

*République Algérienne Démocratique et Populaire*  
*الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية*  
*Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique*  
*وزارة التعليم العالي والبحث العلمي*



CC No 109

07  
12/02

*Université de JIJEL*  
*Faculté des Sciences Exactes et Sciences de la Nature et de la Vie*  
*Département de Biologie Moléculaire et Cellulaire*

*Mémoire de Fin d'Etudes en vue de L'Obtention du Diplôme d'Ingénieur d'Etat*  
*En Biologie*

**Option : Contrôle de Qualité et Analyses**

**Thème**

***Evaluation de la qualité des grains  
et des farines de quatre variétés de  
blé tendre***

**Membres de jury :**

**Président : D, Idoui T.**

**Examineur : M<sup>me</sup> Azzouz W.**

**Encadreur : M<sup>me</sup> Tahiri N.**



**Réalisé Par :**

**Boulkour Assia**

**Lamri Noura**

**Tazir Nadia**



**Promotion 2009**

## Remerciement

[Tous d'abord, nous tenons à remercier Allah, notre créateur, qui nous a donné la volonté, l'aide, la patience et le courage pour accomplir ce modeste travail. Ce dernier n'aurait pas vu le jour sans la contribution de plusieurs personnes, tout avec leurs conseils qu'avec leurs critiques.

Puis nous adressons les plus chaleureux remerciements en particulier à notre encadrice *M<sup>me</sup> Tahiri Nacira* qui nous a guidé durant toute la durée de notre travail. ]

Sans oublier chacun des membres de jury : *Dr Idoui Tayeb* et *M<sup>me</sup> Azzouz Wassila* qui nous ont fait l'honneur d'évaluer ce travail. ]

Nos plus vifs remerciements à tout qui ont contribué à l'enrichissement de ce travail, plus particulièrement :

*Mr Belaabed*, directeur général du moulin « Smide » de Sidi-Rachad, Constantine de nous avoir accueilli au sein de l'unité.

*Mr Boulbnen* responsable du laboratoire de moulin « Smide » d'Elharrouche, Skikda

Tout le personnel du moulin « Smide » en particulier les ingénieurs de laboratoire *M<sup>me</sup> Radia* et *Mr Tamime*.

Tout le personnel du laboratoire central de Constantine plus spécialement *Mr Ilyas* et *M<sup>me</sup> Radia*.

*M<sup>me</sup> Soraya*, responsable du laboratoire à l'OAIC.

Tout le personnel du laboratoire de physicochimie de l'université de Jijel surtout *M<sup>me</sup> Houria*, *M<sup>lle</sup> Nassifa* et *M<sup>lle</sup> Linda* pour les services qu'ils nous offrent le long de nos études.

A la fin, nous remercions tous nos collègues de la promotion « Contrôle de la qualité et Analyses ».

## *La liste des tableaux*

<i>Tableau 01 : La composition du blé en divers éléments exprimée en % de la matière sèche. ....</i>	<i>04</i>
<i>Tableau 02 : Répartition des sucres dans les diverses parties du grain (gramme pour 100g de matière humide) ....</i>	<i>07</i>
<i>Tableau 03 : Composition en lipides du grain de blé ....</i>	<i>08</i>
<i>Tableau 04 : Teneur en vitamine des différents tissus de grain de blé (en mg/100g de grains) ....</i>	<i>08</i>
<i>Tableau 05 : Répartition de la matière minérale dans le grain de blé ....</i>	<i>09</i>
<i>Tableau 06: Les différents constituants de la farine ....</i>	<i>13</i>
<i>Tableau 07 : Les différents types de la farine ....</i>	<i>16</i>
<i>Tableau 08: Composition chimique des farines en fonction des taux d'extraction...</i>	<i>17</i>
<i>Tableau 09 : Les résultats des analyses physico-chimiques des grains de blé tendre ....</i>	<i>40</i>
<i>Tableau 10 : Résultats des analyses sensorielles des grains de blé tendre... ..</i>	<i>46</i>
<i>Tableau 11 : Résultats de l'examen de PEKAR de chaque variété de blé tendre ...</i>	<i>48</i>
<i>Tableau 12 : Résultats de la granulation ....</i>	<i>49</i>
<i>Tableau 13 : Les résultats des analyses chimiques des farines de blé tendre... ..</i>	<i>50</i>
<i>Tableau 14 : Les caractéristiques technologiques du gluten ....</i>	<i>54</i>
<i>Tableau 15 : La qualité de gluten issu de chaque variété... ..</i>	<i>57</i>
<i>Tableau 16 : Les caractéristiques alvéographiques des farines ....</i>	<i>59</i>
<i>Tableau 17 : caractéristiques des pâtes issues des échantillons de farine de blé tendre... ..</i>	<i>71</i>
<i>Tableau 18 : Résultats de l'analyse sensorielle des pains (l'aspect de la croûte)...</i>	<i>74</i>
<i>Tableau 19 : Résultats des analyses sensorielles des pains (l'aspect de la mie).....</i>	<i>75</i>
<i>Tableau 20 : L'appréciation de la coloration du pain .....</i>	<i>76</i>

<i>Figure 23: L'alvéogramme Chopin de la variétés BF.....</i>	<i>68</i>
<i>Figure 24 : Taux d'absorption des différentes farines.....</i>	<i>69</i>

## ***La liste des photos***

<i>Photo 1 : La variété locale ARZ</i> .....	26
<i>Photo 2 : La variété importée BF</i> .....	26
<i>Photo 3 : La variété locale AS</i> .....	26
<i>Photo 4 : La variété locale HD</i> .....	26
<i>Photo 05 : Une bulle de pâte</i> .....	37
<i>Photo 06 : Le pain de la variété AS</i> .....	73
<i>Photo 07 : Le pain de la variété BF</i> .....	73
<i>Photo 08 : Le pain de la variété ARZ</i> .....	73
<i>Photo 09 : Le pain de la variété HD</i> .....	73

## La liste des abréviations

**AFNOR** : Association Française de Normalisation.

**BF** : Variété de blé Française.

**CEE** : Communauté Economique Européenne.

**CIC** : Comité International des Céréales.

**CNERNA** : Centre National des Etudes et de la Recherche pour la Nutrition et l'Alimentation.

**Da** : Dalton.

**KDa** : Kilo Dalton

**ERIAD** : Entreprise Régional des Industries Alimentaires et Dérivées.

**FAO** : Food Agriculture Organisation.

**ISO** : International Standardisation Organisation.

**ITGC** : Institut Technique des Grandes Cultures.

**Mha** : Million d'hectare.

**ms** : matière sèche.

**Mt** : Million de tonne.

**OAIC** : Office Algérien Interprofessionnel des Céréales.

**PMG** : poids de mille grains.

**ppm** : partie par million.

**PS** : poids spécifique.

**USA** : United Stats of America.

# Etude bibliographique

# Sommaire

<i>Introduction</i> .....	01
<i>Première partie : Etude bibliographique</i>	
<b>Chapitre I : Le grain de blé</b>	
I.1. <i>Historique</i> .....	02
I.2. <i>La production de blé</i> .....	02
I.3. <i>Notions botaniques</i> .....	02
I.4. <i>Structure histologique du grain de blé</i> .....	03
I.4.1. <i>Les enveloppes</i> .....	03
I.4.2. <i>L'albumen</i> .....	03
I.4.3. <i>Le germe</i> .....	04
I.5. <i>Composition biochimique du grain de blé</i> .....	04
I.5.1. <i>Les protéines</i> .....	05
I.5.1.1. <i>Les protéines solubles</i> .....	05
a. <i>Les albumines</i> .....	05
b. <i>Les globulines</i> .....	05
I.5.1.2. <i>Les protéines de réserves</i> .....	05
a. <i>Les gliadines</i> .....	05
b. <i>Les gluténines</i> .....	06
<i>Le gluten</i> .....	06
I.5.2. <i>Les glucides</i> .....	06
I.5.2.1. <i>L'amidon</i> .....	06
a. <i>L'amylose</i> .....	06
b. <i>L'amylopectine</i> .....	06
I.5.2.2. <i>Les pentosanes</i> .....	07
I.5.2.3. <i>La cellulose</i> .....	07
I.5.2.4. <i>Les sucres simples</i> .....	07
I.5.3. <i>Les lipides</i> .....	07
I.5.4. <i>Les vitamines</i> .....	08
I.5.5. <i>Les matières minérales</i> .....	08
I.5.6. <i>Les enzymes</i> .....	09
I.5.6.1. <i>Les glucidases</i> .....	09
a. <i>La <math>\beta</math>-amylase</i> .....	09
b. <i>L'<math>\alpha</math>-amylase</i> .....	09
c. <i>L'invertase</i> .....	09
d. <i>La maltase</i> .....	10
I.5.6.2. <i>Diastases protéolytiques</i> .....	10
I.5.6.3. <i>Diastases lipolytiques</i> .....	10
I.6. <i>Influence de la structure du grain de blé sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles</i> .....	10
I.7. <i>L'utilisation de blé</i> .....	10
I.8. <i>Le stockage de blé</i> .....	11
I.9. <i>Les différentes altérations des céréales au cours du stockage</i> .....	11
I.9.1. <i>les altérations d'origine biologique</i> .....	11

I.9.2. Les altérations d'origine biochimique et chimique.....	11
---	----

### **Chapitre II: La farine de blé tendre**

II.1. Définition de la farine de blé tendre.....	13
II.2. Les différents constituants de la farine et leur rôle en panification.....	13
II.2.1. La teneur en eau.....	13
II.2.2. L'amidon et les sucres.....	14
II.2.3. Les protéines et le gluten.....	14
II.2.4. La matière grasse.....	15
II.2.5. La matière minérale.....	15
II.3. Les différents types de la farine.....	15
II.4. Les critères descriptifs de la farine.....	16
II.4.1. La couleur.....	16
II.4.2. l'odeur.....	16
II.4.3. La saveur de la farine.....	17
II.4.4. Le taux d'extraction.....	17
II.4.5. La granulométrie.....	17
II.4.6. Les caractéristiques plastiques.....	18
II.5. la valeur meunière.....	18
II.6. la valeur boulangère (pastière).....	18
II.7. le stockage de la farine.....	19

### **Chapitre III : La technologie panaire**

III.1. Définition de la panification.....	20
II :2. Définition du pain.....	20
III.3. Principe de base de la panification.....	20
III.4 .Les étapes de la panification.....	20
III.4.1. Le pétrissage.....	20
III.4.2. Le pointage.....	20
III.4.3. La mise en forme.....	20
III.4.3.1. La division.....	20
III.4.3.2. Le Boulage.....	21
III.4.3.3. La détente.....	21
III.4.3.4. Le façonnage.....	21
III.4.4 .L'apprêt.....	21
III.4.5 .La cuisson.....	21
III.4.6 .Le ressuyage.....	21
III.5. Effet des ingrédients dans la panification.....	21
III.5.1 .L'eau.....	21
III.5.2. La matière grasse.....	22
III.5.3. La levure.....	22
III.5.4. Les sucres.....	22
III.5.5. Le sel.....	22

## Deuxième partie : Etude expérimentale

<b>I. La présentation de l'unité</b> .....	23
I.1. Historique .....	23
I.2. Situation géographique .....	23
I.3. Caractéristiques de l'unité .....	23
I.3.1. Composition et capacité industrielle de l'unité .....	23
I.4. La transformation de blé tendre en farine (la meunerie au niveau de l'unité) .....	23
I.4.1. La réception de blé .....	23
I.4.2. Le premier nettoyage .....	23
I.4.3. Le deuxième bain .....	24
I.4.4. Le deuxième nettoyage .....	24
I.4.5. Section mouture .....	24
a. Broyage .....	24
b. Convertissage .....	25
c. Claquage .....	25
d. Curage de son .....	25
e. Blutage .....	25
I.4.6. Section ensachage .....	25
I.4.7. Broyage des déchets .....	25
<b>II. Matériels et méthodes</b> .....	26
II.1. Matériels .....	26
II.1.1. Matériels végétal .....	26
II.1.1.1. L'origine des échantillons .....	26
II.1.1.2. L'échantillonnage .....	27
II.1.1.3. Conservation des échantillons .....	27
II.1.2. Produits chimiques et réactif .....	27
II.1.3. Appareillage .....	27
II.2. Méthodes analytiques .....	28
II.2.1. Les analyses physico-chimiques de grain de blé tendre .....	28
II.2.1.1. La masse à l'hectolitre .....	28
II.2.1.2. Taux d'impuretés .....	28
II.2.1.3. Le poids de mille grains .....	29
II.2.1.4. Détermination de la teneur en eau des grains .....	29
II.2.2. L'appréciation de la qualité organoleptique des grains de blé tendre .....	30
II.2.3. Essai de mouture .....	30
II.2.4. Analyses physico-chimiques des farines .....	31
II.2.4.1. L'examen de PEKAR .....	31
II.2.4.2. Détermination de taux d'affleurement .....	32
II.2.4.3. Dosage de l'humidité .....	32
II.2.4.4. Détermination de taux de cendres .....	32
II.2.4.5. Dosage de l'acidité grasse .....	33
II.2.5. La qualité sensorielle de la farine de blé tendre .....	34
II.2.6. Les analyses rhéologiques .....	34

II.2.6.1. Taux du gluten et capacité d'hydratation.....	34
II.2.6.2. Ramollissement du gluten .....	35
II.2.6.3. Indice de chute .....	36
II.2.6.4. Essai à l'alvéographe Chopin .....	36
II.2.7. Test de panification.....	37
II.2.7.1. L'appréciation de la qualité des pâtes et des pains .....	38

### **Troisième partie : Résultats et discussion**

III.1. Analyses physicochimiques des grains de blé.....	40
III.1.1. La masse à l'hectolitre.....	41
III.1.2. Taux d'impuretés.....	42
III.1.3. Le poids de mille grains.....	43
III.1.4. L'humidité des grains sales.....	44
III.1.5. L'humidité des grains après conditionnement.....	45
III.2. Les analyses sensorielles des grains de blé .....	46
III.3. L'essai de mouture.....	46
III.4. L'analyses physiques des farines.....	47
III.4.1. L'indice de PEKAR.....	47
III.4.2. Le taux d'affleurement.....	49
III.5. Les analyses chimiques des farines.....	50
III.5.1. L'humidité des farines.....	50
III.5.2. Le taux de cendre.....	52
III.5.3. L'acidité grasse des farines.....	52
III.6. Les analyses sensorielles des farines.....	54
III.7. Les analyses rhéologiques.....	54
III.7.1. Les caractéristiques technologiques du gluten des différentes farines.....	54
III.7.1.1. Gluten humide.....	54
III.7.1.2. Gluten sec.....	55
III.7.1.3. Capacité d'hydratation.....	56
III.7.1.4. Ramollissement du gluten.....	57
III.7.2. L'indice de chute.....	58
III.7.3. Les caractéristiques alvéographiques des différentes farines....	59
III.8. Le test de panification.....	69
III.8.1. L'appréciation de la qualité des pâtes.....	69
III.8.2. L'appréciation de la qualité des pains.....	72
Conclusion.....	77
Références bibliographiques	
Annexes	

## **Introduction**

Le blé occupe une place stratégique parmi les grands produits alimentaires mondiaux. Il est la céréale la plus consommée par l'homme que ce soit sous forme brute ou transformée, il est considéré comme un aliment de base offrant des apports énergétiques et protéiques pour une vaste population mondiale et notamment Algérienne. Le blé tendre entre dans le menu de l'Algérien sous différentes formes. Le pain étant le plus consommé avec 300g par jour par personne.

L'évolution de certains nombres de facteurs tels que l'accroissement démographique, l'indisponibilité ou l'insuffisance des produits céréaliers a poussé l'Algérie à faire recours aux importations massives pour satisfaire les besoins alimentaires de la population.

La qualité du pain exigée par le consommateur est directement liée à la qualité de farines mises sur le marché, la maîtrise de leurs qualités est indispensable, étant donné que la capacité totale de panification annuelle en Algérie est de l'ordre de 2 170 000 tonnes de farine assurant une production de 9400 millions de pain (baguette de 250g).

La qualité des farines de blé tendre est en grande partie liée à la qualité de blé dont elles sont issues. Notre travail consiste à évaluer la qualité technologique de quatre variétés de blé tendre dont trois sont locales (HD1220, ARZ et AS) et l'une est importée BF, pour cela, on a procédé à l'étude des caractéristiques physicochimiques des grains de blé tendre et à l'évaluation de la valeur boulangère de farines issues des blés en question par la réalisation des tests rhéologiques et le test de panification.

Chapitre I :  
Le grain de blé

## Chapitre I : Le grain de blé

### I.1. Historique

Le blé est l'une des premières céréales cultivées par l'homme. Des restes de blé diploïdes et tétraploïdes qui remonteraient au VII<sup>e</sup> millénaire avant J.C, ont été découverts par des archéologues travaillant sur des sites de proche orient. Le blé tétraploïde était cultivé en Egypte prédynastique (**Delphine, 2006**).

Le terme " blé " dévie probablement du gaulois « mlato » qui devient « blato » (farine) esquivant du latin " molitus " égale mou et à l'origine, du vieux français blai, blée et de verbes anciens, bléer, laver d'où le verbe emblaver qui signifie ensemer en blé et qui désigne les grains qui, broyés fournissent de la farine (**Henry et Byser, 1961**) cité par **Namoune (1989)**.

### I.2. La production de blé

Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité (**Feillet, 2000**). La production du blé dépasse celle de toutes les autres céréales. Il occupe une surface de 212 millions d'hectares produisant 622 millions de tonnes (**FAO, 2005**). Les quantités des blés récoltés à travers le monde varient parfois de façons considérables, d'une année à l'autre (**FAO, 1990**).

Le département American de l'agriculture a estimé le 12 avril 2009, que la production mondiale de blé atteindra 682.86 millions de tonnes durant l'exercice 2008-2009 au lieu des 684 Mt prévus en décembre 2008. Le chiffre reste toutefois supérieur à la production de 2007-2008 (610.20Mt). Ce réajustement est le résultat d'une baisse des estimations de production en Argentine, affectée par la sécheresse et dans l'union européenne (**Anonyme a, 2009**).

Selon Arvalis Institue du Végétal du 19.3.2009 et d'après les statistiques du CIC, (2009), les surfaces mondiales de blé sont aujourd'hui estimées à 222 Mha, soit une baisse de 1 %, par rapport à 2008.

En Algérie la superficie consacrée à la céréaliculture est d'environ 3 millions d'hectares mais le rendement moyen est toujours faible, irrégulier et fluctue tout autour de 8 quintaux à l'hectare (**Bennaceur et al., 1997**).

L'Algérie bénéficie de bonnes conditions météorologiques, qui favorisent les semis et le développement des céréales, la production pourrait augmenter à 4 millions de tonnes en 2009 (**Djenadi et al., 2008**).

La France, les USA, le Canada, l'Argentine et l'Allemagne sont les fournisseurs de l'Algérie en céréales notamment le blé (**Anonyme b, 2009**).

### I.3. Notions botaniques

Le blé est une plante herbacée monocotylédone de la famille des *graminées*. Ce fruit sec est constitué d'une graine unique intimement soudée à l'enveloppe qui n'adhère pas à la graine et qui sont éliminées au moment du battage (**Doumandji et al., 2003 ; Delphine, 2006**).

On distingue deux espèces de blé :

- ❖ Blé tendre (*Triticum sativum*) dont le nombre de chromosomes est de 42 (21 paires), son amande (albumen) est relativement friable et lui donne une bonne aptitude à la transformation en farine.
- ❖ Blé dur (*Triticum durum*) 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.4. Structure histologique du grain de blé

Le grain de blé constitue le fruit de la plante. C'est le fruit sec qui contient, à l'intérieur, la graine proprement dite (Calvel, 1984). D'un point de vue morphologique, le grain de blé a une forme ovoïde et présente sur la face ventrale un sillon qui s'étend sur toute la longueur. A base dorsale du grain, se trouve le germe qui est surmonté par une brosse. Le grain de blé mesure entre 5 et 7 mm de long, et entre 2,5 et 3,5 mm d'épaisseur, pour un poids compris entre 20 et 50 mg (Surget et Barron, 2005).

Le grain est constitué de différentes couches ; de la surface externe vers le centre du grain, on trouvera l'enveloppe du fruit ou péricarpe, puis l'enveloppe de la graine ou testa et en fin, à l'intérieure de la graine, la bande hyalin, l'albumen et le germe (Surget et Barron, 2005).

Le grain de blé comprend trois partis essentiels (Jeantet et al., 2007):

##### I.4.1. Les enveloppes

Les enveloppes représentent 13% à 15% du grain de blé (Jeantet et al., 2007). Elles sont constituées par des couches de cellules superposées :

Péricarpe, enveloppe du fruit, qui comprend lui même trois couches : l'épicarpe, le mésocarpe (cellules transversales), endocarpe (cellules tubulaires).

Le tégument séminal et la bande hyaline qui a eux deux constituent l'enveloppe de la graine.

L'assise protéique, appelée aussi cellules à aleurone qui botaniquement, est la première couche de cellules de l'endosperme et est de ce fait, différente des autres enveloppes, ces enveloppes au cours de la mouture donneront le son. Elles sont riches en matières minérales et ont également des teneurs assez élevées en matières protéiques et en matières grasses. Enfin elles contiennent les pigments qui donnent la couleur propre des graines et une partie importante des vitamines B<sub>1</sub> et B<sub>2</sub> (Calvel, 1984).

##### I.4.2. 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 celluloses sont peu visibles) et de la couche à aleurone (80%-85%) (Feillet, 2000), cette dernière est la couche histologique située à la périphérie de la graine entre l'albumen amylicé et les enveloppes (Antoine et al., 2002).

### I.4.3. Le germe

Bien qu'il renferme des teneurs élevées en protéines (38%) et des teneurs également assez élevées en lipides (15%), ce dernier contient aussi des enzymes (lipase et lipoxygénase) susceptibles de nuire la qualité du produit (Godon, 1991).

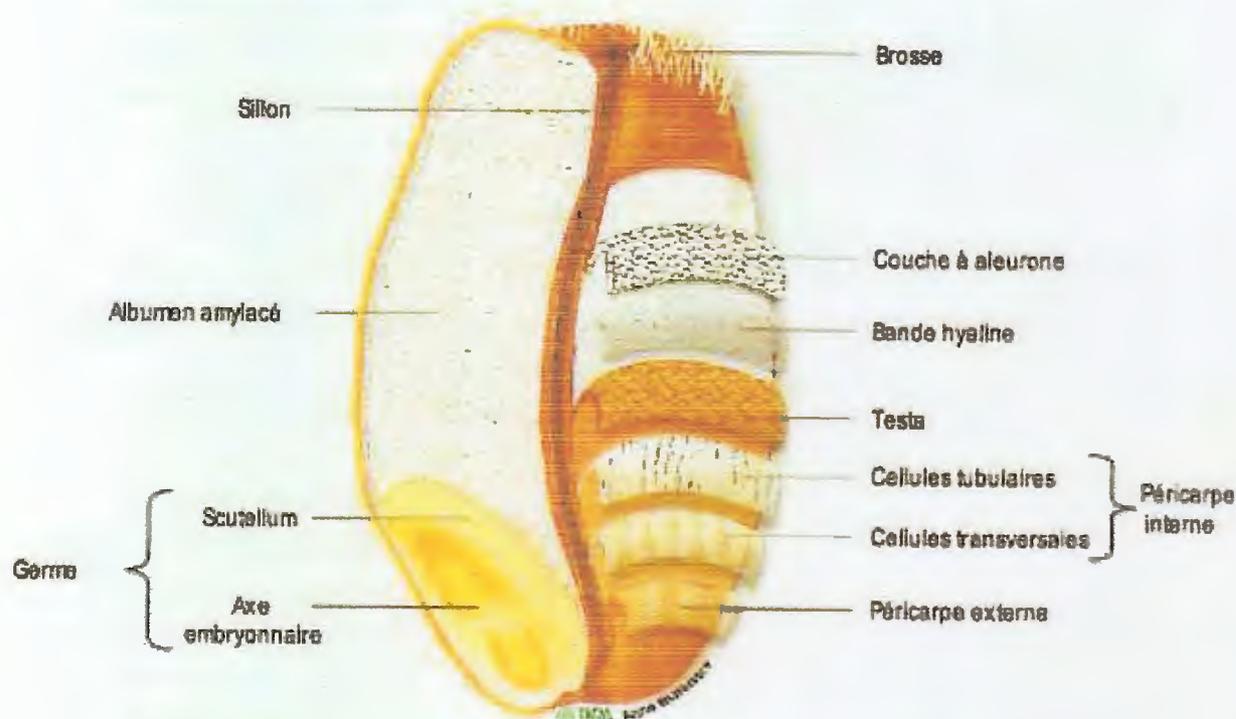


Figure 01 : Structure du grain de blé (Surget et Barron, 2005).

### I.5. Composition biochimique du grain de blé

Le grain de blé contient de nombreuses substances telle que, les glucides, lipides, sels minéraux et autres substances qui jouent un rôle dans l'alimentation humaine (Cheriet, 2000).

Tableau 01 : La composition du blé en divers éléments exprimée en % de la matière sèche (Feillet, 2000).

Nature du composant	Teneur en % de la matière sèche
Amidon	67-71
Lipides	2-3
Protéines	10-15
Sucres libres	2-3
Matières minérales	1,5-2,5
Cellulose	2.4
Pentosanes	8-10

### I.5.1. Les protéines

Les grains de blé renferment un grand nombre de protéines; protéines de structure, protéines qui ont une fonction biologique et protéines de réserve (Godon, 1991). La teneur en protéines par rapport au poids sec, du grain de blé varie entre 7 à 20%, mais généralement entre 9 et 14%, ce taux protéique dépend non seulement de la variété du blé mais aussi, du climat et des conditions de culture, en particulier de la nutrition azotée de la plantes (Dacosta, 1986).

Selon Osborne (1907), les protéines du blé sont classées en fonction de leur solubilité en 4 fractions :

- ❖ Les albumines : solubles dans l'eau.
- ❖ Les globulines : solubles dans les solutions salines.
- ❖ Les gliadines : solubles dans les alcools.
- ❖ Les gluténines : solubles dans l'acide acétique.

#### I.5.1.1. Les protéines solubles

Elles constituent 12% des protéines totales, ce sont des polypeptides à fonction métabolique et structurale (Pomeranz, 1983). Dans les enveloppes, les protéines solubles sont plus importantes puisque elles représentent 30% des protéines totales, composées surtout d'albumines et globulines (Dacosta, 1986).

##### a. Les albumines

Leur poids moléculaire varie de 12000 à 60000 Da. Elles représentent 5 à 10% des protéines totales du blé. Elles sont globulaires et solubles dans l'eau. Essentiellement concentrées dans la périphérie du grain et dans le germe (Jeantet et al., 2007).

L'étude électrophorétique et chromatographique a révélé que les albumines renferment au moins 21 composants, d'après Dacosta (1986), la teneur en acides aminés des albumines est légèrement inférieure à celle des globulines, elles renferment des teneurs élevées en acide glutamique et tyrosine.

##### b. Les globulines

Leur poids moléculaires est varié entre 2000 et 210000 Da, elles contiennent des nucléoprotéines et sont mieux équilibrées en acides aminés que les autres fractions (Dacosta, 1986). Elles se concernent comme les albumines dans les parties périphériques de la graine (Jeantet et al., 2007).

#### I.5.1.2. Les protéines de réserves

Les protéines de réserves sont stockées dans l'albumen, traditionnellement, divisées en gliadines et gluténines qui forment ensemble le gluten, complexe viscoélastique responsable de la qualité du blé (Damidaux et al., 1978 ; Popineau, 1985).

##### a. Les gliadines

Ce sont des protéines monomériques, de poids moléculaire moyen d'environ 40000 Da (Hoseney, 1994). Elles représentent 40 à 50% des protéines totales du blé,

Elles se concentrent surtout dans l'amande ou l'endosperme du grain de blé. Elles sont solubles dans les solutions alcooliques.

### b. Les gluténines

Leur poids moléculaire est élevé, il varie de 100 000 à plusieurs millions Da (Hoseney, 1994). Elles représentent 30 à 40 % des protéines totales du blé, on les trouve principalement dans l'albumen du grain. Elles sont solubles dans les solutions acides ou alcalines. Elles confèrent au gluten ses caractéristiques élastiques, sa cohésion et sa résistance aux déformations (Jeantet et al., 2007).

