UNIVERSITE SIDI MOHAMED BEN ABDELLAH
FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES DE FES

Projet de Fin d'Etudes

Licence Sciences & Techniques

«Bioprocédés, Hygiène & sécurité alimentaires»

FORMULATION D'UN MÉLANGE DE FARINE EN VUE D'UNE LEVÉE BOULANGÉRE ACCEPTABLE

Présenté par :

- ✓ CHKIKAR KARIMA

Encadré par :

- ✓ Mr. AMRANI JOUTEI K.
- ✓ Mme NAIMA BENHID

Soutenu le : 16/06/2015

Devant le jury composé de :

- ➢ Mr AMRANI JOUTEI K.
- ➢ Mr EL HARCHLI HASSAN

Année universitaire : 2014/2015

SOMMAIRE

Dédicaces
Remerciements
INTRODUCTION 1
PARTIE 1 : RECHERCHE BIBLIOGRAPHIQUE

1. Présentation des Moulins EL WAHDA……..…….2
   a. *L'identité des moulins EL WAHDA……..2*
   b. Organigramme de l'entreprise……...2
2. Caractéristiques du blé……...3
3. Processus de fabrication da le farine ……4
4. Composition de la farine……5
5. Critères influençant la qualité de la farine……..6
   a. *La qualité de la farine est liée à la qualité du Blé……..6*
   b. *La qualité de la farine et les conditions de stockage du Blé……6*
6. Comment peut-on améliorer la qualité d'une farine……6
   a. *Mélanges des farines……..6*
   b. *L'ajout d'additifs……7*

PARTIE 2 : ANALYSES ET METHODES

1. Test inframatic……...9
2. Indice de chute de Hagberg……..……..9
3. Etude de comportement de la pate……...…11
   a. *Essai à l'alvéographe Chopin……..11*
   b. *Test de panification……14*

PARTIE 3 : LA FORMULATION DE LA FARINE

1. Caractéristiques des échantillons……..15
2. Formulation de la farine……15

CONCLUSION

LISTE DES FIGURES
ANNEXE
RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

Liste des figures

Figure 1 : Composition d'un grain de blé……...…….....3

Figure 2 : Inframatic……..…..9

Figure 3 : Appareil de Hagberg……..…….....10

Figure 4 : Tubes viscosimétriques……...…..…10

Figure 5: Principe de la mesure de l'indice de chute de Hagberg……..…..10

Figure 6 : Conséquences de l'activité amylasique sur l'aspect du produit après cuisson…….....11

Figure 7 : Appareil d'alvéographe CHOPIN…….12

Figure 8 : Etapes de développement de la pâte pendant la mesure à l'alvéographe……..12

Figure 9 : Principe de l'essai à l'alvéographe…….....13

Figure 10 : Courbes alvéographiques schématiques des différentes classes de blé……..…13

Tableau 1 : La composition biochimique de la farine de type de luxe plate…….5

Tableau 2 : Interprétation des résultats de l'indice de chute……..…10

Tableau 3 : Utilisations potentielles des blés selon leur force boulangère……...13

Tableau 4 : Caractéristiques des échantillons utilisés……...15

Tableau 5 : Caractéristiques demandées par le boulangère……..16

Tableau 4 : Résultats des tests appliqués sur le mélange de farine……..…17

Tableau 7 : la formule finale de la farine……..…18

Dédicaces

Aux êtres les plus chers à mon cœur, mes parents

Puisse ce travail symbolise le fruit de vos longues années de sacrifices consentis pour mon éducation et mes études. Aucun mot, ne saurait exprimer le respect, amour et affection, que je nourris à votre égard. Que Dieu vous donne santé et longue vie, afin que je puisse vous combler à mon tour.

À mes très chers Frères et À ma sœur Samira

Toujours présents à mes côtés, que Dieu vous aide à compléter toutes vos ambitions.

À nos formateurs

Qui nous ont dirigés vers le chemin de succès par leur compréhension et leur conseil. Veuillez trouver dans ce travail, l'expression de nos profondes reconnaissances et notre estime

À tous mes amis et amies de la FST et d'ailleurs.

À tous ceux qui se dévouent sans cessa pour m'éclairer la voie et les immenses horizons du savoir et dont la vocation mérite largement mes respects

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens tout d'abord à remercier Mr. Hamid ABBOU et Mr. Fouad ABBOU.

Je tiens également à remercier infiniment notre respectable professeur ***Mr. AMRANI JOUTEI*** *pour le temps qu'il ma sacrifiée. Son expérience, la richesse de ses connaissances, son dynamisme et sa compréhension m'ont été de précieux soutiens.*

Je tiens à exprimer ma gratitude et présenter mes chaleureux remerciements à ***M^{me} BENHID Naima*** *d'avoir accepté de m'encadrer au service du laboratoire de la société, son amabilité, son sérieux et sa constante disponibilité. Qu'il puisse trouver l'expression de ma plus profonde gratitude.*

Ainsi que l'équipe EL WAHDA pour leur accueil sympathique, leur coopération professionnelle, leurs conseils très précieux et pour leurs encouragements qui m'ont permis d'optimiser mes actions et travaux tout au long de ma période de stage.

Par la même occasion je tiens à remercier d'avance les membres de jury pour avoir accepté de juger mon travail et pour leurs éventuelles remarques et suggestions.

Que toute personne ait contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce travail puisse trouver ici l'expression de ma gratitude.

Introduction

La farine est une poudre obtenue en broyant et en moulant des céréales ou d'autres produits alimentaires solides, souvent des graines.

La farine de blé est l'ingrédient alimentaire le plus consommé dans le monde. La farine de blé constitue la matière première de plusieurs secteurs de l'industrie agro-alimentaire, Elle contient essentiellement de l'amidon et des protéines, certaines solubles (albumines, globulines), d'autres insolubles (prolamines, gliadines et gluténines), les protéines insolubles constituant le gluten.

Comme tout produit naturel, le blé subit des variations de tous ordres.
On pense bien sûr aux différentes variétés de blé, mais ce n'est pas le seul facteur. Le terroir est aussi un élément de variabilité, de même que le climat, la pratique culturale. Puis, selon le délai de transformation du blé entre récolte et mouture, ou le temps de plancher accordé aux farines, on obtiendra des matières premières de caractéristiques variables.

Or, si le produit naturel n'est pas stable, le meunier se doit de fournir une farine de qualité régulière, et plus exactement des gammes de farine qui permettent au boulanger d'appliquer ses recettes dans les meilleures conditions. Pour connaître précisément la composition de sa farine de façon à en assurer une qualité constante, le meunier dispose de méthodes d'analyses.

