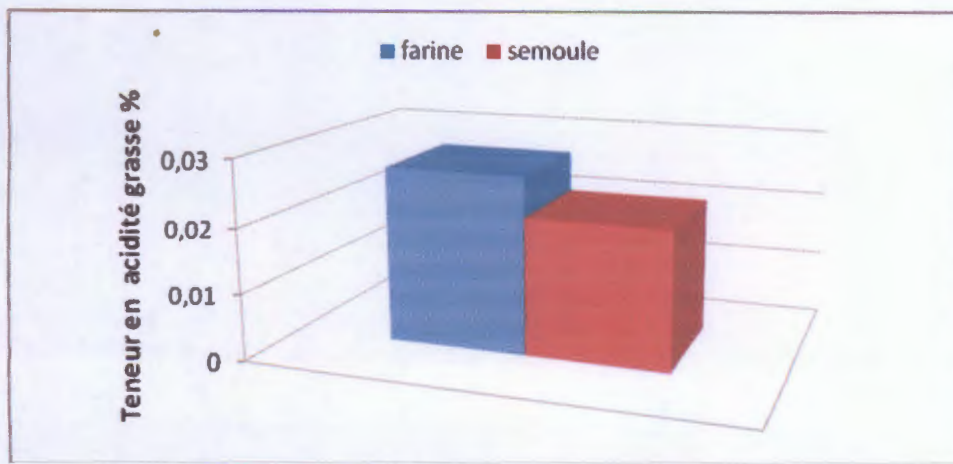


Figure 04 : L'acidité grasse en %de H₂SO₄ et de la semoule.

L'acidité grasse permet de déterminer l'état de la conservation d'un produit (Le blanc, 2007).

La valeur de l'acidité grasse de la farine de blé tendre est égale à 0,027 %de H₂SO₄. Les résultats sont conformes aux normes admises (> 0,07% de H₂SO₄) selon l'Arrêté du ministère de l'agriculture N^o:2313(2009).

La teneur d'acidité grasse de semoule est de 0,021% de H₂SO₄, donc elle est conforme selon l'arrêté du ministère de l'agriculture N^o:2313(2009).

L'acidité grasse d'une farine est l'acidité que génèrent ses acides gras libres qui sont résultent de l'hydrolyses de triglycérides par des lipases endogène ou exogène (Feillet, 2000).Le taux d'acidité grasse est un indice de bonne conservation de la farine, Une valeur élevée de l'acidité de grasse témoigne d'une mauvaise conservation du produit, qui peut être due à des polluants superficiels de l'enveloppe sans aucune répercussion nocive (Multon, 1982).

L'acidité grasse des semoules est due à la présence des acides gras libres, provenant de l'oxydation des lipides, l'augmentation de ce paramètre provoque l'altération des semoules (L'arrêté du journal algérien ,1997).

IV.4. Dosage des matières grasses libres :

Tableau XV: Le taux des lipides dans la farine et la semoule.

| Produit | Teneur en lipides % |
|---------|---------------------|
| Farine | 0.9 |
| Semoule | 1.4 |