#### ❖ Le gluten

Le gluten de blé est un complexe de protéines (gliadines et gluténines) liées entre elles par des liaisons covalentes (s-s) et non covalentes (hydrogène, ionique) et des interactions hydrophobes. Ces protéines sont associées à des glucides et à des lipides.

C'est une masse élastique plus ou moins visqueuse. Il présente une grande importance aussi bien sur le plan nutritionnel que technologique, il joue le rôle d'un ciment d'une pâte et ce en permettant l'agglomération des grains d'amidon de manière très compacte (Namoune, 1989).

### I.5.2. Les glucides

Les glucides sont les constituants les plus importants des céréales et représentent de 80% à 90% de la matière sèche totale. Les glucides sont présents sous plusieurs formes, ils peuvent être répartis selon leurs degrés de stabilité, d'une part, en oses solubles en milieu ethanologique et aqueux tels que les pentoses (xylose, arabinose) les hexoses (fructose, glucose, galactose) et d'autre part, en polyosides qui sont partiellement solubles ou insolubles dans l'eau :

- ❖ Les glucides de réserve, tel que l'amidon.
- ❖ Les glucides constituant les parois cellulaires des céréales (la cellulose, les hémicelluloses, les pentosanes, les pectines et la lignine) (Mercier, 1999).

#### I.5.2.1. L'amidon

C'est la forme de réserves spécifiques du règne végétal (Godon, 1991). L'amidon est un corps glucidique constitué par l'amylose (18% à 30%) et l'amylopectine (70% à 80 %) (Buleon et al., 1990).

##### a. L'amylose

Elle est constituée d'une chaîne linéaire de D-glucose avec des liaisons  $\alpha$  (1,4), le degré de polymérisation s'étale de 100 à 400 résidus (Adrian, 1995), sa masse moléculaire est comprise entre 100 et 1000 KDa (Feillet, 2000).

##### b. L'amylopectine

Elle est constituée d'une chaîne de 10 à 100 unités de D-glucose avec des liaisons  $\alpha$  (1,4) offrant une structure ramifiée arborescente, les deux molécules de glucose liées en  $\alpha$  (1,6) (ramification) constituent l'iso-maltose qui représente environ 5% de la molécule d'amylopectine (Adrian, 1995).

### I.5.2.2. Les pentosanes

Polymère de pentoses (xylose et arabinose principalement) très fortement ramifiés. Il est le constituant majeur des hémicelluloses (Godon, 1991).

Les pentosanes ou hémicellulose se rencontrent surtout dans les enveloppes des grains (7% à 8% par rapport au grain et 20% à 22% dans le son) (Kiger et Kiger, 1967).

On estime que les pentosanes interfèrent dans la structuration du complexe de gluten lors de pétrissage et contribue à l'expansion du volume de pain (Dacosta, 1986). Leur pouvoir absorbant est d'environ deux fois leurs poids sec, ce qui correspond au quart de l'hydratation de la pâte à pain (Bloksma et Bushuk, 1988).

### I.5.2.3. La cellulose

La cellulose est une substance insoluble dans l'eau, et responsable de la structure des parois cellulaires, elle résulte de la condensation linéaire d'unités glucoses unies entre elles par des liaisons  $\alpha$  (1,4) (Alias et Lidnwen, 1999).

La cellulose se répartie d'une façon inégale dans les différentes parties du grain (Kiger et Kiger, 1967), elle est de 38% de la teneur en cellulose dans le péricarpe, 11% dans la couche hyalin, 0,6% dans l'endosperme et 2% dans l'embryon et scutellum.

### I.5.2.4. Les sucres simples

Ce groupe de composés ne constitue que 2% à 3,5 % de la farine. Ces sucres sont représentés par le glucose, saccharose, raffinose et tri fructose ou levosine (Kiger et Kiger, 1967).

**Tableau 02 : Répartition des sucres dans les diverses parties du grain (gramme pour 100g de matière humide) (Kiger et Kiger, 1967).**

	glucose	saccharose	raffinose	Levosine
albumen	0,1	0,2	00	0,6
enveloppe	0,2	2,0	00	0,6
germe	0,2	6,2	5,0	00

### I.5.3. Les lipides

Les principales matières grasses du blé et de la farine sont des acides gras (acide palmitique, stéarique, oléique, linoléique et linoléique), des glycérides simples (principalement des triglycérides mais également des mono et des di- glycérides) et des glycolipides (galactoglycérides, et phospholipides).

Ils sont inégalement distribués dans le grain ; le germe et la couche à aleurone en sont particulièrement riches, l'albumen amylicé (la farine) contient la plus grande part des lipides polaires du grain. (82% des lipides du grain se trouvent dans l'albumen, 15% dans les sons et 3% dans le germe). Les lipides des enveloppes contribuent à la structure des parois cellulaires (Feillet, 2000).

Tableau 03 : Composition en lipides du grain de blé (Feillet, 2000).

	Lipides totaux (%ms)	% des lipides totaux			
		Lipides non polaires	phospholipide	glycolipide	Acide gras libre
<b>Grain</b>	1,5 – 3,5	44 – 80	6 – 40	8 – 21	
<b>entier</b>	0,5 – 1,5	38	32	30	21
<b>péricarpe</b>	6 – 18	72 – 83	14 – 18	2 – 10	
<b>couche à</b>					1 - 2
<b>aleurone</b>	10 - 30	80 - 85	14- 17	0	
<b>germe</b>					
<b>Amidon</b>	0,8 – 1,2	4 – 6	1,5 – 6,5	90 - 95	2,5 – 3,5
<b>Son</b>	4,5 – 6	80		10	
<b>farine</b>	1,4 - 2	50	20 - 25	24 - 28	5

#### I.5.4. Les vitamines

Dans les céréales, deux groupes de vitamines se trouvent en quantité importante, ce sont les groupes des vitamines B et E. La teneur en vitamines de groupe B est sensiblement la même dans les différentes céréales, mais sa distribution n'est pas uniforme dans tout le grain (tableau 04), elle est surtout dans la couche des cellules d'aleurones. La vitamine E se trouve surtout dans le germe (Sauvant, 1979) cité par (Cheriet, 2000). Mais la mouture détruit une partie de ces vitamines (Gelinias, 1996).

Tableau 04 : Teneur en vitamine des différents tissus de grain de blé (en mg/100g de grains) (Godon, 1991).

Tissus	Vit B <sub>1</sub>	Vit B <sub>2</sub>	Vit PP	Vit B <sub>6</sub>
<b>Péricarpe et tégument séminal</b>	0,06	0.10	2.0	0.60
<b>Épiderme nucellaire</b>	1,65	1.00	61.3	3.6
<b>Albumen</b>				
<b>Périphérique</b>	0,3	0,07	1,5	0,06
<b>centrale</b>	0,1		0,5	0,03
<b>Germe</b>				
<b>embryon</b>	0,84	1,38	5,2	2,11
<b>scutellum</b>	1,56	1,27	3,8	2,32

#### I.5.5. Les matières minérales

Dans le blé, les matières minérales sont présentes à raison de 2 à 3% de la substance humide de grain (Godon, 1991).

Les matières minérales sont localisées surtout dans les enveloppes de 6 à 7%, dans le germe 4 à 5% et faible dans l'amande farineuse 0,4 à 0,5 % (Calvel, 1984).

Leurs présences permettent d'apprécier la pureté des farines et des semoules, ce qui appelé couramment le taux de cendres (Chapline, 2004).

**Tableau 05 : Répartition de la matière minérale dans le grain de blé (Jeantet et al, 2007).**

constituants	% de matières minérales par rapport à la matière sèche
péricarpe	2-4
Tégument séminal	12-18
Assise protéique	6-15
Germe	5-6
Amande	0,35 - 0,60
Grain entier	1,6 - 2,1

### I.5.6. Les enzymes

Bien que de masse pondérale infiniment réduite, ces substances jouent un rôle capital dans la vie des grains et farines, car leur puissance d'action est énorme (Kiger et Kiger, 1967).

Les enzymes sont des protéines dont le rôle biologique est de catalyser différentes réactions de transformation, la farine et la semoule sont relativement pauvres en ces systèmes enzymatiques (Boudreau et al., 1992 ; Walach ,1997). Les enzymes les plus importantes dans le grain de blé sont : les protéases, les lipoxygénases, les amylases, les lipases, les catalases et les peroxydases (Kaneko et al., 1995).

#### I.5.6.1. Les glucidases

##### a. La $\beta$ - amylase

Enzyme du règne végétale qui hydrolyse de façon régulière les liaisons  $\alpha$  (1- 4) glucosidiques de l'amidon à partir des extrémités non réductrices des chaînes, elle se trouve dans le grain sain (Kiger et Kiger, 1967).

##### b. L' $\alpha$ -amylase

Elle ne se rencontre que dans le blé germé (Kiger et Kiger, 1967). Endoenzyme capable de rompre uniquement, et tout à fait au hasard les liaisons D-glucosidiques  $\alpha$  (1- 4) des constituants de l'amidon gélatinisé, leur action s'arrête au voisinage des liaisons  $\alpha$  (1- 6) (Adrian, 1995).

##### c. L'invertase

Elle transforme le saccharose et la levosine en sucre réducteurs (Kiger et Kiger, 1967).

#### d. La maltase

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

#### I.5.6.2. Diastases protéolytiques

Les activités protéolytiques du grain peuvent augmenter considérablement avec la germination (Potus et Drapon, 1990).

Les effets des diastases protéolytiques ont été étudiés par la formation des acides aminés de dégradation. Elles sont activées par le glutathion et la cystéine (Kiger et Kiger, 1967).

#### I.5.6.3. Diastases lipolytiques

L'activité lipolytique des grains se trouve essentiellement concentrée dans la couche à aleurone, où elle est de 10 à 20 fois plus importante que dans l'endosperme et elle augmente au cours de la germination (Potus et Drapon, 1994).

Ces enzymes sont surtout la lipase et la lipoxgénase, responsables de l'acidité et du rancissement de la farine (Calvel, 1984).

### I.6. Influence de la structure du grain de blé sur les caractéristiques technologiques et fonctionnelles

La composition du blé tendre influe les caractéristiques fonctionnelles et technologiques de farines qui dépendent de l'espèce, ainsi que la date des semences et du climat.

L'espèce principale de blé est le *Triticum vulgare* qui est celle de tous les blés dits tendres. Parmi ceux-ci, les blés "vitreux" (hard) se différencient des blés "farineux" (softs) par leurs comportements favorables lors du broyage, du fait de la composition et de la structure résistante de l'albumen. Ils sont généralement riches en protéines, surtout s'ils ont été semés au printemps plutôt qu'en automne et s'ils ont mûri rapidement ; certains donnent des farines dites de "force" (strong) où l'abondance et la qualité de gluten déterminent une forte absorption d'eau et une élasticité élevée de la pâte boulangère, particulièrement favorable à la rétention de gaz, les farines de blé tendre dites "faibles" (weak), généralement plus pauvres en protéines se prêtent bien à l'utilisation en biscuiterie et en pâtisserie (Selselet, 1991).

### I.7. L'utilisation de blé

Le blé est utilisé aussi dans l'alimentation animale. Les principaux produits du blé sont la farine et la semoule, c'est à partir de ces deux dérivés et de leur processus de transformation que peuvent être obtenus tous les autres produits qui sont principalement le pain et les pâtes mais également tous les produits de la pâtisserie, de la viennoiserie et plus généralement de l'industrie agro-alimentaire (Delphine, 2006).

Selon l'I.T.G.C (1995), il existe trois catégories de blé tendre :

❖ **Les blés panifiables**

Cette variété correspond aux blés qui répondent aux exigences de la boulangerie. Les pâtes qu'ils donnent sont très maniables, les pains obtenus sont appréciés par leur croustillance.

❖ **Les blés impanifiables**

Ces blés donnent des pâtes collantes et non machinables. Les pains obtenus sont plats. L'utilisation de ces blés en boulangerie nécessite un coupage avec les blés correcteurs, mais ils donnent de bons résultats en biscuiterie.

❖ **Les blés correcteurs**

Ce sont des blés de forces ou améliorants, leur utilisation à l'état pur en boulangerie est déconseillée, ils servent soit pour la biscuiterie soit pour la pâtisserie.

### **I.8. Le stockage de blé**

Le stockage du blé a pour but sa conservation après la récolte. Cette conservation doit être faite dans des conditions pour que le grain reste sain. La bonne conservation du blé est assurée facilement à des humidités inférieures à 14 %. Généralement, le blé est stocké dans des sacs ou dans des silos (Calvel, 1984).

### **I.9. Les différentes altérations des céréales au cours du stockage**

#### **I.9.1. les altérations d'origine biologique**

Les altérations d'origine biologique sont dues à des êtres vivants, rongeurs, oiseaux, insectes, acariens et micro-organismes. Ces organismes constituent un risque considérable, car leur métabolisme se traduit par la décomposition du milieu dont ils vivent en libérant des substances nouvelles dans les céréales (enzymes et toxines), de la vapeur d'eau et de la chaleur dont l'accumulation accélère les processus d'altération de toute nature (Anonyme, 1986).

En effet les conditions de stockage favorisent le développement des microorganismes, principalement les moisissures qui se développent sur les grains et peuvent causer certains changements d'aspect, de goût et d'odeur et qui sont dangereux pour la santé d l'homme et des animaux (Anonyme, 1986).

#### **I.9.2. Les altérations d'origine biochimique et chimique**

Les altérations d'origine biochimique et chimique sont de nature très variée ce sont:

La réaction de Maillard, qui donne un grand nombre de composés intermédiaires dont l'activité physiologique a été reconnue, et aboutissent dans leur stade ultime à la formation de composés polymères brunâtres.

La dénaturation des protéines et des acides nucléiques, qui aboutit à la perte de propriétés spécifiques de solubilité, caractères rhéologiques et de l'activité enzymatique.

La dégradation de la structure du grain d'amidon qui entraîne des modifications physiques et dans les cas extrêmes, une atteinte à l'intégrité des granules d'amidon.

La destruction des vitamines (B, E et caroténoïdes).

L'oxydation non enzymatique des lipides (Feillet, 2000).

Chapitre II :  
La farine de blé tendre

## Chapitre II: La farine de blé

### Introduction

Le grain de blé est composé de l'amande farineuse (82 à 84%), et des enveloppes (13 à 16%). Tout le travail de la meunerie sera donc de séparer l'enveloppe de l'amande, afin de broyer cette dernière pour obtenir de la farine (Godon et Willm, 1991).

Le blé doit être d'abord préparé, il subit un nettoyage qui lui enlève tous les types d'impuretés, ensuite on lui fait subir un mouillage par addition d'eau pour porter son humidité à 16-17%, dans le but d'assouplir les enveloppes afin que l'amande se détache mieux des enveloppes, le blé doit ensuite reposer 24 heures environ (Godon et Willm, 1991).

### II.1. Définition de la farine de blé tendre

Afin d'éviter toute équivoque, à propos des différentes farines qui peuvent exister, le congrès de la répression des fraudes, au cours de ses travaux en 1908 et 1909, donna de la farine de froment la définition suivante:

" la dénomination farine, sans autre qualification, désigne exclusivement le produit de la mouture de l'amande du grain de froment nettoyé et industriellement pur". Le produit de la mouture des autres graines, céréales, légumineuses, nettoyées et industriellement pures, sera désigné par le mot " farine" suivi du qualificatif indiquant l'espèce de graines, de céréales ou de légumineuses, entrant dans la composition soit à l'état isolé, soit à l'état de mélange ( Calvel, 1984).

### II.2. Les différents constituants de la farine et leur rôle en panification

Les différents constituants de la farine sont illustrés dans le tableau suivant (Calvel, 1984):

**Tableau 06: Les différents constituants de la farine**

Elément	Teneur en pourcentage (%)
Amidon	62 – 68 %
Eau	16% (maximum)
Gluten	8 – 12%
Sucres	1 – 2%
Matière grasse	1,2 à 1,4%
Matière minérale	0,5 à 0,6%

#### II.2.1. La teneur en eau

La teneur en eau des farines varie de 15 à 16% en fin de mouture, de 13 à 14% pour les farines étuvées destinées à l'exportation. L'abaissement de la teneur en eau par étuvage favorise la bonne conservation de la farine dans des conditions, temps, température de transport et de stockage particulières (Guinet et Godon, 1994).

La quantité d'eau présente dans la pâte a des répercussions directes sur son comportement rhéologique; plus la teneur en eau de la farine est faible, et plus il est

possible de lui ajouter de l'eau au pétrissage pour arriver à une consistance optimale de la pâte (Pylar, 1988).

### II.2.2. L'amidon et les sucres

C'est le principal constituant de la farine, l'amidon représente 72% de cette dernière. Ce glucide complexe est formé de deux polymères, l'amylose et l'amylopectine. Ces molécules absorbent l'eau, et au contact de la chaleur, forment un gel essentiel à la transformation de la farine en pain (Boudreau, 1992). Elles agissent aussi comme agent de remplissage et de dilution de gluten (Feillet et al., 1994).

Lors des opérations de mouture et de pétrissage, environ 2 à 10% de l'amidon est endommagé, ce qui augmente l'absorption d'eau; la forme endommagée peut absorber jusqu'à deux fois plus d'eau que la forme native de la molécule, ce qui amène une plus grande disponibilité de l'amidon aux amylases ( $\alpha$ -amylase,  $\beta$ -amylase, iso-amylase). Sous l'influence des amylases, une certaine quantité d'amidon est transformée en maltose, qui pourra être utilisé par les levures pour la production de gaz entraînent aussi un ramollissement de la pâte et donc, des propriétés rhéologiques différentes (Bloksma et Bushuk, 1988). L'état de l'amidon peut influencer le temps de pétrissage (Matz, 1987).

Dans les faits, ce sont surtout les amyloses et les amylopectines clivées en sucres fermentescibles qui seront utilisés comme sources d'énergie par la levure. Les glucides n'ont pas d'effets notables sur la rhéologie des pâtes à pain. Les sucres simples ont une influence sur la couleur du pain par l'intermédiaire de la réaction de Maillard, mais cette réaction entre un acide aminé et un sucre simple se déroule sur la surface extérieure du pain lors de la cuisson, et par conséquent n'affecte pas la couleur de la mie (Mercier, 1999).

### II.2.3. Les protéines et le gluten

Quantitativement, les protéines sont le deuxième élément le plus important dans la farine. Elles représentent en général 11 à 13, 5%(base sèche) de la farine panifiable (Bushuk et Scanlon, 1993).

La teneur en protéines est souvent l'unique critère servant à évaluer les propriétés panifiable d'une farine (Pare et Gelinas, 1995).

Elles sont classées en protéines solubles dans l'eau, principalement les albumines et les globulines (15 à 20 % des protéines totales), et en protéines insolubles (80 à 85 %) dans l'eau dont les gliadines (45 à 50 %) et les gluténines (55 à 60 %) qui forment le gluten (Matz, 1991).

Le gluten constitue la fraction insoluble des matières azotées présentes dans la farine et, si son dosage ne peut donner le pourcentage total de ses matières, il peut fournir des informations sur la valeur boulangère de la farine (la quantité de gluten sec et le coefficient d'hydratation).

Les caractéristiques du gluten; fermeté, élasticité et ténacité ont une grande importance. Il ne suffit pas en effet qu'une farine contient un fort pourcentage de gluten pour avoir une bonne valeur boulangère, il faut en plus avoir un équilibre entre les protéines de gluten, encor faut-il qu'il soit relativement ferme tout en étant élastique et tenace (Calvel, 1984).

#### II.2.4. La matière grasse

Les lipides représentent 0,8 à 2% de la farine, ils sont présents sous plus d'une vingtaine de formes. (Matz, 1987).

De ceux-ci, 50,9 % des lipides sont non polaires et 49,1% des lipides sont polaires (Pylar, 1988). Ils jouent un rôle important en rhéologie, principalement en association avec les protéines. Bien que les lipides présents aient peu d'influence sur le plan nutritionnel, ils jouent le rôle d'agent lubrifiant et d'agent tensioactif. Le gluten peut changer de structure lorsque la farine est délipidée (Matz, 1987). Mais il semble que l'absence de lipides normalement présents dans la farine n'altère pas les propriétés rhéologiques de la pâte (Miller et Hoseney, 1999).

Au cours du stockage de la farine et dès la fin de la mouture; les lipases présentes dans la farine, entraînent la libération d'acides gras qui participent à une amélioration des propriétés technologiques de la farine en panification (Guinet et Godon, 1994).

Au cours de la panification, l'adjonction d'eau à la farine et le pétrissage entraînent la formation de complexes lipides – protéines. Elle est liée à la présence de l'oxygène et de lipoxygénase. Le degré de fixation des lipides est fonction de la teneur en lipoxygénase. Pendant la fermentation et la cuisson, entraîne la formation des composés aromatique qui participent à la modification du goût du pain. En plus certains auteurs ont montré que le volume des pains est fortement lié aux lipides et aux protéines du gluten (Guinet et Godon, 1994).

#### II.2.5. La matière minérale

La teneur en matières minérales (teneur en cendres), définit les types commerciaux des farines. Elle est en relation avec le taux d'extraction de la farine par rapport au blé. Plus le taux de cendres est élevé et plus la farine contient d'éléments de la périphérie du grain, plus riche en matière minérale que l'endosperme (Guinet et Godon, 1994).

Au cours du pétrissage, ces constituants absorbent une quantité d'eau plus importante que les protéines et l'amidon, mais ne la fixent pas intimement. Elles accélèrent abusivement la vitesse d'amylolyse et de fermentation d'une pâte, dont les protéines sont affaiblies par les protéases présentes en même temps que les amylases. Les pâtes obtenues avec des farines à taux de cendres élevé sont grasses, collantes et présentent des défauts de maniabilité au de machinabilité. Ces défauts peuvent être partiellement corrigés par des agents de traitement de la farine (acide ascorbique) au par des émulsifiants (lécithine pour tous les pains). Les éléments minéraux constitutifs des cendres ont un rôle de nutriment pour les levures et favorisent leur développement ou leur action dans la pâte (Guinet et Godon, 1994).

#### II.3. Les différents types de la farine

Les types de farines sont déterminés d'après le taux de cendres. Elles sont classées avec le pourcentage d'humidité comme suit:

Tableau 07 : Les différents types de la farine (Calvel, 1984).

types	Taux de cendres en % de matière sèche	Taux d'humidité maximum	Taux d'extraction moyen correspondant
45	Moins de 0,5	15,5	67
55	0,50 à 0,60	15,5	75
65	0,62 à 0,75	15,5	78
80	0,75 à 0,90	15,5	80-85
110	1,00 à 1,20	15,5	85-90
150	Plus de 1,40	15,5	90-98

## II.4. Les critères descriptifs de la farine

### II.4.1. La couleur

Les composés responsables de la couleur de la farine sont principalement les caroténoïdes (carotène) et les xanthophylles (lutéine) (Farre-rovira et Costes, 1974). Leur concentration varie de 1,45 à 4, 3 ppm (Moss, 1967).

On classe les farines en trois (03) catégories ( Doumandji et al., 2003).

- **La farine de première qualité**

Cette farine est d'un blanc brillant titrant légèrement sur le crème, sans piqûres visibles à l'œil nu. Les piqûres sont de fin débris de son (ou d'issue) dispersées dans la farine que l'on remarque lorsque le taux d'extraction est élevé.

Cette farine résulte du mélange des farines de broyage et de celles obtenues par convertissage des premiers gruaux se trouvent au centre du grain. C'est cette farine qui est le plus souvent, employé en pâtisserie en raison de sa pureté ( Doumandji et al., 2003).

- **La farine de deuxième qualité**

Elle est d'un blanc plus mat titrant l'avantage sur le crème, des piques sont perceptibles à la surface ( Doumandji et al., 2003).

- **La farine de troisième qualité**

Elle est grisâtre et assez chargée en piqûres. Cette farine dont le taux de matière grasse est élevé est de moindre qualité, ne convient pas pour la pâtisserie (Doumandji et al., 2003).

### II.4.2. l'odeur

La farine saine a une odeur agréable et spécifique. La présence d'odeur de moisissures de fermentation, indique que la farine a été obtenue à partir des grains anciens. La farine peut absorber et retenir les odeurs étrangères lors de leur conservation et de leur transport (Chene, 2001).

### II.4.3. La saveur de la farine

La farine normale obtenue des grains sains a une saveur normale légèrement douce tandis que la farine des grains germés a une saveur douceuse sucrée.

La saveur acre indique que la farine est ancienne, par contre la saveur aigre indique que la farine est altérée. Si la farine contient du sable et des impuretés minérales, ceux-ci provoqueraient des crissements entre les dents (Chene, 2001).

### II.4.4. Le taux d'extraction

Le taux d'extraction est le pourcentage du grain qui a donné de la farine. Pour effectuer l'extraction, on enlève les enveloppes qui donnent le son (on y trouve beaucoup de fibres) et le germe (qui contient beaucoup de lipides susceptibles d'oxyder). Plus l'extraction est poussée, plus la proportion de protéines, lipides, fibres, vitamines et minéraux est élevée. La farine aura alors de très bonne qualité nutritionnelle mais de mauvaises qualités organoleptiques (goût) (Buré, 1979).

**Tableau 08: Composition chimique des farines en fonction des taux d'extraction (Anonyme, 2004)**

Constituants	42-46%	75%	80%	85%	100%
<b>Cendre</b>	0,34	0,44	0,60	0,76	1,55
<b>Fibre</b>	Trace	0,10	0,13	0,33	2,17
<b>Protéine</b>	11,9	13,2	13,4	13,7	13,8
<b>matière grasse%</b>	0,87	1,34	14,5	1,72	2,0
<b>hydrate de carbone (amidon)</b>	72,1	70,3	69,6	68,0	63,7
<b>Thiamine mg/kg</b>	0,28	0,92	2,05	2,91	3,73
<b>Riboflavine mg/kg</b>	0,5	0,7	0,8	1,0	1,7
<b>Niacine mg/kg</b>	7,1	9,7	11,1	13,5	55,6
<b>Fer mg/kg</b>	9,6	13,7	16,7	22	30,8
<b>Sodium mg/100g</b>	1,8	2,4	2,9	4,1	3,2
<b>Potassium mg/100g</b>	72	88	113	148	316
<b>Calcium mg/100g</b>	11,2	13,2	15,6	18,7	27,9
<b>Magnesium mg/100g</b>	21,7	30,7	45,1	62,5	143,0
<b>Cuivre mg/100g</b>	0,15	0,22	0,27	-	0,61
<b>Zinc mg/100g</b>	1,00	1,23	1,65	2,18	3,77
<b>Phosphore mg/100g</b>	83	110	114	190	350

### II.4.5. La granulométrie

La "granulation des farines" est la taille des divers groupes de particules qui les constituent, on peut apprécier la granulation au toucher et au tamisage. Au toucher, on distingue deux groupes qui sont les farines rondes (granuleuses) et plates (fines et lisses). (Calvel, 1984).

#### II.4.6. Les caractéristiques plastiques

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. Il arrive assez souvent que l'on emploie, à leur propos, le terme de force, ce qui équivaut encore, lorsque l'on use du vocabulaire professionnel, au corps de la pâte. C'est le gluten qui donne ce domaine, communique ses propriétés plastiques propres à la pâte. Ajoutons aussi, le rôle est non négligeable de l'amidon dans la formation de la texture finale et le développement du pain (Calvel, 1984).

#### II.5. La valeur meunière

La valeur meunière d'un blé est son aptitude à donner plus ou moins de la 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, les principaux éléments de la valeur meunière sont les suivants :

Le pourcentage relatif d'amande et de téguments dans le grain.

Le poids spécifique ou le poids à l'hectolitre.

Le poids de 1000 grains ; les blés possédant les grains les plus lourds doivent donner des taux d'extraction plus élevés (proportion de l'albumen par rapport aux téguments plus élevée) (Buré, 1997).

La teneur en cendres, la taille, la forme et 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 (Buré, 1979).

#### II.6. La valeur boulangère (pastière)

La valeur boulangère recouvre deux notions distinctes, d'une part l'aptitude des farines à être transformées en pain, et d'autres parts, l'aspect du pain. La valeur boulangère réside dans la qualité organoleptique des produits finis. Une farine de bonne valeur boulangère doit avoir une aptitude à donner d'une façon constante, un pain développer, à courte fine, doré, de mie régulièrement et complètement alvéolée, et d'odeur agréable (Calvel, 1980).