Ce projet a pour objectif de contrôler les différentes étapes et méthodes de la fabrication de la farine afin d'améliorer la qualité du produit fini.

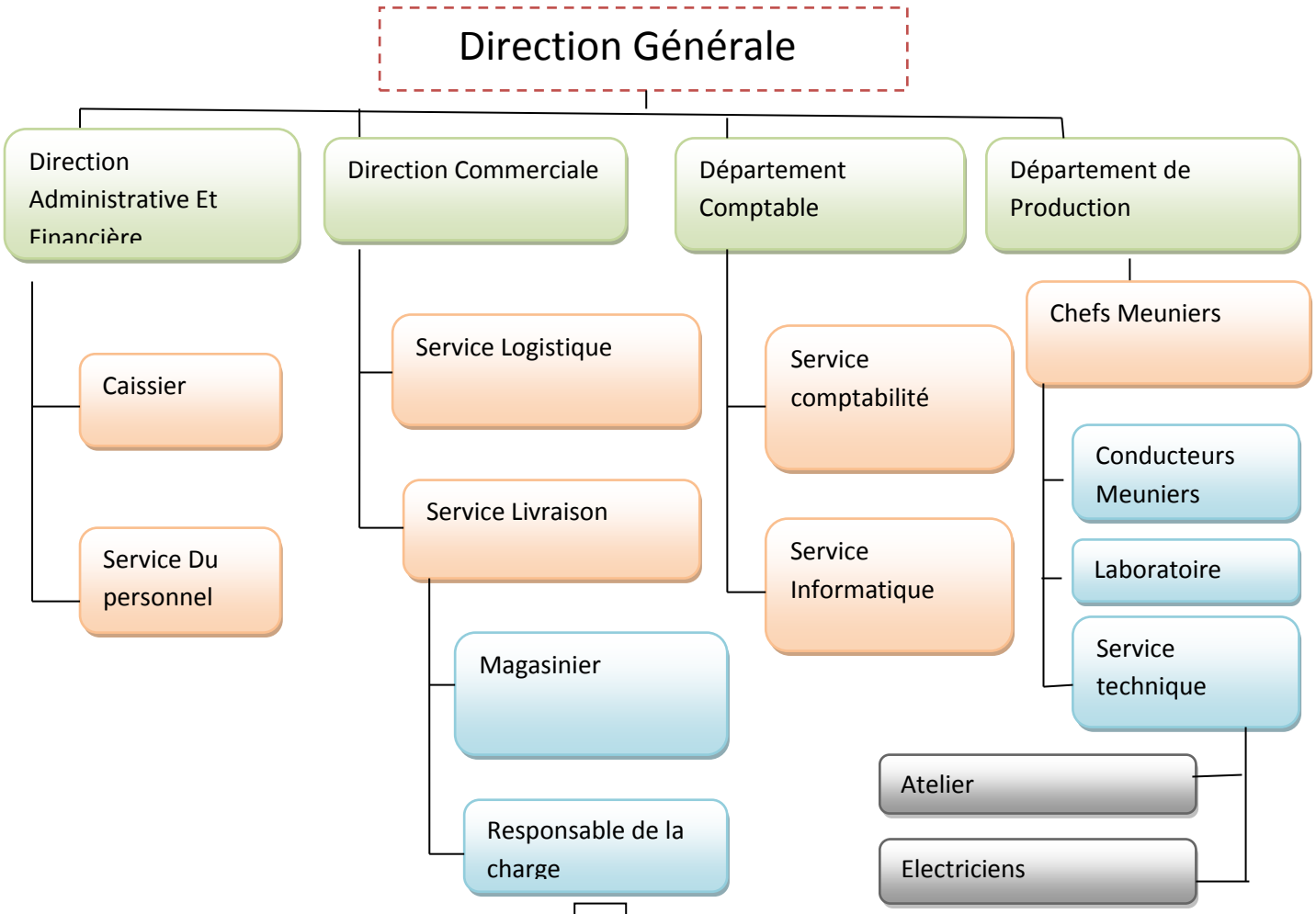
Partie 1 : Recherche bibliographique

1. Présentation des Moulins EL WAHDA

a. *L'identité des moulins EL WAHDA*

Activité	minoterie industrielle
Date de création	1996
Siège social	: 4 RUE MOHAMMADIA Q.I DOKKARAT – Fès
Nom du Fondateur	ABBOU Mohammed
Directeur Générale	ABBOU Hamid et ABBOU Fouad
Forme juridique	Société à responsabilité Limitée
Capital Social	20 000 000 DHS
Effectif	De 50 à 99 Employés
Téléphone	05 35 62 24 27
Fax	05 35 94 28 78
E-mail	moulinselwahda@hotmail.fr
Site web	http://lasociete.ma/moulin-el-wahda/fes-72250/#sthash.eGOBTwSu.dpuf

b. Organigramme de l'entreprise



2. Caractéristiques du blé

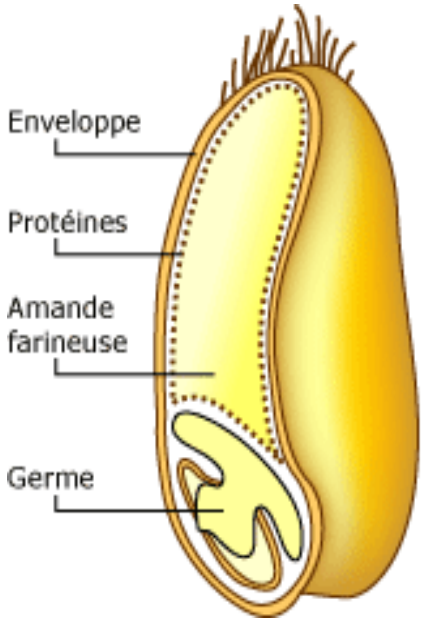


Figure 1 : Composition d'un grain de blé

Le blé est une plante de la famille des graminées. Sa tige creuse se termine par un épi doré. Ces grains seront moulus pour donner de la farine. Le blé a connu un grand nombre de transformations dues à des sélections empiriques.
Les grains de blé, pour être transformé en farine, doivent être les plus friables, c'est-à-dire ayant une capacité à s'écraser facilement, pour éviter que la mouture intense n'endommage trop l'amidon. Dans ces conditions, la farine absorbera mal l'eau qui migrera éventuellement dans la croûte du pain.

