

Mark Brio - 80/03

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et
de la recherche scientifique



Université Abou Bakr Belkaid
Tlemcen

Faculté Des Sciences De La Nature Et De La Vie Et Des Sciences De
La Terre De L'univers.

Département de biologie

En vue de l'obtention du diplôme de Master en biologie

Option : Science des Aliments

Thème :

*Contribution à l'étude de l'amélioration de
la qualité nutritionnelle de mélange de la
farine du blé tendre avec la farine du maïs*

Présenté par : M^{lle} BENSMAINE Salima
Soutenu le : 04 / 11 / 2010.



Président : M^r Lazouni.HA
Examineur : M^r Benammar CH
Examineur : M^r Djaziri
Promoteur : M^r Bellout.B

Maitre de conférence
Maitre assistant
Maitre de conférence
Maitre assistant

Année Universitaire 2010/2011

En témoignage d'amour et de respect, je dédie ce modeste travail :

A dieu tout puissant Allah qui ma donne la volante et la puissance pour réaliser cette étude.

A mes très chers parents pour leurs sacrifices en vers mon éducation et ma formation.

À :

Mes sœurs Nadia, Fatiha et leur marie Ahmed et mon frère Mourad.

Ma grand-mère bien aimée et à toute la famille.

Mes oncles de leurs conseils et encouragements.

A mes neveux : Salah Eddine, Kamel, Zakaria

Mes amis : Zakia, Fouzia, Fatima, Naima, Amel, Aicha, Karima, Ilhem, Salima, Faiza, Nawel, Sarah .

A tous ceux qui sont chères pour moi.



Remerciement

Le présent travail a été réalisé au Laboratoire de la minoterie de la TAFNA et de l'amidonnerie de MAGHNIA.

J'aimerais tout d'abord, remercier mon encadreur de thèse, M^r. Balout.L pour ses qualités humaines et scientifiques, ses suggestions et ses conseils forts pertinents. Sa patience et ses connaissances m'ont beaucoup encouragée tout au long de cette recherche.

J'adresse mes sincères remerciements à l'ensemble des membres du jury : M^r Lazouni, M^r Benammar et M^r Djaçiri et qui ont eu la gentillesse de corriger cette thèse avec beaucoup d'attention. Je suis par ailleurs très reconnaissante pour tous, les bons conseils et les suggestions, que ces messieurs m'ont faites et pour l'intérêt qu'ils ont montrés au sujet de cette thèse.

Je remercie également tous les enseignants qui ont contribué à ma formation durant mon cursus d'études.

Mes vifs remerciements vont également à tous mes amis qui sont toujours disponibles pour partager avec moi les moments difficiles et heureux.

Egalement à M^r Didi et M^{elle} Bouanani de la minoterie de la TAFNA, M^r Abbess, M^{elle} Amina.S, Amina.Z , Hamdaoui Kber Eddine et Mounia de l'amidonnerie de MAGHNIA.

Mes remerciements vont aussi à tous les personnes que je n'ai pas nommés ici, qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail bien qu'ils sont chers.



Résumé



Résumé :

Longtemps, l'offre de pains bio a été composée surtout de pains complets et de pains bis tandis que la filière conventionnelle se limitait à la production de pains blancs très aérés. Depuis une quinzaine d'années, la filière-blé pain conventionnelle a fait de gros efforts pour améliorer la qualité du pain, en particulier nous proposons des pains traditionnels avec l'aditions des deux farines blé-maïs. Parce que la consommation d'un aliment soit pleinement bénéfique pour la santé.

Le taux de métabolisme I^{er} (protéines, lipides, amidon et cendres) on été estimé a 8,99%, 0,96%, 85,07% et 0,39% respectivement pour la farine de blé tendre et 12,27%, 3,09%, 71,55% et 1,83 pour la farine du maïs qui sont comparer par les farines enrichies aux différentes pourcentages : par exemple a 40% présente de : 10,49% de protéines, 2,82% de graisses, 75,53% d'amidon et 0,93% des cendres.

Les analyses des caractéristiques technologiques (l'alvéographe et le temps de chute) nous a permis de mettre en évidence qu'il y a une faible amélioration de qualité diastasique qui présente par exemple le temps de chute de la farine de blé tendre de 389 S, 381 S pour la F1,372 S pour la F2 et 357 S pour la F3.

Les analyses sensorielles nous ont permis de cerner qu'il y a une amélioration de gout, de texture et de la couleur de pain.

Mot clés : blé tendre (*Triticum aestivum*) , maïs (*Zea-may*), farine et le pain.

Summary:

Long, the supply of breads was composed mostly of breads and rolls bis die while the conventional was limited to the production of white breads very airy. For fifteen years, the die-wheat bread conventionally made great efforts to improve the quality of bread in particular we offer traditional bread with SIDA both wheat-corn flour. Because the consumption of a food is fully beneficial to health.

Metabolic rate 1 st (protein, fat, starch and ash) were estimated at 8.99%, 0.96%, 85.07% and 0.39% respectively for wheat flour and 12.27%, 3.09%, 71.55% and 1.83 for flour corn flour are enriched by comparing the different percentages, for example has 40% of this: 10.49% protein, 2.82% fat, starch 75.53% and 0.93% ash.

Analyses of technological characteristics (alveograph and fall time) allowed us to demonstrate that there is a slight improvement in quality that has, for example diastatic fall time of the wheat flour of 389 S 381 S for F1, 372 F2 S for S and 357 for F3.

The sensory analysis we have identified that there is an improved taste, texture and color of bread.

Key words: wheat (*Triticum aestivum*), maize (*Zea-may*), flour, bread.

Tables des matières :

Avant-propos.....	i
Résumés	v
Sommaire.....	vii
Liste des tableaux.....	x
Liste des figures.....	xi
Liste des abréviations.....	xii
Introduction général	1
Chapitre I : Etude bibliographique.....	3
I- Le blé :.....	4
1- L'importance économique du blé :	4
A- Le marché national de blé :	4
B- La demande nationale en blé :	5
C- L'offre mondiale :	5
2 - Notion sur le blé :	6
3 -Botanique :	7
4- Structure histologique :	10
5-Caractéristiques comparées des différents grains :	12
6- Composition biochimiques moyenne du grain de blé :	12
7- Les technologies de transformation du blé :.....	13
7-1/ Industrie de première transformation :	13
7-1-1 la farine :	16
7-1-2 la semoule :	16
7-2/ Industries de 2 ^{ème} transformation :	16
II- Le maïs :	18
1-Economie de la production :.....	18
A- Production mondial :.....	18
B- Production en Algérie :.....	18
2-Définition du maïs :.....	18
3- Botanique :	19
3 - Constitution de grain de maïs :	19

5- Composition biochimiques du grain du maïs :.....	21
6- La farine du maïs :.....	21
7-1.Les utilisations du maïs :.....	23
III-Le pain :.....	24
1- panification :.....	24
2- La valeur alimentaire du pain :.....	27
3- L'utilisation des farines « non panifiables » en panification :	27.
4- Les fibres alimentaires :.....	27
4-1/ Définition :.....	27
4-2/ Les types des fibres alimentaires :	28
4-3/ Les sources alimentaires de fibres :.....	28
4-4/ Le rôle des fibres alimentaires :.....	28
Chapitre II : Etude expérimentale.....	29
Matériels d'études :.....	31
1- Matériels végétaux et choix des variétés :.....	31
2- Matériel et méthodes :.....	31
I- Les analyses physiques :.....	31
1-1/ Détermination de la teneur en impuretés ISO 7970 :.....	31
II- Les analyses biochimiques :.....	34
II-1-Détermination de la teneur en eau :.....	34
II-2- Détermination de la valeur PH :.....	35
II-3- Détermination de la teneur en cendres :.....	36
II-4-Détermination de la teneur en amidon : méthode EWFRS polarimétrie :.....	37
II-5-Détermination des graisses :.....	39
II-6- Détermination de la teneur en protéines :(KJAJ DII , 1883) :.....	41
III- Les analyses technologiques :.....	43
III-1/Détermination de l'alveographie chopin :.....	43
III-2 /Détermination de l'indice du chute « HAGBERG » :.....	45
IV-Les analyses sensorielles :.....	47
Chapitre III : Résulta et Diseussion.....	48
1- Analyses biochimiques :.....	49
1-1Teneur en eau :.....	49
1-2Le PH :.....	50

1-3	Teneur en cendres :	51
1-5	Teneur en amidon :	52
1-6	Teneur en graisses :	53
1-7	Teneur en protéines :	54
2-	Analyses technologiques :	55
2-1	Données alvéographiques :	55
2-2	Temps de chute de HAGBERG :	56
3	-Analyses sensorielles :	57
	Conclusion générale :	61
	Références bibliographie.....	64
	Annexes	

Liste des figures :

Figure 01 : la production des blés en Algérie.....	04
Figure 02 : la demande nationale en blé.....	05
Figure 03 : l'offre mondiale.....	06
Figure 04 : Photos de (la plant, l'épie et le grain) du blé tendre et dur.....	07
Figure 05 : coupe longitudinale d'un grain de blé.....	09
Figure 06 : la structure histologique du grain du blé.....	11
Figure 07 : diagramme de mouture du blé tendre.....	15
Figure 08 : photo de la farine de blé tendre.....	16
Figure 09 : schéma quantitatif de mouture de blé.....	17
Figure 10 : Photos de (la plante , de l'épie et de la grain)de maïs.....	18
Figure11 : coupe schématique du grain de maïs.....	20
Figure 12 : photo de farine de maïs.....	21
Figure 13 : diagrammes de la différente technologie de la fabrication de la farine de maïs.....	22
Figure 14 : industrie de deuxième transformation : la panification.....	29
Figure 15 : Diagramme de différentes méthodes réalisées sur la farine de blé tendre et demaïs.....	30
Figure 16 : La photo d'Ivéographie de chopin.....	44
Figure 17 : La photo d'alvéogramme.....	45
Figure18 : l'essai de panification.....	59

Liste des abréviations

% : pourcentage

Kg : kilogramme.

m : mètre.

mg : Milligramme.

g : Gramme.

°C : Degré Celsius.

CC : centilitre.

mn : Minute.

ml : Millilitre.

MS : Matière sèche.

ERIAD : Entreprise des industries alimentaires céréalières et dérivés.

CEE : Communauté Economique Européenne.

FAO : Food and Agricultural Organisation.

He : Teneur en humidité.

MN : Matière naturelle.

TC : Teneur en cendre.

TA : Teneur en amidon.

h : Heure.

TG : Teneur en graisses.

N : normalité.

FB : farine de blé.

FM : farine de maïs.

F1 : farine enrichie à 30%.

F2 : farine enrichie à 40%.

F3 : farine enrichie à 50%.

NT : nombre des testes.

H2O : Eau distillée.

NaOH : Hydroxyde de sodium.

HCl : Acide Chlorhydrique.

Introduction générale

Les céréales sont des plantes cultivées principalement pour leurs grains. En effet l'albumen amylicé, réduit en farine, est consommable par l'homme et par les animaux domestiques. Il en est de même pour leur paille et le fourrage qu'elles procurent après une récolte à l'état vert.

Les trois céréales les plus consommées actuellement sont : le blé, le riz et le maïs.

Le blé est l'une des céréales qui a toujours occupé une place primordiale dans l'alimentation mondiale, environ les trois quarts de la production sont destinées à la consommation humaine.

Les producteurs de céréales, se font fort de répondre à l'augmentation croissante de la demande mondiale de ce produit.

La qualité boulangère du blé tendre est à l'heure actuelle l'une des principales préoccupations dans le monde, la qualité technologique des récoltes récentes étant variable.

Le maïs est devenu depuis quelques années une matière première industrielle très importante, c'est la céréale la plus énergétique du fait de sa teneur élevée en matière grasse et en glucides, principalement en amidon qui est le constituant majeur du grain.

Le but de cette étude s'inscrit dans l'objectif suivant :

- L'amélioration de la valeur nutritive de la farine du blé tendre par la farine du maïs.
- La détermination de la composition biochimique des deux farines blé et maïs.
- Déterminer l'influence de la farine du maïs sur le comportement des pâtes et sur le goût du pain.

Nous choisissons ce thème la parce que la farine du blé tendre très pauvre en protéines, matière minérale et en fibres alimentaires.

Notre étude de l'amélioration de la farine du blé tendre avec la farine du maïs, ce travail comportera quatre parties.

- La première partie présente la synthèse bibliographique portant le côté économique, la classification botanique, la composition biochimique et quelques notions sur le pain et sur les fibres alimentaires.

Introduction générale

- La deuxième partie est consacrée au travail expérimental portant des testes physiques, biochimiques, technologiques et organoleptiques.
- La troisième concerne la partie des interprétations et la discussion des résultats obtenues.
- Enfin, d'après ses résultats, nous essaierons de donner une idée générale sur l'amélioration de la valeur nutritionnelle de la farine du blé tendre et l'influence de la farine du maïs sur cette dernière.

Chapitre01:

Partie bibliographie

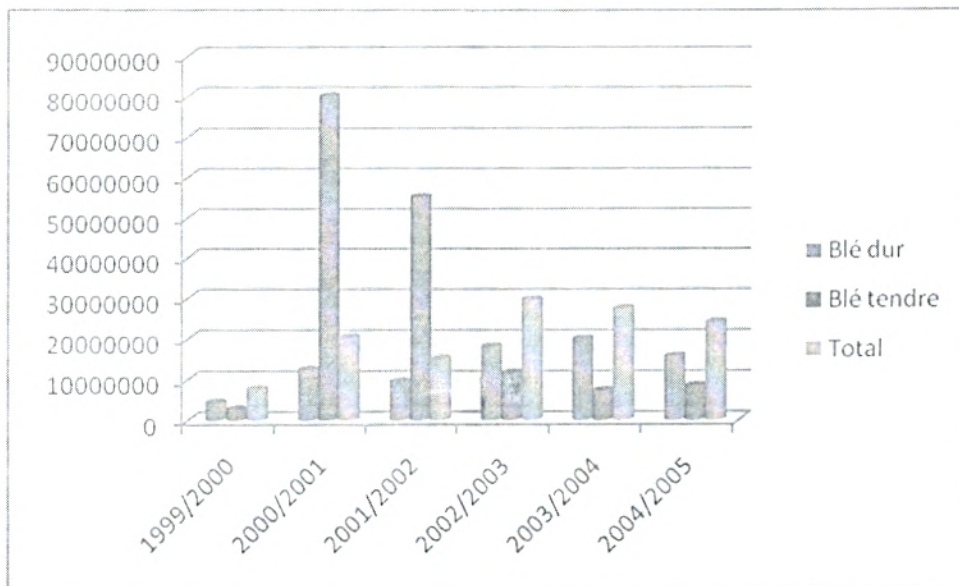
I- Le blé :

1- L'importance économique du blé :

Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien, bien que ces derniers constituent la base du modèle de consommation alimentaire dans ce pays, comme dans la plupart des pays méditerranéens ; 54% des apports énergétiques et 62% des apports protéiques journaliers provenaient de ces produits en 2003 et le blé représentait 88% des céréales consommées (Padilla et Oberti, 2000). Ainsi l'Algérie se situe au premier rang mondial pour la consommation de blé avec plus de 200 kg en 2003 par personnes.

A- Le marché national de blé :

Le secteur de céréales se situe au premier ordre des priorités économiques et sociales du pays. Puisqu'il a occupé une place privilégiée dans les différents plans de développement socio-économiques que l'Algérie a élaborés depuis son accès à l'indépendance. Ceci est dû au rôle que jouent les céréales en tant que produits de première nécessité (Kellou R., 2008)



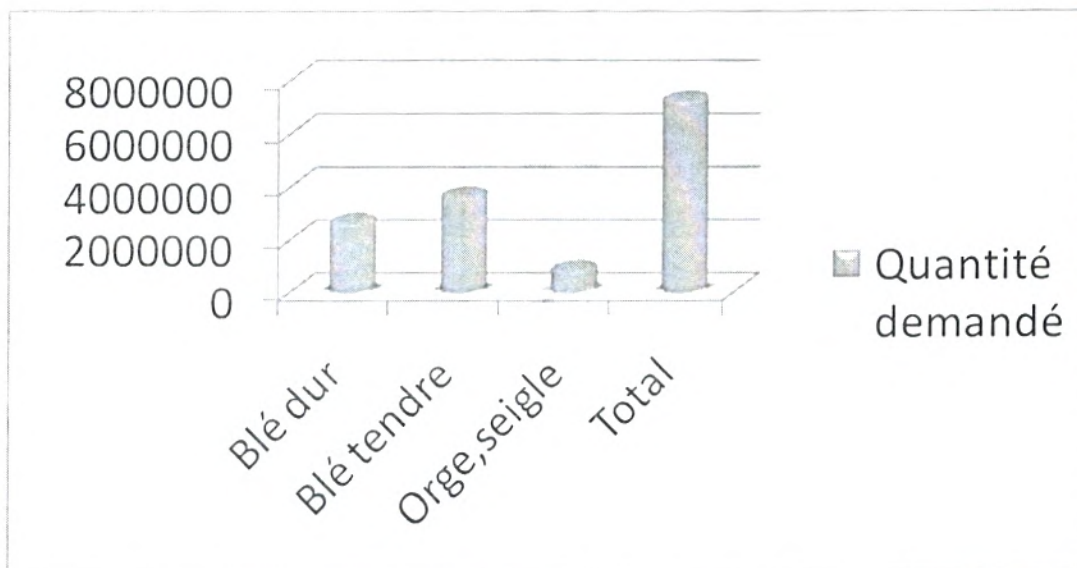
U : Tonne

Figure 01 : la production des blés en Algérie (Source : FAOSTAT/MADR., 2004)

B- La demande nationale en blé :

La filière des céréales et ses dérivés constituent une des bases importantes de l'agro-alimentaire en Algérie.

Importance qui résulte, de la place prépondérante qu'occupent les céréales et leurs dérivés dans l'alimentation humaine, notamment la semoule (couscous et pâtes) et la farine (pain), comme dans l'alimentation animale (sons et farine basses) (Kellou R., 2008)



U : Tonne.