Autran (1996), a souligné que la qualité culinaire dépend des caractéristiques du blé mis en œuvre (teneur et qualité des protéines, enzymes, amidon et pentosanes ...etc) et de la pureté des semoules et ces farines (taux d'extraction) et de conditions de fabrication.

Selon Matsuo et Dexter (1981), le gluten est l'un des facteurs essentiels de la qualité culinaire, il est à la base de panification. En effet la valeur boulangère peut être évaluée par la capacité du gluten à retenir le gaz dégagé lors de la fermentation et par ses propriétés viscoélastiques.

La composition glucidique (amidon, amidon endommagé, pentose), enzymatique ( $\alpha$  et  $\beta$  amylases) et lipidique qui sont en interaction avec le gluten jouent un rôle primordiale dans la détermination de la valeur pastière des pâtes ou du pain (Liu et al., 1996).

**I.7. Le stockage de la farine**

Les farines sont habituellement stockées pendant des courtes périodes. Dans les conditions de pratique professionnelle, aucune perte de la valeur boulangère n'apparaît. On sait que les modifications subies par les constituants dépendent de la teneur en eau du produit, de la température et de l'atmosphère de l'enceinte de stockage. Avec l'âge du produit, les changements les plus importants concernent les lipides dans les conditions propices, les odeurs typiques de rance, indice de la détérioration oxydative des lipides, peuvent apparaître rapidement dans la farine (Multon, 1982).

Chapitre III :  
La technologie panaire

## Chapitre III : La technologie panaire

### III.1. Définition de la panification

La panification est la préparation ou l'élaboration du pain, qui consiste à ajouter à la farine des ingrédients nécessaires à faire développer et fermenter la pâte dans des conditions appropriées (Godon, 1983).

### III.2. Définition du pain

Selon le journal officiel (1992), la dénomination pain, s'applique à la pâte fermentée composée de farine de panification ou de préparation pour panification, additionnée d'eau, de sel, de levure et / ou de levains et cuite conformément aux bonnes pratiques de fabrication.

### III.3. Principe de base de la panification

La base de la panification se résume dans le gluten, qui après l'hydratation de la farine et l'ajout des ingrédients de fermentation, forme un réseau viscoélastique qui retient le CO<sub>2</sub> obtenu lors de la fermentation des sucres libres sous l'action des levures (Godon, 1983).

### III.4. Les étapes de la panification

Pour qu'un pain soit de bonne qualité, il doit être léger, avec une mie fine et élastique. Le pain est fabriqué selon les étapes suivantes :

#### III.4.1. Le Pétrissage

Le pétrissage est l'étape jugée la plus importante par de nombreux auteurs (Drapon et al., 1974)

Cette première opération, dont les techniques ont beaucoup évolué, a un impact important sur la qualité du pain. Il favorise, par l'action de la lipoxigénase, la formation des premiers éléments volatils responsables de l'arôme et du goût du pain (Anonyme, 2003). Il a pour objectifs l'obtention d'un mélange homogène des différents ingrédients (farine, eau sel, levain, etc.), la texturation du gluten et l'aération de la pâte (Jeantet et al., 2007).

#### III.4.2. Le pointage

Le pointage est la première fermentation qui produit du maltose et du CO<sub>2</sub>, en milieu anaérobie, grâce à l'action de la levure sur l'amidon (Anonyme, 2003).

Durant cette étape la pâte gonfle avec la formation de poches de gaz retenues par le réseau de gluten, on note aussi la formation d'arômes et l'accroissement de l'élasticité et de la ténacité du produit (Doumandji et al., 2003).

#### III.4.3. La mise en forme

##### III.4.3.1. La division

Elle se fait grâce à une diviseuse peseuse dotée d'un dispositif de réglage qui permet d'avoir des pâtons de poids identique (Doumandji et al., 2003).

### III.4.3.2. Le boulage

Cette opération consiste à arrondir et compresser une pièce de pâte dans le but d'enlever les grandes poches d'air, uniformiser la texture et produire une "peau" sur la pièce, afin de retenir les gaz et faciliter sa manipulation au cours des opérations qui suivent. Cette opération est réalisée manuellement ou mécaniquement à l'aide des machines appelées bouleuses (Guelmouna, 1985).

### III.4.3.3. La détente

Constitue la phase de repos entre le dévisage et le façonnage.

### III.4.3.4. Le façonnage

Cette opération permet de donner la forme finale du pain (Guelmouna, 1985).

### III.4.4. L'apprêt

C'est la fermentation finale du pâton. Au cours de cette opération, il y a formation de CO<sub>2</sub> et du méthanol. Le pâton levé et la texture finale de la mie est amorcée. (Doumandji et al., 2003).

### III.4.5. La cuisson

Sous l'action de la chaleur se produisent une expansion et une transformation physico-chimique de la pâte (Coagulation des protéines, gélatinisation de l'amidon, réaction de Maillard et caramélisation).

Ces modifications déterminent la qualité organoleptique, l'aptitude à la conservation et la digestibilité du pain obtenue (Jeantet et al., 2007).

### III.4.6. Le ressuyage

C'est la période durant laquelle le pain se refroidit. Ce refroidissement est accompagné d'un départ de vapeur d'eau et de CO<sub>2</sub> entraînant une légère perte d'humidité au niveau de la mie et pour le pain une perte du poids (Doumandji et al., 2003).

## III.5. Effet des ingrédients dans la panification

### III.5.1. L'eau

Le deuxième, et le plus important ingrédient de la pâte, est l'eau. Elle engendre le milieu humide approprié au développement de la structure et aux réactions enzymatiques. Elle permet principalement d'hydrater l'amidon et d'assouplir le gluten, formant un réseau viscoélastique avec des propriétés rhéologiques particulières, ce qui permet aussi de créer le milieu nécessaire à la fermentation alcoolique et retenir le gaz formé (Boudreau et al., 1992).

Aussi, l'eau assure des conditions réactionnelles plus efficaces pour certaines enzymes telles que les lipases (Macrae, 1983).

### III.5 .2. La matière grasse

Les gras, surtout les mono et di-glycérides, agissent comme agents tensioactifs en s'associant avec les chaînes d'amidon à l'intérieur des molécules d'amidon, ce qui retarde leur migration vers l'extérieur et prolonge la tendreté de la mie (**Boudreau et al., 1992**). Le gras tend à diminuer la capacité d'hydratation finale de la farine en formant des complexes avec l'amidon et le gluten et en les rendant plus hydrophobes (**Pylar, 1988**).

### III.5 .3. La levure

La levure utilisée en panification (*Saccharomyces cerevisiae*) est responsable de la fermentation du glucose en alcool et gaz carbonique. Son action débute dès le pétrissage et se poursuit jusqu'à la cuisson. L'alcool formé est en très grande partie évaporé alors qu'une partie du gaz carbonique produit demeure à l'intérieur pour gonfler la pâte. L'industrie utilise surtout des levures fraîches sous forme liquide ou pressée. Les levures sèches sont aussi utilisées; elles ont l'avantage de se conserver plus longtemps (**Boudreau et al., 1992**).

### III.5.4. Les sucres

Les sucres utilisés dans l'industrie boulangère sont généralement sous forme liquide; le glucose et le saccharose sont les deux plus importants. Ils servent de substrats aux levures et influencent la saveur finale du pain. Au four, ils affectent aussi la couleur du pain en s'associant sous forme réduite avec des acides aminés (principalement la lysine), créent ainsi la croûte (réaction de Maillard) (**Boudreau et al., 1992**).

Au plan rhéologique, l'ajout des sucres tels que le glucose, le maltose et le maltotriose augmente légèrement la consistance de la pâte, mais diminue le temps de développement et la stabilité (**Duedahl-Olesen et al., 1999**).

### III.5.5. Le sel

A des concentrations variant de 1 à 2,5 % du poids de la farine, le sel modifie la rhéologie de la pâte. Il permet d'améliorer sa fermeté, son élasticité et sa ténacité. Il s'ajoute au goût du produit fini. En plus il augmente l'hygroscopicité et la consistance de la pâte. Le sel permet aussi un certain contrôle de la fermentation en augmentant la pression osmotique, ce qui agit sur les membranes semi-perméables des levures et allonge le temps de pétrissage (**Matz, 1987; Boudreau et al., 1992**).

Etude expérimentale

# Présentation de l'unité

## **I. La présentation de l'unité**

### **I.1. Historique**

L'unité de production d'Elkhroub est ancienne et vétuste. Elle fut créée par un colon français, mais fut détruite à moitié par un incendie accidentel. En 1953 elle fut reconstruite, puis nationalisée en 1963. Depuis -lors elle porte le nom d'un valeureux martyr "CHIHANI BACHIR".

Au cours de ces dernières années, la connaissance des besoins alimentaires se faisant de plus en plus accrue. L'état algérien se vit dans l'obligation de rénover le matériel de l'unité de production et dut en importer de marque "GOLFETTO".

### **I.2. Situation géographique**

Le complexe de production céréalière connu sous le code 25.92 .82 est situé au niveau de la daïra d'Elkhroub à 16 km de l'est de Constantine. L'unité occupe une place stratégique, car d'une part, elle se trouve à proximité de la ligne de chemin de fer et d'autre part elle est proche des silos de stockage du blé de l'O.A.I.C.

### **I.3. Caractéristiques de l'unité**

#### **I.3.1. Composition et capacité industrielle de l'unité**

L'unité est composée d'un bâtiment constituant la minoterie qui produit la farine panifiable, d'un laboratoire chargé des analyses physiques et chimiques des produits et d'une biscuiterie en cessation d'activité depuis des années.

La minoterie possède une capacité de production de 2000 quintaux /jour. Les produits finis couvrent non seulement le marché local mais également toutes les villes de l'est algérien.

#### **I.4. La transformation de blé tendre en farine (la meunerie au niveau de l'unité) .**

##### **I.4.1. La réception de blé**

Le blé arrive au moulin par route, en vrac, en passant par le pont bascule, il est ensuite déchargé par gravité dans la trémie de réception dont l'entrée est recouverte d'une grille métallique, qui retient les grosses impuretés (pierres ficelles, morceaux bois), qui risqueraient d'endommager le tapis roulant placé sous la grille (chaîne Redler) et les moyens de transport verticaux (élévateurs à godets).

##### **I.4.2. Le premier nettoyage**

Il consiste à préparer le blé destiné à la mouture, son but est de supprimer les impuretés présentes telles que les corps étrangers, grains étrangères et les poussières. Le diagramme de nettoyage de blé comprend deux opérations successives; nettoyage à sec et nettoyage humide.

###### **❖ Nettoyage à sec**

A partir des silos de stockage du blé sale, celui-ci descend dans des doseurs automatiques. A partir de là, il passe par une série de vis sans fin, puis par un élévateur, pesée a fin de déterminer la quantité de blé à nettoyer. Un aiment sert à retenir tous les corps métalliques et les débris ferreux. Il est accueilli ensuit dans un séparateur dont les

rôles sont une aspiration, une séparation et un autre nettoyage afin d'enlever du blé les grosses et les fines impuretés (l'aspiration quand –à- elle à supprimer les poussières présentes dans le blé).

Un épierreur gravimétrique constitué de deux tamis superposés, inclinés, servant à éliminer toutes les pierres. Il atteint une batterie de triage dont le rôle est le triage de blé long avec trieur à grains ronds (TGR), suivi d'un trieur à grains long de reprise (TGLR), enfin une pointeuse servant à nettoyer la couche superficielle de la graine de blé termine le processus.

#### ❖ Nettoyage humide (conditionnement du blé)

Ce processus assure l'humidification du blé et l'élimination de la poussière se trouvant dans le silo, qui n'a pas pu être enlevé par le nettoyage à sec.

Le blé passe par un mouilleur intensif qui apporte la quantité suffisante d'eau destinée à augmenter son humidification et il traverse une vis sans fin pour gagner les silos de premier, pendant 24 à 36 heures avec une humidité de 14%.

#### I.4.3. Le deuxième bain

Après le premier repos, nous pouvons ajouter une certaine quantité d'eau afin d'obtenir un taux d'humidité qui varie entre 15 et 16,5% puis un deuxième repos de 10 à 15 heures. Cette phase n'intervient pas si humidité du blé atteint dans le premier repos les 16,5%.

#### I.4.4. Le deuxième nettoyage

A partir des silos de deuxième repos, le blé passe par des doseurs et un aimant qui retient les corps métalliques restants. A ce niveau, l'humidité est de 16,5% et le blé est prêt à la mouture.

#### I.4.5. Section mouture

Une fois le blé nettoyé et conditionné, il est acheminé vers la section de mouture. Celle-ci, à pour but l'extraction la plus poussé de l'amande farineuse du grain de blé en dépensant le minimum d'énergie.

Le processus de mouture comprend quatre opérations : Broyage, convertissage, claquage, curage du son et blutage.

##### a. Broyage

Le broyage est la première opération qui subit le blé après le nettoyage et le conditionnement. Il consiste en une fragmentation progressive du blé en particules grossières tout en évitant la création des particules fines, pour cela nous utilisons des cylindres cannelés. Les cannelures sont d'une grande importance puisqu'elles effectuent une opération d'ouverture maximale de la graine de blé et de fragmentation progressive des particules.

### **b. Convertissage**

Le convertissage a pour but de réduire la semoule propre jusqu'à l'obtention d'une farine; pour ce la nous utilisons des rouleaux de cylindre lisses. Au dessous de chaque convertisseur nous trouvons un détacheur servant à pulvériser les plaquettes de farine.

### **c. Claquage**

C'est une opération permettant de traiter la semoule vêtue. Il a pour but de séparer des particules de son de la semoule, il est assuré par quatre claqueurs, appareils à cylindres finement cannelés.

### **d. Curage de son**

Six brosses à son activées horizontalement assurent l'opération de curage du son afin de récupérer la farine seconde et celle qui reste encore dans les particules de son.

### **e. Blutage**

C'est une opération de tamisage qui permet de séparer les produits et de les classer suivant les différentes dimensions des particules , elle est assurée par deux plansichters. Le plansichter est un appareil qui consiste à extraire la farine des produits venant des appareils à cylindres et à classer le refus.

Chaque plansichter comprend quatre compartiments qui renferment chacun 27 tamis superposés, et classés du plus ouvert vers le plus fermé.

### **I.4.6. Section ensachage**

Au dessus des chambres de farine, deux extracteurs servent à attirer la farine produite qui s'achemine vers un boisseau de 3,5 tonnes. La farine est conduite vers des balances de 50 kg qui déversent le produit dans un carrousel qui par mouvement rotatoire, remplit les sacs qui passent à la couseuse pour être livrés ou stockés.

### **I.4.7. Broyage des déchets**

Les déchets provenant du vibro-séparateur et de la batterie de triage, passent dans une vis collectrice puis dans un élévateur pour arriver dans une pointeuse qui sépare les déchets en deux fractions; déchets fins et déchets gros.

Les gros déchets passent dans un broyeur à marteau pour y subir une importante réduction (mouture des déchets).

# Matériel et méthodes

## II. Matériels et méthodes

### II.1. Matériel

#### II.1.1. Matériel végétal

##### II.1.1.1. L'origine des échantillons

Notre étude a porté sur quatre variétés de blé tendre (*Triticum sativum*) :

- ❖ **HIDDAB (HD1220)** : variété originaire des USA, cultivé en Algérie (littoral, plaines intérieures hauts plateaux et zones sahariennes), sélection avancée ITGC/SETIF 1985.
- ❖ **ARZ**: variété originaire des USA, cultivé en Algérie (littoral et plaines intérieures), sélection lignée avancée ITGC/ELKHROUB1987.
- ❖ **AINABID (AS81189A)**: variété originaire d'Espagne, cultivé en Algérie (hautes plaines et hauts plateaux) à été introduite en 1986.
- ❖ Une variété de blé tendre d'origine Française **BF**.



Photo 1 : La variété locale ARZ



Photo 2 : La variété importée BF



Photo 3 : La variété locale AS



Photo 4 : La variété locale HD

Les variétés nous ont été délivrées par l'OAIC de Constantine (cultivées à Constantine).

Cette étude a été effectuée au niveau du laboratoire de la meunerie de Sidi Rachad d'Elkhroub, laboratoire centrale de Constantine, et la minoterie d'Elharrouch, Skikda.

### II.1.1.2. L'échantillonnage

L'échantillonnage est effectué selon la méthode utilisée par l'OAIC de Constantine qui consiste à prélever 10kg de grains à différents niveaux du silo d'entreposage.

On prélève à l'aide d'une sonde à céréales de chaque silo des quantités (à partir des points différentes), ces quantités sont bien mélangés pour obtenir un échantillon globale homogène, de ce dernier on prend 4kg pour réaliser nos analyses ainsi pour extraire de la farine.

### II.1.1.3. Conservation des échantillons

Après le prélèvement des échantillons, on les met dans des sachets de capacité de 5 kg propres, secs et fermés, la température de conservation des échantillons est celle de laboratoire.

### II.1.2. Produits chimiques et réactifs

- Solution d'éthanol à 95%;
- L'indicateur de couleur phénol phtaléine;
- Solution d'hydroxyde de sodium (NaOH) à 0,05N;
- Solution salée de NaCl à 2,5%;
- L'huile de paraffine;
- L'eau distillée.

### II.1.3. Appareillage

- Moulin d'essai pour la mouture des variétés de blé tendre de capacité de 4kg/heure;
- Etuve BRABENDER pour la mesure de la teneur en eau;
- Nilemalitre de capacité d'un litre, pour la mesure de poids à l'hectolitre;
- Le four à moufle pour le dosage des cendres;
- Plansichter de laboratoire pour la détermination de taux d'affleurement (granulation des farines);
- La centrifugeuse électrique;
- Four électrique à température réglable;
- Broyeur de laboratoire pour le broyage des blés;
- Appareil Hagberg pour la détermination de l'indice de chute (falling number);
- L'appareil Chopin;
- Plaque en verre menie d'un papier millimètre pour la mesure de ramollissement de gluten;
- Balance analytique à 0,1g de précision.

## II.2. Méthodes analytiques

### II.2.1. Les analyses physico-chimiques de grain de blé tendre

#### II.2.1.1. La masse à l'hectolitre

La masse à l'hectolitre, appelée aussi poids spécifique (PS); est la masse d'un hectolitre de grains exprimée en kilogramme.

Cette mesure est très ancienne, qui servait à chiffrer la valeur commerciale du grain à l'époque où il était vendu au volume (Godon et Loisel, 1997).

- **Principe**

La détermination du poids à l'hectolitre est basée sur l'écoulement libre d'un échantillon de blé tendre au moyen d'une trémie dans un appareil appelé "Nilema-litre".

- **Mode opération**

La détermination de poids à l'hectolitre se fait selon la méthode au "Nilema-litre".

On pèse la mesure qui est un tube cylindrique dont la capacité est de un litre, puis on monte la trémie sur la mesure et on la remplit de grains jusqu'au bord supérieur,

Après le remplissage, on ouvre l'obturateur (sorte de couteau) à la base de la trémie et on laisse couler les graines dans la mesure, puis on pèse le contenu de cette dernière et, on le multiplie par 100 pour obtenir le poids à l'hectolitre.

#### II.2.1.2. Taux d'impuretés

Les blés offerts sur le marché contiennent, le plus souvent des débris d'animaux et de végétaux, des particules minérales, des grains étrangères à l'espèce et des grains de blé malades ou altérés. Ces éléments indésirables sont couverts par le vocable général d'impuretés (Mauze et al., 1972)

- **Principe**

La recherche des impuretés est l'opération qui a pour but de séparer, de classer et de peser les différentes impuretés contenues dans un échantillon de blé (Godon et Loisel, 1984).

- **Mode opération**

La méthode est décrite par la norme **ISO 7972**, elle consiste à prélever trois échantillons d'analyse, pesant chacun 30g après séparation, classement et pesée des différentes impuretés contenues dans l'échantillon d'analyse, il est nécessaire de les classer en deux catégories :

Catégorie A qui représente les matières inertes d'origine végétale et animale, graines nuisibles...etc.

Catégorie B qui représente graines maigres, insectes, graines germés, grains cassés...etc.

- **Expression des résultats**

Le pourcentage des impuretés est déterminé par l'expression suivante :

$$M(\%) = \frac{m_1 + m_2}{m} \times 100$$

Où :

$m$  : la masse de l'échantillon d'analyse (g).

$m_1$  : impuretés de classe 1(g).

$m_2$  : impuretés de classe 2 (g).

### II.2.1.3. Le poids de mille grains

Le poids de mille grains est la masse de mille grains entiers exprimée en grammes, ce critère n'est jamais pris en compte dans les contrats commerciaux ou dans les règlements (Godon et Loisel, 1997).

- **Principe**

On détermine la masse de 1000 grains entiers par comptage de 30g de blé, après élimination des impuretés et des grains cassés.

- **Mode opératoire**

Selon la norme **AFNOR VO3 702.1981**, on pèse 30g de blé sale puis on élimine tous les impuretés, ensuite on pèse exactement le poids  $P$ (g) des grains entiers et on compte le nombre  $N$  de ces grains, puis on détermine l'humidité  $H$ (%) de l'échantillon.

La formule de détermination de poids de mille grains et la suivante :

$$\text{Poids de mille grains (g)} = \frac{10 \times P \times (100-H)}{N}$$

Où :

$P$  : poids de grains entiers (g).

$N$  : nombre de grains entiers.

$H$  : l'humidité de l'échantillon (%).

### II.2.1.4. Détermination de la teneur en eau des grains

La teneur en eau des produits céréaliers présente une très grande importance sur le plan technologique, nutritionnel et économique. On entend conventionnellement par teneur en eau la perte de masse exprimée en pourcentage, subit par le produit (Godon et Loisel, 1997).

- **Principe**

Pour la détermination de la teneur en eau on utilise l'étuve **BRABNDER** qui permet un dosage rapide de l'humidité, elle fonctionne suivant le principe de séchage à une température de 130-133°C sous un courant d'air pulsé.

- **Mode opératoire (AFNOR VO3-707, 1976).**

On pèse 10g de blé broyé dans une coupelle après avoir équilibré la balance associée à l'étuve, puis on étale le blé broyé sur toute la surface de la coupelle, après cet étalement on place la coupelle dans l'appareil et on tourne le plateau à l'aide du volant pour placer l'échantillon, après une heure, on lit la valeur de l'humidité.

### II.2.2. L'appréciation de la qualité organoleptique des grains de blé tendre

Les blés tendres de quatre variétés (HD, AS, ARZ, BF) sont soumis à une analyse sensorielle afin d'apprécier leurs qualités organoléptiques:

- **La couleur :** homogène ou non, blanc jaunâtre, jaunâtre clair, crème, brun sale, jaune rougeâtre...etc.
- **L'odeur :** mauvaise, bonne, fraîche...etc.
- **Saveur :** agréable, moisie, bonne, humide...etc.
- **Forme :** aspect bombé et rempli, ou rond et allongé, brillant ou peu brillant, sillon profond ou peu profond. (Manuel de contrôle de qualité des céréales et produits céréaliers).

### II.2.3. Essai de mouture

- **Principe**

Le but à atteindre par la mouture est l'obtention sous forme de farine d'un maximum de l'amande farineuse présente dans le grain de blé. La mouture est rendue possible après préparation du blé par la différence de dureté entre l'amande plus faible, qui se réduit en fines particules, et les enveloppes qui restent en plaque sous forme de son (Calvel, 1984).

- **Conditionnement**

Après la préparation de blé pour la mouture, les échantillons sont hydratés pour atteindre une humidité de 16,5 %, l'hydratation permet une bonne séparation de l'amande farineuse des enveloppes. Le conditionnement se fait dans des bocaux hermétiques pendant 24 à 36 heures à température ambiante.

La quantité d'eau à ajouter au blé (500g) pour le ramener à l'humidité voulue  $H_f$  (16,5 %) est calculée comme suit:

$$E = (H_f - H_i) \times 6$$

Où :

E : quantité d'eau à ajouter en (ml).  
 H<sub>f</sub>: humidité finale du blé obtenue (16.5%).  
 H<sub>i</sub> : humidité initiale du blé (%).

- **L'extraction de la farine**

La mouture de blé est définie par le taux d'extraction, cette dernière n'est pas complète; les moyens techniques actuelles ne le permettent pas. Aussi une certaine quantité d'amande reste adhérente aux enveloppes du grains et issues (Calvel, 1984). L'extraction de la farine est effectuée par le moulin d'essai.

Selon (Calvel, 1984), le taux d'extraction est donné par la relation suivante :

$$\text{Taux d'extraction} = \frac{(100 - H_f) \times M_f}{(100 - H_b) \times M_b} \times 100$$

Où :  
 H<sub>f</sub> : teneur en eau de la farine obtenue (%).  
 H<sub>b</sub>: teneur en eau de blé avant conditionnement (%).  
 M<sub>f</sub>: masse de la farine obtenue (g).  
 M<sub>b</sub>: La masse de blé mise n œuvre (g).

## II.2.4. Analyses physico-chimiques des farines

### II.2.4.1. L'examen de PEKAR

Ce test simple à mettre en œuvre dans un fournil, peut permettre au boulanger de distinguer deux farines de types sensiblement différents (Del frate, 2005).

- **Principe**

D'après la norme Algérienne 1189/1990, cet essai est basé sur le fait qu'une farine s'accomplit au fur et à mesure que nous la laissons pendant un certain temps à l'air libre, et spécialement dans une atmosphère chaude.

- **Mode opératoire**

La méthode de PEKAR décrite dans la norme Algérienne 1189/1990, consiste à déposer les échantillons de farine sur des planchettes en bois à l'aide d'une spatule ou d'une lame en verre, on tasse la farine, les planchettes ainsi préparées sont ensuite trempées dans l'eau contenue dans un bécher, après un temps utile à l'absorption d'eau par la farine, on ressort les planchettes afin de laisser sécher la farine humide à l'air libre.

Après cela on fait la lecture à l'œil nu sous une bonne lumière, les piqures de farine apparaîtront ainsi de manière beaucoup plus nette, la couleur est mieux appréciée.

#### II.2.4.2. Détermination de taux d'affleurement

La granulométrie ou taux d'affleurement d'une farine permet de caractériser la répartition en taille et en nombre des particules dont elle est composée qui influence le comportement des farines au cours de leur transformation notamment la vitesse d'hydratation (Feillet, 2000).

- **Principe**

Cette méthode permet de déterminer la quantité de farine extraite par un tamis dont l'ouverture des mailles est choisie en fonction de la finesse de produit considéré.

- **Mode opératoire**

Dans un tamis de 7 xx (193 $\mu$ m) de plansichter, on introduit 100 g de la farine, et on place 2 ou 3 bulles de caoutchouc, servant à nettoyer les granitures et à dégommer la surface blutante du tamis. Ensuite, on applique au tamis un mouvement oscillatoire pendant 5min. Après l'agitation on ouvre le tamis et on procède au pesage de refus.

- **Expression des résultats**

Farine panifiable : 90 à 93 % de passage au tamis 7 xx (193 $\mu$ m de diamètre).

Farine supérieur : 93 à 100 % de passage au tamis 7 xx (193 $\mu$ m de diamètre).

#### II.2.4.3. Détermination de l'humidité

La méthode utilisée pour la détermination de humidité de la farine est la même que celle utilisée pour les grains à l'aide de l'étuve BRABENDER.

#### II.2.4.4. Détermination de taux de cendres

Le "taux de cendres" est le pourcentage de résidus de l'incinération par la combustion à 900°C, par rapport au poids sec ou humide du produit à analyser.

- **Principe**

Incinération de la prise d'essai dans une atmosphère oxydante, à une température jusqu'à combustion complète de la matière organique, et pesage des résidus obtenus.

- **Mode opératoire (AFNOR VO3-720)**

On chauffe durant 10mn les nacelles dans un four réglé à 900°C  $\pm$  25°C puis on les laisse refroidir à température ambiante, ensuite on les pèse.

Dans les nacelles à incinération préparées, on pèse 5 g de farine et on répartit la matière en une couche d'épaisseur uniforme sans la tasse. On humecte la prise d'essai au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol (afin d'obtenir une incinération uniforme). Puis on place les nacelles et ses contenus à l'entrée du four préalablement chauffé à 900°C  $\pm$  25°C jusqu'à ce que la matière s'enflamme. Aussitôt que la flamme est éteinte, on place avec précaution les nacelles à incinération dans le four pendant 1 heure. Une fois l'incinération terminée, on retire les nacelles, et on les met à refroidir et on les pèse.