Le blé contient environ 8-15 % de protéines, selon la variété. La majorité des protéines du blé (80 %) servent à assembler le gluten, une substance qui a des propriétés semblables à la gomme à mâcher.

Assemblé en présence d'eau par le travail du pétrissage, le gluten donne de la force à la pâte. Cette propriété très spéciale lui permet de se comporter comme un élastique et de gonfler sous la poussée des gaz, surtout produits par les levures pendant la fermentation de la pâte. Le gluten du blé donne des pains avec une texture aérée si appréciée mondialement.

Deux espèces de blé regroupant plusieurs milliers de variétés sont aujourd'hui cultivées : Le blé tendre destiné à la boulangerie, et le blé dur utilisé en semoulerie, essentiellement pour la fabrication de pâte alimentaire. Ces deux blés possèdent des protéines aptes à former un Gluten lorsque les farines ou les semoules sont hydratées.

Tout d'abord, le blé tendre : Son amande (albumen) est relativement friable et lui donne une bonne aptitude à être transformée en farine. Sa valorisation se fait dans les produits de boulangerie, pâtisserie, biscuiterie... Le gluten de blé tendre a comparativement une meilleure aptitude à la texturation des pâtes à pain.

Le blé dur : Son amande dure le rend apte à donner des semoules pendant la mouture. Ces semoules sont valorisées dans la fabrication des pâtes alimentaires et des couscous.

L'examen du grain permet de mieux comprendre la technique de transformation du blé en farine, mais aussi de bien situer la répartition des différents éléments nutritionnels et leur devenir dans les opérations de mouture et de tamisage des farines.

Le grain de blé se divise en trois parties distinctes: l'intérieur (amande), l'extérieur (son) et le germe. La farine est entière ou complète si elle vient de 95-100 % du poids du blé. Pour éviter d'incorporer dans la farine des portions de l'extérieur des grains, on ne peut généralement pas retirer ou extraire plus de 75 % du poids du grain, ce qui donne une farine blanche sans son, ni germe.

Le germe, qui représente environ 3 % du grain de blé, contient une proportion élevée de Lipides, protéines, vitamines et éléments minéraux, sans oublier les fortes activités Enzymatiques. Cette partie est éliminée dans les farines moulues sur cylindres et se retrouve dans le son. [2]

3. Processus de fabrication de la farine

La fabrication de la farine suit les étapes suivantes :

Etape 1 : Stockage

La sélection des variétés ou des mélanges étant réalisée, les lots de blés sont stockés de manière bien définie et sous-contrôle.

Etape 2 : Nettoyage

Les opérations de nettoyage se divisent en 4 opérations :

A- Trieur magnétique : pour éliminer les impuretés métallique.

B- Nettoyeur : séparateur pour éliminer les impuretés et grains étrangères.

C- Epierreur : pour éliminer les matières minérales agglomérées.

D- Brosse : pour éliminer les brisures et déchets

L'ensemble de ces opérations se réalise sous aspiration pour éliminer toutes les poussières et déchets légers.

Etape 3 : Humidification et repos

Après humidification du blé à taux choisi et constant. Le blé est laissé au repos dans des silos à repos pendant un temps qui varie selon la qualité des graines.

Etape 4 : Moulin

Les grains sont dirigés vers le moulin. Les opérations de transformation se divisent en passages successifs de broyage, claquage et convertissage. A chacune de ces opérations on intercale des opérations de blutage (tamisage) et pour certaines parties de brossage, l'objet de toutes ces opérations est d'obtenir une parfaite séparation entre l'enveloppe et l'amande.

Etape 5 : Produits drivés

Les différents produits obtenus sont dirigés vers les silos de stockages pour les sous-produits, on réalise souvent une opération de granulation ou cubage. Les granulés sont utilisés dans l'industrie et l'alimentation animale.

Etape 6 : Préparation des farines

On procède à des mélanges de farine pour obtenir des produits finis homogènes et adaptés à l'utilisation finale.

Etape 7 : Ensachage

Enfin, les postes d'ensachage peuvent être de 50, 25,10 et 5 Kg ou en sachet de 1 Kg pour l'utilisation des ménages, les livraisons des farines en vrac sont souvent aussi très répandues. [1]

4. Composition de la farine

La farine représente le produit pulvérulent qui résulte de la réduction de l'amande du grain de blé et qui comporte le moins possible de fragments de la périphérie du grain.

Cette farine contient essentiellement de l'amidon, de l'eau et du gluten. Elle contient également des traces de matière grasse et de matière minérale (Tableau 1)

Tableau 1 : La composition biochimique de la farine de type luxe plate

Les composants	Pourcentages
Amidon	65 à 70%
Eau	14 à 16%
Gluten	9 à 12%
Sucres simples	1 à 2%
Matière grasse	1.3 à 1.5%
Matières minérales	0.5 à 0.6 %
Cellulose	Traces
Vitamine B, PP, E	Traces

5. Critères influençant la qualité de la farine

a. La qualité de la farine est liée à la qualité du Blé.

La qualité d'un blé et d'une farine est principalement définie par le type de blé, la dureté, la teneur en protéines, le temps de chute, l'alvéographe, l'absorption de l'eau. Même si les meuniers doivent veiller à bien d'autres paramètres qualitatifs, en pratique, parmi les critères de qualité technologiques, seule la teneur en protéines rapidement mesurable est prise en compte commercialement.

La teneur en protéines est une mesure clé car elle est étroitement corrélée à des propriétés technologiques telles que la force boulangère. Elle peut aussi être liée à des caractéristiques de produits finis telles que la texture et l'aspect. Les niveaux requis vont dépendre de l'utilisation souhaitée. Les farines boulangères ont généralement des teneurs en protéines de 11 à 11,5%, les farines de force au-dessus de 12% alors que les farines biscuitières sont à 10% ou moins. [1]

b. La qualité de la farine et les conditions de stockage du Blé.

Le grain ne peut se conserver indéfiniment sans perdre ses qualités et la préservation de toutes ses qualités n'est ni éternelle ni gratuite.
Les bonnes pratiques de conservation consistent à maintenir le plus longtemps possible l qualité du produit en agissant sur les divers mécanismes d'altération.
Trois facteurs déterminent l'intensité du processus d'altération au cours de la conservation : la température l'hydratation du grain (teneur en eau), la durée du stockage et l'humidité.

Pour une conservation, il est donc nécessaire de respecter un certain nombre de règle constituant des préconisations minimales et de disposer de moyens de contrôle ou de surveillance. [1]

6. Comment peut-on améliorer la qualité d'une farine

L'amélioration de la qualité est le rapprochement de propriété d'une chose d'une référence fixée.

a. Mélange des farines.