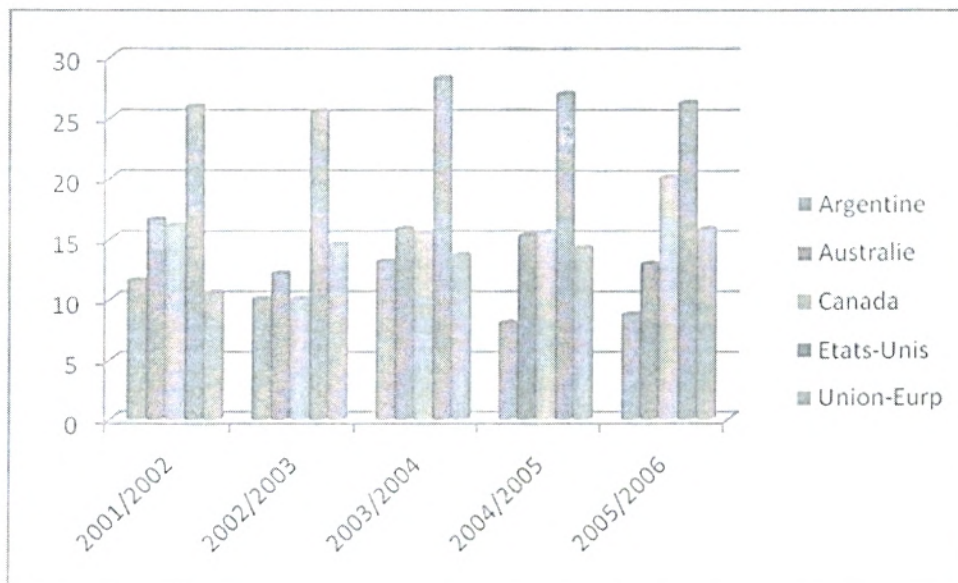
Figure 02 : la demande nationale en blé : (Source : FAOSTAT/MADR., 2004)

C- L'offre mondiale :

Le commerce mondial du blé représente entre 18 et 20% de la production mondiale des céréales contre 3 à 4% du commerce du riz (Hachette Multimédia., 2001). Après la seconde guerre mondiale, le marché du blé était dominé essentiellement par les Américains et les Canadiens formant ainsi un duopole qui intervenait en tant qu'offreur résiduel pour assurer une certaine stabilité des prix sur le marché du blé.

Depuis 1973, le duopole américano-canadien s'effondre et les prix s'envolent. En effet, les Américains considèrent qu'il était temps de tirer profit d'un système dont ils ont, avec le Canada, supporté la totalité des coûts. Conséquence directe de cet effondrement : l'entrée sur le marché de nouveaux concurrents attirés par des prix élevés, à savoir : la C.E.E et l'Australie qui viennent s'ajouter aux exportateurs traditionnels (USA, Canada, Argentine). Ces cinq pays forment depuis un oligopole qui représente pratiquement 75% de l'offre mondiale d'exportation du blé (USA et Canada assurent à eux seuls 57%).

Ces pays concentrent leurs productions dans des régions spécialisées dans la céréaliculture qualifiées de, « greniers du monde » (Charvet., 1984).



U : Tonne.

Figure 03: l'offre mondiale : (Source : FAOSTAT/MADR., 2004)

2- Notion sur le blé :

Le blé est la principale matière première pour la fabrication de la farine. Comme définition, le blé, plante céréalière de la famille des graminées (synonyme : poacées) , cultivée pour l'alimentation depuis les temps préhistoriques par les peuples des régions tempérées, sa culture est encore aujourd'hui la plus importante de ces régions. Le blé est une plante annuelle mesurant en moyenne 1,20m. Les feuilles, qui ressemblent à celles des autres graminées, apparaissent les premières, puis sont suivies par de longues tiges portant des épis terminaux blancs ou roux, comportant de douze à quinze épillets, chacun composé de deux ou trois fleurs fertiles, autogames (c'est-à-dire capables de s'autoféconder). Son fruit, grain de blé est issu de la fécondation de la fleur qui pèse de 35 à 50 mg.



Figure : A



Figure : B

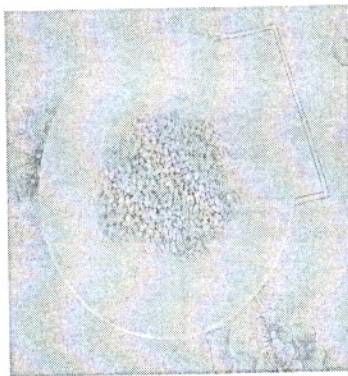


Figure : C

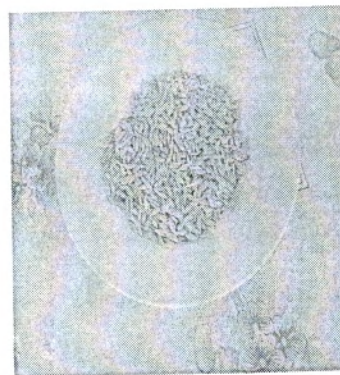


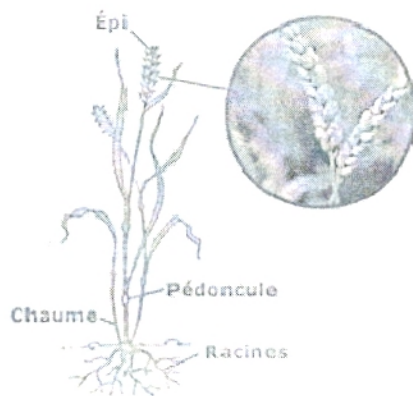
Figure : D

Figure 4 : Photos de la plante (A), de l'épave (B), de la grain de blé tendre (C) et de la grain de blé dur (D).

3- Botanique :

Comme les autres céréales le blé est une plante monocotylédone, de la famille des graminacées, de l'ordre des glumiforales. Nous rencontrons :

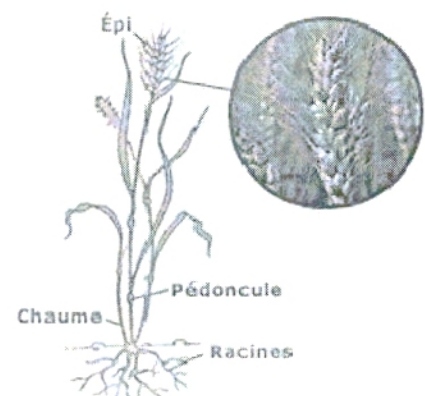


**3-1/ Le blé tendre :**

Triticum aestivum ou *Triticum vulgare*.

3génomés (A, B, D), nombre de chromosomes.

$2n=42=3 \cdot (2 \cdot 7)$

**3-2/Le blé dur :**

Triticum durum

2génomés (AetB), $2n28=2 \cdot (2 \cdot 7)$

Selon Calvel (1984), le grain de blé est de forme ovoïde, plus ou moins allongé ; son examen révèle :

- Une face dorsale plus ou moins bombée.
- Une face ventrale, comportant un sillon profond,
- A sa partie supérieure, de courts poils qui forment la brosse,
- A sa partie inférieure, visible sur la face dorsale, le germe.

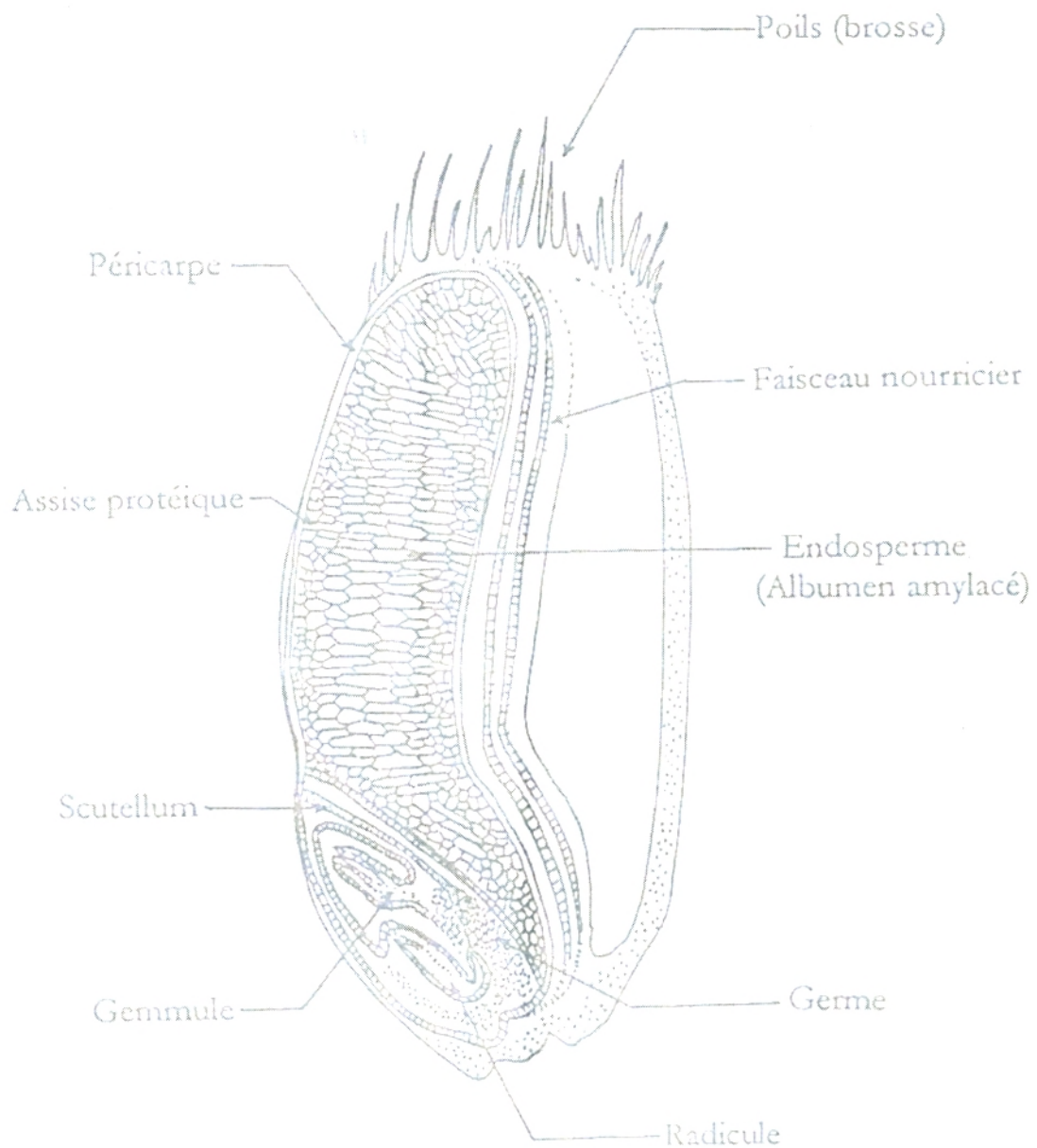


Figure 05 : Coupe longitudinale d'un grain de blé

(Doumandji et al. 2003)

4- Structure histologique :

Clavel en 1984, fait apparaître trois parties dans une coupe longitudinale de grain de blé :

Les enveloppes, l'onde et le germe.

A- Les enveloppes : représentent 14 à 15% du poids du grain, elles ont un rôle de protection, plusieurs couches successives sont distinguées de l'extérieure vers l'intérieure :

- ✓ **Péricarpe :** il provient des cellules de l'ovaire, constituée par trois couches ; l'épicarpe, le mésocarpe et l'endocarpe.
- ✓ **Testa :** elle est presque inexistante chez les céréales. Cependant elle est importante chez le sorgho.
- ✓ **L'épiderme :** il est appliqué sur l'albumen.

B- L'amande farineuse (albumen) : représentent 83 à 85% du poids du grain, elle est constituée par une succession de couche :

- ✓ **Assise protéique (couche à aleurone) :** elle est riche en protéines.
- ✓ **Cellule de l'albumen :**

L'albumen peut être vitreux (cas u blé dur) —————> semoule.

Il peut être farineux (cas du blé tendre) —————> farine.

C- Le germe : Il est responsable de la perpétuation de la vie. Du grain de blé sa richesse en nutriments (vitamines, protides et lipides), il est particulièrement intéressant du point de vue nutritionnel. Le germe est une partie du grain composée par l'embryon, protégé par le scutellum (**Doumandji et al., 2003**).

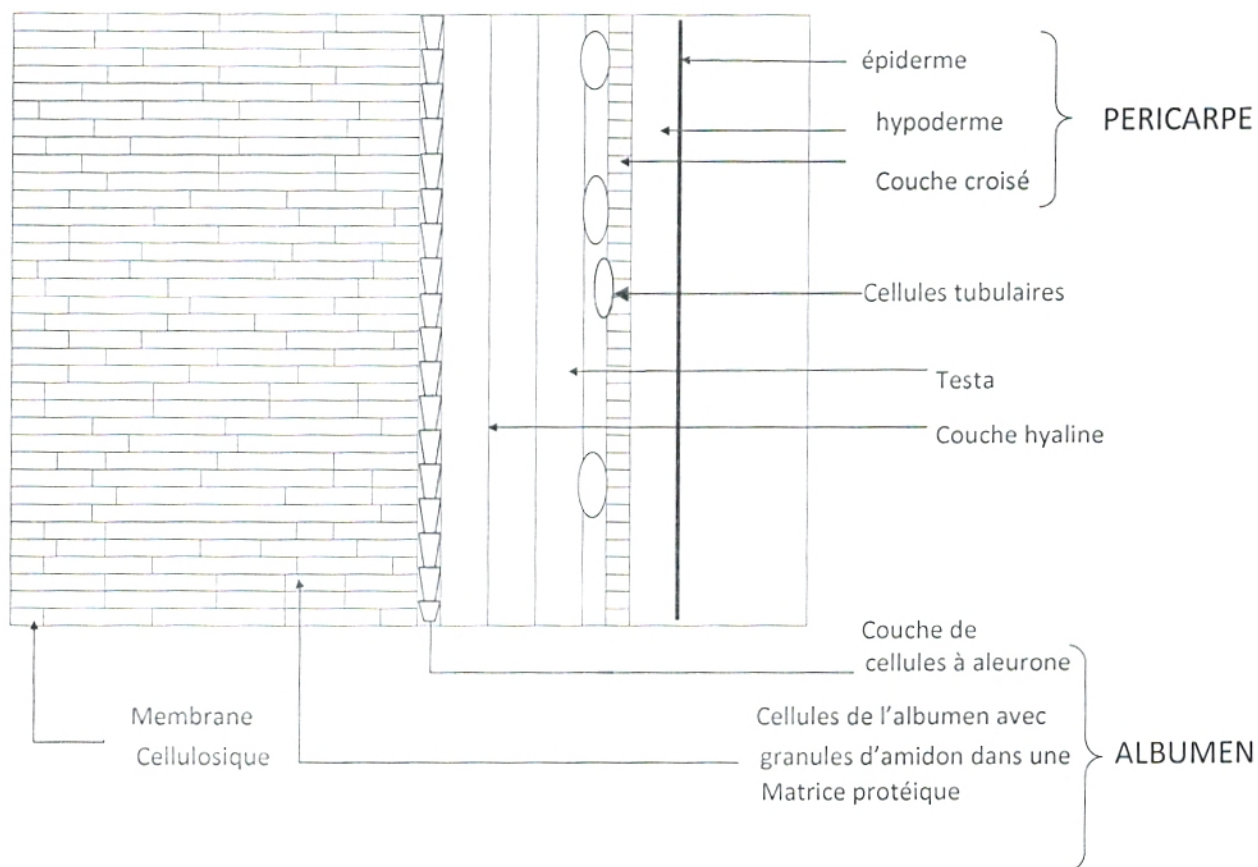


Figure 06 : La structure histologique du grain de blé

(Doumandji. A et al., 2003)

5- Caractéristiques comparées des différents grains :

Tableau 01 : les caractéristiques des différents grains :(Doumandji et al., 2003)

Caractéristiques	Blé	Maïs	mil	sorgho	Riz
Poids de 1000grains (g)	32-54	250-350	2-10	25-50	32-36
Germe	Peut important	Important	Important incrusté dans l'albumen	Important incrusté dans l'albumen	Peut important
enveloppes	souples	Souples	friable	Friable	Cassante

6- Composition biochimiques moyenne du grain de blé :

Tableau 02 : Composition chimiques moyenne des différentes parties des grains et des farines de blé tendes (en g pour 100g de matière sèche) (Pilon et Mazerand., 1988)

	Matières minérales(%)	Matières azotés totales (%)	Matières Grasses(%)	Glucides totales(%)	Matières Cellulosiques(%)	Amidon (%)
Grains entier	1,7-2,0	10-13	1,45-2,5	70-75	2-3	98,6
Enveloppes	8-10 (80%)	18-22	3-5	65-68	15-20	0
Germe	5-6	25-30	15-19	35-45	0,1-0,2	0
Amande	0,4-0,6 (20%)	9-11	0,5-1	80-85	0,5-0,6	85
Farine	0,5-0,6	9-11	0,4-0,7	75-80	0,2-0,3	82

Le tableau(02) met en évidence l'importance pondérale des glucides dans les grains comme dans la farine par rapport aux autres constituants. Par ailleurs les matières azotées à une teneur élevée notamment dans les enveloppes et le germe.

Celle-ci diminue cependant au niveau de l'amande. Les protéines du blé confèrent à la graine une importance technologique notable par le biais du gluten, protéines aux

caractéristiques plastiques permettant la fabrication d'une gamme variée de produits tels que les biscuits, le pain et le couscous.

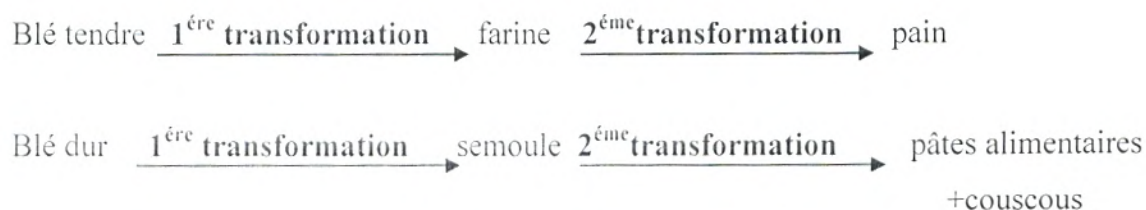
Cependant, du point de vue qualitatif, les céréales renferment une faible proportion de protéines bien équilibrées (albumen, globulines) localisées dans les tissus périphériques (couche à aleurones, assise protéiques, germe) (**Adrin et Rabache.,1985**)

C'est ainsi que le blé, dont l'amande contient surtout des prolamines, présente un déficit en lysine.