- **Expression des résultats**

Le taux de cendres est d'abord calculé en pourcentage de matière humide, puis rapporté à la matière sèche, il est égal à :

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

Où:

$T_c$ : taux de cendres

$m_1$ : la masse de résidus (g).

$m_0$  : la masse de la prise d'essai (g).

H : la teneur en eau, exprimée en pourcentage de masse de l'échantillon.

## II .2.4.5. Dosage de l'acidité grasse

Acidité grasse; expression conventionnelle, des acides essentiellement des acides gras libres, extraits dans les conditions décrite ci après (Feillet, 2000).

- **Principe**

Mise en solution des acides dans l'éthanol à 95% (V/V) à la température du laboratoire, centrifugation et titrage d'une partie adéquate du surnageant par l'hydroxyde de sodium.

- **Mode opératoire**

La méthode de dosage de l'acidité est décrite en détail dans la norme **AFNOR (NF VO3 712, 1981)**.

Dans un tube de centrifugeuse, 5g de la farine sont mis en suspension dans 30ml de l'éthanol à 95 % et le tube est bouché hermétiquement, après agitation et centrifugation durant 5 minutes à 6000 tours par minute. 20 ml de liquide est prélevé et introduit dans une fiole conique, puis 5 gouttes de phénol phtaléine sont ajoutées.

La titration est effectuée avec la solution d'hydroxyde de sodium à 0,05N jusqu'au virage de la couleur au rose. Parallèlement un **essai à blanc** est effectué.

- **Expression des résultats**

L'acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100 grammes de matière sèche est égale à :

$$A_c = \frac{7,35 \times (V_1 - V_0)}{m} \times \frac{100}{100 - H}$$

- **Les ingrédients**

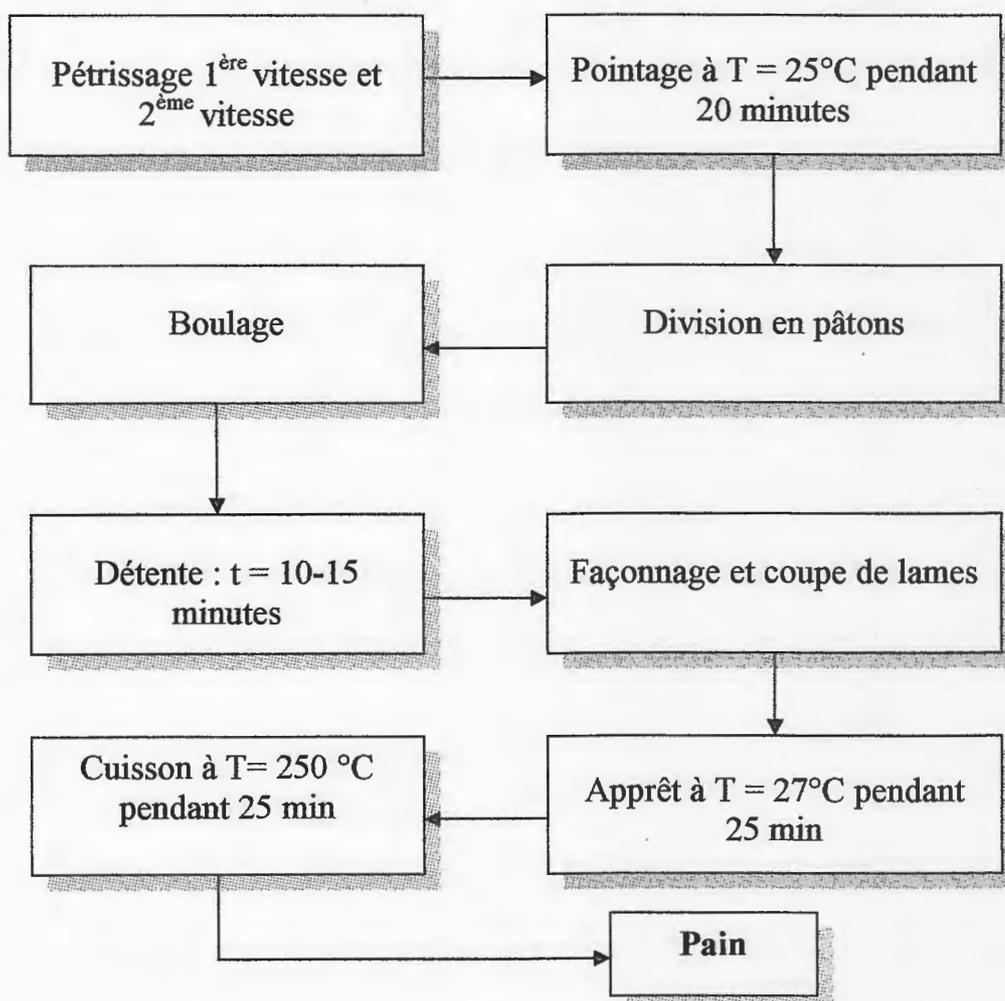
La quantité de farine à mettre en œuvre est de 1 Kg, l'hydratation de la pâte doit permettre la formation d'une pâte.

La quantité de levure est de 20g.

La quantité de sel est de 20 g.

- **Mode opératoire**

Le test de panification a été réalisé chez un boulanger suivant la méthode du centre national des études et de la recherche pour la nutrition et l'alimentation (CNERNA) dite encore pétrissage intensifié. Les étapes en détail sont résumées dans le schéma suivant :



**Figure 02: représentation schématique de l'essai de panification**

### II.2.7.1. L'appréciation de la qualité des pâtes et des pains

La qualité de la pâte peut être appréciée suivant son comportement qui se distingue dans chaque étape de processus de panification (pétrissage, boulage, fermentation ...etc) (Aron et Broussard, 1999).

Généralement les facteurs d'appréciation de la pâte englobent :

L'aspect de la pâte (lisse, grasse, sèche, collante, volumineux), la maniabilité.

Fermeté de la pâte (relâchée ou pas).

Propriétés plastiques (tenace, élastique, extensible) (Mauze *et al.*, 1972).

Après la cuisson, les pains sont soumis à l'analyse sensorielle, afin d'apprécier leurs qualités ; les principaux paramètres sont :

- **l'aspect extérieur**

Section : ronde, normale, aplatie (dépendante de la qualité du gluten et de l'activité fermentaire).

Couleur : pâle, rouge, jaune, terne, selon la composition en sucres fermentables.

Finesse de la croûte : fine, épaisse, croustillante.

Coupes de lames : bien jetée, peu jetés, régulier ou pas.

- **L'aspect de la mie**

Couleur : blanche, crème, jaune.

Texture : aérée, serrée, régulière ou pas, élastique.

Afin de compléter l'appréciation de la qualité organoleptique des pains, nous les avons soumis à un test de dégustation.

# Résultats et discussion

## Résultats et discussion

### III.1. L'analyse physico-chimique des grains de blé tendre

Les résultats des analyses physico-chimiques effectuées sur les quatre variétés de blé tendre sont regroupés dans le tableau suivant :

**Tableau 09 : Les résultats des analyses physico-chimiques des grains de blé tendre**

Variété		HD	ARZ	AS	BF	Norme
paramètre						
Poids spécifique (Kg /hl)		83,03±0.82	82,9±0.04	80,55±0.77	76,36±1.3	80-83 : blé de 1 <sup>ère</sup> qualité. 77-79 : blé de 2 <sup>ème</sup> qualité. <77 : blé de 3 <sup>ème</sup> qualité.
Impuretés (%)	Classe 1	0,60±0,02	0,36±0,01	0,50±0,035	0,79±0,01	1% à 3%
	Classe 2	1,92±0,03	2,38±0,03	2,23±0,05	2,56±0,01	1% à 6%
	totale	2,52±0,05	2,74±0,04	2,73±0,08	3,35±0,02	Maxi 5 %
poids de 1000 grains (g)		39,18±0,36	32,68±0,53	39,73±1,3	37,28±0,6	60-80 : gros blés 35-55 : blé moyen au dessous de 30g : petits blés.
L'humidité des grains sales (%)		9,9±00	8,8±00	10,4±00	13,5±00	Moyenne de 12%
L'humidité des grains après conditionnement (%)		15,31±0,014	15,17±0,01	15,17±0,04	14,6±00	15,5%-16%

### III.1.1. Le poids à l'hectolitre (poids spécifique)

Les valeurs de poids spécifique (PS) ou poids à l'hectolitre des quatre variétés de blé tendre étudiées HD, ARZ, AS et BF sont respectivement de 83,03 , 82,9 , 80,55 et 76,36 kg/hl, dont on observe que la valeur la plus élevée est celle de la variété locale HD, alors que la variété de blé importé BF représente le poids spécifique le plus bas (figure 03).

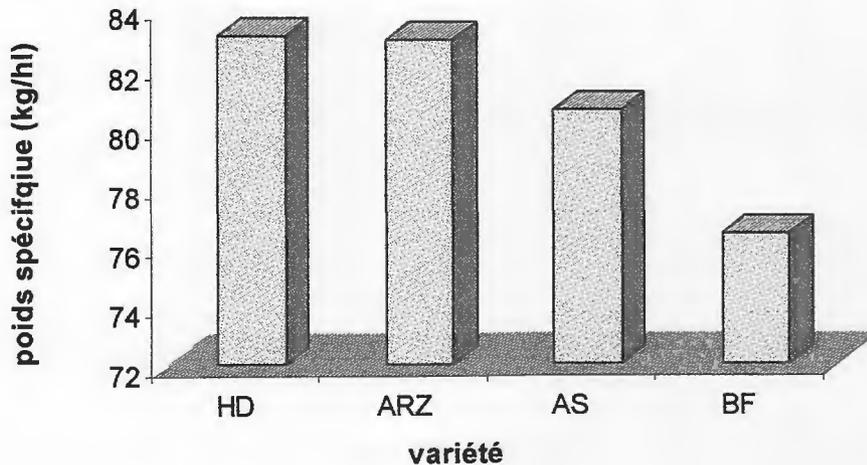


Figure 03 : Le poids spécifique des quatre variétés de blé tendre

Ces résultats nous permettent de classer nos blés selon le **manuel de contrôle de qualité d'ERAD (1984)** en blés de première qualité qui sont les blés des variétés locales : HD, ARZ et AS et blé de deuxième qualité (variété BF).

**Delachaux (1983)**, a souligné que plus le poids spécifique est important, plus le rendement en farine est élevé. D'après **Multon (1982)**, plusieurs facteurs influent directement sur le poids à l'hectolitre;

La densité du grain qui résulte de sa compacité ou de sa vitrosité, des taux respectifs de l'amande, de l'enveloppe et du germe; tous ces éléments sont liés à la variété et aux conditions de maturité et de récolte.

L'air intercalaire, son importance dépend de la forme, de la grosseur et de la régularité des grains et de la rugosité de leur surface. La négligence (ou la fraude) dans l'application des modes opératoires agit sur le tassement.

La quantité et nature des impuretés : à l'exception de la terre, du sable, des cailloux, des grains cassés et de certaines graines de forme particulière, la plus part des impuretés ont pour conséquence une diminution de la masse à l'hectolitre.

**Masse et al. (2002)**, ont souligné que le poids spécifique dépend essentiellement des conditions climatiques pendant la formation des enveloppes et à la récolte (pluies tardives) et des maladies en particulier des fusarioses sur épis. Mais la variété intervient directement sur ce critère par la forme de son grain et sa résistance à la fusariose.

A la lumière de ses raisons et d'après la corrélation positive trouvée entre le poids spécifique et le taux d'impuretés ( $r = 0,75$ ), on peut dire que l'élévation du poids spécifique des variétés locales peut être due à la présence des impuretés constituées essentiellement du sable, et de terre. Tandis que sa variation d'une variété à l'autre peut être due à l'influence des conditions pédoclimatiques.

### III.1.2. Le taux des impuretés

Les pouvoirs publics établissent par décret, des limites quantitatives d'impuretés au delà desquelles un lot ne peut plus être accepté par les organismes d'intervention (Mauze et al., 1972).

En Algérie le décret n°= 88/152 du 26/07/1988 fixant des barèmes de bonification et de réfraction applicables aux céréales et légumes secs qui distinguent les impuretés de première catégorie et les impuretés de deuxième catégorie :

Les impuretés de première catégorie : les normes sont de 1% à 3% dont les grains nuisibles 0,25% maximum.

Les impuretés de deuxième catégorie : les normes sont de 1% à 6% comporte les grains punaisés 2% maximum, endommagés, maigres, germés...etc.

Le totale : un maximum de 5%.

D'après le tableau (09) et la figure (04) on constate que les impuretés de classe 1 varient de 0,36 % à 0,79 % et sont conformes aux normes de même pour les impuretés de classe 2 qui varient de 1,92% à 3,35%, le totale des impuretés ne dépasse pas 3,25 %. Donc on peut dire que nos échantillons de blé tendre sont propres et aptes aux manipulations technologiques.

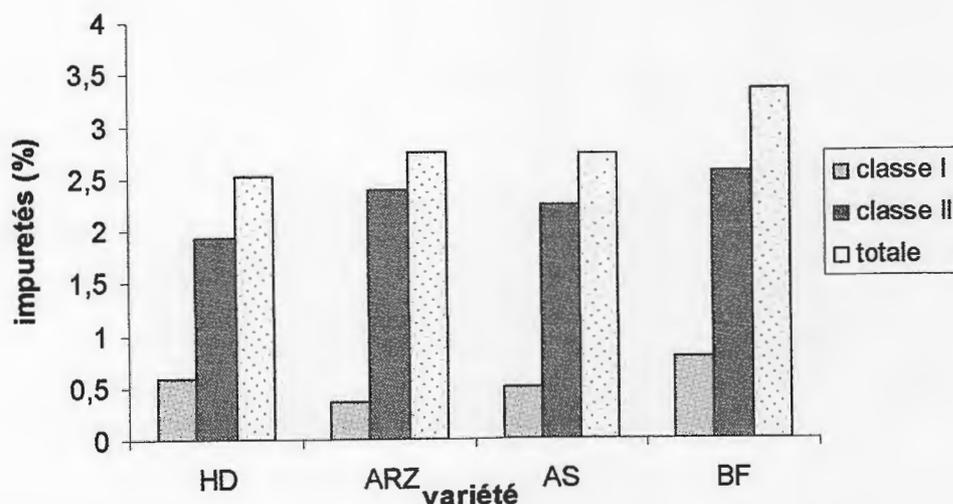


Figure 04: Le taux des impuretés des différentes variétés de blé étudiées

Du point de vue qualitatif, la présence de certaines impuretés présente des risques pour une bonne conservation et la présence des grains cassés facilite l'entrée des microorganismes à l'intérieur du grain (Mauze et al., 1972).

Ainsi selon la quantité et la qualité des impuretés dans le blé, leur taux influe directement sur le poids spécifique (PS).

Du point de vue commercial, le taux d'impureté d'un lot de blé a une grande importance dans la détermination du prix et sur le rendement en farine.

Nos échantillons de blé tendre à analyser présentent des taux d'impuretés faibles, ces dernières ne contiennent pas des grains cassés, donc ils ont une bonne valeur commerciale et peuvent être conservés pour une longue durée. La connaissance de taux et la nature des impuretés nous permet de confirmer que l'élévation du poids spécifique des variétés locales est due à l'influence des conditions pédoclimatiques et non pas à la nature des impuretés.

### III.1.3. Le poids de mille grains

Le tableau (09) indique d'une part que nos échantillons de blé tendre locale montrent deux valeurs de poids de mille grains (PMG) presque égales qui sont 39,73g et 39,18g correspondants à la variété AS et HD respectivement et une valeur plus inférieure (32,68g) correspond à la variété locale ARZ. D'autre part, la valeur de PMG de la variété française BF est de 37,28g.

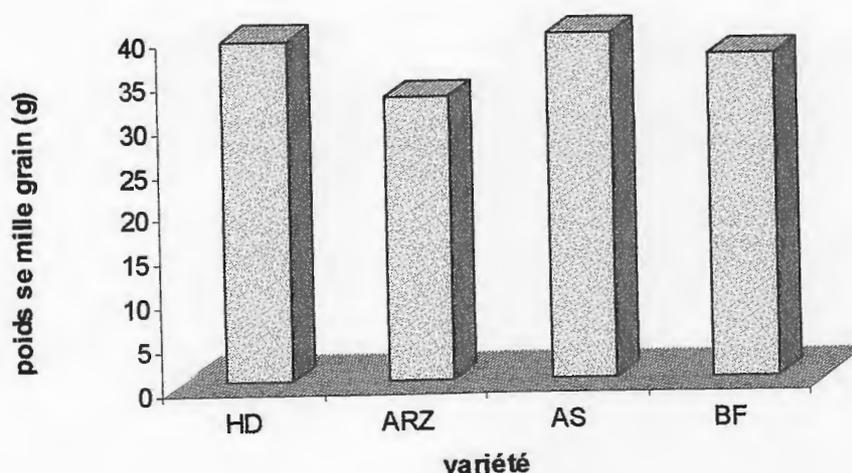


Figure 05 : poids de mille grains des quatre variétés de blé tendre

En se référant aux normes de manuel de contrôle de la qualité d'ERAD et selon nos résultats, on classe les blés tendres des quatre variétés étudiées comme moyens ( $35g < PMG < 55g$ ).

La mesure de poids de 1000 grains est utilisée pour prédire le comportement du blé au cours de la mouture, plus le poids de 1000 grains augmente, plus les grains sont développés, et plus ils sont riches en amidon par conséquent, on obtient un meilleur rendement en farine. Ce paramètre est en fonction de la variété et de conditions de culture. Il présente par contre un intérêt incontestable pour les recherches et les expérimentations agronomiques par la valorisation des blés et la sélection des variétés (Mauze et al., 1972).

Multon (1982), a montré que le poids de mille grains, indique la grosseur des grains de blé, et donc, la quantité d'amande que le meunier pourra transformer en farine, il est peu utilisé dans les transactions commerciales.

La détermination de poids de mille grains montre que les blés étudiés sont des blés moyens, cela permet de prédire que ses rendements en farine seront moyens

### III.1.4. L'humidité des grains sales

Les valeurs de la teneur en eau des grains de blé sales des échantillons de blé tendre sont variées de 8,8% qui représente la valeur la plus inférieure (variété ARZ) à 13,5%, la valeur la plus élevée (variété de blé importé BF). Les deux autres variétés (HD, AS) ont des teneurs en eau intermédiaires (9,9%, 10,4%) (Voir figure 06).

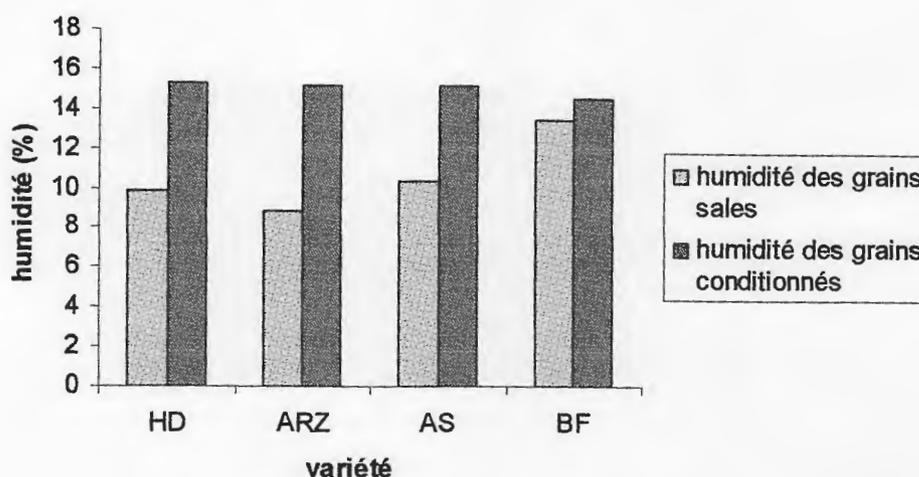


Figure 06: L'humidité des grains de blé avant et après conditionnement

Une comparaison de ces résultats avec ceux trouvés par Calvel (1984), (moyen de 12%) montre que nous pouvons conserver nos grains de blé sans risques d'altération liés à ce paramètre.

La teneur en eau des grains de blé local varie d'une variété à une autre. Cette variabilité dans le taux d'humidité est due à l'influence de l'environnement; le climat, en particulier la quantité de pluie au cours des dernières phases du développement de la plante, l'altitude, la composition du sol et l'influence de la période de plantation dans l'année. (Montissinos, 2003).

La variété de blé importé Français a un teneur en eau égale à 13,5% et elle est plus élevée que les autres valeurs (blés locales), parce que ce blé est un blé d'hiver semi au moment de la plus forte quantité de pluie, cette dernière influe directement sur la teneur en eau des grains de blé, alors que les autres variétés locales cultivées en Algérie sous un climat relativement sec (Montissinos, 2003).

Le respect de la teneur en humidité maximale dans les céréales a pour objectif de garantir une qualité optimale, tout au long de sa période de stockage. Des blés présentant une humidité excessive sont, en effet sujettes au développement des moisissures

provoquant des détériorations directes du grain liées à la distraction des tissus (c'est-à-dire altération des propriétés nutritionnelles) et à la présence des mycotoxines (Didier, 2009).

En tenant compte que les résultats de l'analyse mycologique effectuée par Tahani et al. (2008) sur les grains de blé tendre, ont montré une nette dominance de genre *Aspergillus*. Cette dominance semble être favorisée par une humidité élevée du grain et un stockage de longue période.

La dominance du genre *Aspergillus* dans la flore contaminante des céréales a été reportée par plusieurs auteurs (Pitt et Christian, 1968 ; Pitt et Miscamble, 1995 ; Riba et al., 2005). Selon Tahani et al. (2008), le taux de contamination par le genre *Penicillium* s'est révélé inversement proportionnel à la durée de stockage. La forte humidité défavorise la croissance des *Penicillium*.

L'humidité influe directement sur le conditionnement du blé c'est-à-dire elle fonctionne la quantité d'eau à ajouter au blé pour faire le mouillage.

La faible teneur en eau des variétés locales (HD, ARZ et AS), nous permet de les conserver pour une longue durée, mais pour les mouiller il faut ajouter plus d'eau inversement à la variété française.

### III.1.5. L'humidité des grains de blé après conditionnement

Les grains de blé tendre mouillés et conditionnés présentent des teneurs en eau variant entre 14,6% pour la variété de blé Français (BF) et 15,31 % pour la variété HD. Alors que les variétés AS et ARZ ont des humidités égales (15,17%). Ces valeurs répondent à celle trouvée par (Calvel), 1984 et qui est de 15,5% à 16%, sauf la valeur de la variété BF est légèrement inférieure.

Après nettoyage, le blé doit être conditionné de manière à faciliter la séparation du son et de l'amande et le broyage de celle-ci. Un blé humide sera difficile à travailler, notamment à bluter; un blé trop sec se prêtera mal à la séparation des enveloppes (réduites en fines particules) du cœur de l'amande (Feillet, 2000).

Le conditionnement crée un gradient de teneur en eau entre la périphérie et le centre du grain en jouant sur trois paramètres ; la quantité d'eau ajoutée, température de traitement et durée de repos du blé (Feillet, 2000).

La teneur en humidité de nos blés est faible, donc ils vont bien se prêter à la mouture et donner de bon rendement en farine.

### III.2. Analyse sensorielle des grains de blé tendre

Les résultats obtenus lors de l'analyse sensorielle des grains de blé sont documentés dans le tableau suivant :

**Tableau 10: Résultats de l'analyse sensorielle des grains de blé tendre**

<b>Variété</b> <b>caractère</b>	<b>HD</b>	<b>AS</b>	<b>ARZ</b>	<b>BF</b>
<b>Couleur</b>	Homogène Blanc Jaunâtre	Homogène Brun sale	Homogène Jaunâtre crème	Hétérogène: jaune rougeâtre brun sale
<b>Odeur</b>	Fraîche	Fraîche	Fraîche	Fraîche
<b>Saveur</b>	Agréable	Agréable	Agréable	Bonne et peu humide
<b>forme</b>	aspect bombé et remplit brillant forme rende sillon profond	aspect allonge et remplit non brillant sillon peu profond	aspect bombé et remplit peu brillant forme rende sillon peu profond	aspect bombé et remplit non brillant forme rend sillon profond

Les résultats de tableau (10) montrent que nos grains de blé tendre (AS, ARZ, HD, BF) sont des grains propres, sains et non moisissés, et probablement aptes à donner des farines de bonne qualité organoleptique.

### III.3. Essai de mouture

- **Taux d'extraction**

Le taux d'extraction est la quantité de farine extraite pour une proportion de blé. Les taux d'extraction obtenus pour les différentes variétés de blé sont illustrés sur la figure suivante :

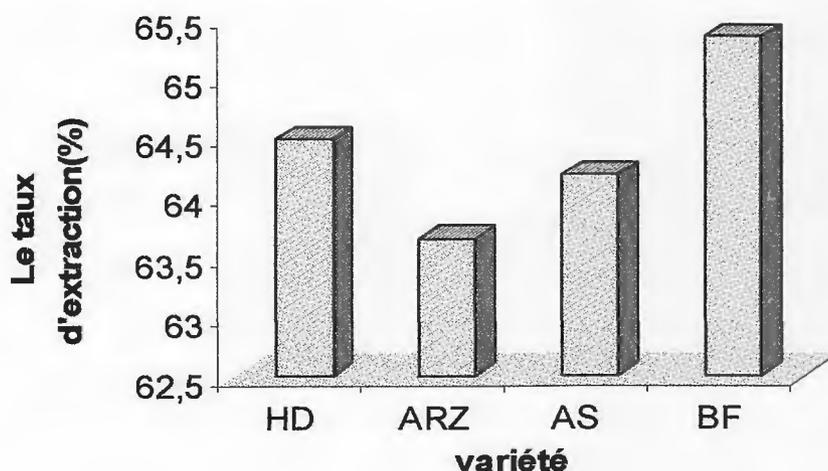


Figure 07: Le taux d'extraction des farines des différentes variétés de blé

De la figure (07), on remarque que le taux d'extraction varie de 63.64% (ARZ) à 65.34% (blé importé), mais toutes ces valeurs sont inférieures à la norme qui exige un taux d'extraction de 70% à 75% (Godon et Loisel, 1984). Cette baisse de taux d'extraction peut être due à l'état mécanique du grain, l'efficacité du moulin d'essai et le conditionnement. Le taux d'extraction est atteint lorsque la teneur en eau de blé après conditionnement est de 16% où l'amande farineuse se détache facilement des enveloppes.

Selon Serville (1984), la pureté de la farine varie inversement avec le taux d'extraction; ce sont les taux d'extraction les plus faibles qui donnent les farines les plus blanches.

Nos résultats nous laissent prédire que les grains de blé tendre étudiés vont donner des farines plus blanches et de meilleure qualité.

### III.4. Analyses physiques des farines

#### III.4.1. L'indice de PEKAR

L'examen PEKAR est le moyen le plus simple d'appréciation de la pureté des farines il repose sur une simple observation visuelle et ne donne pas des chiffres. Aussi est-il couramment utilisé par les meuniers car il permet de mettre en évidence les différents facteurs influençant l'aspect des farines (Del frate, 2005).

Le tableau suivant résume les résultats obtenus de l'examen de PEKAR :

**Tableau 11: résultats de l'examen de PEKAR de chaque variété de blé tendre.**

Variété paramètre	BF	HD	AS	ARZ
<b>couleur</b>	Couleur crème Présence de quelques piqûres (brunes, jaunes) Quelques piqûres noires.	Blanche Présence d'une petite quantité des piqûres brunes. Absence totale des piqûres noires.	Crème Présences des piqûres brunes. Quelques piqûres noires.	Très blanche. Légèrement piquée par des piqûres brunes. Absence totale de piqûres noires

Selon la norme Algérienne 1989/1990, la farine de blé tendre a un taux d'extraction moyen (70 % environ) est blanche, plus ou moins crème. Les farines des variétés (BF et AS) sont crèmes alors que (HD) est blanche, et (ARZ) est très blanche.