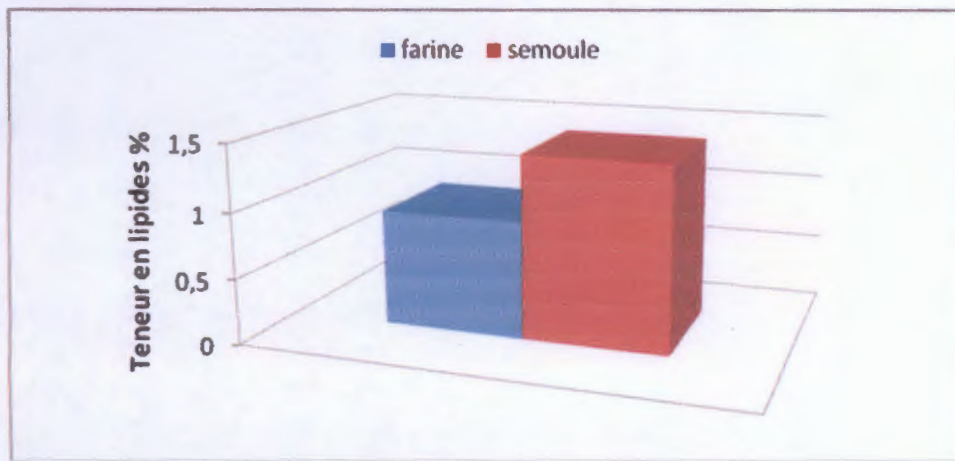


Figure 05 : La teneur en matière grasse libre de la farine et la semoule.

D'après le tableau XV et figure 05, on remarque que la teneur en lipides de la farine est de 0.9%, donc elle est conforme aux normes selon **Feillet (2000)**. Ce démontre que la teneur des lipides représentent moins de 3% dans la farine ; en revanche la teneur en lipides dans la semoule est égale à 1,4%, qui est conforme aux normes selon **Vierling (2008)**. Qui stipule un intervalle qui est entre 1%-1,5%.

Les lipides ou matière grasses sont peu représentés dans les grains de céréales (**Feillet, 2000**).

IV.5. Dosage des protéines :

Tableau XVI: Le taux de protéines de la farine et la semoule.

| Produit | Moyen \pm Et % |
|---------|------------------|
| Farine | 5.03 \pm 1.66 |
| Semoule | 6.557 \pm 1.14 |

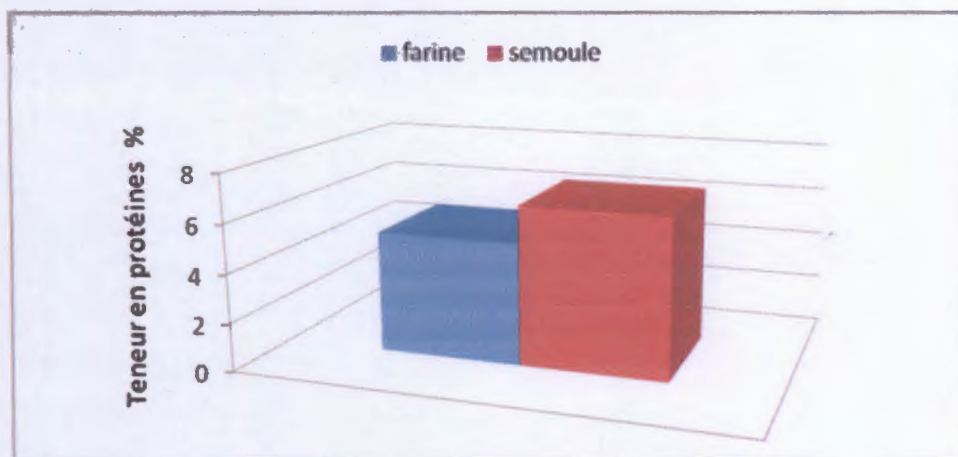


Figure 06 : la teneur en protéine de la farine et de la semoule

Les valeurs du tableau XVI et figure 06 montrent que la teneur de protéine dans la farine de blé tendre est égale 5.03%, cette valeur est inacceptable par rapport au Codex (1985) qui estime un minimum 07%.

La teneur en protéine de la semoule est égale à 6.55%, et aussi inférieure aux normes selon **L'article : 15 de l'arrêté du ministre de l'agriculture N°=2318 (2009)** qui annonce que les semoules doivent avoir une teneur en protéines minimales de 10%. la teneur en protéine associée à celle de la variété de blé donnent une bonne information sur la capacité technologique de la farine (Chene, 2001).

-La teneur en protéines dépend du blé d'origine et de la répartition de celle-ci dans le grain et des taux d'extraction par rapport au grain (Godon et Guinet, 1994).