Pour améliorer la qualité de la farine on effectue des mélange entre des farines de qualité différente afin d'avoir une farine de qualité acceptable.

b. L'ajout d'additifs

Le meunier peut corriger aussi ses farines en ajoutant des améliorants de boulangerie, autorisés dans certains cas. [3]

Définition d'améliorant

Aussi appelés « correcteurs », les améliorants peuvent être d'origines naturel ou de synthèses (chimique).

Ils rentrent en faible quantité dans la fabrication de la farine, du pain ou de la viennoiserie pour préserver ou renforcer les qualités du produit final.

Procédé de fabrication

Le procédé de fabrication consiste en des mélanges d'ingrédients, d'enzymes et d'additifs dosés avec précision, et homogénéisés. Chaque composant est sélectionné et dosé de manière à obtenir un effet optimum sur la pâte. De nombreux tests en laboratoire sont nécessaires à la mise au point des améliorants.

Les améliorants, faciles à doser, se présentent généralement sous forme de poudres, mais également sous forme liquide ou pâteuse.

Rôles et actions spécifiques des améliorants

Le choix d'un améliorant se fait en fonction des besoins recherchés et de la réponse technique à apporter aux différentes méthodes et recettes de fabrication.

L'améliorant de panification agit à la fois sur les caractéristiques de la pâte, la conduite de la fermentation et la qualité du produit fini. Les ingrédients, additifs et auxiliaires technologiques contenus dans la formulation de l'améliorant de panification ont chacun des fonctionnalités spécifiques. [3]

Exemples :

- *L'acide ascorbique E300 :*

Vitamine C que l'on retrouve dans les jus de fruits. On en ajouter dans la pâte pour :

- augmente la force de la pâte
- Augmente la tolérance des pâtons

- Augmente de volume des pains
- Permet de diminuer le temps de pointage.

- *L'amylase fongique :*

On peut retrouver cet améliorant dans la farine de tradition.
Enzymes (molécules accélérant les réactions chimiques) obtenues à partir de Moisissures cultivées sur l'amidon. Le meunier en ajoute dans la farine pour :

- Améliore la fermentation
- Augmente la coloration de la croûte du pain.

- *Le gluten sec (de blé) :*

On peut retrouver cet améliorant dans la farine de tradition.
Extrait de la farine puis desséché et rendue en poudre, le gluten Il est ajouté à la farine pour :

- augmente la force de la pâte
- Augmenter la tolérance des pâtons
- Augmenter le volume des pains
- Améliorer l'hydratation

Partie 2 : ANALYSES ET METHODES

Les analyses effectuées sont nombreux mais les plus importants sont les suivants :

1. Test inframatique

Ce test consiste à mesurer par infrarouge les paramètres suivants de la farine :

- L'humidité
- La pureté (le taux de cendres)
- Le taux des protéines

C'est une méthode rapide couramment utilisée en moulin est réalisée par un instrument d'analyse de composition (Inframatic) (fig. 2). On introduit une petite quantité de farine broyée et homogénéisée dans la cellule de mesure puis on lance l'analyse. Les résultats apparaissent à l'écran. [3]

Figure 2 : Inframatic

2. Indice de chute de Hagberg

Cette méthode mesure indirectement l'activité des amylases de la farine (enzymes dégradant l'amidon). Elle consiste à mesurer la consistance d'une suspension de farine dans l'eau placée dans un tube viscosimétrique et plongée dans un bain-marie porté à l'ébullition (figures 3 et 4). [5]

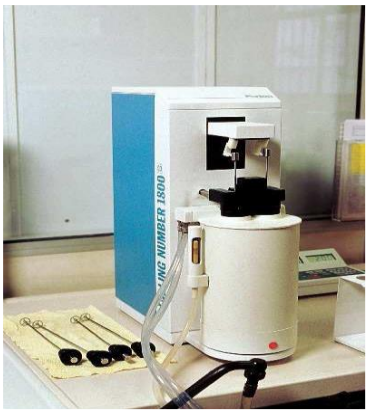


Figure 3 : Appareil de Hagberg

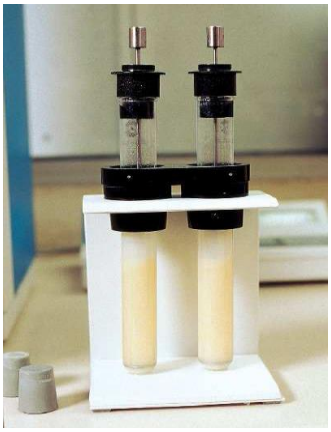


Figure 4 : Tubes viscosimétriques

Cette méthode détermine l'activité amylasique de la farine. Elle réalise la gélatinisation rapide d'une suspension de farine, dans un bain-marie d'eau bouillante et mesure la liquéfaction de l'empois par l'alpha-amylase. Plus le temps de chute est court (plongeur descend rapidement dans le tube), plus l'activité amylasique est élevée, plus l'amidon est hydrolysé et plus la consistance de l'empois formé lors du chauffage de la suspension est faible (figure 5) [3]

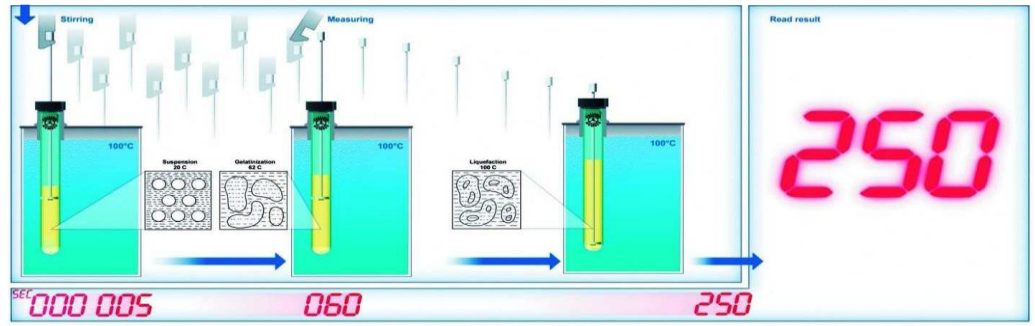
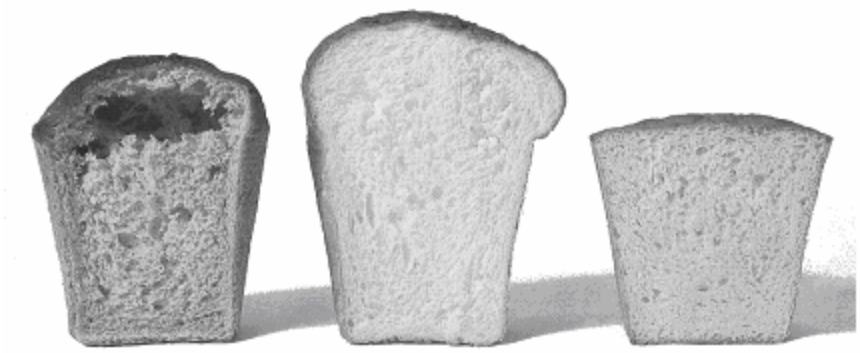


Figure 5: Principe de la mesure de l'indice de chute de Hagberg

Tableau 2 : Interprétation des résultats de l'indice de chute.