Lorsque le taux d'extraction est élevé (80% du plus), la couleur varie du crème au marron. La présence de nombreuses et fines piqûres brunes (débris de son) dans la farine peut alors être constatée (les variétés BF, HD, AS, ARZ). En effet, les variations de couleur ont fréquemment pour origine l'importance des débris cellulosiques présents dans la farine. Les farines provenant d'un mélange mal fait présentent des marbrures.

#### • Piqûres

Les piqûres, en fonction de leur nombre, leur couleur et leur grosseur peuvent donner une idée sur le taux d'extraction, le blutage et le nettoyage :

- Nombreuses et fines piqûres brunes; il s'agit de piqûres de son taux d'extraction sera d'autant plus élevé que le nombre de piqûres sera grand.
- Grosses piqûres brunes plus ou moins nombreuses ; ce sont des débris de son dus à un mauvais blutage.
- Fines piqûres de couleur noire, jaune ou autre, ces piqûres proviennent de graines étrangères dont l'incorporation est due à un mauvais nettoyage.

D'une façon générale, la présence des piqûres dans une farine peut être due, outre les causes précédemment citées, à une mauvaise préparation du blé à la mouture ou à une conduite inadéquate de la mouture ; sur la base des résultats obtenus, le meunier doit rechercher l'origine de l'anomalie.

Les résultats de l'examen PEKAR sont en accord avec celles de taux d'extraction ; en effet on trouve que la farine de la variété BF qui a un taux d'extraction plus élevé présente une couleur crème avec la présence des piqûres noires. En revanche la farine de la variété ARZ qui a le taux d'extraction le plus faible est très blanche et ne contient pas des piqûres noires.

### III.4.2. Le taux d'affleurement (granulation)

La détermination de granulation a pour but de normaliser les produits et de régler la conduite de la mouture.

Tableau 12: Le taux d'affleurement des farines de blé tendre

variété	HD	ARZ	AS	BF
Taux d'affleurement (%)	0,315 ± 0,007	0,195 ± 0,007	0,55 ± 0,49	2,35 ± 0,31

Selon les normes trouvées dans le manuel de contrôle de la qualité d' ERIAD (1984) qui classent les farines en deux catégories:

Farines panifiables: 90 à 93 % de passage sur tamis 7xx.

Farines supérieures: 93 à 100 % de passage sur tamis 7xx.

D'après les résultats regroupés dans le tableau (12) et les normes citées ci-dessus, on peut dire que nos farines de blé tendre appartiennent à la classe des farines supérieures car elles ont des refus inférieurs à 7 %.

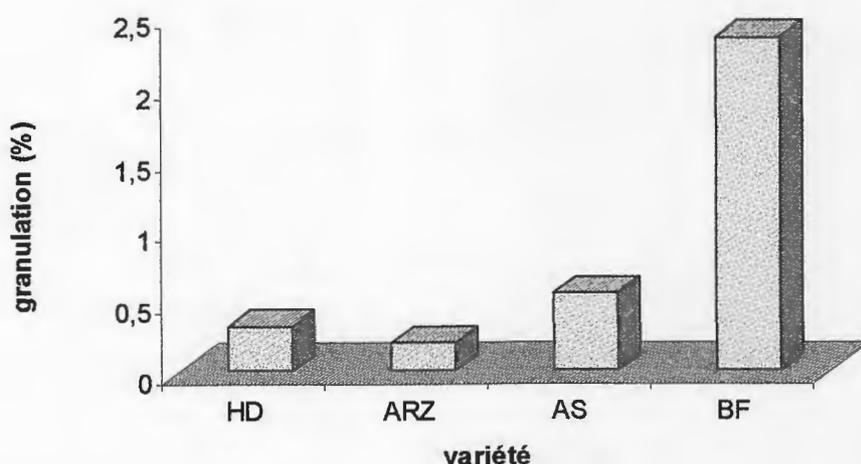


Figure 08 : Le taux d'affleurement (granulation) des farines.

La granulation des farines dépend de plusieurs facteurs qui sont :

La nature de blé et de son humidité avant la mouture (un blé sec donne des particules plus grosses que celles obtenus avec un blé humide).

Le taux d'extraction (d'après l'analyse statistique, on trouve que la granulation est corrélée significativement et positivement ( $r = 0,89$ ) avec le taux d'extraction).

Le type d'appareil de mouture, le moulin d'essai type buhler se compose uniquement de trois passages de broyages et trois passages de convertissages. Les écartements entre les cylindres et leurs performances doivent également influencer sur la granulation. Il apparaît donc que la qualité d farine dépend énormément du procédé de mouture utilisé (Namoune, 1996). La granulation des farines peut avoir une influence notable, au cours de certaines phases de la panification (l'hydratation de la farine et son comportement lors de pétrissage) (Calvel, 1984).

### III.5. Analyses chimiques des farines de blé

Les caractéristiques chimiques de la farine ont une très grande importance sur le plan technologique, car elles constituent la base biochimique de la valeur meunière et boulangère des farines et des pâtes. Nous avons réalisé certaines analyses touchants: l'humidité, taux de cendres et l'acidité.

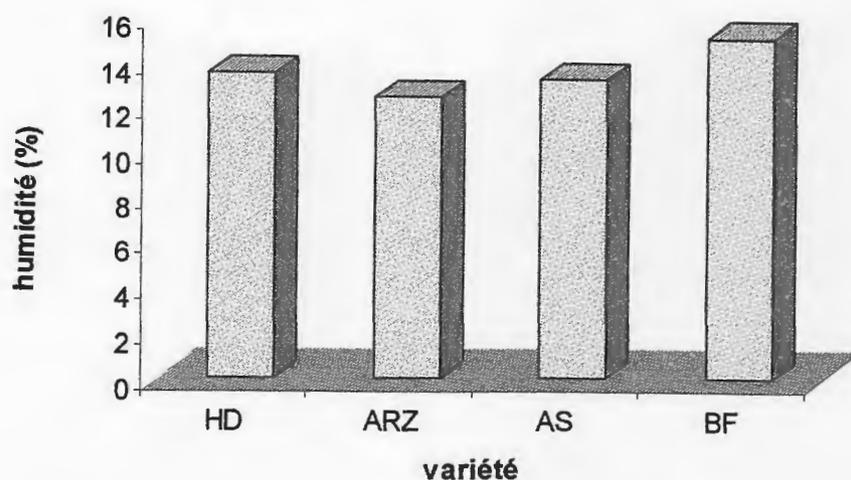
Le tableau (13) récapitule les résultats obtenus.

**Tableau 13: Les analyses chimiques des farines de blé tendre**

Variété paramètre	HD	ARZ	AS	BF
Humidité (%)	13,55 ± 0,07	12,5 ± 0,14	13,3 ± 0,28	15,2 ± 0,28
Taux de cendres (%)	0,46 ± 0,03	0,68 ± 0,06	0,46 ± 0,01	0,70 ± 0,02
Acidité grasse (g d'H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> /g de MS)	0,02 ± 00	0,05 ± 00	0,04 ± 00	0,06 ± 00

#### III.5.1. L'humidité des farines

Selon Godon et Willm (1991) et Chene (2001), la détermination de la teneur en eau est un paramètre très important pour mieux conserver les farines.



**Figure 09: L'humidité des farines issues de quatre variétés de blé tendre**

Les valeurs du tableau (13) montre que les teneurs en eau des farines sont légèrement différents (voir figure 09), ses valeurs sont 13,3 %, 15,2 % et 13,55 % pour les farines de AS, BF et HD respectivement et une valeur plus inférieure de 12,5 % correspond à la farine variété ARZ. Ces valeurs sont acceptables par **Dubois (1994)** (<16 %).

Il faut noter que la farine comme tous les produits dérivés des céréales est hygroscopique. Il est normal qu'au cours du stockage, la teneur en eau des sacs et des sachets des farines puisse varier, ainsi que leur poids, mais la matière sèche demeure constante, et le produit garde la même valeur aux points de vue technologique et nutritionnelle (**Bourgois et al., 1996**). D'après nos résultats, les farines analysées peuvent être stockées sans risque d'altérations liées à ce paramètre.

Il est clair que l'activité métabolique et par conséquent les possibilités de croissance des bactéries, levures et moisissures portées par le grain dépendent essentiellement de leur possibilité d'échange avec le milieu extérieur et donc de la disponibilité de l'eau, solvant vital par excellence; donc la teneur en eau détermine la durée de stockage des farines (**Bourgois et al., 1996**).

D'après **Godon et Willm (1991)**, la teneur en eau ne revête pas la même importance, selon la fabrication envisagée. Elle est importante en boulangerie et biscotterie, puisqu'elle intervient dans le taux d'hydratation des pâtes, et donc dans leurs caractéristiques rhéologiques. En biscuiterie, la teneur en eau des farines n'exerce aucune influence sur la qualité de certaines fabrications, comme la gaufrette où l'on utilise des suspensions pouvant atteindre jusqu'à 100 % d'hydratation. Elle apparaît au contraire, importante pour certaines pâtes à biscuit faiblement hydratées, où un écart de 1 % dans l'humidité de la farine pourrait entraîner des perturbations en fabrication, s'il n'était pas corrigé au niveau du pétrissage.

De plus, l'humidité de la farine influe grandement le rythme d'action d'hydrolyse par les lipases. Ce rythme est cinq fois plus rapide à 15 % qu'à 9 % d'humidité (**Pyler, 1988**).

### III.5.2. Le taux de cendres

La teneur en matière minérale (teneur en cendre) est la quantité réglementée de résidus minéraux contenus dans le blé (Danial, 2004).

Les résultats obtenus lors du dosage de la teneur en cendres des différentes variétés des farines étudiées sont illustrés sur la figure 11.

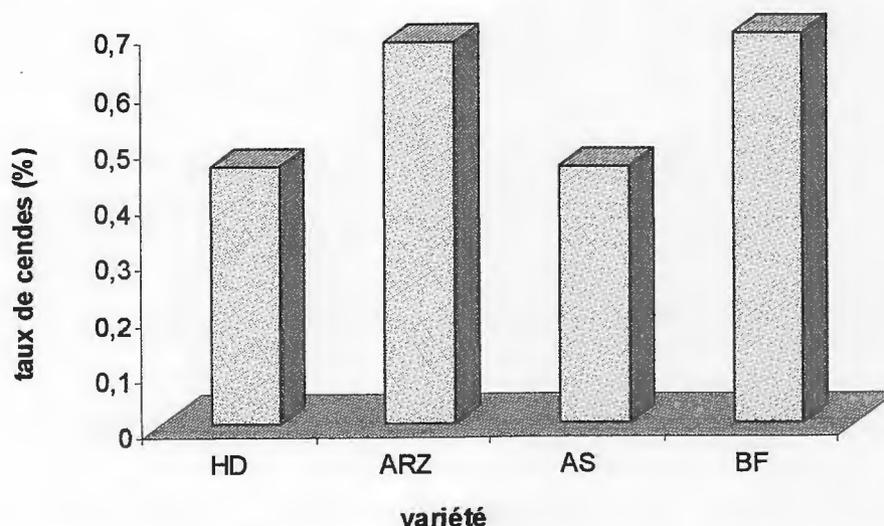


Figure 10: Le taux de cendres des farines de blé tendre

Selon les résultats illustrés dans la figure (10), on constate que les teneurs en cendres des différentes variétés varient entre 0,46 % et 0,70 % où les variétés AS et HD présentent les mêmes valeurs 0,46% et qui est inférieure à la norme (0,65 % - 0,75 %) fixée par le manuel de contrôle de la qualité ERIAD (1984).

D'après Selslet (1991), plus le taux d'extraction est faible plus la teneur en cendres est faible et vis versa, ce qui confirme les faibles taux d'extraction de ces variétés AS et HD (64,18 %, 64,48 %). Par contre la farine de blé français BF possède une teneur en cendres plus élevée, estimée en 0,70 %, donc elle est conforme à la norme. Une trop grande concentration de minéraux peut influencer sur la couleur en donnant une teinte grise ou une moins grande brillance à la mie (Miskelly, 1984 ; Boudreau, 1992).

Le taux de cendres des farines dépend non seulement de leurs taux d'extraction, mais également de la minéralisation des grains misent en mouture. Les conditions de croissance de la plante peuvent avoir pour conséquence une évolution de la teneur en matière minérale des grains qui se répercute sur les farines (Godon et Willm, 1991). Ce qui pourrait expliquer l'élévation de la teneur en cendres de la variété ARZ (0,68 %) malgré un taux d'extraction faible (63,64 %).

### III.5.3. L'acidité grasse des farines

Comme l'indique la figure (13), les valeurs de l'acidité des quatre farines issues de quatre variétés de blé en ordre croissant sont de 0.02g d' $H_2SO_4$  pour la variété HD, 0.04 g d' $H_2SO_4$  pour AS, 0.65 g d' $H_2SO_4$  pour ARZ et 0.06 g d' $H_2SO_4$  pour la farine de blé importé BF.

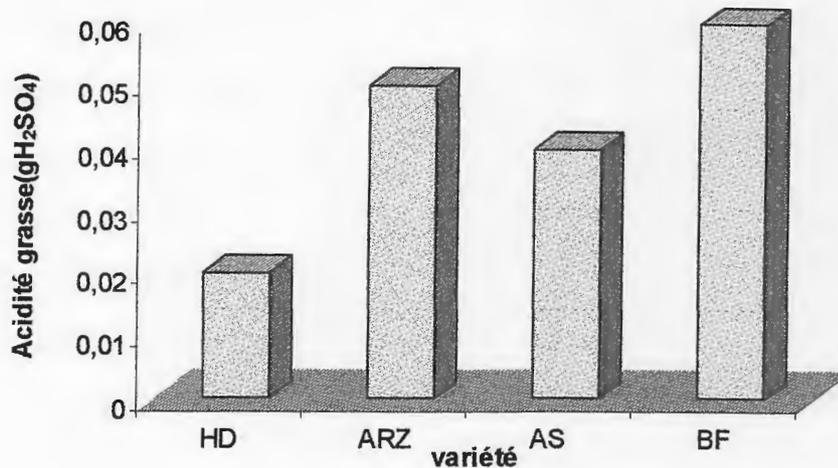


Figure 11 : L'acidité grasse des farines de blé tendre

Comme l'indique la figure (11), les valeurs de l'acidité des quatre farines issues de quatre variétés de blé en ordre croissant sont de 0,02 g d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pour la variété HD, 0,04 g d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pour AS, 0,05 g d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pour ARZ et 0,06 g d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> pour la farine de blé importé BF.

Selon les normes algériennes, une acidité de 0,05 g d'H<sub>2</sub>SO<sub>4</sub> est estimée au niveau de blé tendre (article 5 décrets 89-02, 1990). On trouve que les variétés locales (HD, ARZ et AS) ont des valeurs d'acidité conformes à la norme. Tandis que la farine de blé importé a une acidité qui dépasse légèrement la norme, ceci est peut être le résultat d'un stockage prolongé de cette farine par rapport au autres (la mouture de blé importé est effectuée avant celle des blés locales).

D'après Feillet (2000), l'acidité est due surtout à la présence d'acides gras libres qui résultent de l'hydrolyse lente des triglycérides par des lipases endogènes ou exogènes ; elle apparaît à partir d'une humidité de 12 à 14% (nos farines de blés tendres ont des humidités varient de 12,5 à 15 %). La libération des acides gras s'accompagne d'une accumulation du mono et des di-glycérides; les lipides incluses dans l'amidon, ne sont pas altérés; leur complication avec l'amylose et l'amylopectine les protégeant des attaques enzymatiques.

Selon le même auteur une valeur élevée d'acidité résultant d'une mauvaise condition de stockage, peut affecter de manière sensible la valeur technologique des farines. Son excès diminue la qualité de gluten, sa cohésion, son élasticité et son coefficient d'hydratation.

Tant que les valeurs de l'acidité des farines issues des blés locales sont faibles et conformes à la norme, leur acidité n'affectera pas la qualité de leur gluten, contrairement à l'acidité de blé français.

### III.6. L'analyse sensorielle des farines

**Couleur:** voir les résultats de l'indice de PEKAR.

**Toucher:** d'après le toucher des farines issues des variétés de blé tendre locale (HD, ARZ et AS) sont lisses et présentent des granules plates (fines), alors que la farine de la variété importé BF est granuleuse (granules ronds).

**Odeur :** les farines de blé local ont des bonnes odeurs mais la farine de blé importé présente une odeur peu humide, ce la peut être due à la longue durée de stockage de cette farine par rapports aux autres farines.

### III.7. Les analyses rhéologiques

#### III.7.1. Les caractéristiques technologiques du gluten des différentes farines

La qualité de gluten est l'un des critères les plus importants pour l'évaluation de la qualité boulangère, qui a un grand intérêt dans l'orientation de la farine

Les résultats obtenus lors du contrôle des caractéristiques technologiques (gluten humide, gluten sec, ramollissement, capacité d'hydratation) du gluten des différentes farines sont résumés dans le tableau (14).

**Tableau 14 : Les caractéristiques technologiques du gluten :**

Variété gluten	HD	ARZ	AS	BF
Gluten humide (%)	21,85± 0,35	21,5±0.56	26, 41±0,26	21,54±0,52
Gluten sec (%)	7,52±0,38	7,3±0,14	8,83±0,042	7,20
Capacité d'hydratation (%)	65,58 %	66,05%	66,56%	66,66%
Ramollissement (mm)	1±00	1,6±0,14	1,65±0,49	1,19±1,61

#### III.7.1.1. Gluten humide

D'après le tableau (14) et la figure (12), on constate que la teneur en gluten humide de nos variétés varie de 21,50 % à 26,41 %. Pour les variétés ARZ, BF, et HD représentent des teneurs proches (21,50 %, 21,54 % et 21,85 %) par contre la variété AS représente une valeur plus élevée.

Ces valeurs sont nettement inférieures à la norme citée par **Delachaux (1983)** qui est de 27,85%.



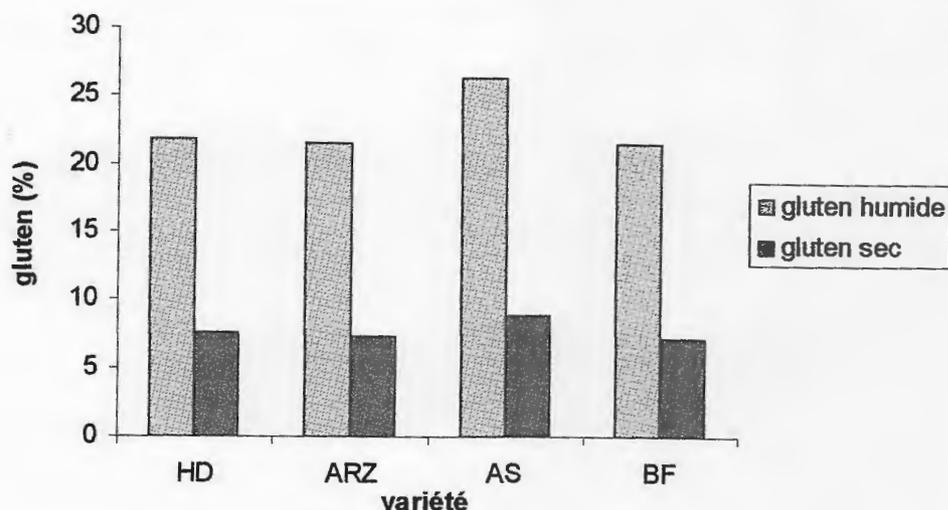


Figure 12 : Le gluten des farines de blé

La teneur élevée du gluten humide de la variété AS par rapport aux autres variétés pourrait être due à une forte absorption d'eau, car plus le gluten est de bonne qualité plus il absorbe d'eau et plus la différence entre le gluten sec et humide sera grande (8 %, 26,41 %).

### III.7.1.2. Gluten sec

D'après le tableau (14) et la figure (12), on constate que les teneurs en gluten sec des variétés BF, ARZ, HD sont légèrement différentes 7,20 %, 7,30 %, 7,52 %.

Ces valeurs sont inférieures à celles-ci trouvées par Calvel (1984) (< 8 %); donc ces farines peuvent être considérées comme pauvres en gluten. Tandis que la farine de la variété AS possède la valeur la plus élevée et qui est de 8,83 %, elle est acceptable par rapport à celles-ci trouvées par le même auteur (8 % à 12%) et sa farine peut être considérée comme riche en gluten et donnera des pâtes élastiques et extensibles.

Selon Grosch (1986), la composition en gluten est un facteur déterminant de la force des pâtes et l'analyse qualitative et quantitative de ces principaux constituants, gliadine et glutenine, est très importante. C'est en 1993 que Finney confirme que la capacité de panification est essentiellement conférée par le gluten. Et selon Cornec et al. (1994) et Curtin et al. (2002) le gluten doit être considéré comme un réseau transitoire dont les propriétés mécaniques dépendent de la densité des zones de jonction entre les éléments qui le composent.

Selon Godon (1983), la teneur en gluten de la farine dépend de la variété de blé, de la moyenne de précipitation durant la saison, de la fertilité du sol et de la zone géographique dans laquelle le blé est cultivé; par ces raisons, peuvent expliquer la différence de la teneur en gluten de la variété AS par rapport aux autres variétés.

D'après Multon (1982), la limite de température permettant de conserver les propriétés rhéologiques du gluten est d'environ 45°C, à partir de 80°C, le gluten perd toutes ses propriétés viscoélastiques.

L'étude statistique a révélée qu'il y a une corrélation positive et hautement significative entre la teneur en gluten humide et celle de gluten sec ( $r = 0,99$ ).

### III.7.1.3. Capacité d'hydratation

La capacité d'hydratation d'un gluten est le rapport de la différence entre la quantité de gluten humide et sec et la quantité de gluten humide.

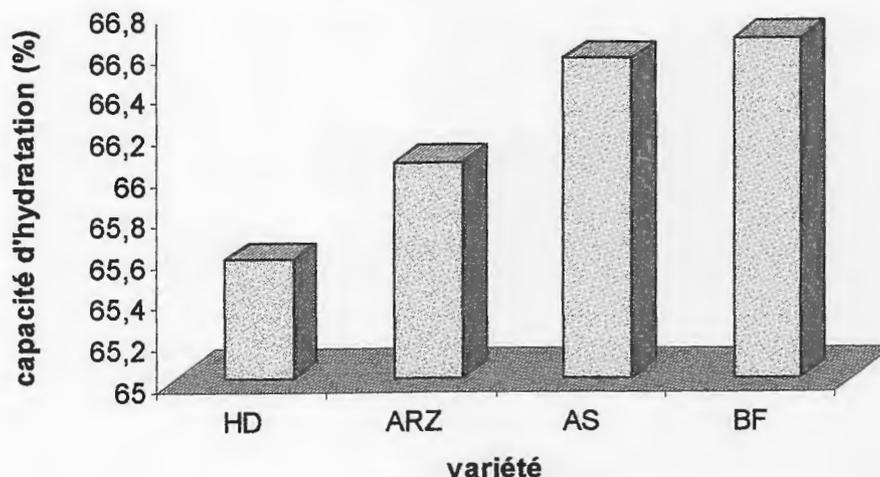


Figure 13: La capacité d'hydratation de gluten

D'après ces résultats, il apparaît que le coefficient d'hydratation de gluten le plus élevé est celui la farine de la variété BF avec 66,66 % suivie de la variété AS 66,56 % ensuite la variété ARZ 66,05 % et enfin la variété HD 65,58 %.

Kiger et Kiger (1967), ont souligné que la capacité d'hydratation d'un gluten normale est d'environ 66 % est peut s'élever jusqu'à 69 %. Ces résultats montrent que toutes les farines ont un gluten dont la capacité d'hydratation est proche de cette valeur sauf la farine de la variété HD, qui a un gluten dont la capacité d'hydratation est légèrement inférieure.

La capacité d'hydratation du gluten intervient dans l'absorption de l'eau lors du pétrissage (Namoune, 1989). Selon Feillet (1976), la farine une fois hydratée devient tenace et élastique grâce à la fraction glutenine et devient peu extensible par l'action des gliadines.

La capacité d'hydratation est en fonction de la qualité du blé, et de l'état de maturation, elle diminue avec l'augmentation du taux d'extraction ou lorsque la farine est vieille.

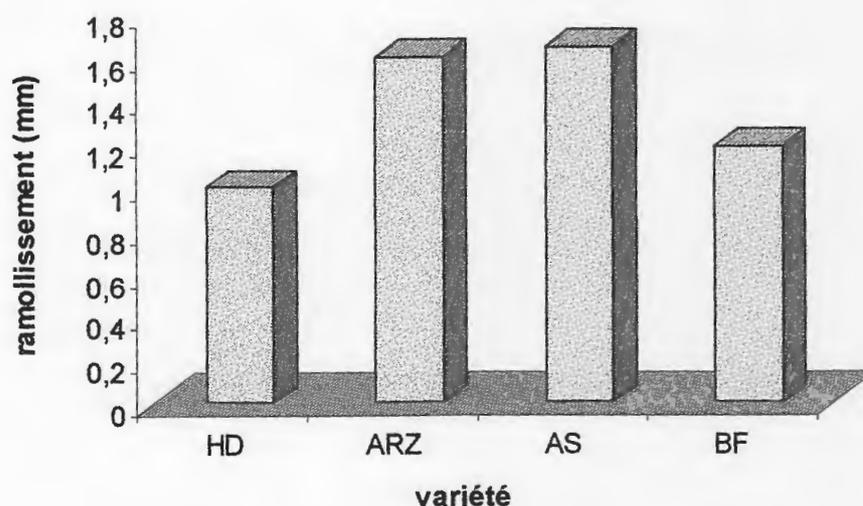
La qualité de gluten est donnée par le tableau suivant :

**Tableau 15 : La qualité de gluten issu de chaque variété**

Variété \ paramètre	ARZ	HD	AS	BF
Facilité d'obtention	Facile	Facile	Facile	Facile
Elasticité	Très élastique	Elastique	Elastique	Elastique
Consistance	Mou	Mou	Mou	Mou
Couleur	Blanc crème	Crème	Crème	Crème

#### III.7.1.4. Ramollissement de gluten

Le ramollissement est l'aptitude de gluten à s'affaisser sous son propre poids après une heure de repos.



**Figure 14: le ramollissement de gluten**

Les résultats du tableau (15) et de la figure (14) montrent que les variétés étudiées présentent des valeurs de ramollissement comprises entre 1mm et 1,65 mm où la valeur la plus élevée est celle de la variété AS qui est de  $1,65 \pm 0,49$ mm et la plus faible est celle de la variété HD  $1 \pm 00$  mm, dans l'intervalle de ces deux variétés on trouve la variété BF avec 1,19 mm et la variété ARZ avec  $1,16 \pm 0,14$ mm.

Selon l'échelle établie par Kranzes *et al.* (1966) cité par Kezih (1998), les glutens des farines des variétés HD, AS, ARZ, BF peuvent être classés dans la catégorie des glutens tenaces, fermés et développement très difficile lors de la fermentation.

### III.7.2. L'indice de chute

Ce test est très utilisé pour l'appréciation de l'activité amylasique, dans le cas du blé tendre et du seigle destiné à la panification.

Les résultats obtenus après l'analyse des quatre variétés de blé étudiées, sont présentés dans la figure (15), ils varient de 200 sec pour le blé importé BF et 507sec pour la variété de blé locale HD, les deux autres variétés ARZ et AS représentent des valeurs intermédiaires 428 sec et 441sec respectivement.

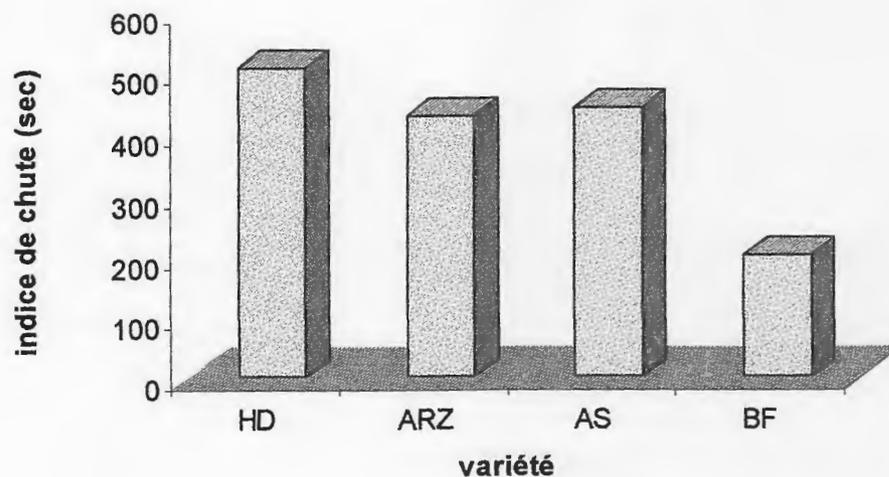


Figure 15 : L'indice de chute

D'après ces résultats, on remarque que les valeurs de l'indice de chute de trois variétés de blé local HD, ARZ et AS sont très élevées. Selon Calvel (1984) et Del frate (2005), les farines ont un temps de chute supérieur à 200 sec sont hypodiastasiques, en revanche les farines ont un temps de chute inférieure à 200 sec sont hyperdiastasiques. Donc nos farines locales sont hypodiastasiques c'est à dire hypoenzymatiques nécessitent une correction qui pourrait être faite par l'addition de malte. Tandis que la farine de blé importé est hyperdiastasiq.