IV.6. Dosage des sucres :

Tableau XVII: Le taux des sucres de la farine et la semoule.

| Produit | Moyen ± Et |
|---------|------------|
| Farine | 0.76±0.04 |
| Semoule | 1.03±0.15 |

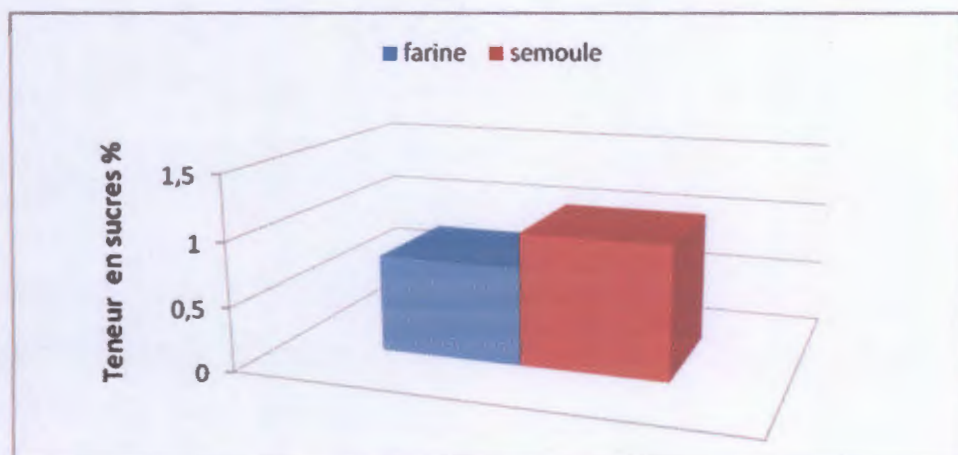


Figure 07 : le taux des sucres de la farine de blé tendre et la semoule de blé dur

La teneur en sucre de la farine est égale à 0.76%, cette valeur est inférieure aux normes (non-conforme) qui varient entre 1.5%-2% d'après Le blanc (2007).

La teneur en sucre de semoule est de 1.03% qui est conforme aux normes qui varient de 1% à 2% selon l'arrêté du journal algérien (1997).

L'abaissement des sucres dans la farine peut être due à leur utilisation par les enzymes (Godon et Guinet, 1994).

IV .7. L'amidon :

Tableau XVIII: Le taux d'amidon dans la farine et la semoule.

| Produit | Moyen \pm Et % |
|---------|------------------|
| Farine | 67.16 \pm 3.59 |
| Semoule | 74.64 \pm 3.31 |

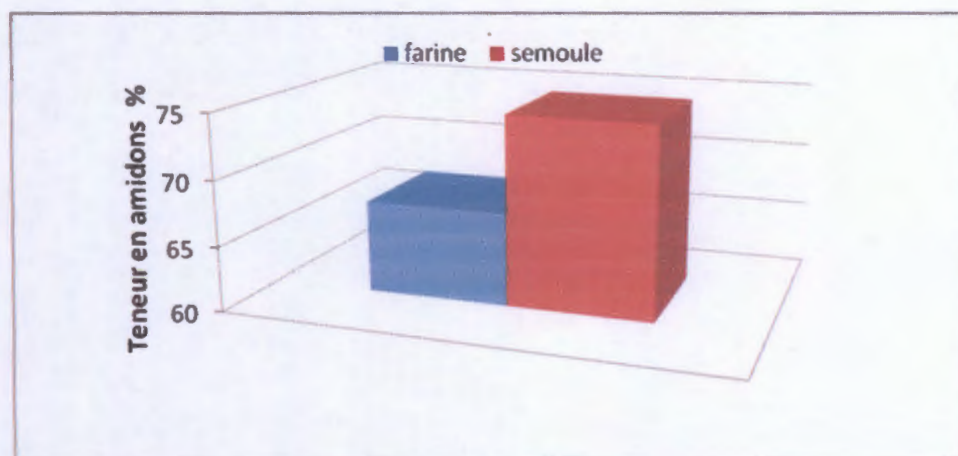


Figure 08: le taux d'amidon de la farine et de la semoule

D'après les résultats obtenus : la teneur en amidon de la farine est égale 67.16% la valeur est conforme qui exige un moyenne de 70% d'amidon selon **Cheftel (2002)**. La teneur en amidon de la semoule est égale 74.64% donc est acceptable aux normes selon **l'arrêté du journal algérien (1997)**. Qui limite la teneur en amidon dans la semoule à 75%.