Le grain de blé renferme une faible proportion de matières grasses dont la majorité se trouve dans le germe et les enveloppes. Dans le cas de mauvaises conditions de conservation, ces constituants du grain influent négativement sur la valeur boulangère par évaluation de l'acidité grasse et sont à l'origine de phénomènes de rancissement qui s'accroissent tout au long de la période de la conservation du grain.

Le grain de blé comprend également des matières minérales en faible proportion et inégalement réparties. Ainsi 80% des cendres (matières minérales après incinération du produit) se trouvent dans les enveloppes centre 20% dans l'amande.

7- Les technologies de transformation du blé :



7-1/ Industrie de première transformation :

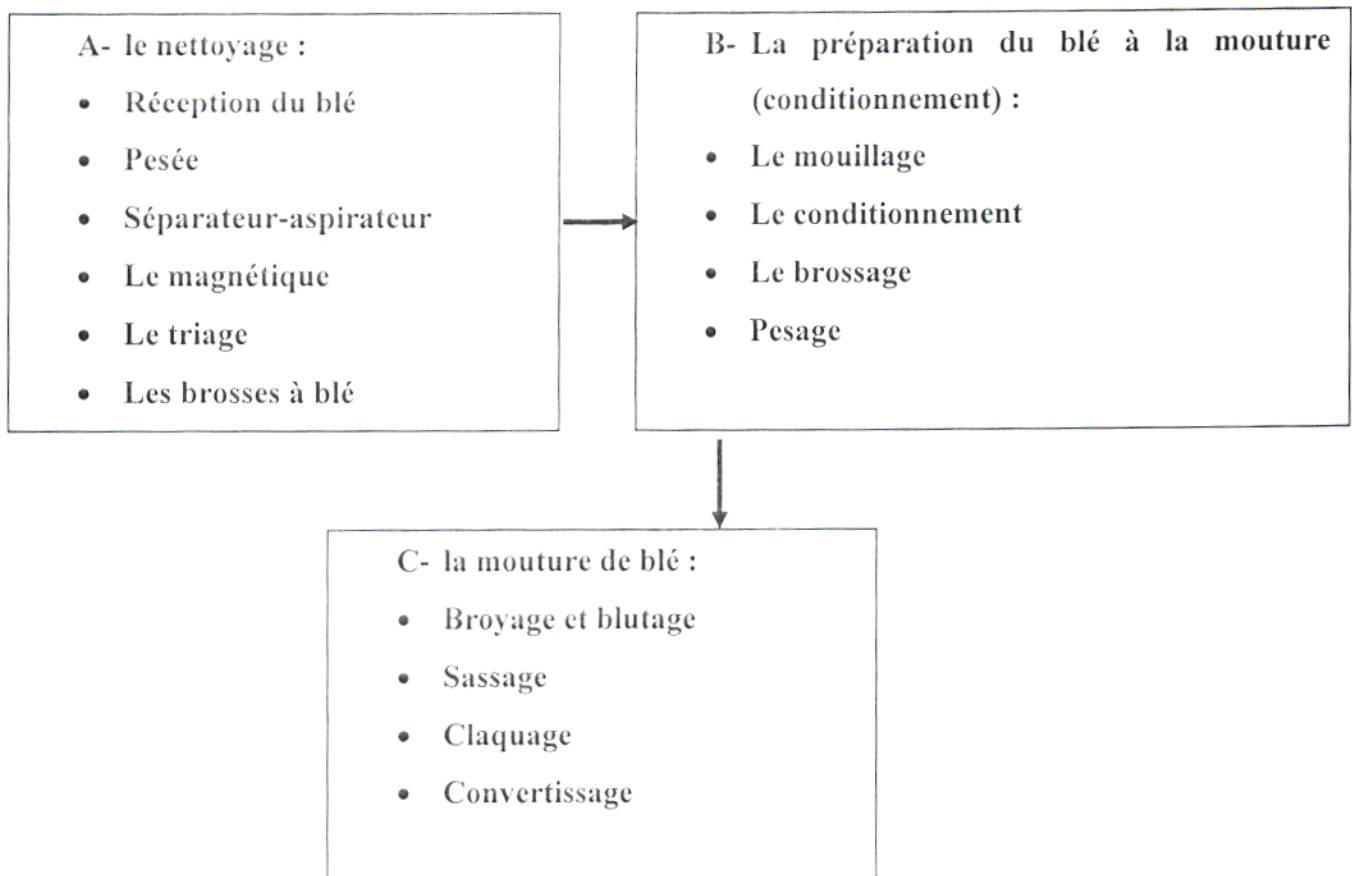
L'objectif de 1^{ère} transformation est d'isoler l'albumen amylicé des parties périphériques (à avoir les enveloppes, la couche à aleurone et le germe). C'est une opération de fragmentation et de séparation (**Godon et Willm., 1991**). Le grain de blé a une certaine caractéristique : les enveloppes s'incrassent dans le sillon par conséquent l'élimination des enveloppes s'effectue de l'intérieure vers l'extérieures (mouture). Contrairement au riz, l'élimination des enveloppes se fait de l'extérieure vers l'intérieure (abrasion-décorticage).

La mouture d'un blé est définie par le taux d'extraction :

$$\text{Taux d'extraction} = \frac{\text{poids de farine ou de semoule extraite}}{100\text{g de blé sale mis en œuvre}} \times 100$$

Ainsi une farine extraite à 75% correspond à une farine provenant d'une mouture où 75Kg ont été extraits de 100Kg de blé sale mis en œuvre.

Pour la première transformation nous suivons les étapes ci-dessus :



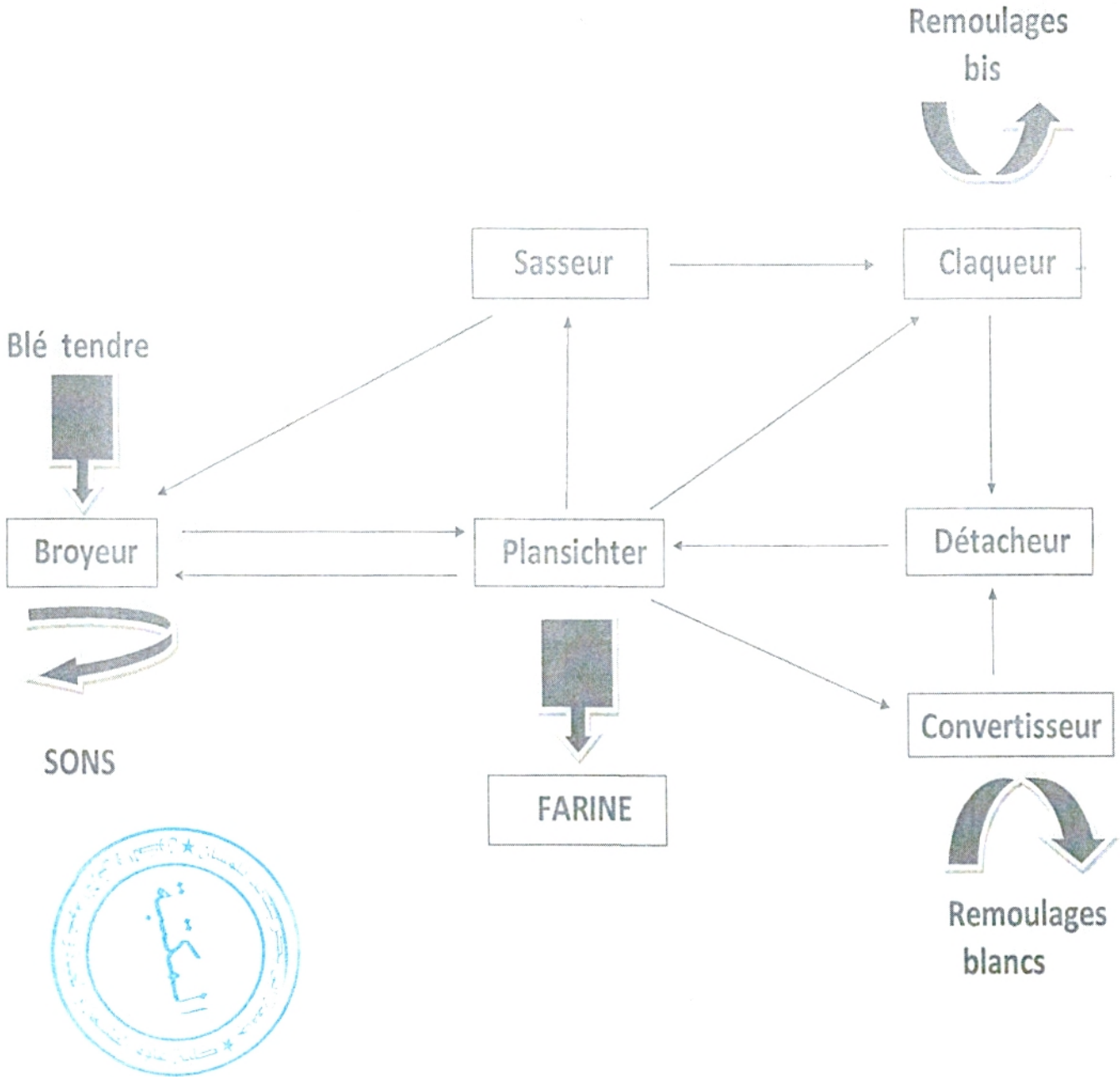


Figure 07 : Diagramme de mouture du blé

(Doumandji. A et al., 2003)



7-1-1 la farine :

La farine de blé tendre ou froment est le produit obtenu à partir des grains de blé tendre (*Triticum aestivum*). Le blé tendre est cultivé pour faire la farine panifiable utilisée pour le pain.

Ce sous-secteur constitue l'une des bases de l'industrie agro-alimentaire en Algérie. En effet, résultant de mouture et de broyage dans lesquels le son et le germe sont partiellement éliminés et le reste réduit en poudre suffisamment fine (Kellou R., 2008).

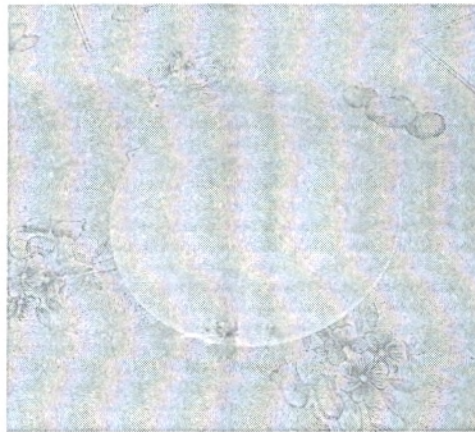


Figure 08: photo de la farine de blé tendre.

7-1-2 la semoule :

Elle correspond à des morceaux d'amande. Leur grosseur est variable : il y a de grosses semoule qui restent sur le tamis n° 40 (maille de 0,5 mm) et des fines semoules dites propres suivant qu'elles sont constituées uniquement par de l'amande farineuse ou par de l'amande gardant des fragments d'enveloppes (Bennacer M., 1980)

7-2/ Industries de 2^{ème} transformation :

C'est une opération de mise en forme dont l'objectif est la fabrication d'un produit digestible et agréable sur le plan organoleptique. La mise en forme se fait de différentes manières :

- Par fermentation et cuisson (dans le cas de la panification).
- Par extrusion sans fermentation à basses températures (pastification) ou à des températures élevées (cuisson-extrusion).
- Par roulage sans fermentation : c'est le cas de fabrication de couscous.

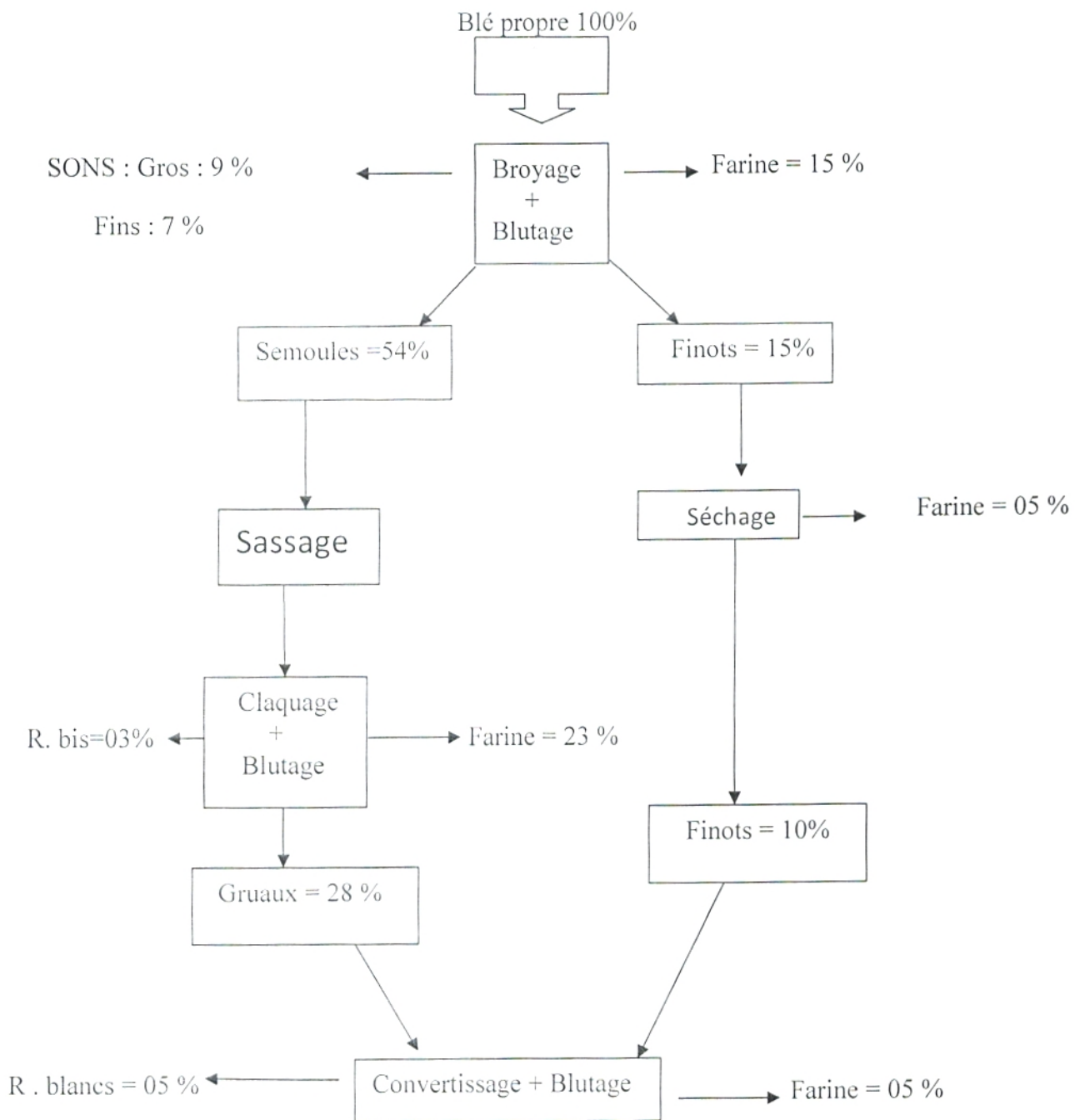


Figure 09 : Schéma quantitatif de mouture du blé

(Doumandji. A et al., 2003).

II- Le maïs

1- Economie de la production :

A- Production mondial :

Le maïs occupe une place prépondérante puisqu'avec plus de 420 millions de tonnes, il représente plus que la moitié de la production mondiale de céréales secondaires (maïs, orge, seigle, avoine, millet et sorgho) ; dont le chiffre s'élève à 792 millions de tonnes et dépasse par ce fait 70% du volume des échanges internationaux (Friedman P., 1985).

B- Production en Algérie :

En Algérie, la production annuelle de maïs étant de l'ordre de 70.000 quintaux, pour des emblavures de 7à 8.000 hectares, ce déficit est combé par les importations qui actuellement dépasse un million de quintaux par an principalement destinées à l'alimentation du bétail (Srouf G., 2006).

2- Définition du maïs :

Le maïs c'est une céréale de la famille des graminées de l'espèce *Zea, may* ; cultivée pour son grain riche en amidon et utiliser en alimentation humaine et animale.

Le grain de maïs est un caryopse de grande taille (300 à 500gramme/1000grain), de couleur variable (blanc, jaune ou roux).

L'amande du grain de maïs présente deux parties l'une à texture vitreuse (périphériques) et l'autre à texture farineuse (centrale).(Soubra L.,2008



Figure : A



Figure : B



Figure : C

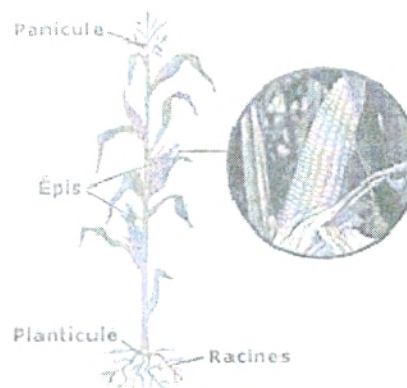
Figure 10: Photos de la plante (A), de l'épie(B) et de la grain (C).

3- Botanique :

Le maïs appartient au groupe des monocotylédones, à la famille des graminées et à l'espèce *Zea-may* à $2n=20$ chromosomes. C'est une plante vigoureuse annuelle à cycle court, elle peut atteindre de 2.50 m de

haute à système racinaire très important (Moule C., 1971)

Le maïs est l'une des rares plantes que l'on peut cultiver plusieurs années de suite sans que le rendement en soit affecté ; c'est une excellente précédente pour le blé et autre céréales (Kihel L et Zeggai Z., 1991).



4- Constitution de grain de maïs :

1- Structure :

Le grain de maïs est un caryopse c'est-à-dire que les téguments du fruit et de la graine sont

soudés et adhérente à l'endosperme, il est nu, sans glumelle, formé de trois parties :

- Tégument ou enveloppe
- Germe
- L'albumen.

Le tégument :

- Du péricarpe qui correspond aux téguments du fruit ;
- D'une assise protéique ou couche à aleurone qui représente la première assise constitutive de l'albumen.