Les  $\alpha$ -amylases sont naturellement présentes dans les grains, mais elles peuvent être en quantité excessive en cas de germination sur pied due à un climat humide lors de la moisson (Anonyme, 2005). C'est une endoenzyme qui hydrolyse au hasard les liaisons  $\alpha(1-4)$  et non pas  $\alpha(1-6)$  de l'amidon intact ou lésé. Contrairement à  $\alpha$ -amylase, la  $\beta$ -amylase hydrolyse l'amidon lorsqu'il endommagé. La teneur des farines en  $\alpha$ -amylases est très variable selon les conditions de production et de récolte (Godon, 1991).

Selon **Boyacioglu et D'apponia, 1994**), l'activité enzymatiques et en fonction de la nature de l'amidon, tandis que **Quaglia (1988)**, l'explique par les conditions pédoclimatiques (température, humidité, saison, le sol...etc).

L'action des amylases dans la pâte est modulée par les paramètres du milieu tel que le degré d'hydratation de la pâte, la température et état d'endommagement de l'amidon. Elle a une grande influence sur la qualité des produits finis cuits, en particulier le pain (volume du pain, aspect de la mie, couleur de la croûte et le dégagement gazeux (**Pomeranz, 1985**).

Ce la nous permet de dire que nos échantillons de farine de blé local, puisque elles ont des activités amylasiques faibles, vont donner des pains peu développés avec une mie peu aérée. En revanche la variété de la farine française va donner un pain développé avec une mie aérée en raison de sa forte activité amylasique.

### III.7.3. Les caractéristiques alvéographiques des différentes farines

L'alvéographe de Chopin permet de mesurer d'une manière continue la déformation d'une lamelle de pâte provoquée par la pression d'air insufflée à la base de celle-ci jusqu'à sa rupture (**Mauze et al., 1972**).

Le tableau suivant regroupe les résultats des caractéristiques alvéographiques des différentes farines.

**Tableau 16: Les caractéristiques alvéographiques des farines:**

Variété paramètre	HD	ARZ	AS	BF
W (10 <sup>-4</sup> joules)	231,84	227,31	288,41	154,60
G (cm <sup>3</sup> )	15,7	15,12	17,54	19,48
P (mm)	125,51	118,25	127,16	67,10
L (mm)	50	47	62	77,12
P/L	2,5	2,51	2,05	0,87

- Le travail de déformation (W)

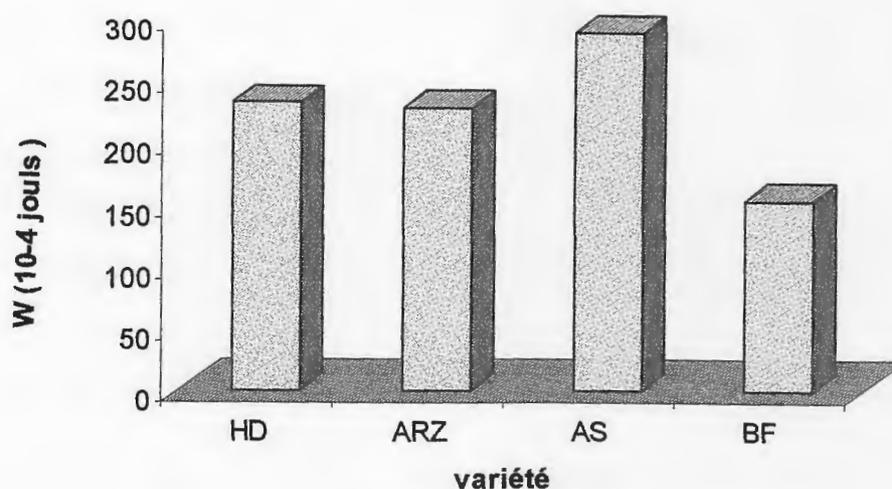


Figure 16 : Le travail de déformation (W)

D'après le tableau (16) et la figure (16); le travail de déformation (W) de la farine de blé importé (BF) est de  $154,60 \times 10^{-4}$  joules, il est situé dans la gamme  $130 - 160 \times 10^{-4}$  joules trouvée par Mauze *et al.* (1972), elle est donc une farine de bonne force boulangère, tandis que les valeurs de travail de déformation des variétés locales (AS, HD, ARZ) sont  $288,41 \times 10^{-4}$  joules,  $231,84 \times 10^{-4}$  joules et  $227,31 \times 10^{-4}$  joules respectivement. Cela est probablement dû à la qualité du gluten (élasticité) de nos farines locales

Selon Godon et Loisel (1997), plusieurs facteurs biochimiques et génétiques sont impliqués dans l'augmentation de W. En effet, Branlard et Loisel (1997) ont associé l'augmentation de la force boulangère à celle de la teneur en protéines et gluten, et en particulier à celle de la quantité des gluténines de haut poids moléculaire. Cependant, Metakovsky *et al.* (1996) ont rapporté que certains allèles de gliadines en association avec certaines sous unités gluténines de faible poids moléculaire sont fortement corrélés positivement avec les valeurs de W. L'étude statistique a révélée qu'il y a une corrélation positive et significative entre les valeurs de W et celles de gluten humide ( $r = 0,78$ ) et sec ( $r = 0,84$ ). Aussi, il est bien établi que la teneur en protéines dépend principalement des facteurs variétaux et environnementaux (Feillet, 1988) et que les protéines sont corrélées positivement avec les valeurs de W, par conséquent, la variabilité de W est en fonction de la variété du blé et notamment de la récolte qui diffère d'une année à une autre (Dubois, 1994, Bartolucci et Launay (1997). C'est pour cette raison qu'en remarque une différence du travail de déformation d'une farine à une autre.

Selon Branlard *et al.* (1997), la granulométrie de la farine qui est en relation avec la texture (dureté de l'albumen) en particulier les proportions élevées en amidon endommagé et pentosanes (très hydrophiles) peuvent affecter les valeurs alvéographiques W et P. En effet, Bartolucci et Launay (1997) a expliqué l'influence de ces facteurs par la réalisation de l'essai à l'alvéographe à hydratation constante qui a pour conséquence, lorsque la teneur en amidon endommagé augmente, de révéler une pâte plus visqueuse, plus tenace et moins extensible.

Cependant, Godon et Loisel (1997) ont rapporté que l'essai à l'alvéographe Chopin doit tenir compte de l'hydratation des pâtes pour avoir des résultats fiables.

Pomeranz (1983) a révélé que l'addition des lipides engendre l'augmentation de W, ceci peut s'expliquer par les interactions entre les lipides et les protéines qui se trouvent accentués lors du pétrissage. D'après Dacosta (1986), les interactions lipides protéines régissent les propriétés de la pâte et augmentent sa force boulangère. Selon le même auteur, le complexe gluco-lipidiques est également impliqué dans l'agrégation des unités protéiques de faible poids moléculaire avec celle de haut poids moléculaire qui a pour conséquence l'augmentation de W.

- Le gonflement (G)

L'indice de gonflement qui représente l'extensibilité des pâtes est une expression de la capacité d'extension qui permet d'apprécier l'aptitude de réseau du gluten à retenir le gaz (Kittissou, 1995). C'est un critère important de la qualité des blés et des farines (Colas, 1991).

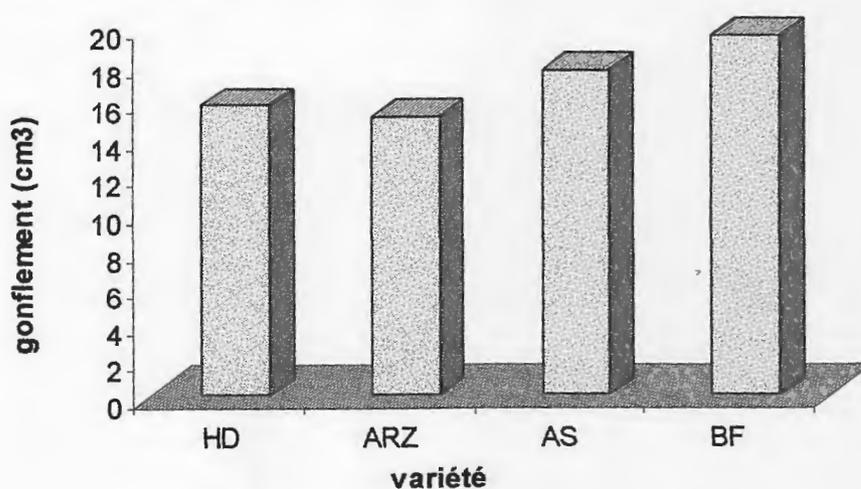


Figure 17 : L'indice de gonflement (G)

Les résultats illustrés dans le tableau (16) et la figure (17) montrent que les valeurs de l'indice de gonflement sont comprises entre 12,0 cm<sup>3</sup> et 19,18 cm<sup>3</sup> où la farine française représente la valeur la plus élevée, tandis que l'ARZ a la valeur la moins élevée, à l'intérieur de cet intervalle on trouve les valeurs de la variété AS avec 17,54 cm<sup>3</sup> et HD avec 15,7 cm<sup>3</sup>.

Ces résultats sont inférieurs aux résultats trouvés par Mauze et al. (1972), qui ont rapporté que l'indice de gonflement (G) doit être compris entre 21 et 24 cm<sup>3</sup>.

D'après Feillet (1988), les farines de blé tendre sont plus élastiques et extensibles en raison de leur gluten qui renferme plus de gluténines de faible et de haut poids moléculaire. En effet, les gliadines participent à l'extensibilité et au gonflement de la pâte en favorisant les glissements des molécules des gluténines les unes sur les autres (Dacosta, 1986).

Ewart (1990) a expliqué les différences entre les propriétés viscoélastiques de la pâte par l'aptitude des sous-unités gluténines à s'associer entre elles. En effet, la polymérisation de ces sous-unités s'effectue grâce aux ponts dissulfures S-S, des liaisons non covalentes hydrophobes et hydrogènes. Selon le même auteur, cette association entre ces polymères peptidiques est due à la composition en acides aminés, qui lorsqu'ils sont

non polaires, engendrent des liaisons hydrophobes et lorsqu'ils sont acides ou basiques provoquent la dissolution des gluténines.

D'après Kasadra (1989), le nombre de résidus cystéine disponible sur les sous-unités de gluténines (FPM), ainsi que leurs localisations, conditionnent l'allongement des chaînes et leurs arrêts.

Selon Ewart (1990), les sous-unités de faibles poids moléculaires (FPM) sont plus riches en cystéine et en acides aminés non polaires par rapport aux sous-unités de hauts poids moléculaires (HPM). Toute fois, l'extensibilité qui est un glissement des molécules les unes sur les autres, est favorisée par les gluténines (Popineau, 1985).

A partir de cela, on remarque que le gonflement est directement influencé par la quantité, la composition et la qualité du gluten et d'après les résultats de la qualité du gluten, (fermeté, élasticité et consistance) on peut expliquer les faibles valeurs de gonflement des farines de blé tendre étudiées. On trouve que le gonflement et G et la ténacité P sont corrélés significativement mais négativement (- 0,78).

- La ténacité (P)

Le (P) de l'alvéogramme connu sous le nom de pression est directement en relation avec la ténacité et la fermeté de la pâte (Doumandji et al., 2003).

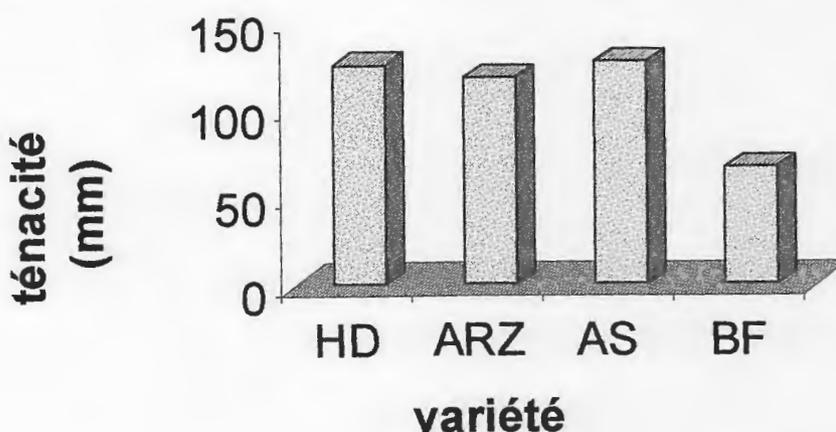


Figure 18 : La ténacité (P)

Du tableau (16) et du la figure (18), on constate que la résistance maximum de la pâte à la déformation, qu'est associée à la ténacité, est élevée pour les farines locale (HD = 125,51mm, ARZ = 118,25mm, AS = 127,16mm) et apparaît moins élevée chez la farine BF (67,10 mm).

D'après Kittissou (1995), les valeurs de P dépend d'une part de la viscosité et d'autre part de la résistance élastique des pâtes qu'est, elle-même, liées à la quantité et à la qualité des protéines et à la capacité de fixation des différents constituants (amidon, amidon endommagé, pentosanes...etc).

Selon Pylar (1988) et Belitz et Grosch (1987), la ténacité est en fonction de la nature du blé. En effet, la vitrosité et l'amidon influent considérablement sur la ténacité.

Cependant, les farines qui sont issues de blé de structure vitreuse renferment probablement des teneurs élevées en amidon endommagé, à cause de son endommagement au cours de la mouture (Holm, 1985). Il faut noter que la mesure des alvéogramme, entre autre la ténacité qui a été faite sous une condition d'humidité constante, contribuerait à ce qu'une farine riche en amidon endommagé absorberait plus d'eau. Il en ressort que plus la teneur en amidon endommagé est élevée, plus la ténacité est élevée, cette augmentation en P peut être expliquée également par la pureté des farines. C'est le cas de nos farines des variétés locales qui sont plus pures que la farine de blé importé.

Renard *et al.* (1998) ont rapporté que certains paramètres tels la dureté, la granulométrie des particules, la teneur en amidon endommagé et en pentosanes, affectent considérablement les indices alvéographiques (P, G, W). En effet, Dexter *et al.* (1994), ont trouvé qu'au fur et à mesure que la granulométrie augmente, la ténacité devient plus élevée, ceci est en relation avec la nature du blé vitreux (tendre) et avec les processus de mouture. Cependant, les mêmes auteurs ont rapporté que les farines ayant subi un passage dans des cylindres cannelés, montrent plus de ténacité que celles ayant subi un passage dans des appareils à cylindres lisses.

Selon Renard et Thery (1998), l'endommagement de l'amidon, la richesse en particules de son et la granulométrie élevée sont en relation avec l'absorption d'eau. Toute fois, les farines qui présentent ces facteurs s'hydrateront lentement et la qualité d'eau libre dans ces farines serait moins importante.

- **Le rapport de configuration (P/L)**

C'est le rapport de configuration de la courbe alvéographique qui traduit l'équilibre de la farine (Colas, 1991).

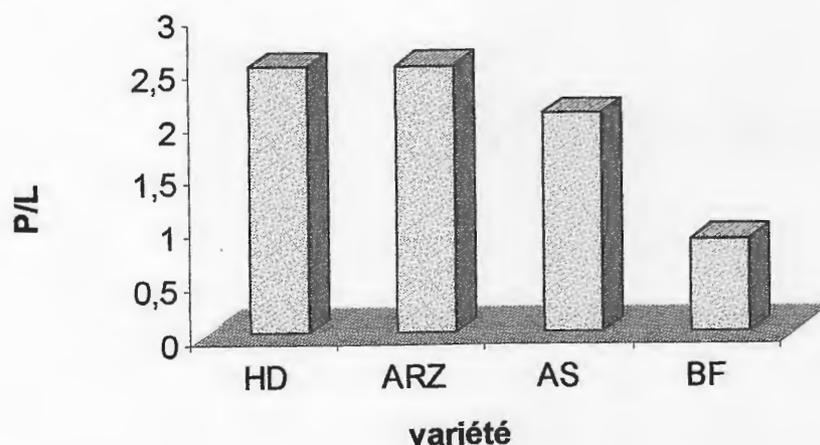


Figure 19: Le rapport de configuration (P/L)

Les valeurs du rapport P/L des farines locales sont à peu près les mêmes, elles sont 2,05, 2,50, 2,51 pour AS, HD et l'ARZ respectivement (figure 19). Ces valeurs sont hautement supérieures aux valeurs trouvées par Mauze *et al.* (1972) pour une farine panifiable (P/L est comprise entre 0,45 et 0,55) et celle fixée par la boulangerie

Algérienne qui exige des farines possèdent un P/L entre 0,45 et 0,65. D'autre part la valeur de P/L de la farine de BF est égale à 0,87, elle est supérieure aux normes citées ci-dessus.

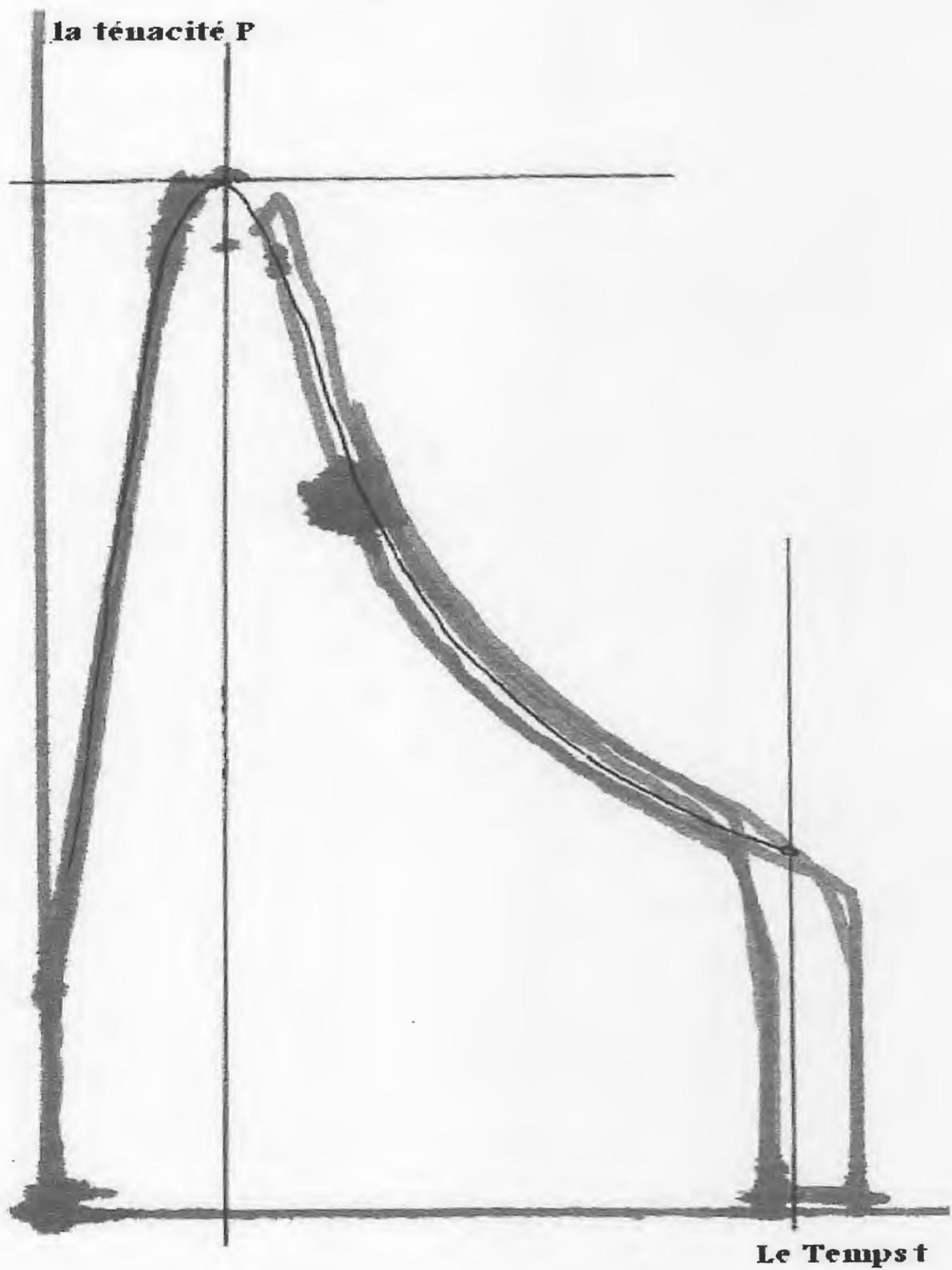
Le rapport de configuration P/L donne une indication de l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité de la pâte (**Bar, 1995**). Ceci permet de préjuger la ténacité et l'extensibilité d'une farine.

Plus le rapport P/L est élevée (courbe plus haute que langue), plus la farine sera tenace. Par contre, si ce rapport est plus faible (courbe plus langue que haute), la farine sera extensible. Le W quant à lui, peut être identique dans ces deux cas (**Del frate, 2005**).

D'après **Renard et Thery (1998)**, c'est les gluténines de haut poids moléculaire et les gliadines qui sont responsables de la variabilité des paramètres alvéographiques. Cependant, les sous-unités gluténines de haut poids moléculaire sont corrélées davantage à l'extensibilité que les gliadines.

Selon le même auteur, la variation des indices alvéographiques peut être d'ordre génétique. En effet, il a été établi que la dureté, la granulométrie des particule et la teneur en pentosanes influent considérablement sur la ténacité et l'extensibilité (**Dexter et al., 1994**). Toute fois, il faut souligner que le procédé de mouture est un des facteurs qui affecte les valeurs de Pet de P/L et G.

Il est demandé alors aux meuniers de faire des réglages plus appropriés des appareils de mouture qui permettront d'obtenir des farines équilibrées en rapport de configuration.