L'amidon constitue la fraction la plus importante du produit de mouture de blé (~ 70%) et joue également un rôle pré mondiale dans les propriétés rhéologiques (**Chene, 2001**).

Conclusion

Conclusion :

Cette étude nous à permis de connaître la caractérisation biochimique de la semoule de blé dur et la farine de blé tendre qui sont considérées comme importants dans l'alimentation humaine.

Les résultats obtenus nous permettent de tirer les conclusions suivantes :

Les valeurs du taux d'humidité montrent que la farine et la semoule sont conformes aux normes, donc elles sont bien conservées.

Concernant le taux de cendres, on remarque que la farine et la semoule présentent des teneurs en matières minérales acceptables, donc cette farine est de type 45.

De même pour l'acidité grasse, les deux produits sont conformes aux normes ce qui explique un bon état de conservation.

On trouve aussi que le taux des lipides est aussi conforme aux normes pour la farine et la semoule avec des faibles quantités, car la majeure partie des lipides est éliminée pendant la mouture.

Aussi, la teneur en sucre dans la farine est non conforme, par contre elle est conforme dans la semoule. IL se trouve en petite quantité par rapport à l'amidon qui présente la presque totalité de pourcentage des glucides avec des valeurs conformes aux normes pour les deux produits.

La teneur en protéine de la farine et la semoule sont inférieure aux normes, Ce qui engendre à la diminution de la valeur boulangère de ces produits.

Annexes

Tableau I: Réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des protéines(M±t).

| Protéines (µg) | Absorbance |
|----------------|---------------|
| 0 | 0 |
| 400 | 0.285 ± 0.043 |
| 800 | 0.587 ± 0.045 |
| 1000 | 0.703 ± 0.032 |
| 1200 | 0.835 ± 0.073 |
| 1600 | 1.141 ± 0.052 |
| 2000 | 1.407 ± 0.028 |

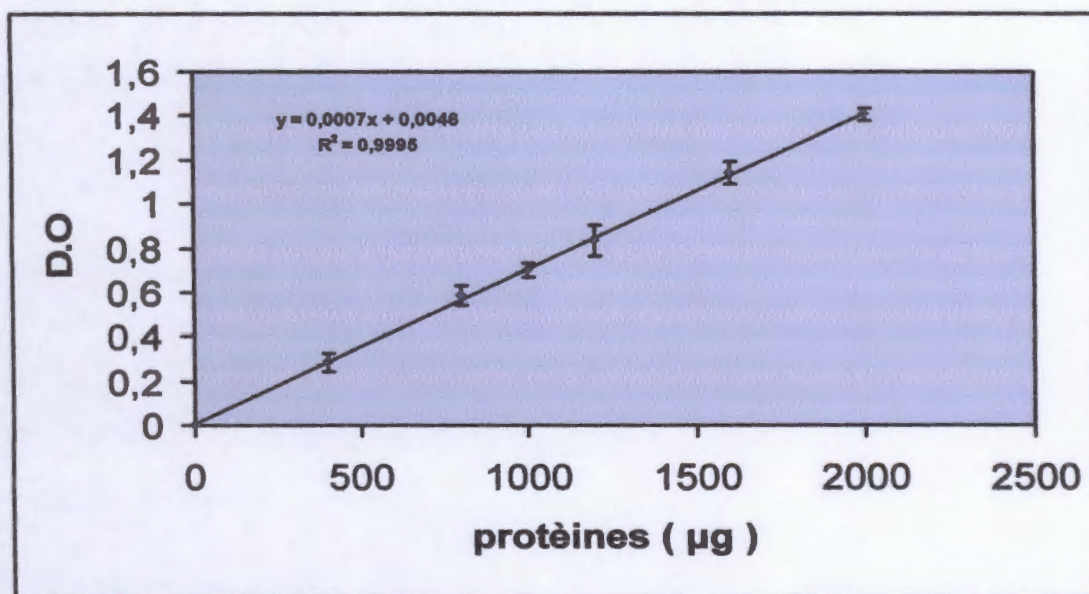


Figure1: Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité (µg) des protéines (R^2 : coefficient de détermination).