Indice de chute	Interprétation
Inférieur à 100	Activité alpha amylasique élevée, grains Germées, mie collante.
Supérieur à 220	Activité alpha amylasique optimale, grains non germés, mie correcte.
Supérieur à 300	Défaut d'activité alpha amylasique, mie sèche, Volume de pain faible

Une farine contenant trop d'alpha amylase (par exemple quand le blé a germé) ou trop de grains d'amidons endommagés va donner une pâte collante. Cette activité amylasique va avoir des conséquences sur l'aspect du produit après cuisson (figure 6).



activité amylasique (Inutilisable | *bonne activité amylasique* | *activité amylasique insuffisante*

Figure 6 : Conséquences de l'activité amylasique sur l'aspect du produit après cuisson

- Mode opératoire

- Peser 7 g de farine et les verser dans un tube viscosimétrique ;
- Pipeter 25 ml d'eau distillée et les verser dans le tube avec la farine ;
- Agiter vigoureusement à la main, afin d'obtenir une suspension uniforme ;
- Racler les bords et les parois du tube, de façon à entraîner la mouture adhérente ;
- Placer le tube et l'agitateur à l'intérieur du bain-marie à eau bouillante ;
- Déclencher le mesureur automatique.

3. Etude de comportement de la pate

a. *Essai à l'alvéographe Chopin*

L'alvéographe Chopin permet de prédire l'aptitude d'un blé ou d'une farine à être utilisée dans la fabrication de produits de cuisson (fig.7).

Figure 7 : Appareil d'alvéographe CHOPIN

L'alvéographe Chopin étudie le comportement d'un échantillon de pâte, formé à partir d'une farine et d'eau salée lors de sa déformation sous l'effet d'un déplacement d'air à débit constant.

Dans un premier temps, le disque de pâte résiste à la pression et ne se déforme pas, puis il gonfle sous forme de bulle plus ou moins volumineuse selon son extensibilité et éclate (figure 8). [4]

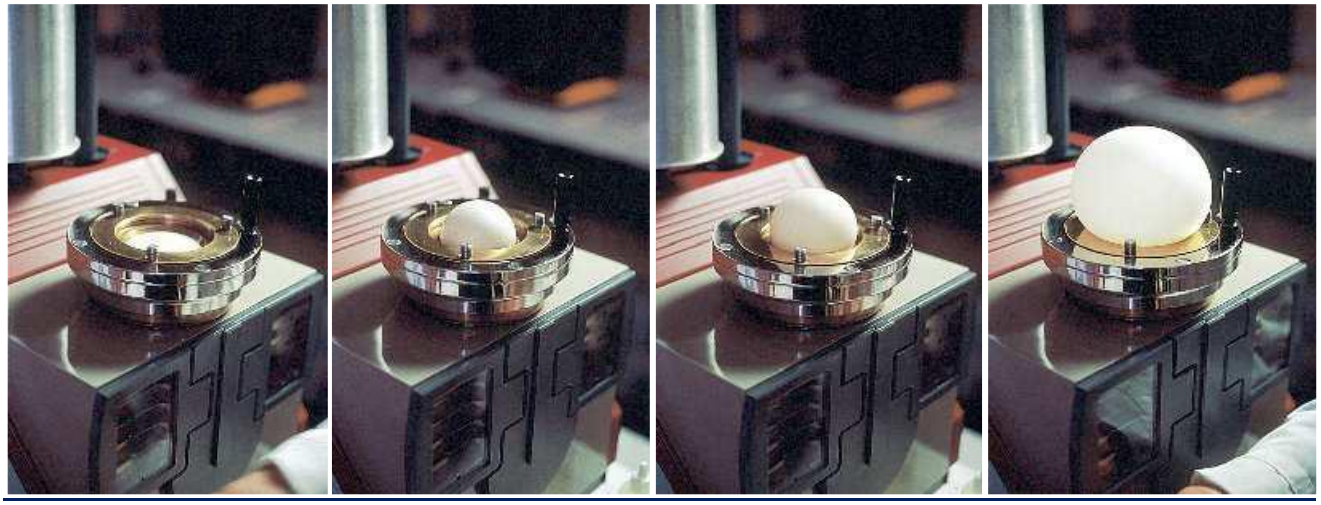


Figure 8 : Etapes de développement de la pâte pendant la mesure à l'alvéographe

L'évolution de la pression dans la bulle est mesurée et reportée sous forme de courbe, appelée

alvéogramme (figure 9).

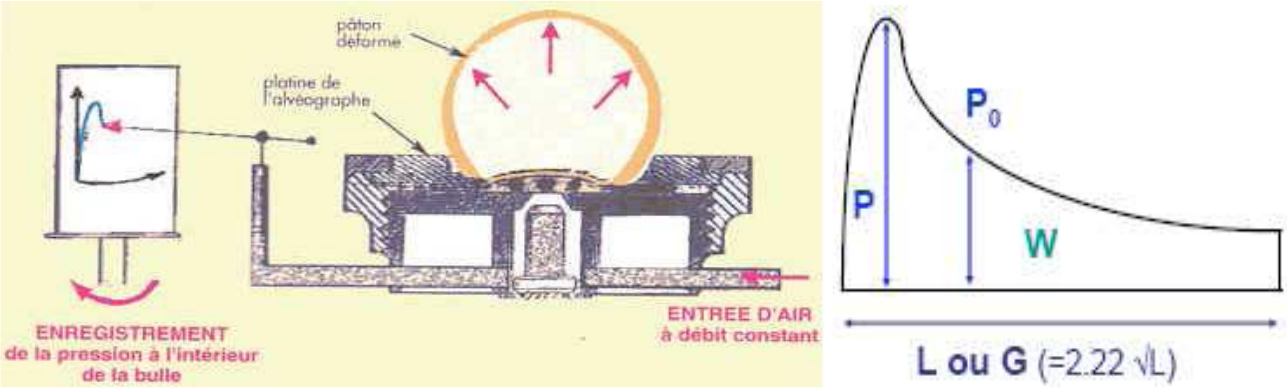


Figure 9 : Principe de l'essai à l'alvéographe

L'alvéogramme est caractérisé par quatre paramètres principaux : P, G ou L, W et le rapport P/L.