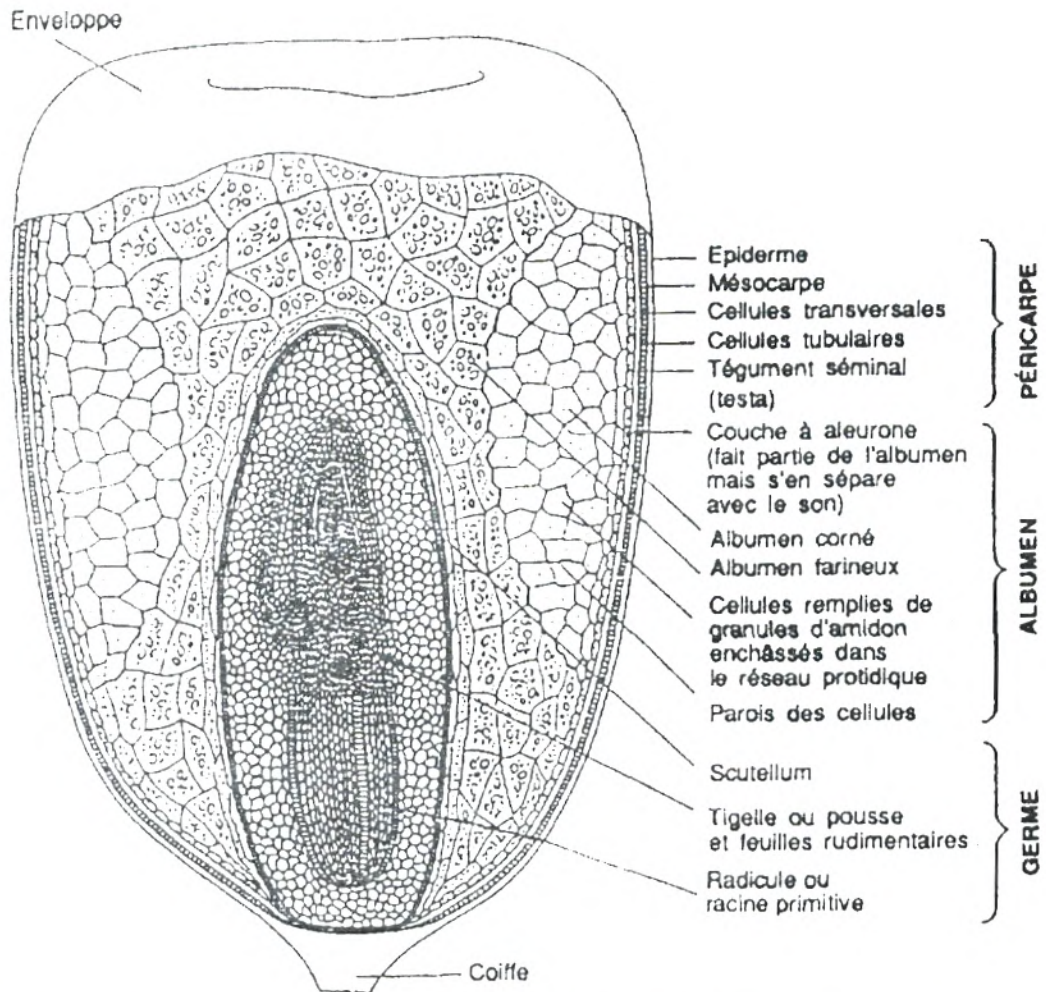
Il constitue le son riche en cellulose et en protéines.

Le germe est formé :

- De l'embryon ;
- D'un cotylédon (*scutellum*).

Il constitue un organe de réserve, riche en protéines et en lipides pour la jeune plantule.

L'albumen : Constitue la majeure partie du grain, il est constitué de cellules remplies de grains d'amidon.



(Reproduit avec l'aimable autorisation du Wheat Flour Institute, Chicago, Illinois, 1964)

Figure 11 : Coupe schématique du grain de maïs (Guyot L., 1964).



5- Composition biochimiques du grain du maïs :

Tableau 03 : composition moyenne du grain et de la différente fraction en % sur MS

(Godon B. et Willim C., 1991)

Fraction	Grain entier	Amidon (%)	Protéines (%)	Lipides (%)	Sucres (%)	Cendres (%)
Grain entier	100	72,0	9,2	4,8	2,0	1,4
Endosperme	82	86,0	9,0	0,9	0,6	0,3
Germe	12	9,0	18,0	34,5	10,8	0,3
Péricarpe	5	7,5	3,5	1,0	0,3	0,8
Capuchon	1	5,3	9,3	3,8	1,6	1,6

6- La farine de maïs :

La farine de maïs a la disposition de la ménagère sur les marchés. Elle est obtenue par différentes techniques (traditionnelles, semi-mécanique, mouture directe et totale, et industrielle) qui ont une influence sur les qualités nutritionnelles finales du produit.

La farine de maïs est une denrée de consommation courante dans les ménages africains. Sa fabrication par concassage, dégermage et mouture du grain, fait appel à différentes technologies susceptibles de conduire à une variation du taux d'extraction, de la qualité et de l'utilisation du produit. J.OFF 2008.



Figure 12: photo de farine de maïs.

Pour les processus de fabrication de la farine de maïs nous passons par les étapes suivantes : **Nettoyage, triage, broyage mécanique, calibrage et conditionnement.**

Transformation du maïs en farine

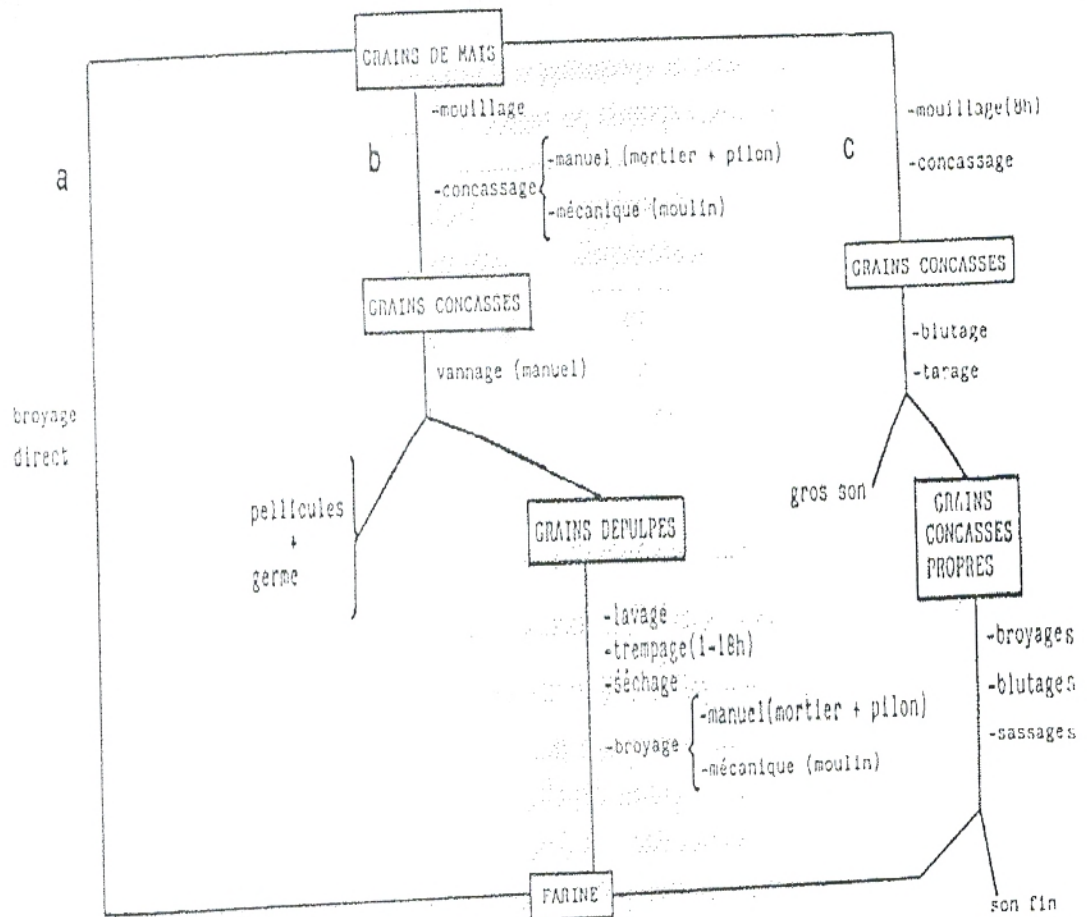


Figure 13 : Diagrammes de la différente technologie de la fabrication de la farine de maïs (Ndjouenkeu.R., 1989)

- a) broyage mécanique direct du grain entier
- b) technique discontinues manuelle et semi-mécanique.
- c) technique industrielle.

7- Les utilisations du maïs :

Le maïs offre une très grande diversité d'utilisation. Trois procédés sont utilisés pour transformer les grains de maïs en sous-produits de valeur :

- ✓ Le broyage complet utilisé par l'industrie de la distillerie ;
- ✓ La mouture sèche mise en œuvre par l'industrie de la semoulerie, alimentation du bétail et des animaux domestiques, (industrie chimique).
- ✓ La mouture humide mise en œuvre par l'industrie de l'amidonnerie.

(Alimentation humaine, papeterie, pharmacie, alimentation animale)

(Fournier R., 1999).

Alors, comme il est indiqué plus haut, le maïs a trois utilisations possibles : aliment pour les humains, aliment pour les animaux et matière première pour l'industrie. Dans l'alimentation humaine, Nous pouvons utiliser le grain entier, parvenu ou non à maturité; nous pouvons aussi le transformer au moyen des techniques de mouture sèche de manière à obtenir un nombre relativement important de demi-produits, tels que grits de maïs de différents calibres, farines et semoules de maïs, et semoule pour la préparation des flocons. A leur tour, ces demi-produits trouvent de nombreuses applications dans des produits alimentaires très divers. En agriculture de subsistance, le maïs a été, et reste, dans certaines régions une culture vivrière de base. Dans les pays développés, plus de 60 pour cent de la production sont destinés à la fabrication d'aliments composés pour la volaille, les porcins et les ruminants. Depuis ces dernières années, même dans les pays en cours de développement où il fait partie de l'alimentation de base, le maïs a été de plus en plus utilisé comme ingrédient des aliments pour animaux. Ce n'est que récemment que le maïs à «haute teneur en humidité» a retenu davantage l'attention dans l'alimentation animale en raison de son coût plus faible et de sa capacité à accroître le rendement des opérations de transformation. Les sous-produits de la mouture sèche sont le germe et le tégument séminal. Nous pouvons extraire du premier une huile comestible de grande qualité. Le tégument séminal ou péricarpe sert surtout à l'alimentation animale, encore qu'il ait retenu l'attention ces dernières années comme source de fibres alimentaires (Earli et al., 1988); (Burge et Duensing., 1989). La mouture humide est un procédé surtout réservé aux utilisations industrielles du maïs, bien que le procédé de cuisson alcaline utilisé pour la fabrication des tortillas (minces galettes consommées au Mexique et dans d'autres pays d'Amérique centrale) soit également une opération de mouture humide qui n'enlève que le péricarpe (Bressani., 1990). La mouture humide fournit l'amidon du maïs et des sous-produits

tels que le gluten, utilisé comme ingrédient des aliments pour animaux. La production d'huile de maïs à partir du germe fournit comme sous-produit la farine de germe de maïs, employée pour l'alimentation animale. Des tentatives ont été faites pour utiliser ces sous-produits dans des mélanges et des formulations destinés à l'alimentation humaine

III- Le pain :

Le pain est un aliment de base dont la consommation est de plus en plus forte dans les pays en voie de développement (CEA.,1998) et(Akindes.F.,1996). En Afrique, il est même utilisé comme aliment de base et servi aux enfants en âge de sevrage. Le pain est avant tout une source énergétique dans la mesure où sa teneur en protéines est inférieure à celle des graines oléagineuses et de légumineuses (Abdel-Kader.Z.M., 2001). Ses deux éléments, forte consommation et faible teneur en protéines, font du pain un aliment-vecteur idéal pour une fortification protéique qui est l'une des stratégies de lutte contre la malnutrition protéino-énergétique (Serna Saldivar S. O. et al.,1990).

1- panification :

La panification proprement dite se résume en un ensemble d'opérations :

1-1/ Le pétrissage :

C'est la première étape de la panification assurant un mélange intime de tous les ingrédients c'est une hydratation des constituants de la farine et une incorporation de l'aire dans le milieu.

Ceci aboutit à la confection d'une pâte lisse et homogène, se détachant bien des parois du pétrin.

La fabrication de la pâte peut-être effectuée selon deux processus :

- Par pétrissage classique.
- Par pétrissage accentué ou « intensifié ».

L'opération de pétrissage comprend :

Le frasage : c'est la première période du pétrissage qui début après la mise en place des ingrédients, le coulage de l'eau et l'addition de levure ou de levain et du sel. Elle dure jusqu'à la disparition complète de toute trace d'eau ou de farine c'est-à-dire jusqu'à l'obtention d'une pâte grossière.

Un traitement mécanique d'une intensité suffisante pour confère à la pâte les caractéristiques rhéologiques désirées (Bure J., 1979).Actuellement, le frasage s'enchaîne progressivement avec la période de traitement mécanique.

1-2/ La fermentation :

Elle va de la fin du pétrissage à l'enfournement.

La fermentation panair est une fermentation alcoolique-anaérobique déclenchée et entretenue par l'action des ferments (levure ou levain) qui transforment les sucres fermentescibles en :

- Gaz carbonique qui emprisonné dans le réseau gélatineux, est responsable de la levée de la pâte.
- Alcool éthylique et produits secondaires de la fermentation alcoolique, esters et produits qui participent à la formation de l'arôme du pain.

On distingue au cours de la fermentation panair :

- Le pointage : c'est la période de fermentation comprise entre la fin de pétrissage et le début de la mise en forme. La pâte subit en ce moment là une fermentation de masse.

La mise en forme comprend :

- La division de la pâte en pâtons et le pesage.
- Le façonnage, comprenant le moulage ou boulage (manuel ou mécanique), la détente qui est une période de repos et de la relaxation de la pâte avant la mise en forme définitive.
- L'apprête : dernière étape de la fermentation panair, comprise entre la fin de façonnage et l'enfournement. Les pâtons sont mis à fermenter sur plaques, couche, ou sur filets (Bure J., 1979).

1-3/ La cuisson :

C'est au cours de la cuisson que la transformation de la pâte fermentée, en pain, s'accomplit. Au cours de la première cuisson, la fermentation à l'intérieur du pâton poursuit son activité jusqu'à ce que la chaleur interne, atteignant une température comprise entre 45 et 50°C, provoque la destruction des ferments et stoppe alors toute action de leur part. L'élévation de la température agit ensuite entre 60 et 70°C. Sur le gluten qu'elle coagule et sur l'amidon transforme en empis. Le produit perd progressivement et rapidement sa plasticité et le pain prend son aspect définitif (Calvel.H, .1968).



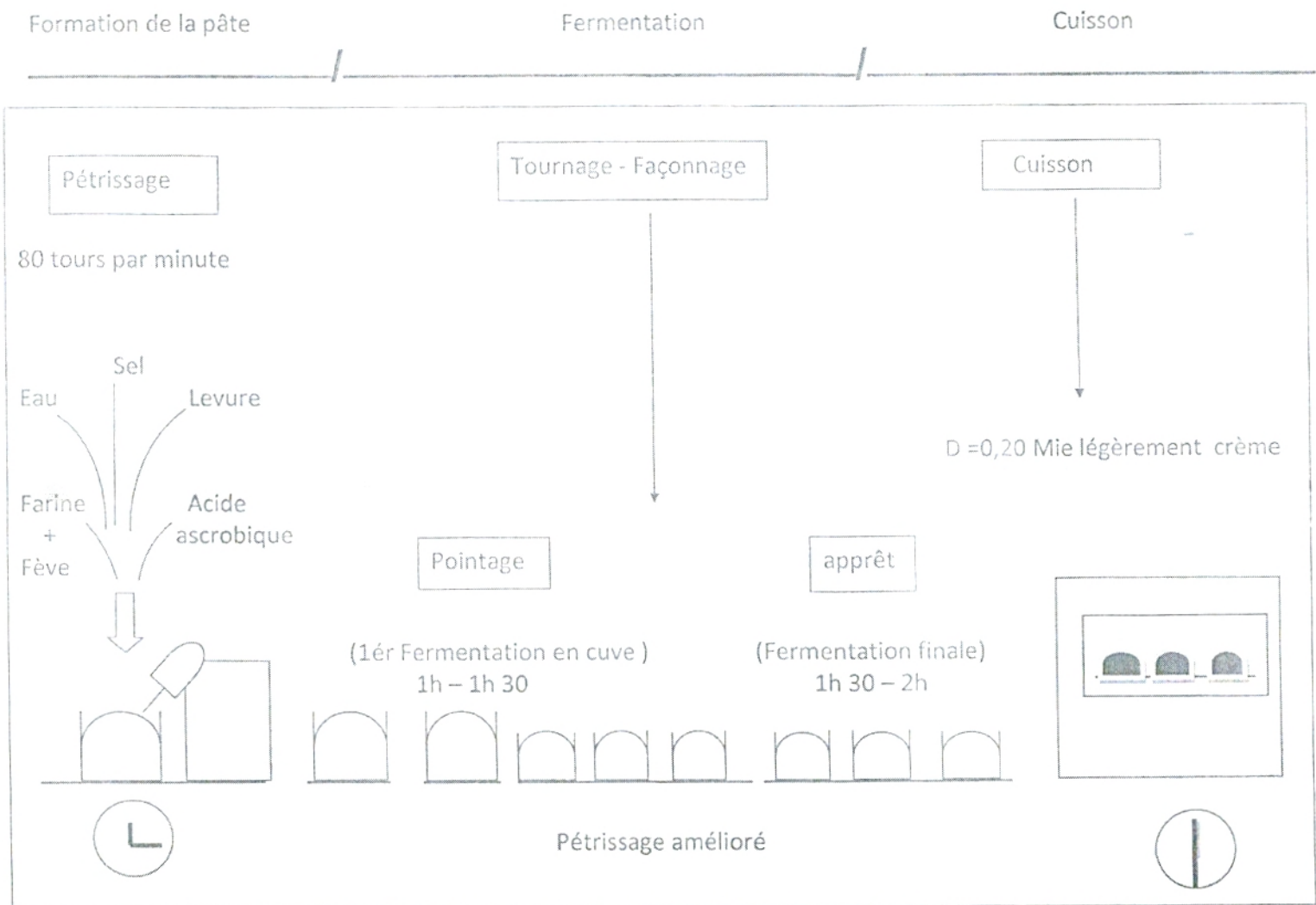


Figure 14 : Industrie de deuxième transformation : La panification (Doumandji, A et al., 2003)

2- La valeur alimentaire du pain :

Une ration moyenne de 325 gramme de pain apporterait plus de 800 K calories, soit environ le tiers de besoin énergétique totale de la ration alimentaire moyenne d'un homme adulte. Si le besoin en énergie augment, la consommation du pain doit augmenter (**Coulibaly.K et Michel. A., 2008**)

Le grand intérêt des céréales et du pain est d'apporter de l'énergie sans élever le taux de lipides.