Tableau II: La réalisation de la courbe d'étalonnage pour le dosage des glucides :

| Glucides (μg) | Absorbance |
|----------------------------|-------------------|
| 0 | 0 |
| 40 | 0.177 ± 0.023 |
| 80 | 0.34 ± 0.025 |
| 120 | 0.493 ± 0.024 |
| 160 | 0.692 ± 0.019 |
| 200 | 0.845 ± 0.023 |

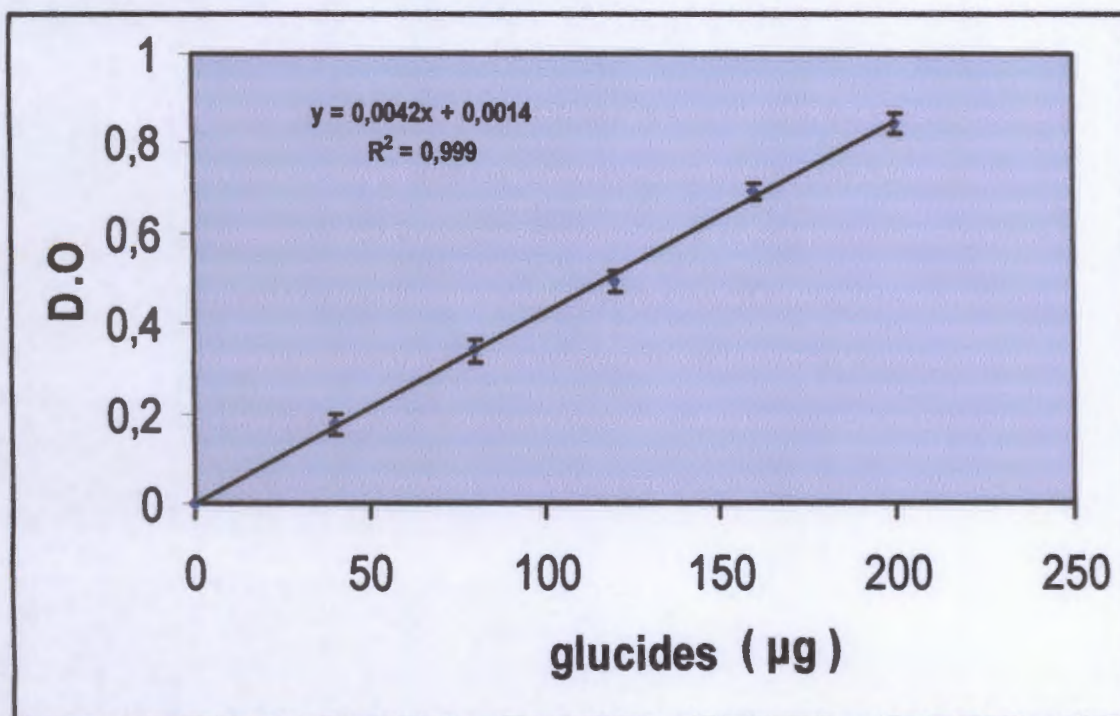


Figure 02: Courbe de référence exprimant l'absorbance en fonction de la quantité (μg) des sucres.

(R^2 : coefficient de détermination).

Perspectives

Le travail réalisé peut être approfondie en donnant comme perspective :

**-l'étude de l'influence de la composition biochimique de la farine et de la semoule sur la valeur
boulangère.**

**-Etude détaillés des différents composants biochimiques tels que les acides gras, les acide
aminés.etc.**

Références bibliographiques :

A

Abicassis J. 1991. Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. Ind. P 25.