**Figure 20: l'alvéogramme Chopin de la variétés AS**

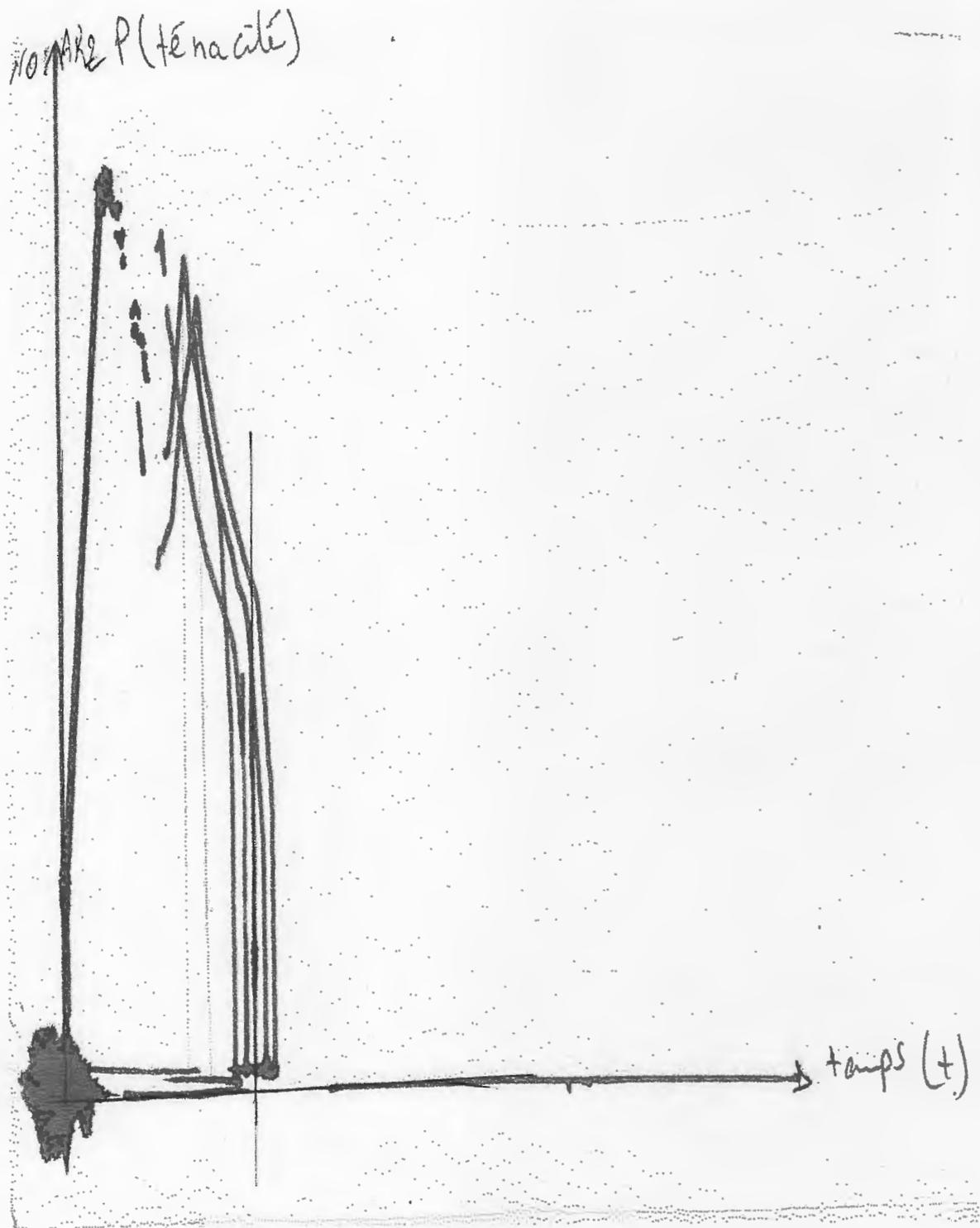


Figure 21: l'alvéogramme Chopin de la variétés ARZ

NO: HD

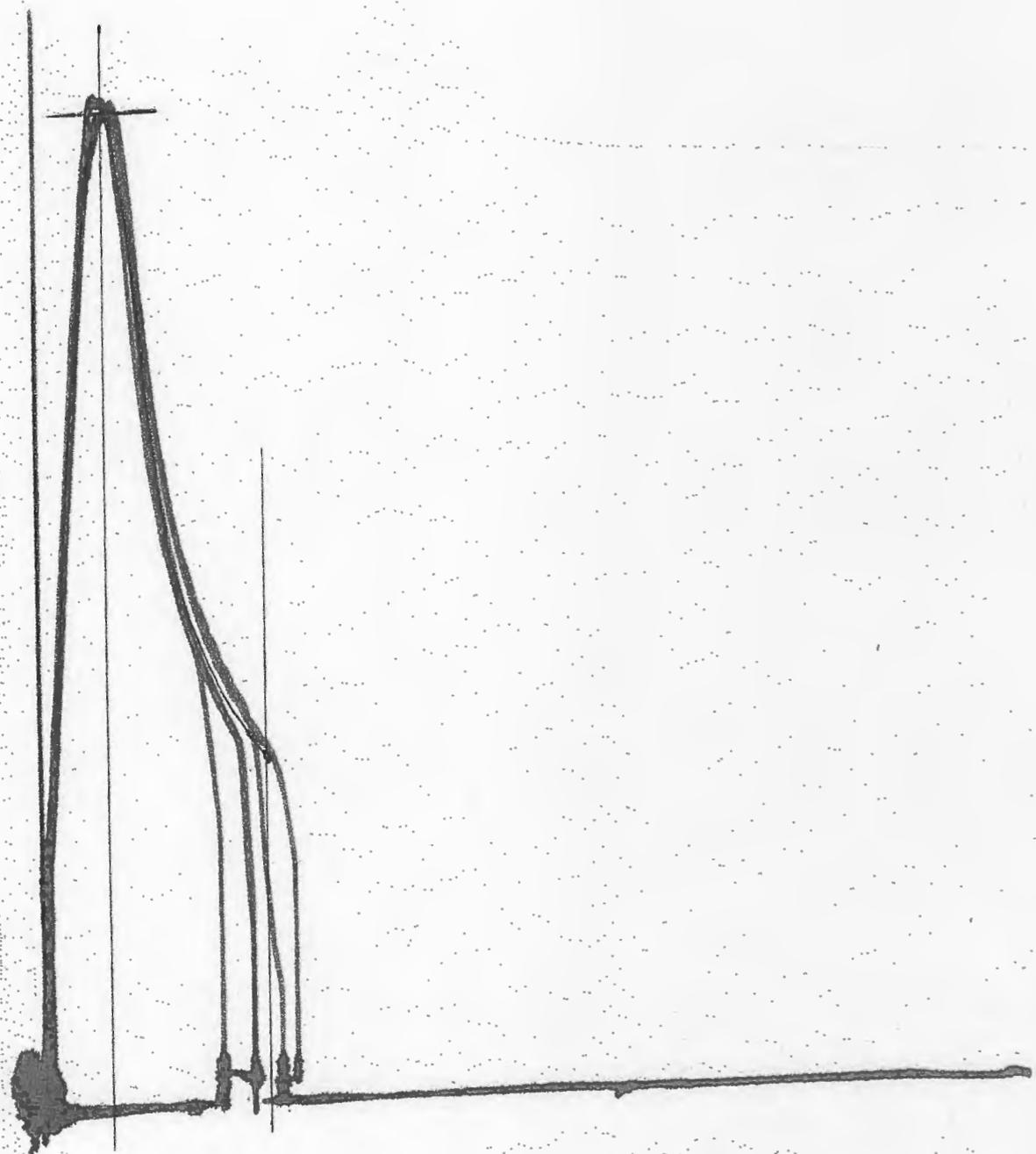


Figure 22: l'alvéogramme Chopin de la variétés HD

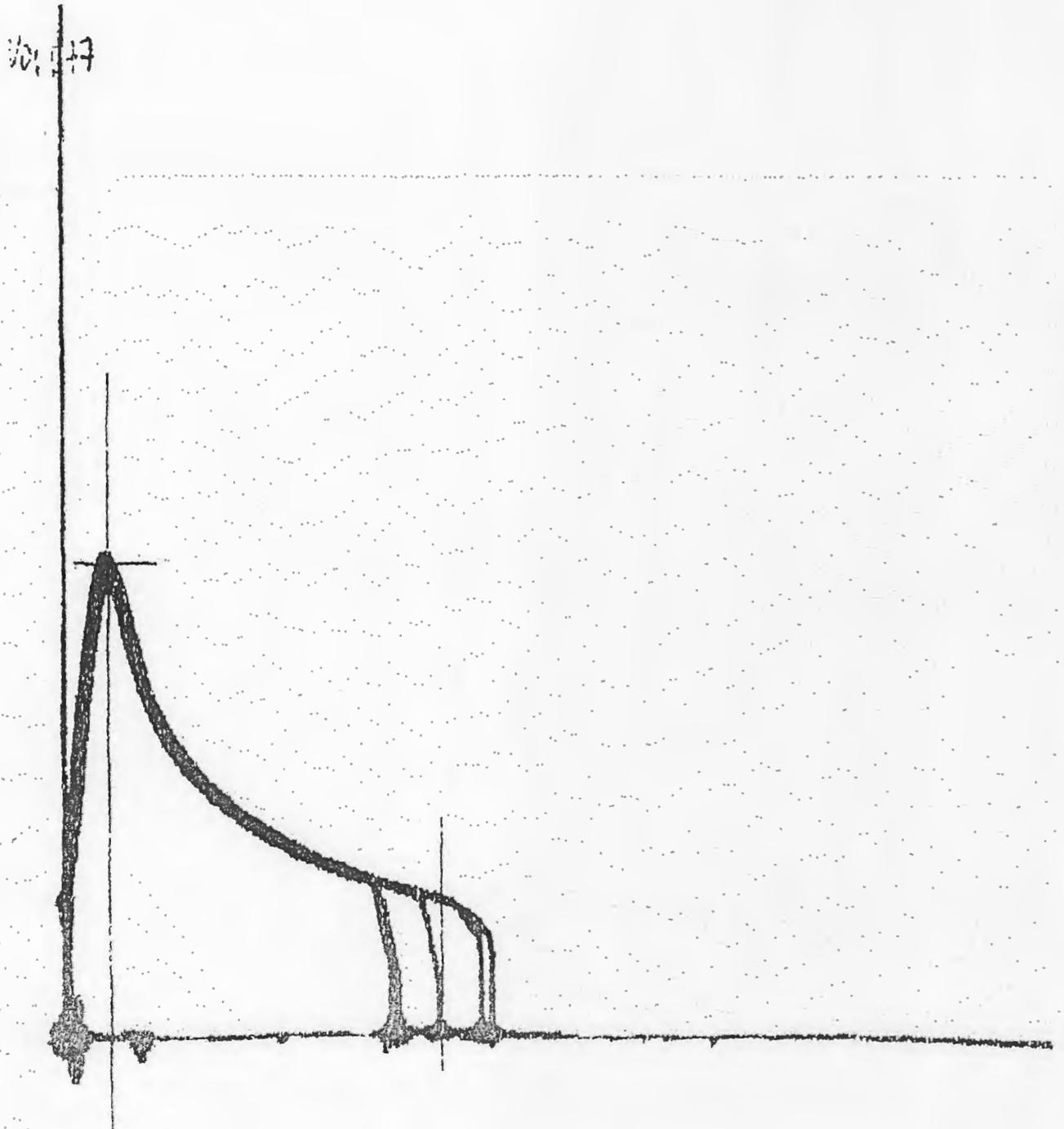


Figure 23: l'alvéogramme Chopin de la variétés BF

### III.8. Le test de panification

#### III.8.1. L'appréciation de la qualité des pâtes

Le tableau suivant résume les taux d'absorption d'eau par différentes farines au cours de pétrissage

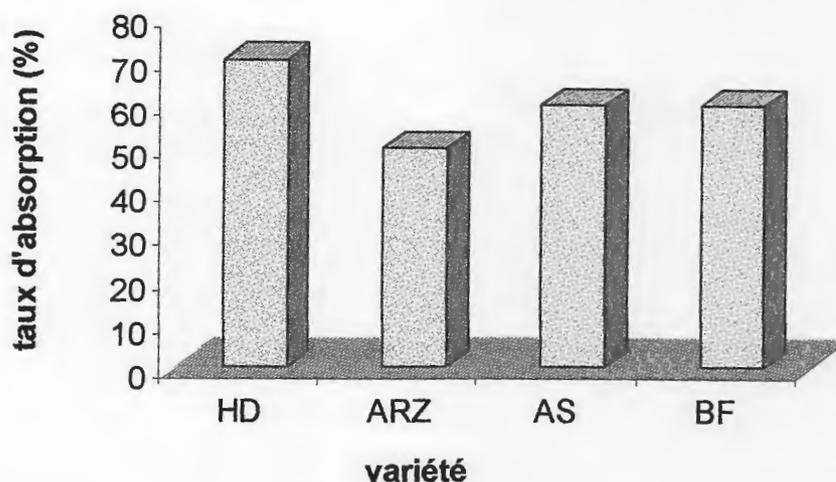


Figure 24 : Le taux d'absorption des différentes farines

D'après la figure (24), on constate que le taux d'absorption est différent d'une variété à une autre, il est de 50% (pour ARZ), 60 % (pour AS et BF) et 70 % (pour HD).

Selon **Mauze et al. (1972)**, les farines d'excellente capacité d'hydratation ont un taux d'absorption entre 60 % et 61 %.

A la lumière de ces résultats, on trouve que la farine de la variété ARZ a un taux d'absorption inférieur à celui trouvé par **Mauze et al. (1972)**. Alors que celui de la variété HD est supérieur, tandis que les farines des variétés AS et BF présentent des taux d'absorption dans l'intervalle 60-61%, ce qui nous permet de les considérer comme des pâtes d'excellente capacité d'hydratation.

La différence dans la capacité d'hydratation peut être due à la nature de blé et sa composition en certains constituants très hydrophiles. Ce-ci est confirmé par **Belitz et Grosch (1987)** qui ont révélé que les pentosanes sont capables d'absorber 15 à 20 fois leur poids en eau.

**Pomeranz (1983)**, a rapporté que la teneur en amidon endommagé influence directement la capacité d'hydratation ; les farines renferment des teneurs élevées en amidon endommagé absorbent plus d'eau ; l'amidon endommagé est d'une capacité d'absorption égale deux fois son poids.

Une lecture de tableau (17), nous permet de dire que nos pâtes des échantillons représentent des couleurs blanches (HD, ARZ), cela est le résultat de leurs faibles taux d'extraction, ainsi de la pureté de ses farines, alors que la couleur des pâtes des variétés AS et BF et moins blanche (crème, brune) malgré que ses taux d'extraction ne sont pas trop élevés. Ce-ci est peut être expliqué par la nature de la variété elle-même.

Nos pâtes sont sèches et lisses cela est le résultat de bonne rétention d'eau par leurs constituants (gluten, amidon, pentosanes). Les Pâtes des variétés locales (HD, ARZ, et AS) sont peu grasses donc, probablement leur teneur en lipides est faible au contraire à la pâte de la variété BF qui est peu grasse.

Les propriétés rhéologiques de nos pâtes issues des variétés étudiées sont légèrement différentes. Cette différence s'expliquerait par la qualité de leurs protéines (gluten), ce ceci a été confirmé par des différentes analyses effectuées (alveographe Chopin, dosage et qualité de gluten, ce dernier est ferme c'est pour ça il donne des pâtes qui ne relâches pas au cours de fermentation. Cela est déjà rapporté par **Feillet (1988)** et **Hosney et al. (1983)**.

Selon **Calvel (1980)**, un bon gluten doit donner des pâtes sèches non collantes, une pâte souple et élastique après pétrissage, suffisamment imperméable lors de la fermentation et ferme, elles doivent être extensibles et élastiques.

Il ressort d'après le tableau 18 que la valeur boulangère de notre farine de blé tendre (HD, ARZ, et AS) n'est pas bien puisque les pâtes sont élastiques et peu extensibles.

**Tableau 17 : Caractéristiques des pâtes issues des échantillons de farine de blé tendre.**

<b>Caractère variété</b>	<b>Couleur</b>	<b>Sèche</b>	<b>Grasse</b>	<b>Volumineuse</b>	<b>Tenace</b>	<b>Fermeté</b>	<b>Elasticité</b>	<b>Extensibilité</b>
<b>HD</b>	très blanche	Sèche et lisse	peu	peu	peu	Relâche pas	élastique	peu
<b>ARZ</b>	blanche	Sèche et lisse	peu	Volumineuse	peu	Relâche pas	élastique	peu
<b>AS</b>	crème	Sèche et lisse	peu	peu	peu	relâche pas	élastique	peu
<b>BF</b>	Brune	Sèche et lisse	grasse	Volumineuse	peu	Relâche pas	élastique	peu

## II.8.2. L'appréciation de la qualité des pains

Les pains issus des farines de blé tendre local présentent des volumes et des développements moyens et légèrement différents. Ces résultats peuvent être expliqués par la composition chimique de la farine en particulier par la nature de gluten (son élasticité, et sa capacité de rétention de CO<sub>2</sub>). Le pain de la farine de blé importé représente un volume plus développé.

**Grandvoinet et al. (1994)**, ont montré que les farines riches en pentosanes insolubles, donnent généralement des pains de volume réduit, tandis que les pentosanes solubles font augmenter ce dernier.

Nos résultats sont confirmés par l'indice de chute, une activité amylasique faible donne un pain moins développé.

**Lasztity et Orsi (1992)**, ont évoqué l'importance des lipides dans la formation du complexe lipides-protéines, lequel permet une expansion de la pâte est une bonne rétention du gaz carbonique, nos farines de blé tendre local renferment probablement peu de lipides polaires susceptibles d'augmenter le volume des pains.

D'après le tableau (18). Les pains issus de nos farines montrent une section ronde (HD, ARZ. et BF), le pain de la farine de la variété AS présente une section normale. Les coups de lames sont réguliers et peu jetés pour HD et ARZ et bien jetés pour (BF et AS) Ces pains présentent ainsi une croûte fine.

Du tableau (19) on constate que la mie des pains issus de nos farines est élastique (sauf celle de la variété AS qui est peu élastique), adhérente à la croûte, caractérisée par des alvéoles régulières (sauf AS), aérée (BF) ou peu aérée (HD, AS et ARZ). La faible aération de la mie est probablement le résultat d'une mauvaise production de CO<sub>2</sub> qui s'échappe du gluten ou de la faible activité enzymatique.

Selon **Rémésy et Leenhardt (2007)**, quatre facteurs principales peuvent influencer la valeur nutritionnelle et organoleptique du pain; la dévalorisation du blé (mauvaise sélection des variétés), la production de la farine (conduite de mouture), l'accélération de la panification et l'usage excessif de sel.

Le test de dégustation des pains montre qu'ils ont une bonne odeur, et un goût agréables.

Pour **Bushuk (1985)**, un bon pain doit être d'un grand volume, de belle forme de croûte, de couleur et de texture agréables, de mie de bonne couleur à texture lisse bien alvéolée, non uniforme. De même **Clavel (1980)**, caractérise le bon pain par son développement, sa légèreté, sa croûte bien lisse, dorée qui adhère à la mie, aux coups de lames jetés et réguliers, ainsi que par sa saveur et son odeur agréable.

D'après ces recommandations, nos résultats et de point de vue technologique, nous pouvons prédire que nos pains issus des farines locales (HD ARZ et AS) sont de mauvaise qualité, alors que celui de la variété BF est d'une qualité médiocre.



**Photo 06 : Le pain de la variété AS**



**Photo 07 : Le pain de la variété BF**



**Photo 08 : Le pain de la variété ARZ**



**Photo 09 : Le pain de la variété HD**

**Tableau 18: résultats de l'analyse sensorielle des pains (l'aspect de la croûte).**

paramètre variété	section			coups de lames		finesse de la croûte	croustillante
	aplatie	normale	ronde	réguliers	jetés		
<b>HD</b>			X	réguliers	peu jetés	fine	oui
<b>ARZ</b>			X	réguliers	peu jetés	fine	oui
<b>AS</b>		X		réguliers	bien jetés	fine	oui
<b>BF</b>			X	réguliers	bien jetés	fine	oui

**Tableau 19 : résultats des analyses sensorielles des pains (l'aspect de la mie)**

Echantillons de pain	Texture d'alvéoles			Elasticité de la mie	Adhérence de la mie
	Aération	Régularité	Forme		
<b>HD</b>	peu aéré	régulières	peu serrée	élastique	adhérente
<b>ARZ</b>	peu aéré	régulières	peu serrée	élastique	adhérente
<b>AS</b>	peu aéré	irrégulières	serrée	peu élastique	adhérente
<b>BF</b>	aéré	régulières	non serrée	élastique	adhérente

Tableau 20: l'appréciation de la coloration du pain

	coloration					
	Croûte supérieur			Mie		
	jaune	Normale	Rouge	Jaune	Crème	Blanche
<b>HD</b>			<b>X</b>			<b>X</b>
<b>ARZ</b>		<b>X</b>		<b>X</b>		
<b>AS</b>	<b>X</b>				<b>X</b>	
<b>BF</b>	<b>X</b>				<b>X</b>	

# Conclusion

## Conclusion

Le travail que nous avons entrepris vise à étudier quelques caractéristiques physicochimiques et technologiques de quatre variétés de blé tendre, trois sont locales (HD, ARZ, AS) et l'une est importée (BF), et à évaluer la valeur boulangère de ces blés par le test de panification.

Les résultats des analyses physicochimiques montrent que les taux d'impuretés de toutes les variétés sont acceptables et peuvent donner des bons rendements en farine.

Les valeurs de poids spécifique montrent que les blés des variétés locales (HD, ARZ, AS) sont des blés de première qualité alors que le blé BF est un blé de troisième qualité aussi on trouve que tous les blés sont des grains moyens et ils sont humides.

Donc d'une façon générale, on peut dire que nos blés sont des grains propres, sains, apte technologiquement et peuvent être conservés sans risque d'altération.

On trouve aussi que toutes les variétés présentent des taux d'extraction inférieures à la norme et les farines obtenues sont des farines supérieures, légèrement piquées du fait de leur faible granulation et présentant des humidités conformes à la norme.

Concernant le taux de cendres, on remarque que les farines des variétés ARZ et BF présentent des teneurs en matière minérale dans la norme, en revanche celles des variétés HD et AS ont des valeurs inférieures à la norme. De même pour l'acidité grasse, toutes les farines ont une acidité conforme à la norme sauf la farine de blé importé (BF) qui a une acidité supérieure. Cette dernière est aussi hyperenzymatique contrairement aux farines des variétés locales qui sont hypoenzymatiques et nécessitent une correction par l'addition de malte.

Les résultats des caractéristiques technologiques de gluten montrent que toutes les farines ont des teneurs inférieurs à la norme et elles peuvent être classées comme pauvres en gluten (sauf la variété AS).

Du point de vue qualitatif, le test de ramollissement nous indique que le gluten de nos farines est un gluten fermé, tenace et très difficile lors de la fermentation, mais l'analyse alvéographique montre qu'il est déséquilibré.

Les caractéristiques alvéographiques (travail de déformation W et gonflement G) nous permettent de classer les variétés de blé tendre local (HD, AS, ARZ) dans la catégorie des blés de force, tandis que le blé français dans la catégorie des blés panifiables.

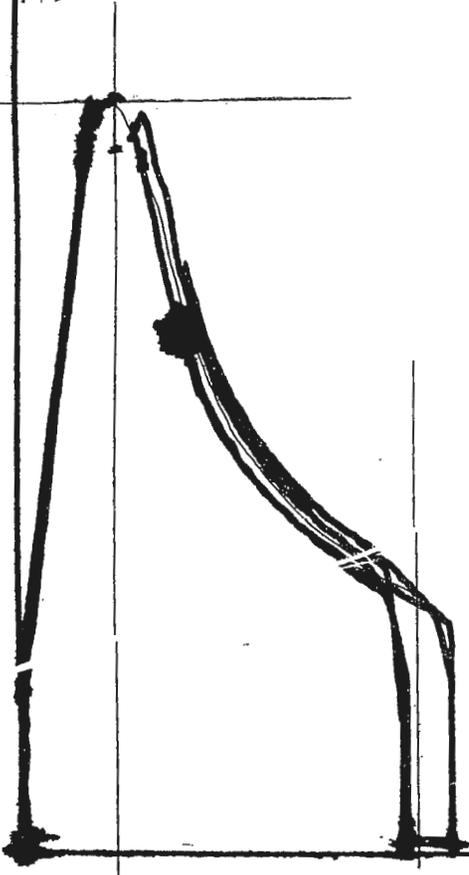
Le test de panification nous permet de distinguer deux types de farine ; une farine d'une force boulangère médiocre qui est la farine de blé importé, une autre d'une mauvaise qualité boulangère qui sont celles des variétés locales..

En fin pour mieux valoriser ces blés, il est recommandé de faire des analyses chromatographiques pour connaître le rapport entre les protéines du gluten (gliadines et gluténines), de faire les dosages de lipides, de l'amidon totale et de l'amidon endommagé. En plus de faire des coupages entre ces farines de blé local et celle de blé importé jusqu'à l'obtention d'une farine de haute valeur boulangère que l'on peut utilisée en panification.

# Références bibliographiques

# Annexes

AD A'S



LABO CENTRAL

" ALVÉOGRAPHE "

APPAREIL D'ESSAI DES PATES

Date 03/05/09

Objet \_\_\_\_\_

Humidité 13,1 % (Eau cc)

Laboratoire - Température 20 °C Humidité relative 72 %

$$W = 6,54 \times S = \boxed{28,41} \times 10^{-4} \text{ Joules}$$

Le coefficient 6,54 est valable pour :

- 1° Une durée de rotation du tambour De 55 secondes de butée à butée
- 2° Une durée de passage de l'eau dans L'allonge de 23 secondes de 0 à G = 25

$$S \text{ I en cm}^2 = \boxed{E15} \times \boxed{R92} = \boxed{13,8}$$

$$P = \boxed{MN} \times 1,1 = \boxed{\phantom{000}} \text{ W/m}$$

- ~~17,0~~
- ~~17,1~~
- ~~17,2~~
- ~~18,2~~
- ~~18,2~~

$$P = \boxed{H1856} \times 1,1 = \boxed{2041,6} \text{ W/m}$$

127,16

$$S \text{ II en cm}^2 = \text{_____}$$

- 17,0
  - 17,1
  - 17,2
  - 18,2
  - 18,2
- L =  $\boxed{0,162}$  W/m
- P  $\boxed{127,16}$  =  $\boxed{1,87}$
- L  $\boxed{1,62}$  =  $\boxed{2,05}$

$$G = \boxed{1851}$$

$$S \text{ III en cm}^2 = \boxed{Z1071} \times \boxed{Z140} = \boxed{218}$$

$$S \text{ en cm}^2 = \boxed{44,1}$$

1	10,3
2	7,1
3	5,5
4	4,6
5	
6	
7	
8	
9	
10	
11	
12	
13	
14	
15	
16	
17	
18	

10: AD

LABO CENTRAL

" ALVÉOGRAPHE "

APPAREIL D'ESSAI DES PATES

Date 03/05/09

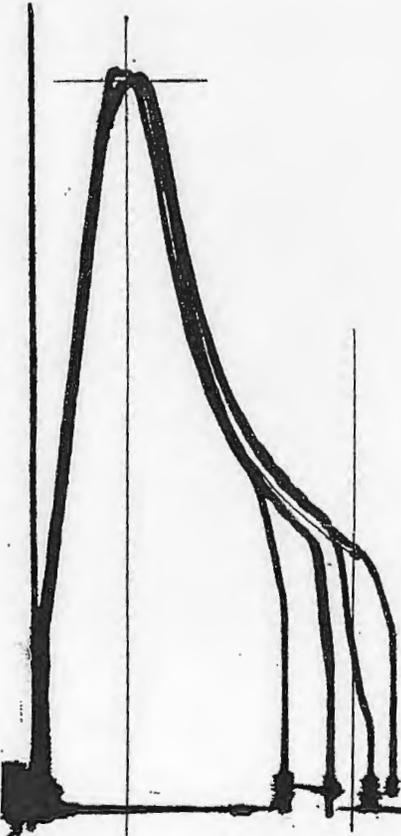
Objet

Humidité 13,6% (Eau cc)

Laboratoire - Température 20°C Humidité relative 72%

W = 6,54 x S = 2318 x 10^-4 Joules

- Le coefficient 6,54 est valable pour :
1° Une durée de rotation du tambour De 55 secondes de butée à butée
2° Une durée de passage de l'eau dans L'allonge de 23 secondes de G à G = 25



s I en cm² = E 1,5 x R 8,3 = 12,45

P = MN x 1.1 =

Handwritten values: 115, 114, 114, 113, 113

P = 113 x 1.1 = 124,3

Table with 18 rows and 2 columns. Row 1: 10, n; Row 2: 6, n; Row 3: 4, 8; Row 4: empty; Row 5: empty; Row 6: empty; Row 7: empty; Row 8: empty; Row 9: empty; Row 10: empty; Row 11: empty; Row 12: empty; Row 13: empty; Row 14: empty; Row 15: empty; Row 16: empty; Row 17: empty; Row 18: empty.

s II en cm² =

Handwritten values: 15,0, 15,1

L = 0,50 M/m

Handwritten values: 16,1, 16,6

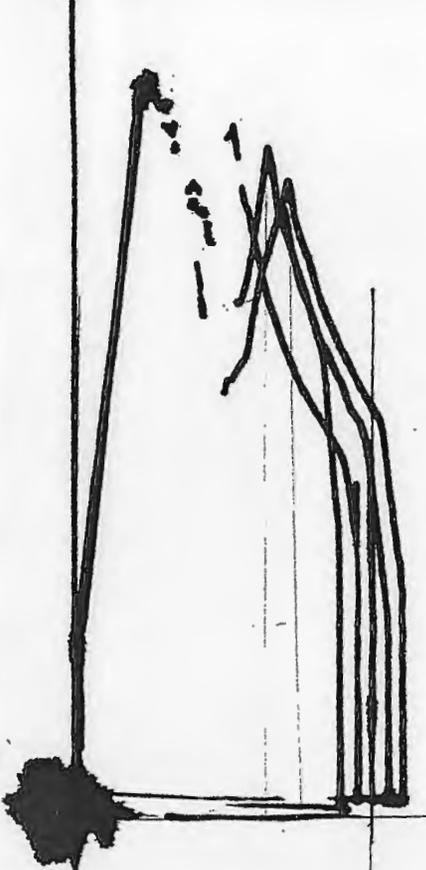
P/L = 95

G = 15,7

s III en cm² = 215,5 x 24,0 = 5172

S en cm² = 3545

NO 102 P (ténacité)



LABO CENTRAL

"ALVÉOGRAPHE"

APPAREIL D'ESSAI DES PATES

Date 03/05/09

Objet

Ble de force

Humidité 12,6% (Eau cc)

Laboratoire - Température 20°C Humidité relative 70%

$W = 6,54 \times S = \square \times 10^{-4}$  Joules

- Le coefficient 6,54 est valable pour :
- 1° Une durée de rotation du tambour De 55 secondes de butée à butée
- 2° Une durée de passage de l'eau dans L'allonge de 23 secondes de 0 à G = 25

S I en cm<sup>2</sup> = E  x R  =

P = MN  x 1.1 =  (g/m)

<input type="text"/>	1
<input type="text"/>	2
<input type="text"/>	3
<input type="text"/>	4
<input type="text"/>	5
<input type="text"/>	6
<input type="text"/>	7
<input type="text"/>	8
<input type="text"/>	9
<input type="text"/>	10
<input type="text"/>	11
<input type="text"/>	12
<input type="text"/>	13
<input type="text"/>	14
<input type="text"/>	15
<input type="text"/>	16
<input type="text"/>	17
<input type="text"/>	18

P = H 102 x 1.1 =  M/m

S II en cm<sup>2</sup> =

L =  M/m

P  L 47 =

G =

S III en cm<sup>2</sup> = ZN  x ZF  =

S en cm<sup>2</sup> =

Vo: 077

LABO CENTRAL

ALVÉOGRAPHE

APPAREIL D'ESSAI DES PATES

Date \_\_\_\_\_

Objet \_\_\_\_\_

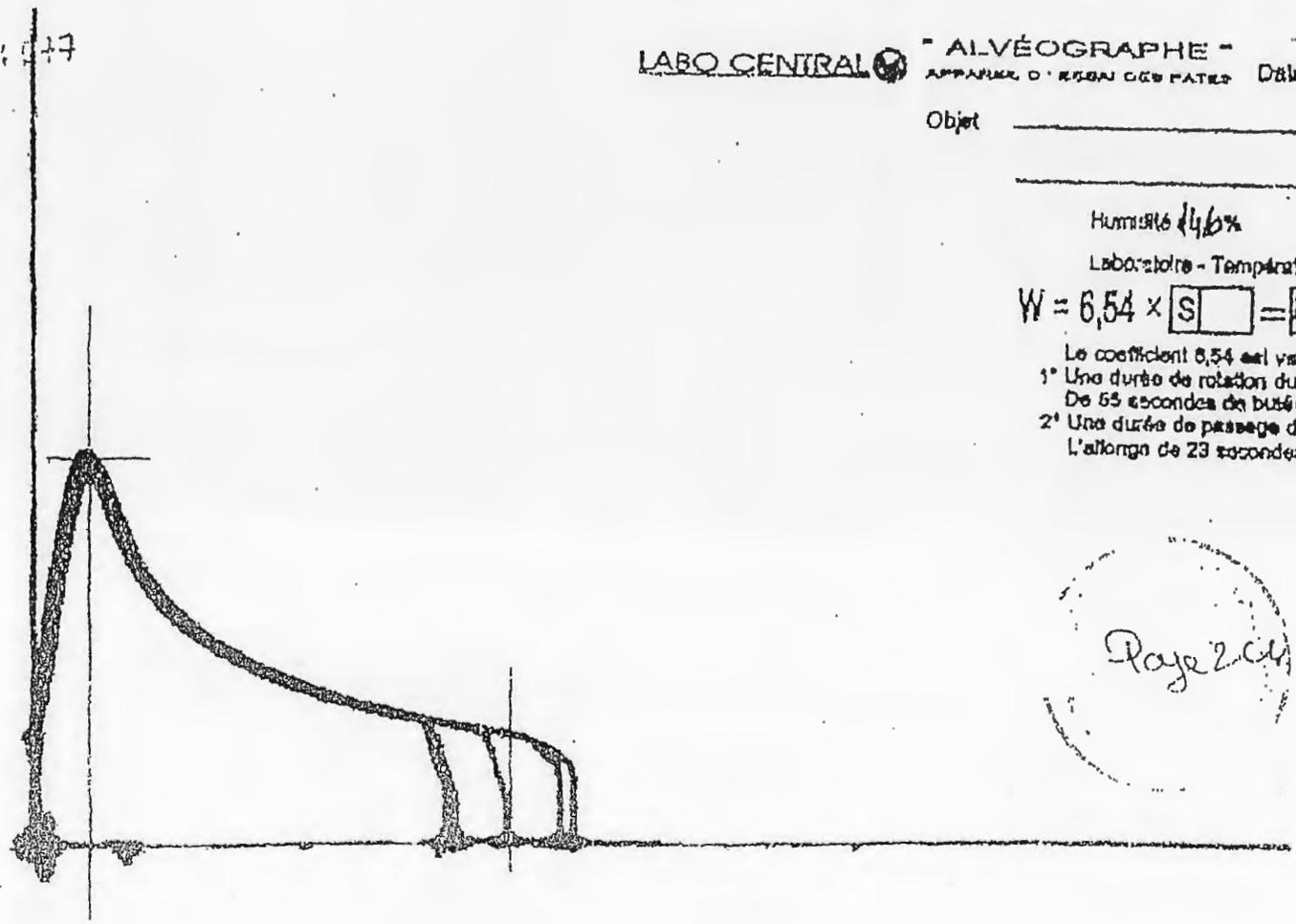
Humidité 46% (Eau cc)

Laboratoire - Température °C Humidité relative

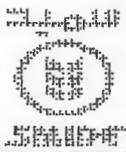
$W = 6,54 \times S \times \square = 10,50 \times 10^{-4}$  Joules

- Le coefficient 6,54 est valable pour :
- 1° Une durée de rotation du tambour de 55 secondes de butée à butée
  - 2° Une durée de passage de l'eau dans l'allongé de 23 secondes de 0 à G = 25

Page 2/4



UPC 25.92.82



# BULLETIN D'ANALYSE

SERVICE  
LABORATOIRE

DATE DE PRELEVEMENT : .....