La hauteur P correspond à la pression maximale, exprimée en millimètres, enregistrée avant que le disque ne commence à gonfler. P est en relation avec la ténacité de la pâte.

La longueur L, mesurée en millimètres, correspond au gonflement t maximum de la bulle et est en rapport avec l'extensibilité de la pâte. Le gonflement se traduit par le calcul à partir de L :

$G = 2.22 \times \sqrt{L}$.

Le rapport P/L donne une indication de l'équilibre entre ténacité et extensibilité de la pâte.

La surface de l'alvéogramme W représente le travail de déformation de la pâte jusqu'à la rupture et exprime la force de la farine (force boulangère). W s'exprime en 10-4 Joule rapporté à un gramme de pâte (figure 9 et tableau 2) [4]

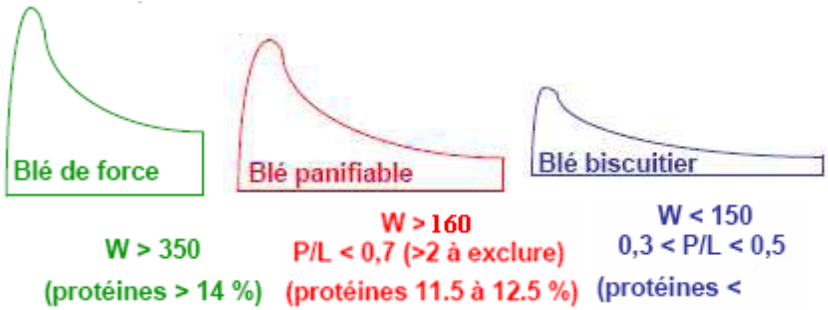


Figure 10 : Courbes alvéographiques schématiques des différentes classes de blé.

Tableau 3 : Utilisations potentielles des blés selon leur force boulangère

Force W	RapportP/L	Utilisation
<150	0.3 – 0.5	Biscuiterie
160 à 250	0.5 – 0.7	Panification
250 – 300	0.5-0.9	Croissant- brioche
250 à 350	0.7 – 1	Pain de mie

1. Mode opératoire

- Verser 250 g de farine dans le pétrin, conditionné à 25°C et placer l'appareil en fonction pétrissage ;
- Ajouter de l'eau à 2.5 % NaCl en fonction du pourcentage d'humidité, durant les vingt premières secondes ;
- Poursuivre le pétrissage jusqu'à huit minutes ;
- Inverser la rotation du phraseur (extraction des pâtons), éliminer le premier pâton ;
- Laminer les cinq pâtons à l'aide du rouleau huilé en faisant six allées et retour ;
- Découper une éprouvette dans chaque pâton à l'aide d'un emporte pièce ;
- Faire glisser l'éprouvette sur une plaque de repos et placer celle-ci dans l'enceinte isotherme de l'alvéographe (25°C) ;
- A la vingt-huitième minute, mettre l'éprouvette sur la platine huilée de l'alvéographe en la centrant ;
- Aplatir l'éprouvette à l'aide du tampon prévu à cet effet ;
- Mise en route du générateur d'air et gonflement de la pâte. L'acquisition des mesures est enregistrée par un calculateur de manière à restituer les valeurs P, L, P/L et W.

b. Test de panification

Les tests de panification permettent de s'assurer d'une façon globale de la valeur boulangère d'un lot de blés ou d'une farine. Ils permettent de détecter d'éventuels défauts ou faiblesses, pouvant être corrigés par le meunier ou le boulanger.

Comme toute analyse, les tests de panification doivent être pratiqués dans des laboratoires d'analyses comportant un équipement très spécifique. Les pétrins sont de petite capacité (au maximum 3 kg de farine). Il faut disposer de mesureurs de pousse, de thermomètres de haute précision, d'une balance de précision, au gramme près. Les tests sont conduits par un technicien en panification, appelé aussi essai de boulanger. [3]

Partie 3 : La formulation de la farine

1. Caractéristiques des échantillons

Pour faire la formulation, on a utilisé deux types de farines obtenues à partir de deux variétés de blés : un blé local et un blé d'importation dont les caractéristiques sont différentes. Après la préparation de chaque échantillon on a appliqué l'ensemble des tests présentés dans la partie précédente, les résultats obtenus sont résumés dans le tableau 4 :

Tableau 4 : Caractéristiques des échantillons utilisés

Analyse		Blé local	Blé importé
Test infrarouge	Humidité Protéine Taux de cendre	16.30 % 13.70 % 0.58 %	16.20 % 10.50 % 0.56 %
Test alvéographe	P : Pression L : l'extensibilité G: Gonflement W: Travail P/L: rapport de Ténacité	88 mmH2O 105 mm 22.8 306 10^{-4} 0.84	92 mmH2O 53 mm 16.2 174 10^{-4} 1.74
Temps de chute		320 s	443 s

Le test d'inframatique a montré que le blé local est plus riche en protéines que le blé importé. Pour le test d'alvéographe, on constate que la farine de blé importé est plus tenace (rapport P/L plus fort) que la farine de blé local, ainsi que cette dernière possède une force boulangère plus forte (306 10-4j) que celle de la farine de blé importé (174 10-4 j).

En ce qui concerne le test de temps de chute, on a pu distinguer entre les deux farines au niveau de l'activité alpha-amylasique qui est plus importante pour la farine de blé local.

On peut dire que cette farine est plus riche en enzymes.

Alors en mélangeant les deux types, on vise d'améliorer d'avantage ces paramètres pour avoir une farine avec des critères spécifiques.

2. Formulation de la farine :

D'abord on fixe les paramètres de la farine qu'on voudrait avoir : dans notre cas les paramètres souhaités sont les suivant :

Tableau 5 : Caractéristiques demandées par le boulangère

Paramètre	W (forces boulangères)	P/L (rapport d'élasticité)	protéine	Temps de chute (s)
Valeurs	220-250	0.9 – 1.2	10.5– 11	250 - 300

Pour l'application de notre formule, on s'est basé sur la force boulangère (W) qui présente un facteur très important dans l'étude de comportement de la farine.