Comme source protéines, 325 grammes de pain fournissent 22,75 grammes, soit environ le tiers du taux recommandé en protéines pour l'adulte.

Aussi doit on noter que le pain apporte, quelques uns des principes nutritifs non énergétiques indispensables à la ration alimentaire.

Tableau 04 : La valeur alimentaire du pain (Source : Santé Canada. Fichier canadien sur les éléments nutritifs, 2005).

	Calorie	Protéines	Glucides	Lipides	Fibres alimentaires
Pain du blé, une tranche de 34 g.	84	3,3g	15,7	1,4g	2,3g

3- L'utilisation des farines « non panifiables » en panification :

L'aptitude d'une farine à la panification est l'expression de sa capacité à remplacer d'une manière efficace, la farine de blé ou de seigle dans l

es composants essentielles à la panification (**Bijttebier R.P.J-1978**).

Suite aux difficultés économiques que posent les importations du blé, l'utilisation d'autres céréales telles que le maïs, le sorgho, le mil ou les tubercules féculents comme le manioc a été essayé en panification dans le but de remplacer au moins en parties de farine importée.

4- Les fibres alimentaires :

4-1/ Définition :

Les fibres représentent la partie des plantes que notre système digestif ne peut digérer complètement. Elles se retrouvent dans les légumes et les fruits, les pains et céréales à grains entiers, les légumineuses, les noix et les graines. Dans notre estomac, elles se gonflent d'eau et prennent du volume, et procurent ainsi une sensation de satiété.

4-2/ Les types des fibres alimentaires :

Il existe deux types de fibres alimentaires : les **fibres insolubles** et les **fibres solubles**. Les fibres insolubles, que l'on retrouve surtout dans les aliments comme le son de blé, les grains entiers et les légumes, régularisent le transit intestinal et permettent aux déchets de séjourner moins longtemps dans le gros intestin, ce qui peut diminuer les risques de cancer du côlon. Les fibres solubles se retrouvent plutôt dans les fruits, les légumineuses et l'avoine, et peuvent, un peu à la manière d'une éponge, absorber le cholestérol alimentaire, et contribuer ainsi à diminuer le taux de cholestérol sanguin (**Henauer J et Frei J.,2004**)

4-3/ Les sources alimentaires de fibres :

Tableau 05 : Les sources alimentaires de fibres :(Henauer J et Frei J.,2004) :

Sources alimentaires	Teneurs en fibres pour 100g
Pomme de terre, céréales complet cuites, maïs.	2
Fruits frais et légume verts frais.	2.5
Pain blanc	3
Pain de campagne	3.5
Petits pois	5

4-4/ Le rôle des fibres alimentaires :

Chez les diabétiques, la prise régulière de 20 à 30 g de fibres alimentaires par jour réduit non seulement les réponses glycémiques postprandiales et les besoins en insuline, mais aussi les glycémies à jeun et la sensibilité à l'insuline. Si les modifications des sécrétions digestives, de la digestion elle-même, de l'absorption, du temps de transit, et de la structure du tube digestif peuvent expliquer les premières constatations biologiques ; les deuxièmes ne s'expliquent que par le métabolisme de ces fibres dans le colon avec production d'acides gras volatils et de gaz qui sont catabolisés in situ et qui passent dans la circulation sanguine.

A noter les amidons résistants qui vont être métabolisés au niveau du colon avec production d'acides grasvolatils et de gaz. Ils ont le même intérêt diététique que les fibres alimentaires.

Parmi les fibres les mieux étudiées sur le plan digestif et métabolique sont les pectines. Chimiquement elles résultent de la condensation de molécules d'acide galacturonique reliées par liaison α (1 \rightarrow 4), biologiquement elles sont des constituants des parois cellulaires rencontrées universellement dans le règne végétal d'où l'existence de nombreux systèmes enzymatiques les dégradant. Elles sont soit fortement méthylées (70 %) et forment des gels en milieu très sucré et acide, soit faiblement méthylées (50 %) et forment des gels en milieu peu acide et peu sucré en présence d'un cation divalent tel le calcium. (**Linden G et Lorient D., 1994**)

Chapitre02:

Partie expérimentale

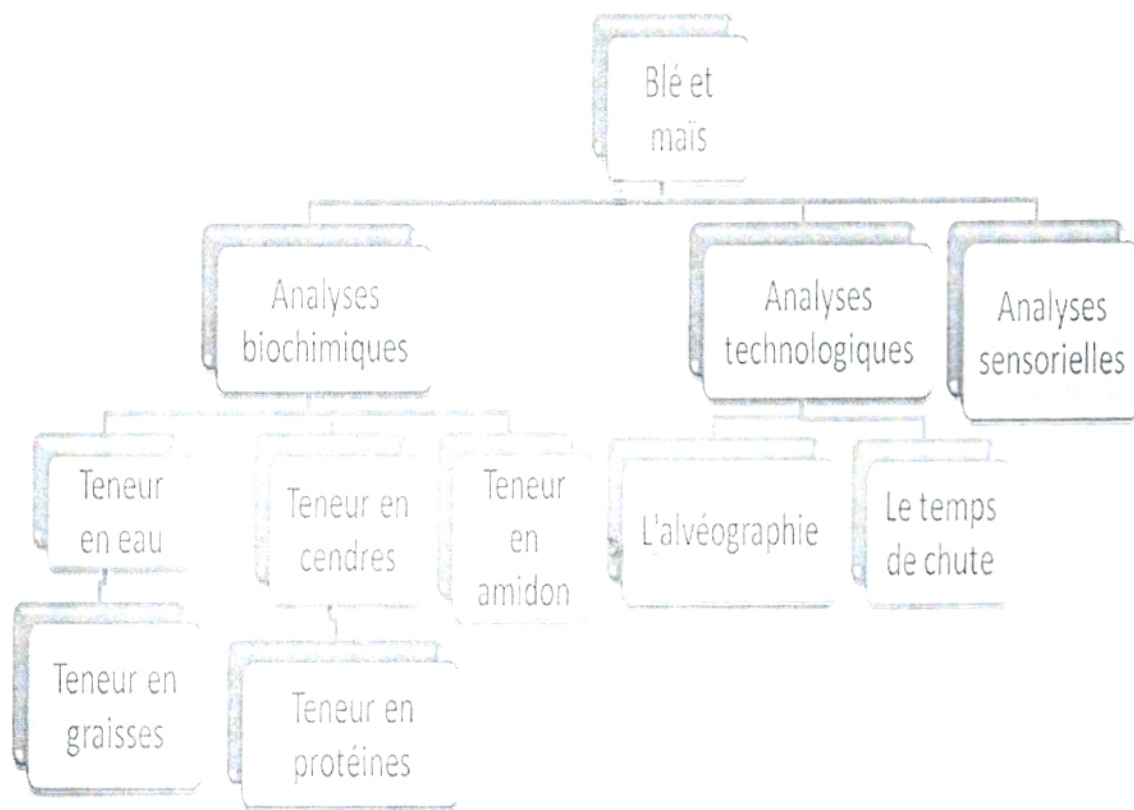


Figure 15 : Diagramme de différentes méthodes réalisées sur la farine de blé tendre et de maïs.

1- Matériels végétaux :

Le travail que nous avons réalisé porte sur la farine du blé tendre (Safina) et la farine du maïs jaune.

Pour la farine du blé tendre et du maïs, les échantillons ont été achetés carrément du marché.

Le nom de l'unité : Amidonnerie de Maghnia et La minoterie LA TAFNA. Ain Dafla Tlemcen.

2- Matériel et méthodes :

Le travail effectué au sein du laboratoire de la Maïserie de Maghnia et à la minoterie de Tafna.

I- Les analyses physiques :

I-1/ Détermination de la teneur en impuretés ISO 7970 :

A- Définition :

Les impuretés regroupent les grains de blé et de maïs endommagés et tous éléments organiques et non organiques autres que les grains de blé et de maïs concernés.

Les grains endommagés : englobe les types de grains suivants :

- Grains cassés : grains de blé ou de maïs dont l'albumen est partiellement découvert. Ceci inclut les grains dégermés.
- Grains échaudés : grains de masse et de taille réduites, dans lesquels la mise en réserve de matières nutritives a été interrompue sous l'effet de facteurs physiologiques et pathologique, et qui passent à travers un tamis à trous longs arrondis.
- Grains avariés : englobe les types de suivants :
 - ✓ Grains moisissés : gains qui présentent sur plus de 50% de la surface et/ou dans l'amande des moisissures visibles à l'œil nu.

✓ grains endommagés par la chaleur : gains qui présentent une coloration marron foncé à noire, résultant de l'action de la chaleur.

- Grains attaqués par les prédateurs : gains qui présentent à l'œil nu, des dommages dus à des attaques par des rongeurs, insectes, acariens ou autres déprédateurs.
- Grains germés ne sont pas pris en considération en tant que tels, mais par l'activité

α -amylasique qui résulte de leur présence. Exprimée en indice de chute.

B- Principe :

Séparation des impuretés, par tamisage et triage.

Catégorie d'impuretés	Valeur maximale admissible(%)
Grains cassés.	
Grains échaudés.	7
Grains avariés.	8
Grains attaqués par les déprédateurs.	1
Autre céréales.	2
atières étrangères.	0.5
Eléments non organiques.	0.5
Grains nuisibles et/ou toxiques, grains cariés et ergot.	0.05

C- Mode opératoire :**C-1/Préparation de l'échantillon pour essai :**

Mélanger avec soin l'échantillon pour laboratoire afin de le rendre aussi homogène que possible, puis procéder si nécessaire à sa réduction à l'aide d'un diviseur jusqu'à l'obtention d'une quantité d'environ 1kg.

Peser à 1kg près l'échantillon pour essai ainsi obtenue et le mettre dans le récipient.

Noter toute odeur particulière ou étrangère à celle de la céréale, ainsi que la présence d'insectes et d'acariens vivants.

Les insectes seront identifiées et leur nom consignés au procès-verbal.

Détermination de l'ergot :

Séparer l'ergot de l'échantillon pour essai et le peser à 0.01g près.

C-2/Division :

Bien mélanger l'échantillon débarrassé de l'ergot, et le diviser à l'aide du diviseur jusqu'à obtention d'une quantité de 100g à 0.01g près.

Si l'on observe la présence de grains vêtus, séparer les grains des enveloppes avant le tamisage.

C-3/Tamisage :

Placer la prise d'essai (100g) sur les tamis et mettre le couvercle.

Agiter manuellement pendant 45s avec un mouvement de va et vient parallèle au sens des fentes, en gardant les tamis dans un plan horizontal.

C-4/Recherche et classement des impuretés :

Additionner les pourcentages des impuretés grains d'une part, et des impuretés diverses d'autres part. Les exprimer avec une seule décimale, de même que la teneur en grains cassés.

II- Les analyses biochimiques :

II-1/Détermination de la teneur en eau :

A- Domaine d'application :

Cette méthode est applicable aux produits amidon, gluten, fourrage, dextrine blanche et jaune, germe de maïs, huile de maïs et liqueur de trempé.

B- Principe :

La perte de poids résultant du séchage dans l'hygromètre pendant un temps et à une température donnée (Multon J.L., 1991).

C- Mode opératoire :

- ✓ Le poids d'échantillon 10 gramme répartie en une couche uniforme.
- ✓ Mettre les assettes avec l'échantillon dans l'hygromètre à 105°C pendant 30 minutes.

Peser les assettes (Audigi C et al 1984).

D- Expression des résultats :

La teneur de l'échantillon en humidité se calcule comme suite :

$$\text{He\%} = \frac{A-B}{E} \times 100$$



He : teneur en eau

A : la pesée en gramme : assette+échantillon avant séchage.

B : la pesée en gramme : ass

ette+échantillon après séchage à l'hygromètre.

E : poids de la prise d'essai.

100 : indice pour le calcul en pourcentage.

Détermination de la matière sèche :

$$\text{Taux de MS(\%)} = 100 - H_e$$

MS : matière sèche.

H_e : humidité.

II-2/ Détermination de la valeur PH :

A- Domaine d'application :

Cette méthode est applicable aux produits suivants :

Amidon, sirop de glucose, dextrine blanche et jaune, gluten et liqueur de tempe.

B- Principe :

Le PH est défini comme étant le logarithme négatif de la concentration en ions hydrogéné d'une solution.

C- Mode opératoire :

- ✓ Le PH mètre doit être étalonné à l'aide des solutions tampons aux PH 4 et 7.
- ✓ Prendre 20gramme d'échantillon dans un bûcher ajouter à cela 100ml d'eau distillée à température ambiante à 25°C et qui sera bien mélangé à l'aide d'un agitateur magnétique.
- ✓ Plonger l'électrode dans le bûcher, noter la valeur du PH quand celle-ci se stabilise à une valeur donnée.(Audigi .C et al., 1984).

D- Remarque :

Après chaque utilisation du PH mètre rincer l'électrode avec de l'eau distillée et la maintenir toujours par simple plongé en milieu aqueux.

II-3/ Détermination de la teneur en cendres :

A- Domaine d'application :

Cette méthode est applicable aux céréales et leurs dérivés ; amidon, sirop de glucose, dextrine blanche et jaune, gluten, fourrage et liqueur de tempe.

B- Principe :

L'échantillon est incinéré à 900°C dans le four à moufle dans des creusets apte à l'incinération est terminée dès que le résidu à l'état froid et pratiquement blanc (**Jean. A et al., 1998**).

C- Mode opératoire :

- ✓ Faire calciner les creusets en porcelaine à 900°C dans le four à moufle pendant 30 minutes.
- ✓ Refroidir ces creusets pendant une heure dans un dessiccateur jusqu'à la température ambiante et ensuite peser le ou les creusets.
- ✓ Peser 5 grammes d'échantillon dans le creuset et on peut : soit une pré calcination en disposant le creuset sur le bec bunsen.

Soit humecter le produit avec l'éthanol et le laisser brûler à l'entrée du four à moufle.

Dans les deux cas le ou les creusets sont introduits dans le four lorsque la substance aura totalement brûlé.

L'incinération est terminée lorsque le résidu à l'état froid est pratiquement blanc.

Les creusets sont refroidis dans le dessiccateur pendant une heure et ensuite pesés (**J. OFF, 1972**).

D- Expression des résultats :

La teneur en cendres par 100gramme de matière naturelle est :

$$TC\% = \frac{B-A}{E} \times 100$$

La teneur en cendres par 100gramme de matière sèche est :

$$TC\% = \frac{B-A}{E(100-H)} \times 10^4$$

A : poids en gramme du creuset vide.

B : poids en gramme du creuset plus les cendres.

E : poids de la pris d'essai.

H : teneur en eau de l'échantillon.

II-4/Détermination de la teneur en amidon ; méthode EWERS polarimétrie :**A- Domaine d'application :**

Cette méthode est utilisée en vue de déterminer la teneur en amidon brut dans les céréales ainsi que quelques produits découlant du procédé.

B- Principe :

L'amidon brut contenu dans l'échantillon à examiner est dissout dans de l'acide chlorhydrique HCL. la précipitation des substances perturbatrices (protéines) est obtenue à l'aide des produits Carrez I et 2. on mesure le pouvoir rotatoire optique de l'échantillon à partir de l'angle de rotation α (**Multon J.L ., 1991**).

C- Mode opératoire :

Peser 5gramme d'échantillon dans une capsule transverse à l'aide d'un entonnoir dans une fiole de 100 ml, ajouter du HCL a (0.1N) en deux fois(2x25), à l'aide des 25 premières ml rincer la capsule et l'entonnoir. Bien agiter la fiole, mettre la dans l'eau bouillante pendant 15 minutes. Agiter celui-ci pendant les trois premières minutes sans être sortie de bain-marie. Après la durée du plongée, ajouter 20à30cc d'H2O et laisser refroidir la solution dans un bac alimenté de l'eau de robinet. Ne la retirer que lorsque la température sera inférieur a 20°C, ajouter ensuite 5cc de produit CARREZ I et CARREZII. Après avoir agité le tout, compléter avec de l'eau distillée jusqu'au trait de jauge de 100 cc, laisser reposer 5minutes pour que les produits CARREZI et CARREZII agissent, entre temps mètre le polarimètre en marche avec le bain marie. Faire la filtration à l'aide d'un papier filtre circulaire a plis.

- Les deux premiers ces du filtrat sont à jeter. Rincer le tube de polarimètre au moins trois fois avec le filtrat dont on veut déterminer la valeur rotatoire optique, après rinçage, le remplir avec le même filtrat. fermer le tube en veillant à ce qu'il n'y a pas d'air à l'intérieur.

Le polarimètre donne directement la valeur rotatoire optique. Noter celle-ci quand elle se stabilise (**J. OFF, 1972**).

D- Expression des résultats :

On peut calculer la teneur en amidon de 100gramme par rapport la matière sèche :

$$TA\% = \frac{\alpha x}{\alpha D x L x Ex (100-Hc)} \times 10^6$$

α : angle de rotation de la solution de l'échantillon.

αD : valeur rotatoire spécifique de l'amidon.

L : longueur de tube du polarimètre en décimètre.

E : poids de l'échantillon.

II-5/Détermination des graisses :

A- Définition :

Les lipides se trouvent surtout dans le germe et entrent dans la composition chimique du grain de maïs. Comme le germe est séparé pendant la mouture, les farines en contiennent de minime quantité.

B- Principe :

L'extraction fait par l'appareil de Soxhlet, par un solvant organique « éther de pétrole ». Les graisses solubles dans ce solvant et séchage consécutif, le résidu est déterminé par pesage (Cheftl J. C et Cheftel H., 1984).

C- Mode opératoire :

Mettre un échantillon de 10gramme dans des douilles (cartouches) d'extraction. Fermer les douilles et les soumettre à un séchage préliminaire pendant deux heures à 105°C (dans l'étuve).

Procéder ensuite à l'extraction par 200ml de solvant (éther de pétrole), (le temps d'extraction est de six heures). Le solvant est ensuite distillé et les bêcheur soumis a une évaporation partielle du solvant, tenir incliner sur la résistance chauffante.