DATE D'ETABLISSEMENT DU BULLETIN

ANALYSES EFFECTUEES PAR :

N° DU BULLETIN : .....

ANALYSES PRODUITS	TEST ORGANOLEPTIQUE				Poids Spécifique		Poids de	INDICE
	Couleur	Gout	Odeur	Forme	réception	constaté	10000 grains	ZELNY

ANALYSES PRODUITS	Matière Première					PRODUITS FINIS			
	Blé Sale	1er.Repos	2e.Repos	Avant B1	F. Chambre	F.Process	F.Sup	PSF	
TAUX D'HUMIDITE									

ANALYSES PRODUITS	TEST ORGANOLEPTIQUE			EXAMEN PEKAR			TAUX	TAUX	OBS
	Couleur	Gout	Odeur	P.SEMOULE	P.ENVELO	P.NOIRES	D'AFFLEUR	D'ACIDITE	

ANALYSES PRODUITS	GLUTEN				ALVEORAPHE			OBS
	SEC	HUMIDITE	ETALEMENT	ASPECT	W	P/L	G	

**INTERPRETATIONS ET RECOMMANDATIONS :**

.....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....  
 .....

**DESTINATAIRES:**

Directeur d'UPC  
 Sce. Production  
 Archives

Le Responsable du Labo



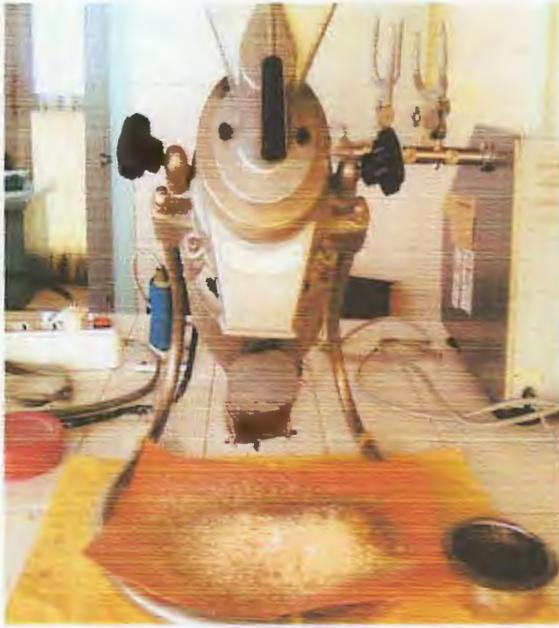
EPE CENTRAL LABO  
- CONSTANTINE -

SERVICE TECHNO-RHEOLOGIE  
TEMPS DE CHUTE

SE 22

DATE	ECHANTILLON	N°Ech	HUMIDITE %	POIDS G	TUBE 1	TUBE 2	RESULTATS S	REMARQUE
..../..../....		AS	13,1	6,93			441 s	
..../..../....		HD	13,6	6,97			507	
..../..../....		ARZ	12,6	6,89			428	
..../..../....								
..../..../....								
..../..../....								
..../..../....								
..../..../....								
..../..../....								
..../..../....								
..../..../....								
..../..../....								
..../..../....								

TOTAL D'ESSAI :



**Photo : Broyeur du laboratoire**



**Photo : Plansichter de laboratoire**



**Photo : Appareil Chopin**



**Photo : Nilemalitre**



**Photo 10 :L'étuve BRABENDRE**



**Photo 11 : Appareil « falling number »**



**Photo 12 : Balance analytique**

**A-B**

- ✓ **Adrian J.** 1995. La science alimentaire de A à Z. 2<sup>EMME</sup> édition. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. Pp: 417-477.
- ✓ **Afoulus S.** 2008. Modulation de l'expression de rédoxine chez les céréales et réponse au stress oxydatif. Ecole d'ingénieurs de Purpan –Toulouse. P: 6-8.
- ✓ **Alias C. et Lindwen G.** 1991. Abrégé de biochimie alimentaire. Masson. 2<sup>em</sup> édition. Paris. 245P.
- × × **Anonyme.** 1984. Manuel de contrôle de qualité d'ERAD. Pp:115-117.
- × × **Anonyme.** 1986. Recueil de norme française céréales et produits céréaliers.
- × × **Anonyme.** 1990. Norme Algérienne. NA 1189/1990. Farine de blé tendre-examen PEKAR. P: 1-2.
- × × **Anonyme.** 2002. Norme international. Approuvés par : AACC/NO. 56-81B. ICC/NO.
- Anonyme.** 2003. Institut national de la boulangerie pâtisserie. Le goût du pain. Les nouvelles de la boulangerie pâtisserie. Supplément technique. INPB. P:15-16.
- ✓ **Anonyme.** 2004. Guide pratique de la fortification de la farine. Institut de formation de l'industrie meunière. Fidiration nationale de la minoterie. P2.
- Anonyme a.** 2009. Le journal El Watan de 13 avril 2009. La production mondiale de blé. P4.
- Anonyme b.** 2009. Le journal Le Maghreb de 16-05-2009. L'Algérie a importé 150.000 tonnes de blé meunier. P2.
- ✓ **Antoine C., Lallien-Perllier V., Abecassis J. et Rouau X.** 2002. Intérêt nutritionnel de la couche à aleurone du grain de blé. Sciences des aliments. P22.
- ✓ **Aron I. et Broussard C.** 1999. Association de coordination technique pour l'industrie agro alimentaire. Evaluation sensorielle : guide pratique de bonne pratique. 128P.
- ✓ **Arvalis institue du végétal.** 2009. Marché des céréales, production mondiale de blé : des estimations à confirmer.
- ✓ **Autran J.C.** 1996. La qualité culinaire : de quoi est elle fait. Coll. Perspectives blé dur. Toulouse. Lebege. France. P: 57-71.
- ✓ **Bar C.** 1995. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. Guide pratique. Edition I.I.C.F. Paris. Pp: 235-236.
- × **Bartolucci J.C. et Launay B.** 1997. Stress relaxation of wheat flour doughs following bubble inflation on lubricated squeezing flow and its relation to wheat flour quality. In wheat structure. Biochemistry and functionality. J.D. Schofield. Pp: 167-168.
- × **Belitz H.D. et Grosch W.** 1987. Cereal and cereal products "food chemistry". Springer-Verglas. Berlin. Pp: 214-216.

- Bennaceur M., CHoufi M., Rahmoune C., Eljaafari S. et Paul R.** 1997. Potentialité de production de quelques variétés de blé dur au Maghreb. *Revue des sciences et technologie*. Université de Constantine. Algérie. 8:102-103
- Bloksma A.H. et Buskuk W.** 1988. Rhéology and chemistry of dough. Dans *wheat: chemistry and technology*. American Association of cereal chemists, Inc. St Paul. Minnesota. Volume II. Pp: 131-140.
- Boudreau A.** 1992. Le grain de blé. Dans *le blé. Eléments fondamentaux et transformation*. Edition. Les presses de l'université Laval. Paris. Pp: 25-50
- Boudreau A., Massuo. et Laing W.** 1992. L'industrie des pâtes alimentaires. Dans *le blé. Eléments fondamentaux et transformation*. Edition les presses de l'université Laval. Paris. Pp : 194-216.
- Bouleon A., Colona P. et LeloupV.** 1990. Les amidons et leurs dérivées dans les industries des céréales. *Ann. Agric. Alain*. Pp: 515-517.
- Bourgois C.M., Fmexle J. et Zucca J.** 1996. *Microbiologie Alimentaire. Aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des Aliments*. Tome1. P379.
- Boyacioglu M.H. et D'appolonia Bb.L.** 1994. Characterisation and utilization of durum wheat for bread making. Comparison of chemical, reological, and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours. *Cereal chem.* 1:71-72.
- Branlard G. et Loisel W.** 1997. Test de laboratoire in *Industrie des céréales*. 2<sup>ème</sup> édition. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. Pp: 653- 660.
- Buré J.** 1979. *Le pain. Recueil des usages concernant les pains en France*. Edition du centre National de la Recherche Scientifique. Paris. Pp: 14-16.
- Bushuk Z. et Scanlon M. G.** 1993. Wheat flours. Dans *Advances in bread technology*. Blackie Academic and professional. New York. Pp: 1-19.
- Bushuk W.** 1985. Theory and application to wheat flour doughs. Dans *Rheology of wheat products*. American Association of Cereals Chemists, Inc. St. Paul. Minnesota. Pp: 1-26.

#### C-D

- Calvel R.** 1980. *Boulangerie moderne*. 9<sup>ème</sup> édition. Eyrolles. Paris. Pp: 65 -78.
- Calvel R.** 1984. *La boulangerie moderne*. 2<sup>ème</sup> édition .Saint.Germain. Paris. Pp: 13-72.
- Chapline M.** 2004. *Water structure and behavior*. London south bank university. London. P 50.
- Chene C.** 2001. La farine. 1<sup>ère</sup> et 2<sup>ème</sup> partie. *Journal de l'ADRIANOR*. Agro-jonction. 26:2 -12.
- Cheriet G.** 2000. Etude de galette : différent types, et méthodes de préparation. Thèse de magistère. Université de Constantine. Algérie. P 99.

- ✓ **Colas A.** 1991. Définition de la qualité des farines pour les différentes utilisations. Edition. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. P679.
- ✓ **Cornec M., Popineau Y. et Lefebvre J.** 1994. Characterisation of gluten subfractions by SE-HPLC and dynamic rheological analysis in shear. *Journal of cereal science*. 19 :131-139.
- Curtin J.F., Donovan M. et Cotter T.G.** 2002. Reglumentation and measurement of oxidative stress in apoptosis. *Journal of Immunol Methods*. P: 46-72.
- ✓ **Dacosta Y.** 1986. Le gluten de blé et ses applications. A.P.R.I.A. Pp : 23-55.
- Damidaux R., Autron J.C., Grignac. et Feillet P.** 1978. Mise en évidence des relations applicables en sélection entre l'électrophorégramme des gliadines et les propriétés viscoélastiques du gluten de *Triticum durum*. Pp125-154.
- ✓ **Daniel G.** 2004. La composition de la farine . Boulangerie formisano. P: 1-3.
- ✓ **Del frate R.** 2005. mieux conaitre la farine. Les nouvelles de la boulangerie patisserie. Supplément technique INBP. Alimentation boulangère –Pâtissière .Edition SPES. P : 7-8.
- Delachaux N.** 1983. Alimentation boulangère –Pâtissière. Edition SPES. P: 7-8.
- ✓ **Dexter J.E., Prestonk.R., Martin D.G. et Gander E.J.** 1994. The effects of protein content and starch damage and the physical dough properties and bread-making quality of Canadian durum wheat. *Cereal science*. 20:139-140.
- ✓ **Didier P.** 2009. L'humidité maximale des céréales : un facteur important pour un stockage de qualité. Communiqué de presse. Suiss granum. P: 1-4.
- ✓ **Djenadi C., Hamana M., Benslimani N., Yahoui K. et Makhoulf A.** 2008. Les cultures des céréales .Laboratoire de physiologie végétale et amélioration des plantes .INRA. P : 2-5.
- ✓ **Doumandji A., Doumandji S.E. et Domandji B.** 2003. Cours de technologie des céréales .Technologie de transformations des blés et broblemes dus aux insectes au stock. Office des puplications universitaires. Pp : 44-59.
- Drapon R., Beau Y., Cormier M., Geffroy J. et Adrian J.** 1974. Répercussion de l'action de la lipoxygénase en panification. Destruction des acides gras essentiels à l'état libre. Altération du goût du pain. *Ann. Tech. Agric.* 23: 353-353.
- ✓ **Dubois M.** 1988. Contribution de la rhéologie empirique à la détermination de la qualité des blés et des farines dans le mande. *Alvéographe Chopin. Industrie des céréales*. P: 15-34.
- Dubois M.** 1994. Controle de qualité : eau, farine, levure et pain. In panification française. Technique et documentaion. Lavoisier. Paris. Pp: 513-516.
- ✓ **Duedahl-Olesen L., Zimmermann W. et Delcour J.A.** 1999. Effects of low molecular weight carbohydrates on farinograph characteristics and staling endotherms of wheat flourwater doughs. *Cereal Chem.* 76: 227-230.

**E-F**

- Ewart J.A.D.** 1990. Thiols in flour baking quality. *Food Chem.* 38 (1): 41-50.
- FAO.** 1990. Utilisation des aliments tropicaux : céréales, légumineuses secs, produits dérivés et protéines végétales. Programme mixtes FAO/OMS sur les normes alimentaires. 2<sup>ème</sup> édition. 7: 101-102.
- FAO.** 2005. [www.FAO.org](http://www.FAO.org)
- Farre Rovira R. et Costes C.** 1974. Les caroténoïdes des farines et semoules de blé. *Physiol Vég.* P251.
- Feillet P.** 1976. Les albumines et globulines du blé. *Ann. Tech. Agric.* 25(2):203-216.
- Feillet P.** 1988. Protein and enzyme composition of durum wheat. *Chemistry and technology*, eds. Am. Assoc. Cereal. Chemst. Paul. P125.
- Feillet P.** 2000. Le grain de blé : composition et utilisation. INRA. Paris. 308P.
- Feillet P., Guinet R., Morel M. H. et Rouau X.** 1994. La pâte : Formation et développement. Dans la panification française. Edition. Technique et documentation. Lavoisier. New York. Pp: 226-228.
- Finney K.F.** 1993. Fractionating and reconstituting techniques as tools in wheat flour research. *Cereal chemistry*. 20 : 381-383.

**G-H**

- Gélinas P.** 1996. La boulangerie de pins 1950 : tendances et innovation. *La fournée.* 50(2) :10-12.
- Godon B.** 1983. Le pain. Imprimé de presse. Paris. P: 20.
- Godon B. et Loisel.** 1984. Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. 685P.
- Godon B.** 1991. Biotransformation des produits céréaliers. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. Pp : 123- 130.
- Godon B., et Willm C.** 1991. Les industries de 1<sup>ère</sup> transformation des céréales. Technique et documentation. Lavoisier. Paris Pp: 579-584.
- Godon B. et Loisel W.** 1997. Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. 2<sup>ème</sup> édition. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. Pp: 76-99.
- Grandvoinet P. et Praty B.** 1994. Les ingrédients des pâtes, farines et mixes. In panification française. 2<sup>ème</sup> édition. Technique et Documentation. Lavoisier. Paris. P120.
- Grosch W.** 1986. Redoxsystems in dough. In: *Chemistry and physics of baking*. Royal Society of Chemistry. London. P125.
- Guelmouna E.** 1985. Technologie de panification. In journée technique du pain. Pp: 75-80.

**Guinet R. et Godon B.** 1994. La panification française. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. Pp: 100-106.

**Holm Y.F.** 1995. Protein and lipid components of durum wheat and their effects on baking Quality. North Dakota State University. Fargo. P45.

**Hoseney R.C.** 1994. Gluten proteins. In : Principe of cereal science and technology. 2<sup>ème</sup> Edition. Pp: 197-201.

**Hoseney R.C., Lineback D.R. et Seib P.A.** 1983. Role of starchin backed foods. The bakers digest. Pp : 65-71.

### I-J

**ITGC.** 1995. La qualité des blés tenders cultivés en Algérie. Edition ITGC. P15.

**Jeantet R., Croguennec T., Schuck P. et Brulé G.** 2007. Science des aliments. Biochimie. Microbiologie. Procédés. Produits. Edition. Technique et documentation. Lavoisier . Paris. 2 : 140-179.

**Journal officiel de la république Algérienne N°= 02.1992.** Décret exécutif N°= 91-572 du 31décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain. 3 : P 45.

### K-L

**Kaneko S., Nagamine T. et Yamad T.** 1995. Estimation of endosperm lutein with fatty acids during the storage of wheat. Biosc. Biotech. Biochem. P:1-4.

**Kasadra D.D.** 1989. Glutinine Structure in relation to wheat quality. In wheat is unique: Structure. Composition processing end. Use properties and products. Pp:277-300.

**Kezih R.** 1998. La galette mise au des méthodes de préparation et d'évaluation de la qualité. Thèse de magistère. INAATA. Université de constantine. Algérie. P88.

**Kiger J.L. et Kiger J.G.** 1967. Technique moderne de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielle et artisanale, les produits de régimes. Ed. DUNOD. Paris. 676 P.

**Kitissou P.** 1995. Un nouveau paramètre alvéographique (indice d'élasticité). Industrie des céréales. P210.

**Lasztity R. et Orsi.** 1992. Rôle des interactions protéines-polysaccharides et protéines-lipides au cours de panification. Ind.Céréale .77: 33-35.

**Liu C.Y., Schepherd K.W. et Rathjen A.J.** 1996. Impovement of durum wheat pasta making and bread making qualities. Cereal Chemistry. P124.

### M-N

**Macrae A.R.** 1983. Microbiol lipases as catalyst for the interesterification of oils and fats. Dans biotechnology for the oils and fats industry. Amrican Oil Chemists Society. Pp: 189-198.

**Masse J., Gatel F. et Bernicot M.H.** 2002. Cap sur la protéine des blés tendre en choisissant au mieux sa variété. Dossier presse. ITCF. P 11.

- Matsio R.R. et Dexter J.E.** 1980 Relationships between durum wheat protein and pasta dough rheology and spaghetti cooking quality. *Food Chemistry*. 28:899.
- Matz S.A.** 1987. *Ingredients for bakers*. Pan-tech. International. Mcallem. Texas.
- Matz S.A.** 1991. *The chemistry and technology of cereals as feed*. Van Nostrand Reinhold. New York. P75-80
- Mauze C., Richard M. et Scatti G.** 1972. *Contrôle de la qualité des blés. Guide pratique de l'industrie technique des céréales et des fourrages*. Paris. P170-188.
- Mercier M.** 1999. Influence de l'état physicochimique de la matière grasse sur la décoloration des caroténoïdes et la rhéologie de la pâte à pain. Université Laval.
- Metakowsky E.V., Felix I. et Branlard G.** 1997. Association between dough quality (w value) and certain gliadin alleles in French common wheat cultivars. *J. Cereal science*. P371.
- Miller K.A. et Hoseney R.C.** 1999. Effet of oxidation on the dynamic rheological properties of wheat flour-water dough's. *Cereal chem*. P100-104.
- Miskelly D.M.** 1984. Flour components affecting pasta and noodle colour. *Food Agric*. 35 : 473-475.
- Montessinos F.** 2003. *Le blé : composition, culture, économiques*. Technoboulangage. P1-6.
- Moss J.** 1967. Yellow pigment content of some Australian flour. *Austral. Agric. Anim. Husb.* Pp462-464.
- Multon J.L.** 1982. *Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Technique et documentation*. Lavoisier. APRIA. Paris. 1 : 460-468.
- Multon J.L.** 1982. *Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés. Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Technique et documentation*. Lavoisier. APRIA. Paris. 1 : 1009-1019.
- Namoune H.** 1989. Détermination des aptitudes technologiques des principales variétés de blé tendre cultivé en Algérie. Thèse de magistère INATAA. Université de Constantine. Algérie. P 10-109.
- Namoune H.** 1996. Panification de blé dur. Mise au point d'un test de panification et aspects variétaux génétique, histologique, et technologique. Thèse de Doctorat d'état. I.N.T.A.A. Algérie. 20P.

### O-P

- Osborne T.B.** 1907. *Proteins of the wheat kernel*. Publ. N28. Carnegie Int. Washington.
- Pare L. et Gélinas P.** 1995. La qualité de la farine. Première partie. *La fournée*. 49(3): 16-20.

**Pitt J.I. et Christian J.H.B.** 1968. Water relations of xerophilic fungi isolated from prunes. *Appl. Microbiol.* P: 16-17.

**Pitt J.I. et Miscamble B.F.** 1995. Water relations of *Aspergillus flavus* and closely related species. *Journal of food protection.* P: 58-59.

**Pomeranz Y.** 1983. molecular approach to bread making an. Update and new perspectives. *The bakers digest.* P: 72-86.

x **Pomeranz Y.** 1985. Wheat flour lipids. What they can and can not do in bread cereal. *Food world.* 31: 443-446.

x **Popineau Y.** 1985. Propriétés biochimiques et physicochimiques des protéines des céréales In propriétés végétal. Edition. Technique et documentation. Pp : 161-163.

x **Potus J.I. et Drapon R.** 1990. De la qualité dans la filière blé. Farine, pain. Les comportements physiologiques de la filière farine, pain. *Industries des céréales.* P 23-30

**Pyler E.J.** 1988. Baking science and technology. Third Editon. Sosland publishing company. Marriam. Kansas. P:45-30.

#### Q-R

x **Quaglia G.B.** 1988. Other durum wheat products. In durum chemistry and technology .Fabriant G. and Lintas C. Editiors AACC. St Paul . Minesota. P215

**Rémesy C. et Leenhardt F.** 2007. Le développement d'une nouvelle gamme de pains de haute valeur nutritionnelle. INRA, unité de nutrition humaine, centre de clermont-ferrand. P1-2.

x **Renard C. et Théry S.** 1998. Determination des méthodes physicochimiques pour prédire la qualité biscuitière et boulangère des blés français. In industrie des céréales. P109.

x **Riba A., Sabou N., Mathieu F. et Lebrihi A.** 2005. Premières investigations sur les champignons producteurs d'ochratoxine A dans la filière céréales en Algerie. Symposium Euro-Maghrébin sur les contaminants biologiques, chimiques et la sécurité alimentaire. Fes. P: 30-32.

#### S-T-W

x **Sauvant D.** 1979. Les céréales. In : encyclopédie des techniques agricoles. Coordinateur Durieux. SAITA. Paris. P121.

x **Selselet Ahou G.** 1991. Technologie des céréales et produits dérivés. Institut de technologie de Mostaganem. Département technologie Agro-alimentaire. P147.

x **Serville Y.** 1984. Céréales et dérivés. In Les aliments. 9<sup>ème</sup> édition. ESF. Paris. P516.

x **Surget A. et Barron C.** 2005. Histologie du grain de blé. Industrie des céréales. 146 : 4-7.

**Tahani N., Elamrani A., Serghini-caid H., Ouzouline M. et Khalid A.** 2008. Isolement et identification de souches d moisissures réputées toxigènes. Rev. Microbol.Ind.San et environn. 2: 82-89.

**Walach J.** 1997. Les enzymes. Edition. Nathan. Paris. 128P.

<b>Présenté par :</b> Boulkour Assia Lamri Noura Tazir Nadia	<b>Date de soutenance :</b> juillet 2009
--	--

**Thème :**  
Evaluation de la qualité des grains et des farines de quatre variétés de blé tendre

**Résumé :**  
Le blé est l'une des principales ressources alimentaires pour l'homme. Le point de départ dans cette étude est le choix de quatre variétés de blé tendre, trois sont d'origine locale et l'autre est importée, et leurs analyse physicochimique de chaque variété. Cette dernière a montré que les blés étudiés sont de bonne qualité et apte à donner de bonne rendement. L'extraction des farines, nous a permet de contrôler leurs valeur boulangère. Nous avons fait des analyses technologiques qui ont montré que nos farines sont soit pauvres en gluten, soit ce dernier est déséquilibré, ainsi l'activité enzymatique des farines de blé locale est faible contrairement à celle de la farine de blé importé. Après la fabrication du pain nous avons trouvé qu'il est d'une mauvaise qualité, et par conséquent ces farines sont non panifiables mais nous pouvons les utilisées en biscuiterie et pâtisserie.

**Mots clés:** blé tendre, variété, valeur boulangère, gluten, activité enzymatique, farine, pain, biscuiterie, pâtisserie.

**Abstract :**  
Wheat is a major food resource for humans because of its proteins and energetic components. The starting point in this study is the choice of four varieties of soft wheat, three are of local origin and the fourth one is imported, under the physicochemical analysis of each variety. The latter showed that the wheat is considered good quality and able to give good performance. The extraction of flour, to know about its baking value. We have made technological analysis which made showed that our meals are low in gluten and the latter is unbalanced. Meanwhile the enzymatic activity of the local wheat flour is low in contrast to that of imported wheat flour. Following the production of bread, we have found that it is of poor quality and hence these are not bread flour, but we can use in biscuits and pastry.

**Key words:** soft wheat, variety, baking of the flour, gluten, enzymatic activity, flour, bread, biscuits, pastry.

#### ملخص:

يعتبر القمح اللين من أهم الموارد الغذائية للإنسان لما يحتويه من مصادر بروتينية وطاقوية. إن محور انطلاقنا في هذه الدراسة هو اختياراً ربع فصائل من القمح اللين ثلاثة منها محلية المصدر والرابعة مستوردة وإخضاع كل فصيلة منها للتحليل الفيزيو كيميائي الذي بين بأن قمع جميع هذه الفصائل هو قمع جيد وقادر على إعطاء مردود معتبر. ان استخلاص الفريئة منه سمح لنا بمعرفة القيمة الإختبارية لكل نوع من الفريئة ، حيث قمنا بإجراء بعض التحاليل التكنولوجية عليها وتوصلنا إلى أنها إما فقيرة من حيث مادة الغلوتين، وإما هذا الأخير غير متوازن، أما من حيث النشاط الأنزيمي لدى فريئة القمح المحلي فهو ضعيف جداً، على عكس فريئة القمح المستورد، فهو عال. إلا أننا بعد صناعة الخبز، استنتجنا من خلال النوعية الرديئة لهذا الأخير أن جميع أنواع الفريئة لا تصلح لصناعة الخبز، لكن يمكن استعمالها في صناعة الحلويات والبسكويت

**الكلمات المفتاح:** القمح اللين، فصيلة، القيمة الإختبارية، الغلوتين، النشاط الأنزيمي، الفريئة، الخبز، صناعة الحلويات والبسكويت.