La formule utilisée est la suivante :

Q1w1 + Q2w2 = Qf wf Avec :

Q1 : la quantité à mélanger de la farine de blé local.

Q2 : la quantité à mélanger de la farine du blé importé.

W1 : la force boulangère de la farine de blé local.

W2 : la force boulangère de la farine de blé importé.

Qf : quantité finale de mélange (Qf= 1 kg).

Wf : la force boulangère exigée.

D'après les analyses effectuées sur l'alvéographe, on a obtenu les résultats suivants :

W1= 306; W2= 174 ; Wf= 250

306Q1 + 174 Q2 = 1000x 250
Q1 + Q2 = 1000

306 Q1 + 174 Q2 = 250000
Q2 = 1000 – Q1

(306– 174) Q1 = 250000 - 174000
Q2 = 1000 – Q1

132 Q1 = 76000
Q2 = 1000 – Q1

Q1 =76000/132
Q2 = 1000 – Q1

Q1= 575.75 g
Q2 = 1000 – Q1

Q2 = 1000-575.75
Q2=424.25g

La valeur de Q2 calculée représente la quantité de farine par gramme existante dans le mélange de 1000g de (Q1+Q2).

D'où : %Q1 = (575.75/1000) × 100 => Q1 = 57.57 %

ET %Q2 = (424.25/1000) ×100 => Q2 = 42.42 %

Rapport : 57.57%(blé local) + 42.42%(blé importé)

Les deux proportions sont mélangées pendant 30min dans un mélangeur automatique, avant d'effectuer l'ensemble des tests ci-dessus. Le tableau suivant représente les résultats trouvés :

Tableau 6 : Résultats des tests appliqués sur le mélange de farine

Analyse		Mélange préparé
Test infrarouge	Humidité Protéine Taux de cendre	15.70 % 10.90 **%** 0.55%
Test alvéographe	P : Pression L : l'extensibilité G: Gonflement W: Travail P/L: rapport de Ténacité	97 mmH2O 83 mm 20.3 245 10^{-4} 1.17
Temps de chute		380 s

Cependant, le mélange ne répond pas au critère exigé de temps de chute qui est élevé, on a procédé alors à une correction par un améliorant : l'alpha amylase (**8.10^{-3}g/kg**).

L'alpha-amylase abaisse le temps de chute. Mais son ajout va entrainer la diminution de la force boulangère et l'augmentation du rapport de ténacité.

Pour régler ce problème on ajoute de l'acide ascorbique (2g/100kg).

Donc on a besoin de **8.10^{-3}g/kg** de l'alpha amylase et **0, 02g/kg** de l'acide ascorbique pour donner des résultats qui répondent aux exigences. on peut proposer la formulation finale suivante :

Tableau 7 : la formule finale de la farine

Blé local	57.57%
Blé importé	42.42%
Acide ascorbique	2.10^{-2}g/kg
Alpha-amylase	8.10^{-3}g/kg

CONCLUSION

En se basant sur notre objectif de départ, cette étude a permis de comparer la qualité du blé local et du blé importé. Il faut savoir qu'il n'y a pas de farine idéale.

Les différentes techniques permettent d'évaluer le comportement d'une farine lorsqu'elle rentrera dans la composition d'une pâte. Ces techniques nous renseignent sur la valeur boulangère de la farine. Nous nous sommes intéressés essentiellement aux analyses suivantes :

- Test inframatic qui renseigne sur la quantité des protéines, l'humidité et le taux de cendres.
- Essai à l'alvéographe Chopin qui permet de déterminer le comportement de la pate.
- L'étude de l'indice de chute qui mesure indirectement l'activité des amylases qui peut devenir excessive dans le cas de présence de grains germés.

Les résultats obtenus ont montrés que la formulation de la farine présente une grande importance dans le moulin pour pouvoir améliorer la qualité du produit fini.

Ce stage au sein des moulins EL WAHDA a été très formateur, il m'a donné l'opportunité de développer mes connaissances sur le plan pratique ainsi que théorique.