Mettre les bêcheur inclinés dans l'étuve a 105°C pendant deux heures à laisser refroidir dans le dessiccateur pendant une heure à 1 h30mn faire la première pesée, l'opération est répétée

jusqu'à obtention d'un poids constant (à chaque opération laisser refroidir dans le dessiccateur et pesé) (Lebekia A et Bereksi – ReguigB., 2003).

D- Expression des résultats : Calcul : teneur en graisses par 100gramme en matière naturelles :

$$TG\% = \frac{B-A}{E} \times 100$$

Teneur en graisses par 100gramme en matière sèche est :

$$TG\% = \frac{B-A}{E(100-He)} \times 10^4$$

A : poids du bêcher d'extraction vide.

B : poids du bêcher avec les graisses.

E : poids de la prise d'essai.

He : teneur en eau de l'échantillon.

E- Remarque :

Lors des pesées en constant que les poids diminue ou augmente ensuite pour les calculs prendre toujours la plus petite valeur.

Le temps initial d'extraction commence au moment ou le solvant commence à s'égoutter dans le soxelet, après sis heures d'extraction fermer le robinet pour recueillir le solvant.

II-6/ Détermination de la teneur en protéines :(Kjeldhal, 1883) :

Les protéines sont des composants importants du grain de maïs après l'amidon, leurs teneurs varient d'environ 8% à 12% du poids du grain.

A- Principe :

La détermination de l'azote total est réalisée par la méthode Kjeldhal(1883) qui s'effectue en trois phases :

- Minéralisation
- Distillation
- Filtration

Le principe consiste à digérer la matière d'analyse par ébullition en présence d'acide sulfurique concentré ($d=1.83$). Dans ces conditions, l'azote est transformé en ammoniacque fixé par l'acide sulfurique, le carbone et l'hydrogène sont transformés en CO_2 et H_2O .

En fin d'opération, on dispose ainsi d'une solution de sulfate d'ammonium par alcalisation de cette solution.

On déplace l'ammoniacque que l'on entraîne par courant de vapeur d'eau et que l'on dose par volumétrie.



B- Mode opératoire :

B-1/ Minéralisation :

Elle doit être réalisée avec précaution car elle met en œuvre de l'acide sulfurique concentré et chaude.

Introduire dans un matras de kjeldhal 1 gramme d'échantillon et ajouter une pincée d'un catalyseur qui un mélange de $(K_2SO_4 + CuSO_4)$ et 15 ml d'acide sulfurique pur. Agiter et placer le matras sur le dispositif de chauffage. Placer un entonnoir à tige court sur le col du matras.

Chauffer l'ensemble doucement et progressivement en agitant de temps en temps jusqu'à que la couleur noire disparaisse pour laisser place à une couleur transparente, laisser refroidir.

Par cette opération, l'ensemble de l'azote organique est transformé en azote minéral sous forme d'ammoniaque.

Transverse l'échantillon minéralisé dans une fiole graduée, laver le matras avec l'eau distillée et le rajouter dans la fiole. Enfin compléter le volume avec l'eau de lavage jusqu'à 100 ml.

B-2/ Distillation : (unité de distillation BUCHI K 314)

Ajouter dans des ballons kjeldhal refroidis 20ml d'eau distillée plus quelques gouttes de phénolphaléine plus 80 a 90 ml de NAOH a 33%(en faisant écouler lentement sur les parois du ballon pour éviter les projections).

Mettre dans l'eren qui été déjà préparé au paravent 20 ou 25ml d'acide sulfurique a 0.1N plus quelques gouttes d'indicateur mixte.

Plonger le tube des condensâtes de l'appareil de distillation dans l'eren, et procéder à la distillation pendant environ 20 à 30 minutes.

B-3/ Titration :

L'excès d'acide sulfurique est titré avec une solution d'hydroxyde de sodium (0.1N) jusqu'au virage de l'indicateur de tashiro du violet au vert.

C- Expression des résultats :

Le calcule de l'azote total est réalisé selon la formule suivante :

La teneur en protéines brutes par 100gramme de matière sèche :

$$PB\% = \frac{[(VH_2SO_4 \times FH_2SO_4) - (VNaOH \times fNaOH)] \times fn \times Fr \times 100 \times 100}{E \times (100 - He)}$$

$$E \times (100 - He)$$

$$PB\% = \frac{[(VH_2SO_4 \times fH_2SO_4) - (VNaOH \times fNaOH)] \times 0.0014 \times 6.25 \times 100 \times 100}{E \times (100 - He)}$$

$f_n = 0.0014$ = facteur de conversion par l'azote.

$f_r = 6.25$ = facteur de conversion de l'azote protéines.

VH_2SO_4 = quantité en ml d'acide sulfurique 0.1N.

fH_2SO_4 = facteur de conversion de l'acide sulfurique.

$VNaOH$ = quantité de soude servi au titrage de l'acide sulfurique en excès.

$fNaOH$ = facteur de correction de la soude.

He = teneur en eau.

E = poids de la prise d'essai.

III- Les analyses technologiques :

III-1/Détermination de l'alveographie chopin :

Cette méthode a pour objet la détermination des caractéristiques d'extensibilité des pâtes de farine de blé (Roussel P et al., 1980).

Les caractéristiques d'extensibilité sont sa résistance à l'extension et la déformation avant rupture, au cours de l'extension, obtenue dans les conditions opératoires de la méthode.

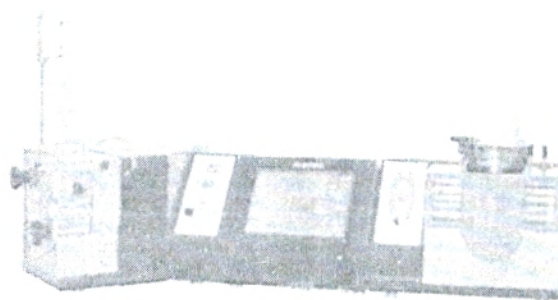


Figure 16 : photo d'alvéographie de chopin.

A- Principe :

Préparation d'une pâte à teneur en eau constante, à partir d'une farine du blé tendre et d'eau salée, dans les conditions de la méthode. Formation des éprouvettes de pâte sous forme de disque ; après un temps de repos déterminé et réglage de l'épaisseur de l'éprouvette, extension biaxial par gonflement sous forme de bulle en fonction du temps. Appréciation des caractéristiques de la pâte d'après la surface et la forme des diagrammes obtenus.

(ISO 5530/4).

B-Mode opératoire :

Dans le pétrin extracteur, on introduit 250gramme de farine aux quels on ajoute une quantité d'eau qui dépend de l'humidité de cette farine (cette eau contient 25% de sel).

Enfin du pétrissage, on extrait 5 pâtons que l'on découpe à l'emporte-pièce. Après 20minutes de repos, ces pâtons sont déposés un par un sur souffèrie qui par l'intermédiaire d'un débit d'air précis gonfle la pâte en forme de bulle jusqu'à éclatement .Le manomètre trace alors une courbe jusqu' la rupture de la bulle (ISO 5530/4).

L'interprétation de cette courbe détermine les 4 facteurs suivants :

- La précision « P » est en fonction de la hauteur de la courbe et présente l'élasticité de la pâte.
- Le gonflement « G » est en fonction de la longueur et présente l'extensibilité de la pâte.
- Le « w » le facteur le plus important est fonction de la surface sous la courbe est traduit la force boulangère.
- Le facteur P/L définit la configuration générale de la courbe.

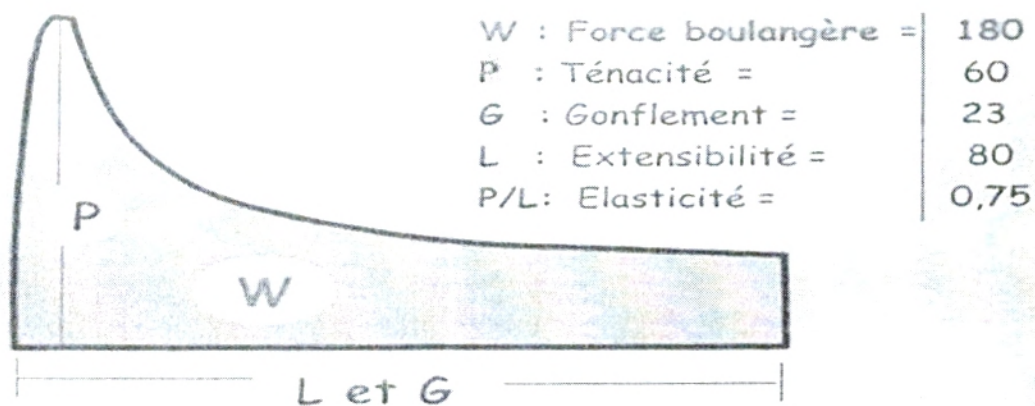


Figure 17 : photo d'alvéogramme (Zélény.L., 2006).

A- Expression des résultats :

Tableau 06 : quantité de la force boulangère (Henri.G ., 1968).

W	Force boulangère
>150	Très bonne
120 à 150	Bonne
90 à 120	Moyenne à bonne
60 à 90	Moyenne
50 à 60	Médiocre
<50	Mauvaise

III-2 /Détermination de l'indice du chute « HAGBERG » :

Ce test permet de connaître l'activité diastasique qui intervient lors de la fermentation. Il permet également de voir s'il s'agit d'un blé germé et renseigne le meunier sur la correction qu'il devra faire sur la farine, en apportant du malt (apport du sucre) ou des amylases fongiques.

A- Principe :

Cette détermination est conçue par la détermination de l'activité α -amylase (FALLING NUMBER SYSTEM).

- ✓ Pour le contrôle de la qualité des graines.
- ✓ Pour le calcul des mélanges de farine ou d'addition de malt en vue d'une panification optimum.

Le système FALLING NUMBER utilise le principe de la gélatinisation rapide d'une suspension de farine avec ensuite la mesure du temps de liquéfaction de l'amidon par α -amylase.

Le principe correspond au processus chimiques qui se produit pendant la cuisson (Cogburn RR et Gillenwater H.B., 1972.)

B- Mode opératoire :

La pesée se fait en fonction du taux d'humidité de chaque farine, ensuite l'échantillon sera mis dans un tube viscosimétrique en y ajoutant 25ml d'eau distillée. On bouche le tube et on ajoute vigoureusement de façon à réaliser une suspension homogène le tube avec l'agitateur est placé dans le bain-marie bouillant. Le moteur d'agitation démarre automatiquement et un bruiteur automatique indique la fin de l'opération (ISO 3093).

C- Expression des résultats :

Une activité amylasique :

>250 secondes : défaut d'activité (correction nécessaire).

180-250 secondes : correcte.

<180 secondes : élevée et parfois préjudiciable à la panification.

<120 secondes : le lot de blé est inapte à son utilisation en boulangerie.

Les analyses sensorielles :

L'analyse sensorielle consiste à étudier les caractéristiques sensorielles des produits en faisant intervenir l'homme à travers ses 5 sens.

Analyse et utilité

Une analyse sensorielle étudie les qualités extérieures et intérieures du pain. Les critères de la qualité extérieure sont : la couleur, la forme, le volume et la croûte. L'analyse de la qualité intérieure porte, quant à elle, sur la porosité, la structure, l'aspect en bouche, l'odeur et le goût. De nombreux facteurs influencent ces aspects, comme le type de céréales, le degré de mouture ou encore la fermentation.

Un système standardisé tel que celui-ci permet une description des arômes du pain à travers un monde de mots et d'images.

L'application de ce système débutera avant tout dans la formation, que ce soit dans les branches spécialisée pour les céréales, la meunerie, la boulangerie ou l'analyse sensorielle ou lors de manifestations professionnelles.

Chapitre03:

Résultats et Discussion

1- Analyses biochimiques :

1-1 Teneur en eau :

Tableau07 : Teneur en humidité en gramme pour 100g de farine.

NT Echantillons	Humidité en %				MS en (%)
	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne	
FB	15.33	15.09	15.10	15.17	85.90
FM	13.36	12.87	12.95	13.06	86.94
F1	14.58	14.55	14.80	14.64	85.35
F2	14.55	14.17	14.50	14.40	85.59
F3	14.49	14.08	14.30	14.29	85.71

La détermination des paramètres est de la grande nécessité. Elle nous a permis de fixer les conditions de stockage, ainsi que de limiter les dates de conservation des farines. (Dali Youcef.N et Goumat.K, 1991).

Les résultats obtenus par la minoterie d'Ouled Mimoune et maïserie de Maghnia, les normes d'humidité de la farine de blé tendre et de maïs sont successivement comme suit : 14 à 16 % et 12 à 14 %.

L'analyse effectuée sur nos échantillons montre des valeurs estimées par : 15,17% pour la FB, 13,06% pour la FM, 14,64% pour la F1, 14,40% pour la F2, et 14,29% pour la F3.

A partir de ces valeurs on peut déterminer le pourcentage de la matière sèche (%) qui s'est révélé : 85,90% pour la FB, 86,94% pour la FM, 85,35% pour la F1, 85,59% pour la F2, 85,71% pour la F3.

Donc, on peut dire que nos farines sont situées dans les normes citées.

1-2/ Le PH :

Tableau 08 : les PH des différentes farines :

Echantillons \ NT	PH			
	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
FB	5,99	6,02	6,02	6,01
FM1	6,35	6,32	6,33	6,33
F1	6,19	6,18	6,16	6,17
F2	6,21	6,23	6,18	6,20
F3	6,23	6,27	6,23	6,24

D'après le tableau 12, le PH révèle le taux d'acidité ainsi que la basicité des graines qui sont fonction de la décomposition des substances à l'intérieur de ces derniers.

Les résultats est en accord avec celui trouvé par l'amidonnerie de Maghnia qui a été estimé entre 5,5 et 6,5.



1-4/ Teneur en cendres :

Tableau 09 : Teneur en cendres en gramme pour 100g de farine.

NT Echantillons	Les cendres en %			
	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
FB	0,38	0,38	0,42	0,39
FM1	1,82	1,83	1,85	1,83
F1	0,90	0,87	0,86	0,87
F2	0,94	0,90	0,97	0,93
F3	0,98	0,96	0,99	0,97

L'examen de la pureté de la farine s'effectue dans tous les moulins à l'aide du dosage de matière minérale ou teneur en cendre par incinération du produit à étudier.

Le taux de la matière minérale de la farine du blé tendre est très faible tandis que la farine du maïs sa teneur en cendres est plus élevée.

A partir de tableau 13 on peut dire que la teneur en cendre de la farine enrichie augmente avec le taux d'incorporation de la farine du maïs.

D'après ces résultats on peut conclure que la farine enrichie est de bonne qualité par rapport à la farine de blé tendre.

1-5/ Teneur en amidon :

Tableau 10 : Teneur en amidon en gramme pour 100g de farine.

		La teneur en amidon en %			
Echantillons	NT	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
	FB		85,77	83,45	86,01
FM		72,30	66,88	73,47	71,55
F1		78,81	74,91	77,32	77,01
F2		75,94	74,81	75,84	75,53
F3		74,51	75,00	74,63	74,71

L'amidon est le principal constituant de la farine, son rôle nutritionnel est d'une grande importance car il renferme la principale source de calories après hydrolyse digestive. (Dali Youcef.Net Gouyat.K., 1991).

On remarque d'après ce tableau que les quatre farines à une teneur en amidon plus élevée par rapport à la farine du maïs, c'est pour cela que les teneurs en amidon des farines enrichies diminuent avec le taux du maïs ajouté.

1-6/ Teneur en graisses :

Tableau 11 : Teneur en graisses en gramme pour 100g de farine.

		Les graisses en %			
		Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
NT	Echantillons				
	FB	0,94	0,97	0,99	0,96
	FM	3,03	3,17	3,09	3,09
	F1	2,55	2,40	2,51	2,48
	F2	2,86	2,78	2,83	2,82
	F3	2,99	2,97	2,87	2,94

Les principales matières grasses du blé sont des acides gras. Elles sont inégalement réparties dans le grain : le germe et la couche à aleurone en sont particulièrement riches. De ce fait, la composition en lipides de la farine dépend des conditions de mouture et de son taux d'extraction.

Les lipides de la farine exercent un rôle important sur le volume du pain.

(Amon Akpoussan R et al., 2009).

Les normes de la teneur en graisses sont de 3 à 4 % (Mâiserie de Maghnia).

Donc, la teneur de la farine du maïs en graisses est localisée dans les normes.

Les résultats du tableau précédant nous permettent de remarquer que la teneur en graisses de la farine neutre est très faible par rapport à la farine du maïs.

Le taux de matière grasses de la farine neutre augmente avec l'augmentation de pourcentage d'incorporation du farine du maïs.

1-7 / Teneur en protéines :

Tableau12 : Teneur en protéines en gramme pour 100g de farine.

NT Echantillons	Les protéines en %			
	Essai 1	Essai 2	Essai 3	Moyenne
FB	9,01	8,83	9,13	8,99
FM	12,47	11,96	12,40	12,27
F1	9,84	10,75	10,53	10,37
F2	9,92	10,83	10,72	10,49
F3	10,08	10,90	10,70	10,56

Les normes de la teneur en protéine de la farine du blé tendre et du maïs sont successivement comme suit : 8,5 à 10,5 % et 11,9 à 13 % selon la minoterie d'Ouled Mimoune et de la maïserie de Maghnia.

Les résultats de tableau nous permettent de distinguer que la farine neutre a une teneur en protéines plus faible que la farine du maïs.

Après l'incorporation des deux farines permis d'augmenter la teneur en protéines des farines enrichies.

Donc on peut exploiter que le taux de protéines permettre d'augmenter la qualité nutritionnelle de notre échantillon.

2- Analyses technologiques :

2-1 Données alvéographiques :

Tableau 13 Données alvéographiques :

Echantillons	Caractéristiques alvéographiques			
	W.10 ^d	P	G	P/L
FB	123	59	16.2	1.11
F1	46	43	11.4	1.65

- Nous notons une diminution du gonflement (donc le rapport P/L augmente).
- Ainsi, la ténacité augmente, l'extensibilité diminue (donc le T/A augmente).

Les mesures sont effectuées sur des mélanges farine de maïs à différents pourcentages d'incorporations de maïs suivantes : 30%-40%et 50%.pour tous les essais, nous utilisons une solution de sodium concentrée à 2.5%.