Adrean J., Potus J., Poiffart A. et Dovalier P. 1998. Introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. P 135.

AFNOR. 1986. Céréales et produits céréaliers : recueil de norme française. 2^{ème} édition. Afnor. France. P119.

Aliax. et linden G. 1991. Abrégé des biochimie alimentaire . 2^{ème} édition. MASSON. Paris.

André S. 2010 .Synthèse manuelle des marchés céréaliers. Compagnie- France 2.

Apfelbaum M., Raman M. et Dabus M. 2009. Diététique et nutrition. 7^{ème} édition. Lavoisier. Paris. P 138.

Arrêté du journal officiel algérien .1997. p 2-4.

Arrêté du ministère de la agriculture et de la pêche martine N° :2318-09 .2009. Définissant les produits de blé tendre et de blé dur fabriqué et mise en vente par la minoterie : 3-4 .

Arrêté interministériel relatif aux spécifications technique des semoules de blé dur et aux conditions et modalités de leur étiquetage. 25 mai 1997.

B

Bar C.1995. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineuses. Guide pratique. Edition ITCF. Paris : P 177-179.

Bareau J.P.2007. Analyse des farines, méthodes de laboratoires. France. P 3.

Baublis A. et Luc C. 2000. Potentiel of wheat-based breakfast cereals as a source of dietary antioxydants. P 19.

Belitz H. D. et Grosch W. 1987. Cereal and cereal products food chemistry. Springer-verglas. Berlin. P 215.

Bencherif A., Chaulet C., Chehat F., Kaci M et Sahli Z. 1996. La filière de blé en Algérie. Le blé, la semoule et le pain. Edition KARTHALA-CIHEAM. Algérie. p125.

Bensiffe K. 2010. Recule de la production mondiale de blé . Le journal Elmaghribe .Algérie. p 2.

Berland S. et Roussel P.2005. Qualité technologique. INRA .p12 .

Boudreeau A. et Menard G. 1992. Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Édition des PRESSE. Paris. P 29-37.

Bradford .M.M.1976 .Rapid and sensitive method of quantitation of microgram quantities of protein utilizing the principle of protein -Dye -Binding, anal.Biochem.p248.

Brinis L., Boubelkacem A. et Sadli F.2001.la recherche de la qualité de blé dur en Algérie. Algérie. P : 63-64.

Buré J.1979. Le pain. Recueil des usages concernant les pains en France. Edition du centre nationale de la recherche scientifique. Paris. p 16.

C

Calvel R. 1984. La boulangerie moderne 2^{ème} édition. Saint- Germain. Paris. P :13-63.

Calvel R. 1984. La boulangerie moderne. 2^{ème} édition. Soint. Germain. Paris. P:13-45.

Cauderon Y. 1974. Cytogenetique et amélioration de blé. France. P 89.

Château G.et Florkin.1959.La tréhalosémie des insectes et sa signification .Insect.Biochem.P306.

Chaurand M., Lempereur I., roulland T.T., Auton J.C. et Abecassis J.1999. genetic and argronomie effects on semolina wiling value of durum a heat crops. P 791.

Chaurant M., RomecyeN., Fardet A., Leenhardt F. et Taupier M.2005.Influence de type de mouture (cylindres vs meules) sur les teneurs en minéraux des différents fractions du grain de blé en cultures biologiques. Industries des céréales. p 142.

Cheftel J.C. et Cheftel H.2002. Introduction à la biochemie et à la technologie des aliments. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. P 159.

Chenec C 2001.la farine. 1^{er} et 2^{ème} partie. Journal de l'ADRIANOR. Agro-jonction. P : 3-6.

Cheriet G.2000. Étude de la galette, différences types, et méthodes de préparation. Thèse de magister. INATA. Université de Constantine. Algérie. P 99.

Codex Stan 152.1985.Norme codex pour la farine de blé.

Codex Stan 178.1991.Norme codex pour la semoule et la farine de blé dur.