Annexes

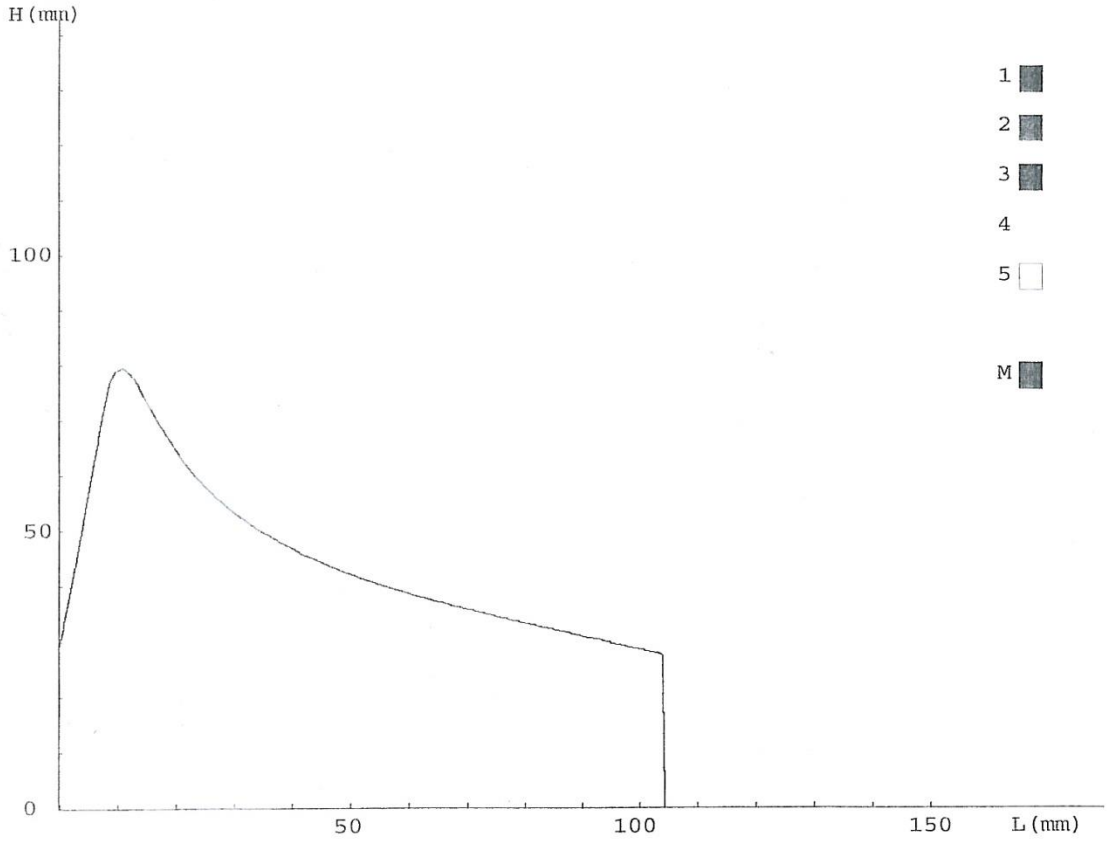
ALVEOLINK NG ALVEO HC Local CHOPIN

MOULINS EL WAHDA
4 RUE MOHAMMADIA
QUARTIER INDUSTRIEL DOKKARAT
30 000 FES

PARAMETRES				RESULTATS	
TEMP.LABO:		HYGRO.LABO.:		P	= 88 mmH2O
FARINE :	FCD1	MOULIN :		L	= 105 mm
HUMIDITE :	16.30 %			G	= 22.8
PROTEINES:	13.70 %	T.CHUTE :		W	= 306 10E-4J
A.E. :		W.A. :		P/L	= 0.84
ZELENY :				Ie	= 58.9 %
T.CENDRES:	0,58	T.EXTRAC :	44.70 %	W(0)	= 0 10E-4J
GLUTEN :					

COMMENTAIRES

V:d2.8C +5.9



Annexe 1 : Résultat d'alvéographe de la farine du Blé local

Importé.

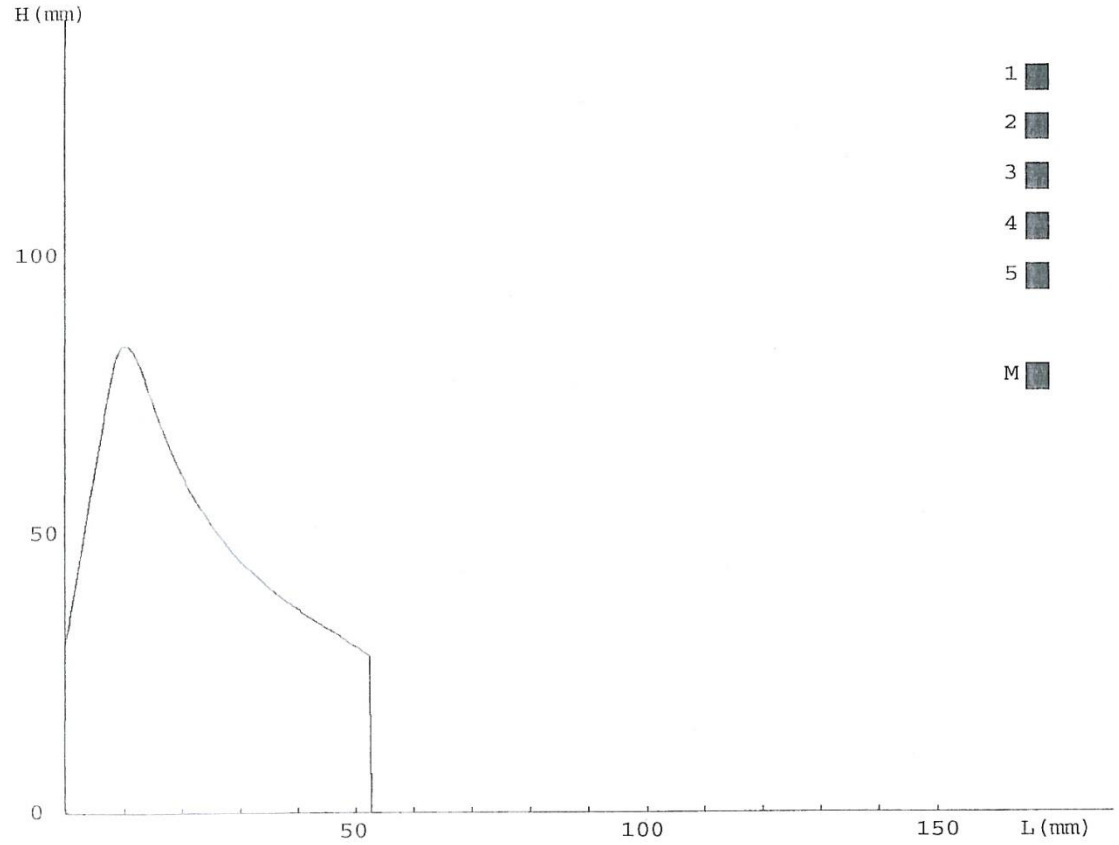
ALVEOLINK NG ALVEO HC CHOPIN

MOULINS EL WAHDA
4 RUE MOHAMMADIA
QUARTIER INDUSTRIEL DOKKARAT
30 000 FES

PARAMETRES				RESULTATS		
TEMP.LABO:		HYGRO.LABO.:		P	= 92	mmH2O
FARINE	: CD1	MOULIN :		L	= 53	mm
HUMIDITE	: 16.20 %			G	= 16.2	
PROTEINES:	10.50 %	T.CHUTE	: 443 s	W	= 174	10E-4J
A.E.	:	W.A.	:	P/L	= 1.74	
ZELENY	:			Ie	= 44.0 %	
T.CENDRES:	0.56 %	T.EXTRAC	:	W(0)	= 0	10E-4J
GLUTEN	:					

COMMENTAIRES

V:d2.8C +5.9



Annexe 2 : Résultat d'alvéographe de la farine du Blé Importé

mélange.

ALVEOLINK NG ALVEO HC CHOPIN

MOULINS EL WAHDA
4 RUE MOHAMMADIA
QUARTIER INDUSTRIEL DOKKARAT
30 000 FES

PARAMETRES

TEMP.LABO		HYGRO.LABO.	
FARINE	F.CD1	MOULIN	
HUMIDITE	15.70 %		
PROTEINES	10.90 %	T.CHUTE	380 s
A.E.		W.A.	
ZELENY			
T.CENDRES	0.55 %	T.EXTRAC	50.90 %
GLUTEN			

RESULTATS

P	= 97	mmH2O
L	= 83	mm
G	= 20.3	
W	= 245	10E-4J
P/L	= 1.17	
Ie	= 47.0	%
W(0)	= 0	10E-4J

COMMENTAIRES

V:d2.8C +5.9

Annexe 3 : Résultat d'alvéographe du mélange avant l'ajout d'additifs