Nous pouvons expliquer la diminution du gonflement ou de la force boulangère après l'incorporation des deux farines du blé et du maïs parce que cette dernière est pauvre en gluten qui provoque l'élasticité de la pâte.

L'augmentation de la ténacité et diminution de l'extensibilité parce que la farine du maïs est riche en fibre alimentaire qui absorbe l'eau. Donc on obtient une pâte plus dure.

Remarque :

Nous ne pouvons pas utiliser l'appareil d'alvéographe chopin en les deux farines enrichies à 40 et 50% parce que cet appareil est utilisé juste pour les farines très fine, tandis que la farine du maïs est granulé.



2-2 Temps de chute de HAGBERG :

Tableau 14: temps de chute en seconde :

Temps de chute d'HAGBERG en secondes			
NT Echantillons	Essai 1	Essai 2	Moyenne
FB	390	388	389
FM			
F1	380	382	381
F2	373	371	372
F3	354	360	357

En meunerie, les alpha-amylases sont **utilisées** pour aider à la phase de fermentation des pâtes et améliorer la qualité boulangère du pain. Cette activité est expliquée par l'indice de chute de HAGBERG.

Les normes de cette indice sont de :

Inferieur à 180 s, indique une activité **amylasique** élevée (hyper-diastasique).

Entre 180 et 250 s, indique une activité **amylasique** correcte (farine équilibré).

Supérieur à 250 s, indique une activité **amylasique** faible (hypo-diastasique)

Nos résultats nous permettent d'**observer** que l'indice de chute de notre farine variant entre 389 et 357. Donc sont situés or des normes citée.

D'après ces résultats, nous observons que l'incorporation de des deux farines du blé et du maïs a une influence sur l'activité **amylasique** puisque elle diminue la valeur de l'indice de chute présente dans la farine de blé tendre.

3- Analyses sensorielles :

Tableau 15 : Analyses organoleptiques :

Echantillons Critères	FB	F1	F2	F3
	Qualités extérieures :			
La couleur :				
Brillante	1/8	1/8	3/8	0/8
Foncée	0/8	1/8	1/8	3/8
Régulière	3/8	2/8	0/8	1/8
La forme :				
Ronde	3/8	3/8	3/8	2/8
Normale	1/8	1/8	1/8	2/8
Plate	0/8	0/8	0/8	0/8
Le volume :				
Inférieur	2/8	1/8	1/8	0/8
Moyen	2/8	3/8	3/8	3/8
Supérieur	0/8	0/8	0/8	1/8
La croûte :				
Fine	2/8	0/8	0/8	0/8
Normale	2/8	0/8	1/8	4/8
Croustillante	0/8	4/8	3/8	0/8

Qualités intérieures :				
La porosité :				
Peut	1/8	1/8	0/8	3/8
Moyen	3/8	2/8	1/8	1/8
Trop	0/8	1/8	3/8	0/8
L'aspect en bouche :				
Doux	4/8	3/8	2/8	0/8
Moyen	0/8	1/8	1/8	0/8
Dur	0/8	0/8	1/8	4/8
L'odeur :				
Forte	0/8	0/8	1/8	4/8
Agréable	4/8	4/8	3/8	0/8
Fraiche	0/8	0/8	0/8	0/8
Le goût :				
Très bon	3/8	4/8	2/8	0/8
Bon	1/8	0/8	2/8	3/8
Désagréable	0/8	0/8	0/8	1/8

L'addition de la farine du maïs avec la farine de blé tendre a permis d'obtenir :

- Un goût agréable prononcé.
- Une meilleure couleur.
- Aussi une bonne odeur.

Tandis que le volume est diminué avec l'augmentation de l'incorporation du maïs.

D'après les résultats qui sont mentionner dans le tableau précédant nous pouvons constater qu'il y a une amélioration des caractéristiques organoleptiques.

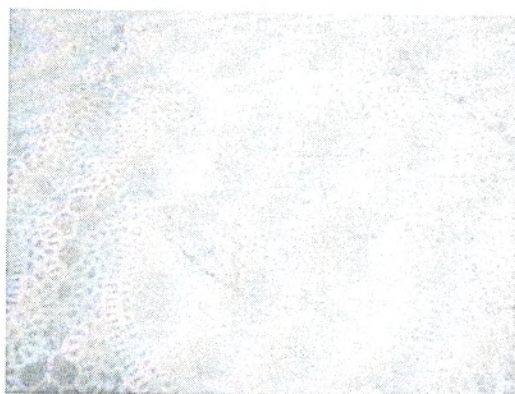
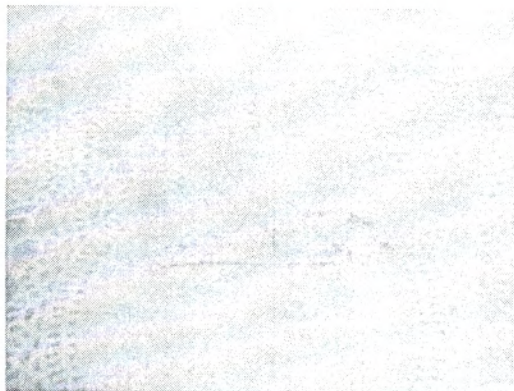
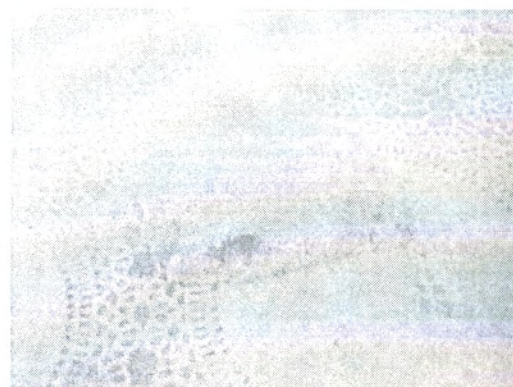
**FN****F1****F2****F3**

Figure 18 : Essai de panification.

Conclusion Générale

Conclusion générale :

Les possibilités d'amélioration de la valeur nutritionnelle du pain sont donc considérables. La technique la plus prometteuse semble l'utilisation en panification de farines riches en semoules de blé tendre ce qui suppose une adaptation des diagrammes de mouture.

L'utilisation de blé entier concassé, par la conservation de tous les éléments nutritionnels du grain et en particulier du germe, est également une méthode de base pour la production des pains courants de la future.

Dans l'avant, sans inconvénient, les pains pourront avoir une valeur nutritionnelle accrue de l'ordre de 30 à 100 % selon les proportions de blé entier ou de semoules utilisées.

Il serait souhaitable qu'une segmentation du marché doit mettre en place en vue de la production de blé de haute valeur nutritionnelle destinée à la fourniture de ces fractions riches en fibres.

Cette production nouvelle devrait être l'occasion pour d'instaurer des méthodes de culture et de choix variétaux particulièrement adaptés à la réduction des procédés d'état sanitaire.

Les techniques analytiques que nous avons employées au cours de notre étude sont la plupart celle utilisé en industrie meunière et amidonnerie.

Le taux de métabolisme I^{er} (protéines, lipides, amidon et cendres) on été estimé a 8,99%, 0,96%, 85,07% et 0,39% respectivement pour la farine de blé tendre et 12,27%, 3,09%, 71,55% et 1,83 pour la farine du maïs qui sont comparer par les farines enrichies aux différents pourcentages : par exemple a 40% présente de : 10,49% de protéines, 2,82% de graisses, 75,53% d'amidon et 0,93% des cendres.

Les analyses des caractéristiques technologiques (l'alvéographe et le temps de chute) nous a permis de mettre en évidence qu'il y a une faible amélioration de qualité diastasiqie qui présente par exemple le temps de chute de la farine de blé tendre de 389 S, 381 S pour la F1,372 S pour la F2 et 357 S pour la F3.

Les analyses sensorielles nous ont permis de cerner qu'il y a une amélioration de gout, de texture et de la couleur de pain.

En fin on peut dire que l'addition d'un pourcentage de la farine de maïs dans la farine de blé tendre à un objet de revaloriser l'alimentation diététique notamment dans l'amélioration de la qualité du pain, aussi un intérêt sanitaire et économique pour notre pays.

Conclusion générale :

Les différentes perspectives que nous pouvons envisager sont :

- Il est donc essentiel de mettre en relief l'ensemble des critères de qualité nutritionnelle du pain : la densité nutritionnelle (teneur en fibres et micronutriments pour un apport énergétique donné).
- Certains effets nutritionnels du pain ne sont pas faciles à exposer puisqu'il existe des réglementations relativement strictes à ce sujet (allégations nutritionnelles). Par contre, les critères de densité nutritionnelle, c'est-à-dire la richesse du pain en fibres et vitamines sont faciles à communiquer à un large public et la maîtrise de cette densité est très importante pour la gestion de la santé.

Références bibliographiques

Les références bibliographiques

1. **Abdel-Kader Z. M.** (2001). Enrichment of Egyptian "Balady" bread. Part 2. Nutritional values and biological evaluation of enrichment with decorticated cracked broad-beans flour (*Vicia faba* L.). *Nahrung*, **45**, 31-34.
2. **Adrian J et Rabache M.** (1985). La lysine dans les produits alimentaires. Industries des céréales, n° 34 : 21-24.
3. **Adrian J, Potus, J et Frangne R.**(1998). La science alimentaire de A à Z. Éd. Tec et doc. Lavoisier. pp: 320-369.
4. **Akines F.** (1996). Enquêtes prioritaires sur les dimensions sociales de l'ajustement structurel (Ep Dsa) réalisées par l'Institut National de Statistique.
5. **Amon Akpossan R, Akipo Dué E, Paefait J et Patrice Kouamé L.** (2009). Valeur nutritionnelle et caractérisation physicochimique de la matière grasse de la chenille séchée et vendue au marché d'Adjamé .pp243-250.
6. **Audigi C, Dupont G et Zonsz F.** (1984) Principe des méthodes d'analyse biochimique. Tome 01.Ed Doin.pp136-155.
7. **Benazzedine .** (1990). Contribution à l'étude comparative de la qualité des farines de blé dur et tendre. Thèse ingénieur : université de Tlemcen.
8. **Bennacer M.** (1980). Influence de taux d'extraction sur la composition biochimique et sur l'aptitude technologique des principales variétés de blé tendre Algérie. Thèse Ing.agro.inst.nati.agro. Ed Harrach.62p.
9. **Bijttebier R.P.J.**(1978). Essai de panification avec des farines non panifiables. Revu de l'agriculture vol 31,n°6 Novembre_Décembre. Paris.1054-1072.
10. **Bressani R.**(1990). Chemistry, technology and nutritive value of maize tortillas. Food Rev. 6: 225-264.
11. **Bure J .**(1979). Colloque du cinema-Paris-Novembre 1977. Article 06 : terme en usage en boulangerie et en cours des différentes étapes de la panification. Edition du C.N.R.S-Paris.
12. **Burg R.M. et Duensing W.J.** (1989). Processing and dietary fiber ingredient applications of corn bran. Cereul FOODS World-I. **34**: 535-538.
13. **Calvel H .**(1968). La boulangerie moderne. Ed. Eyrolles , Paris. 465p.
14. **Calvel .** (1984). La boulangerie moderne, édition la voisier, Paris, 19pp.
15. **Charvet.** (1984). Alimentation des alevins de loup de mer. Demandeur : S.E.P.I.A International (société d'étude de promotion et l'ingénierie en aquaculture).

Les références bibliographiques

16. **CEA. (1998).** Manuel technique des farines composées, transformation des farines tropicales. Singapore. Bradford Press.173 p.
17. **Cheftel J. C et Cheftel H.(1984).** Introduction à la biochimie et à la technologie des aliments. Volume 1. Ed. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. 381 p.
18. **Cogburn RR et Gillenwater H.B. (1972).** Interaction of gamma radiation and fumigation on confused floor beetles. *J.Econ.Entomol.* **65**, 245-248.
19. **Coulibaly K et Michel A. (2008).** Étude de la valeur nutritionnelle du pain normal et des pains composites contenant de la farine de grains délipidés de citrullus (cucurbitacées).
20. **Dali Yousef N et Goumat K.(1991).**Contribution à l'étude des caractéristiques chimiques et technologiques des farines de quatre variétés de blé tendres. *Triticum aestivum*. Thèse , ingénieurat université de Tlemcen.
21. **Doumandji A, Doumandji S et Doumandji B .(2003).** Technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stock- Mitiche Bahia. Office des publications universitaires : 11-2003.
22. **Earll, L., Earll,J.M., Nayjokaitis, S., Pyle, S., McFalls, K. & Altschul, A.M.(1988).** Feasibility and metabolic effects of a purified corn fiber food supplement. *J. Am. Diet. Assoc.* **88**: 950-952.
23. **FAOSTAT/MADR. (2004).** Etude sectorielle sur la diversité biologique. Signpost_Bureau de l'évaluation_Fonds pour l'environnement mondial.
- 24.**Fournier R. (1999)** « le maïs dans notre environnement. Maïsador semences », France. PP.31-55.
- 25.**Friedman P. (1985)** économie de l'alimentation in incyclopedia universalis. Ed. corpus1, Paris. 789p.
26. **Jean. A et al., 1998-** « introduction à l'analyse nutritionnelle des denrées alimentaires ». Ed.Techn et doc. la voisier. France. p38 . 47.85.
27. **J.OFF 1972 :** Journal officiel N° 36 du 10 Mars 1993. Effet de la cuisson sur la teneur en minéraux des épinards. PP 14.
28. **Hachette Multimédia. (2001).** Hachette livre. 13 Octobre 2001. Australie.
29. **Henauer J et Frie J. (2004).** Alimentation riche en fibres « L'importance des fibres pour les personnes souffrantes de paralysie.
30. **Henri.G. (1968).** Cours d'agriculture moderne.



Les références bibliographiques

31. **ISO NF 7970**-Céréales et légumineuses- Estimation des impuretés et bûchettes(indice de classement : Q 50- 018-1) :Examen des feuilles de l'aboratoire.Décembre 1998 la norme NFQ50-011,Novembre 1982.PP15.
32. **ISO NA 3093. (1994).**: blés tendres et leurs farines, blés dur et leurs semoules- Détermination de l'Indice de chute.
33. **ISO 5530/04. (1991).** « Farine du blé tendre », caractéristiques physiques des pâtes. Partie I, détermination d'absorption d'eau et des caractéristiques rhéologiques au moyen farinographe.
34. **Godon B et Willm. C. (1991)** Les industries de première transformation des céréales. Ed. APRIA, Paris, coll. « sci et techn.agro-alim »,679p.
35. **Guyot L. (1964).** Origine des plantes cultivées. Ed. Presse Univ. France, Paris, Coll « Que sais-je ?» n° 79, p.121.
36. **Kellou. R. (2008)** Analyse du marché Algérien du blé et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité quali-méditerranée. Série « Master of science »n°93.
37. **Kihel L et Zeggai Z. (1991).** Contribution à l'étude de l'influence des paramètres de tramage de deux variétés de maïs en amidonnerie. Thèse de CQA, Tlemcen.
38. **Lebikia. A et Bereksi. R. (2003).** L'amélioration de la qualité nutritive des glandes des chênes kermès (*quercus coccifera*) par fermentation par la moisissure *Aspergillus niger*. Tlemcen.
39. **Linden G et Lorient D. (1994).** Biochimie agro-industrielle : valorisation alimentaire de la production agricole. Masson S.A, Paris, 367PP.
40. **Moule C. (1971).** « Céréales », Ed. la maison rustique, volume 2, Paris, 79p.
41. **Multon J. L. (1991).** « Technique d'analyse et de contrôle dans les industries agro-alimentaires ». Analyse des constituants alimentaires. Ed. Techn et doc. Lavoisier, Volume 4, Paris, p4, 5, 131.
42. **Ndjouenkeu R. (1989).** Céréales en régions chaudes. UREF, Ed. Johnlibbey Eurotext, Paris, pp179-186.
43. **Padilla et Oberti. (2000).** Comportements alimentaires et pratiques culinaires. in alimentation méditerranéenne et santé: actualité et perspectives. Agropolis-Montpellier, J. Libley éd. Paris, pp129-134.
- 44.**Pilon R et Mazeraud C. (1988).** La meunerie. Techniques des fabrications et contrôle analytique. Ed. Louis David, Lajattie : 172p.



Les références bibliographiques

45. Roussel P, Ghiron H, Della Valle G et Ndiaye A. (2009). Recueil des connaissances sur les descripteurs de qualité des pâtes et des pains ou variables d'état pour la panification française. Paris.
46. Serna Saldívar S. O., Abril-Dominguez J. R, Lopez-Ahumada G et R. Ortega-Ramírez . (1999). Nutritional evaluation of table bread fortified with defatted soybean and sesame meals. *Arch. Latinoam. Nutr.*, **49** 260-264.
47. Source : Euromonitor International November .(2005): **Consumer Foodservice in Canada (Les consommateurs et la restauration au Canada)**.
48. Srour G. (2006). Amélioration durable de l'élevage des petits ruminants au Liban. Liban, 30 Octobre 2006.
49. Zélény. L. (2006). Simple sedimentation test for estimating the bread-baking and gluten qualities of wheat flours. *Cereal chemistry*, **24**. 465-475.