D

Daumandji A., Daumandji S.E. et Daumandji B.2003.cours de technologie des céréales. Technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stock. Office des publications universitaires. P : 9- 53.

Delphine C. 2006. Evaluation du procédé oxygreen ® pour son potentiel de contamination en ochratoxines A du blé. p 25.

F

FAO. 2009. Perspective de Récoltes et situation alimentaires.

Feillet P.2000. Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris. P 308.

Franconie H. 2010. Couscous, boulgour, et polenta. Transformation et consommer les céréales dans le monde. INRA. France. P 53.

Fredot E.2006.connaissance des aliments. base alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. P :158-161.

G

Godon B. 1991. Biotransformation des produits céréales. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. P : 75-123.

Godon B. et Guinet R. 1994. La panification française. Techniques et documentation. Lavoisier. New york. P : 99-109.

Godon B. et Loisel W. 1997. Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. 2^{ème} édition. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. P : 299-306.

Godon B., Willm C. 1991. Les industries du 1^{ère} transformation des céréales. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. p 578.

Godon B.1996. Protéines végétales. Collection sciences et technique agroalimentaire. 2^{ème} édition. France .p 121.

Grainwiz. Rapport d'USDA : Offre et demande de grains dans le monde.2010.P :2-3.

H-J

Holme. D. J. et Peck H. 1998. Analytical biochemistry. 3^{ème} édition. P 86.

Jeantet R., Croguennec T., Schuck.et Brulé G.2007. Science des aliments, biochimie, microbiologie procédé, produits. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. P:136-149.

K

Kellou R. 2008. Analyse de marché algérien de blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers française dans le code du pole de compétitivité quasi-méditerrané. CIHEAM. Montpellier. P 168.

Kiger J.L.et Kiger J.C. 1967. Technique moderne de biscuiterie, pâtisserie, boulangeries industrielle et artisanale, les produits de régime. Edition DUNOD. Paris. P 676.

L-M

Le blanc A.2007. Alimentation humain, cours condensé de matière première. P : 3-5.

Makhlouf F. 2010. La production mondiale de blé en hausse et les cours en baisse .Le journal Elmeghribe. Algérie .P1.

Med A.2006. Agriculture, pêche, alimentation durable dans la région méditerranéenne. 8^{ème} édition CIHEAM. Centre internationale des hautes études agronomiques méditerranéennes. P 87.

Montessions F.2003.le blé : composition, culture, économiques technoboulanges. p 1.

Multon.J.L.1982. conservation et stockage des grains et des produits dérivés, céréales, oléagineux, protéagineux aliments pour animaux. Techniques et documentation. Lavoisier APRIA. Paris. P:108-110.

N

Nyabyenda P. 1978. Les plantes cultivés en régions tropicales d'altitude d'Afrique- généralités légumineuses alimentaires, plantes à tubercules et racines céréales. Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. P 134.

R

Rossin F. 2002. Mémento de l'agronome. Centre de coopération international de recherche agronomique pour le développement. CIRAD. P 777.

Roudant H. et Lafranq E. 2005. Alimentation théorique : science des aliments. DOIN édition.

S

Salghi R. 2004. Analyse physicochimiques des denrées alimentaires. Ecole nationale des sciences appliquées d'Agadir. P 19.

Selslet N. 1991. technologie des céréales et des produits dérivés institue de technologie agricole de Mostaganem. Département technologie agroalimentaire. Algérie. P 147.

T-V

Topin D.J., et Radjai F. 2007. Modélisation mécanique de la friabilité du blé. France. p1.

Vierling E. 2008. Aliment et boissons. Technologie et aspect réglementaires. 3^{ème} édition. DOIN edition. France. P 31.

Résumé

Le grain de blé est un fruit sec indéhiscant qui appartient à la famille des Graminées le plus cultivés sont le blé dur et blé tendre.

Les produits de mouture de blé dur et tendre sont respectivement semoule et farine, ayant une composition biochimique presque similaire, ils sont riches en glucides (amidon) qui est de 67,16% pour la farine et de 74,64% pour la semoule, et 0,76 % des sucres de la farine et de 1.03% dans la semoule, de 5,03% des protéines de la farine et 6,557% pour la semoule et un faible pourcentage en lipides qui est de 0,9% pour la farine et 1,4% pour la semoule.