Annexes

Annexes

DATE: 30/05/2010
 HEURE: 09:12

REFERENCE ECHANTILLON:
 NOM DE FICHIER : 05300000A110

PARAMETRES

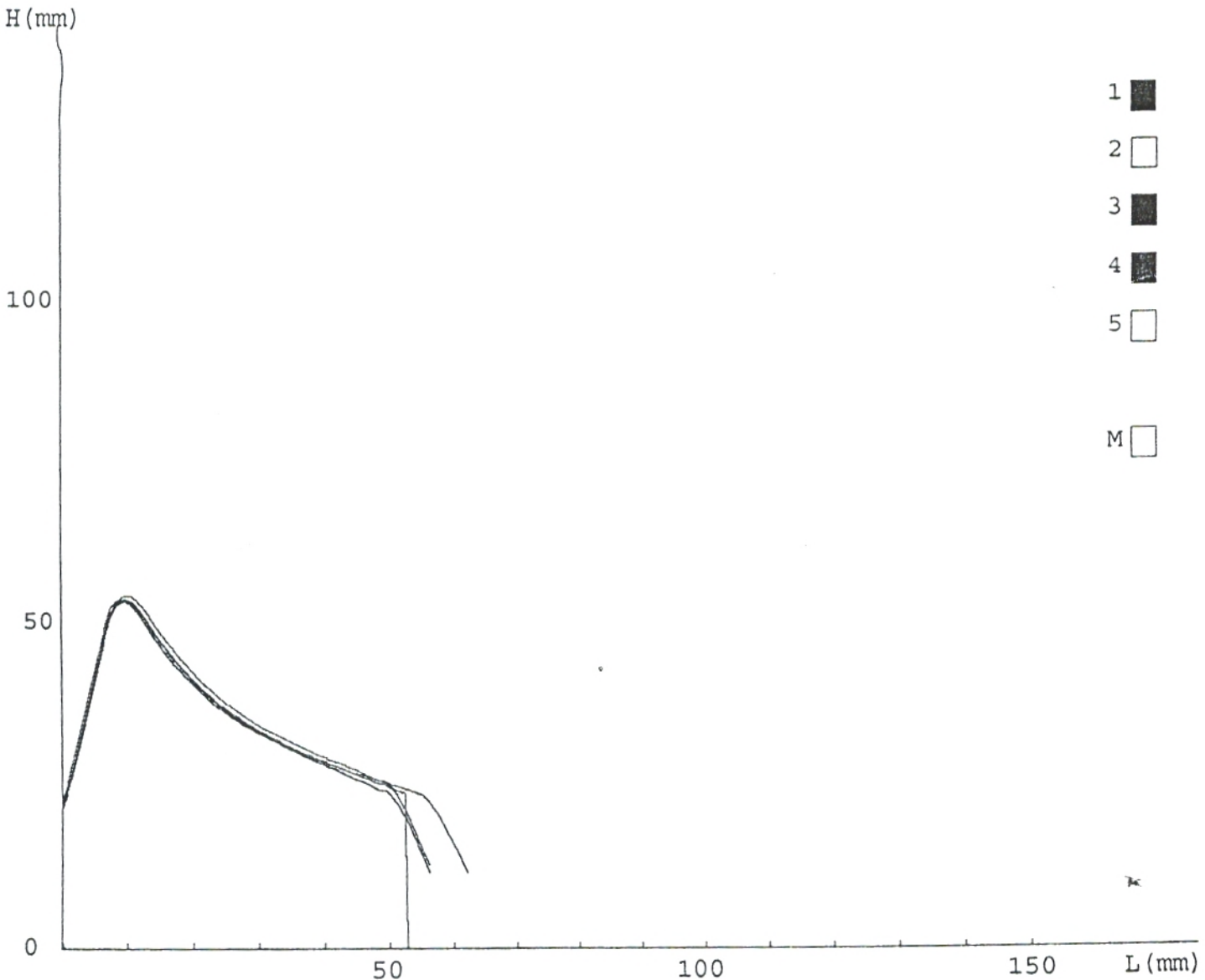
TEMP. LABO :	HYGRO. LABO. :
FARINE :	MOULIN :
HUMIDITE : 14.10 %	T. CHUTE :
PROTEINES :	W.A. :
A.E. :	T. EXTRAC :
ZELNY :	
T. CENDRES :	
GLUTEN :	

RESULTATS

P	=	59	mmH2O
L	=	53	mm
G	=	16.2	
W	=	123	10E-4J
P/L	=	1.11	
Ie	=	53.4	%
W(40)	=	101	10E-4J

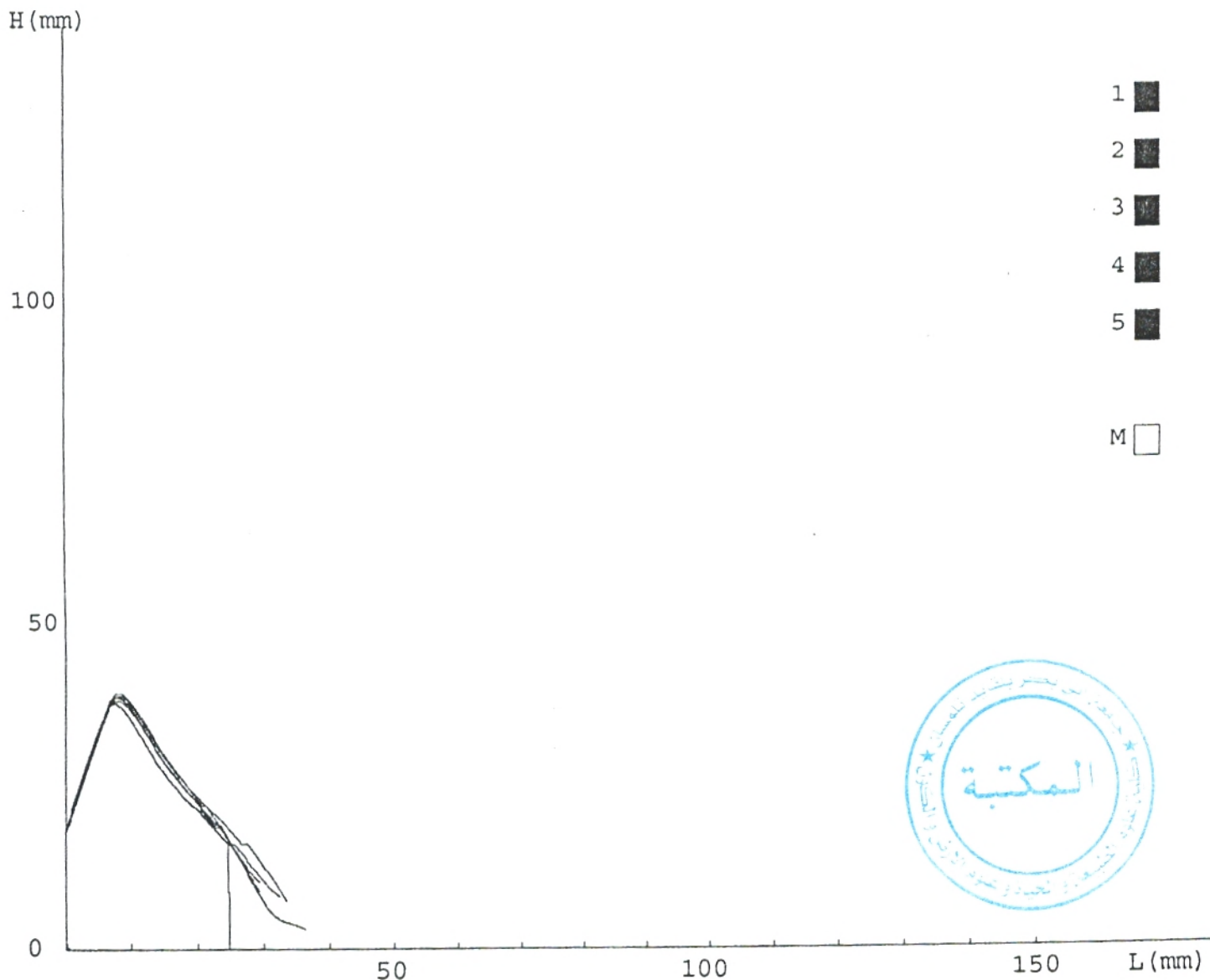
COMMENTAIRES

V:d2.8A +5.9



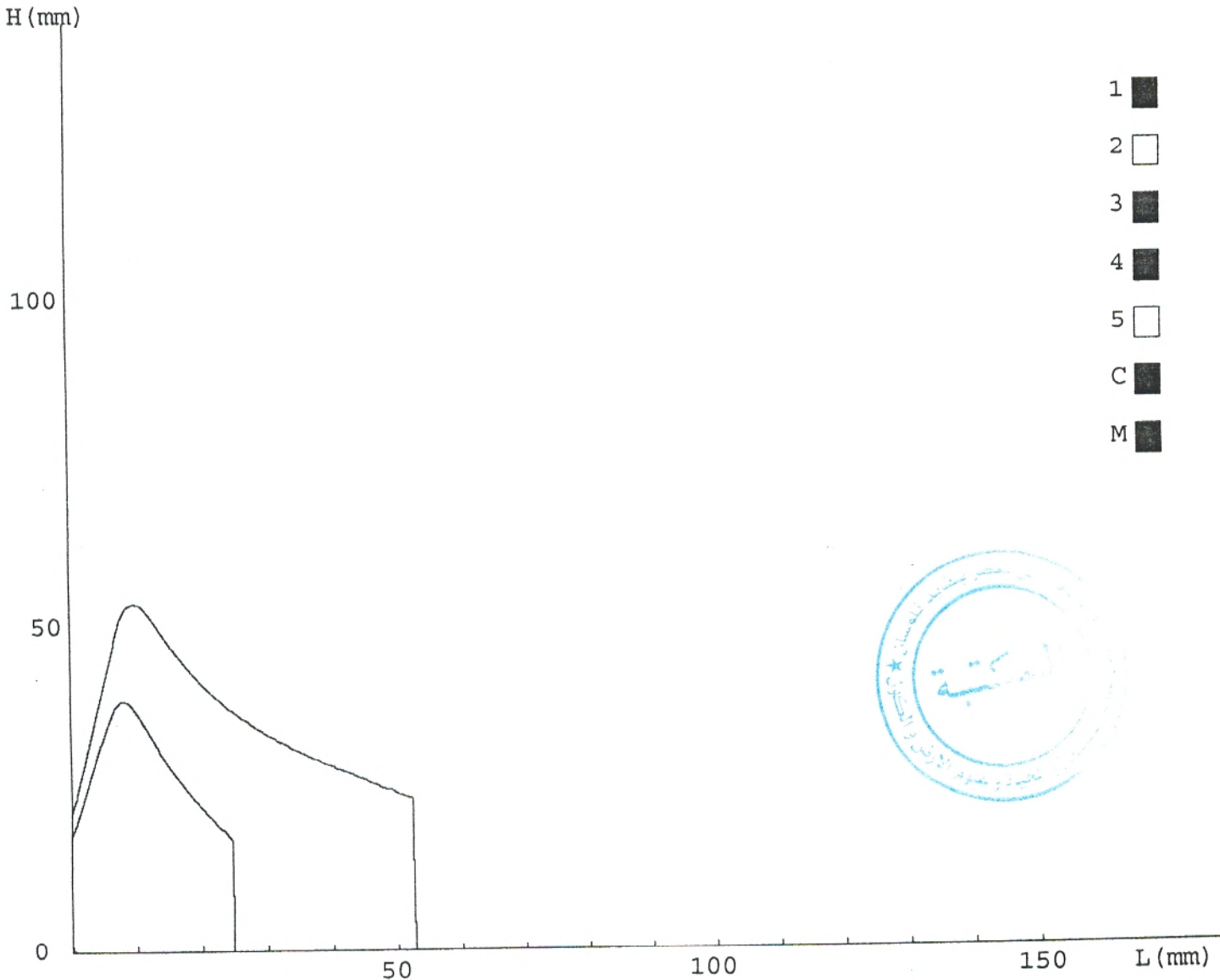
Annexes

DATE: 30/05/2010 HEURE: 09:55	REFERENCE ECHANTILLON: NOM DE FICHER : 05300001A110																																		
<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">PARAMETRES</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 50%;">TEMP. LABO :</td> <td style="width: 50%;">HYGRO. LABO. :</td> </tr> <tr> <td>FARINE :</td> <td>MOULIN :</td> </tr> <tr> <td>HUMIDITE : 14.20 %</td> <td>T. CHUTE :</td> </tr> <tr> <td>PROTEINES :</td> <td>W.A. :</td> </tr> <tr> <td>A.E. :</td> <td>T. EXTRAC :</td> </tr> <tr> <td>ZELNY :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>T. CENDRES :</td> <td></td> </tr> <tr> <td>GLUTEN :</td> <td></td> </tr> </tbody> </table>	PARAMETRES		TEMP. LABO :	HYGRO. LABO. :	FARINE :	MOULIN :	HUMIDITE : 14.20 %	T. CHUTE :	PROTEINES :	W.A. :	A.E. :	T. EXTRAC :	ZELNY :		T. CENDRES :		GLUTEN :		<table style="width: 100%; border-collapse: collapse;"> <thead> <tr> <th colspan="2" style="text-align: center; border-bottom: 1px solid black;">RESULTATS</th> </tr> </thead> <tbody> <tr> <td style="width: 30%;">P</td> <td style="width: 30%;">= 43 mmH2O</td> </tr> <tr> <td>L</td> <td>= 26 mm</td> </tr> <tr> <td>G</td> <td>= 11.4</td> </tr> <tr> <td>W</td> <td>= 46 10E-4J</td> </tr> <tr> <td>P/L</td> <td>= 1.65</td> </tr> <tr> <td>Ie</td> <td>= 0.0 %</td> </tr> <tr> <td>W(40)</td> <td>= 0 10E-4J</td> </tr> </tbody> </table>	RESULTATS		P	= 43 mmH2O	L	= 26 mm	G	= 11.4	W	= 46 10E-4J	P/L	= 1.65	Ie	= 0.0 %	W(40)	= 0 10E-4J
PARAMETRES																																			
TEMP. LABO :	HYGRO. LABO. :																																		
FARINE :	MOULIN :																																		
HUMIDITE : 14.20 %	T. CHUTE :																																		
PROTEINES :	W.A. :																																		
A.E. :	T. EXTRAC :																																		
ZELNY :																																			
T. CENDRES :																																			
GLUTEN :																																			
RESULTATS																																			
P	= 43 mmH2O																																		
L	= 26 mm																																		
G	= 11.4																																		
W	= 46 10E-4J																																		
P/L	= 1.65																																		
Ie	= 0.0 %																																		
W(40)	= 0 10E-4J																																		
COMMENTAIRES <div style="text-align: right; margin-top: 20px;">V:d2.8A +5.9</div>																																			



Annexes

DATE: 30/05/2010 REFERENCE ECHANTILLON: NOM DE FICHER :05300000A110	DATE: 30/05/2010 ECHANTILLON COMPARAISON: FICHER COMPARAISON :05300001A110
<p style="text-align: center;">RESULTATS</p> P = 59 mm H2O L = 53 mm G = 16.2 W = 123 10E-4J P/L = 1.11 Ie = 53.4 % W(40) = 101 10E-4J	<p style="text-align: center;">RESULTATS COMPARAISON</p> P = 43 mm H2O L = 26 mm G = 11.4 W = 46 10E-4J P/L = 1.65 Ie = 0.0 % W(40) = 0 10E-4J
<p>COMMENTAIRES</p> <p style="text-align: right; margin-top: 20px;">V:d2.8A +5.9</p>	



الخلاصة :

منذ زمن بعيد، كان عرض الخبز الحيوي يتألف خاصة من الخبز الكاملة والخبز الأسمر بينما هذا القطاع اقتصر على السلسلة التقليدية لإنتاج الخبز الأبيض العالية التهوية. طوال خمسة عشر عاما، قطاع القمح الخبز التقليدية قد بذلت جهودا كبيرة لتحسين نوعية الخبز، وعلى وجه الخصوص توفر الخبز التقليدية مع جمع كلا من طحين القمح والذرة لأنه استهلاك غذاء مفيد للصحة بشكل كامل.

وقد تدرت معدل الأيض الأولي (البروتين، والدهون والنشا والرماد) على 8,99%، 0,96%، 85,07% و 0,39% على التوالي لدقيق القمح و 12,27%، يتم إثراء 3,09%، 71,55% و 1,83% للدقيق الذرة والدقيق من خلال مقارنة بنسب مختلفة، على سبيل المثال فقد 40% من هذا البروتين 10,49%، 2,82% الدهون والنشا 75,53% و 0,93% رماد.

سمح لنا تحليل الخصائص التكنولوجية بإثبات أن هناك تحسنا طفيفا جودة الدياتازي، على سبيل المثال وقت سقوط دقيق القمح اللين من 389 د، 381 بالنسبة ل ف 1، 372 بالنسبة لف 2 و 357 بالنسبة لف 3. التحاليل الحسية اوضحت لنا ان هناك تحسن في الطعم، الملمس ولون الخبز. الكلمات الرئيسية : القمح (الحنطة aestivium)، الذرة (زي-ماييز)، الدقيق والخبز.

Résumé :

Longtemps, l'offre de pains bio a été composée surtout de pains complets et de pains bis tandis que la filière conventionnelle se limitait à la production de pains blancs très aérés. Depuis une quinzaine d'années, la filière-blé pain conventionnelle a fait de gros efforts pour améliorer la qualité du pain, en particulier nous proposons des pains traditionnels avec l'aditions des deux farines blé-maïs. Parce que la consommation d'un aliment soit pleinement bénéfique pour la santé.

Le taux de métabolisme Ist (protéines, lipides, amidon et cendres) on été estimé a 8,99%, 0,96%, 85,07% et 0,39% respectivement pour la farine de blé tendre et 12,27%, 3,09%, 71,55% et 1,83 pour la farine du maïs qui sont comparer par les farines enrichies aux différentes pourcentages ; par exemple a 40% présente de : 10,49% de protéines, 2,82% de graisses, 75,53% d'amidon et 0,93% des cendres.

Les analyses des caractéristiques technologiques (l'alvéographe et le temps de chute) nous a permis de mettre en évidence qu'il y a une faible amélioration de qualité diastasique qui présente par exemple le temps de chute de la farine de blé tendre de 389 S, 381 S pour la F1, 372 S pour la F2 et 357 S pour la F3.

Les analyses sensorielles nous ont permis de cerner qu'il y a une amélioration de goût, de texture et de la couleur de pain.

Mot clés : blé tendre (*Triticum aestivium*) , maïs (*Zea-may*), farine et le pain.

Summary :

Long, the supply of breads was composed mostly of breads and rolls bis die while the conventional was limited to the production of while breads very airy.

For fifteen years, the die-wheat bread conventionally made great effort to improve the quality of bread in particular we offer traditional bread with blé, both wheat-corn flour. Because the consumption of a food is fully beneficial to heath.

Metabolic rate Ist (protein, fat, starch and ash) was estimated at 8,99%, 0,96%, 85,07% and 0,39% respectively for wheat flour and 12,27%, 3,09%, 71,55% and 1,83% for flour corn flour were compared by comparing the different percentages, for example as 40% of this: 10,49% protein, 2,82% fat, starch 75,53% and 0,93% ash.

Analyses of technological characteristics (alveograph and fall time) demonstrate that there is a slight improvement in quality that has, for example diastatic fall time of the wheat flour of 389 S 381 S for F1, 372 F2 S for S and 357 for F3.

The sensory analysis we have identified that there is an improved taste, texture and color of bread.

Key words: wheat(*Triticum aestivium*), maize (*Zea-may*), flour and bread.