Mots clés : Graminée, blé dur, blé tendre, produits de moutures, semoule, farine , ,composition biochimique .

Abstract

Wheat grain is a dry indehiscent fruit that belongs to the Grass family are the most cultivated wheat and durum wheat. The products of grinding hard and soft wheat semolina flour, respectively, with almost similar biochemical composition, they are rich in carbohydrates (starch) which is 67.16% for flour and 74.64% for semolina, and 0.76 % sugar of flour and meal 1.03%, 5.03% protein flour and semolina to 6.55% and a low-fat percentage is 0.9% for flour and 1.4% for semolina.

Key word: Grass, wheat, durum wheat, The products of grinding, semolina ,flour, , biochemical composition.

ملخص

حبوب القمح هي ثمار جافة مغلفة تنتمي إلى عائلة النجيليات الأكثر زراعة منها هي القمح الصلب و القمح اللين. منتجات طحن القمح الصلب و القمح اللين هي على التوالي : السميد و الفرينة ، اللذان لديهما تركيبة بيوكيميائية متماثلة، فهما غنيان بالكربوهيدرات {النشاء} الذي يمثل 67,16% للفرينة و 74,64% للسميد و السكريات ب : 0,76 % الفرينة و 1,03% للسميد و 5,03% من البروتينات للفرينة و 55,6% للسميد و نسبة منخفضة من الدهون ب: 0,9% للفرينة و 1,4% للسميد.
مفتاح الكلمات : النجيليات, القمح الصلب, القمح اللين, منتجات طحن, السميد, الفرينة, تركيبة بيوكيميائية

Résumé

Le grain de blé est un fruit sec indéhiscant qui appartient à la famille des Graminées le plus cultivés sont le blé dur et blé tendre.

Les produits de mouture de blé dur et tendre sont respectivement semoule et farine, ayant une composition biochimique presque similaire, ils sont riches en glucides (amidon) qui est de 67,16% pour la farine et de 74,64% pour la semoule, et 0,76 % des sucres de la farine et de 1.03% dans la semoule, de 5,03% des protéines de la farine et 6,557% pour la semoule et un faible pourcentage en lipides qui est de 0,9% pour la farine et 1,4% pour la semoule.

Mots clés : Graminée, blé dur, blé tendre, produits de moutures, semoule, farine , ,composition biochimique .

Abstract

Wheat grain is a dry indehiscent fruit that belongs to the Grass family are the most cultivated wheat and durum wheat. The products of grinding hard and soft wheat semolina flour, respectively, with almost similar biochemical composition, they are rich in carbohydrates (starch) which is 67.16% for flour and 74.64% for semolina, and 0.76 % sugar of flour and meal 1.03%, 5.03% protein flour and semolina to 6.55% and a low-fat percentage is 0.9% for flour and 1.4% for semolina.

Key word: Grass, wheat, durum wheat, The products of grinding, semolina ,flour, , biochemical composition.

ملخص

حبوب القمح هي ثمار جافة مغلقة تنتمي إلى عائلة النجيليات الأكثر زراعة منها هي القمح الصلب و القمح اللين. منتجات طحن القمح الصلب و القمح اللين هي على التوالي : السميد و الفرينة ، اللذان لديهما تركيبة بيوكيميائية متماثلة، فهما غنيان بالكربوهيدرات {النشاء} الذي يمثل 67،16% للفرينة و 74،64% للسميد و السكريات ب : 0,76 % الفرينة و 1،03% للسميد و 5،03% من البروتينات للفرينة و 55،6% للسميد و نسبة منخفضة من الدهون ب: 0،9% للفرينة و 1،4% للسميد.
مفتاح الكلمات : النجيليات، القمح الصلب، القمح اللين، منتجات طحن، السميد، الفرينة، تركيبة بيوكيميائية