

Licence Sciences et Techniques (LST)

Techniques d'Analyses et Contrôle de Qualité

« TACQ »

PROJET DE FIN D'ETUDES

Effet de la germination du blé sur la qualité de la pâte

Présenté par :

◆ **JRIRI Mohamed**

Encadré par :

◆ **Pr. F. KHALIL** (FST)

◆ **Mme. Z. EL YADDOUNI** (MHL)

Soutenu Le 08 juillet 2021 devant le jury composé de :

- **Pr. A. LHASSANI**

- **Pr. A. HAUDI**

- **Pr. F. KHALIL**

Stage effectué à : Minoteries Houcine Lahbabi FES (MHL)

Année Universitaire 2020 / 2021

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)5 35 61 16 86 – Standard : 212 (0)5 35 60 82 14

Site web: <http://www.fst-usmba.ac.ma>

REMERCIEMENT

Je remercie tout d'abord Allah le miséricordieux pour la santé, la force et le courage qu'il m'a donné afin de parvenir à accomplir ce travail.

Je remercie monsieur Youness ER-RAFIK le directeur général adjoint du groupe SIOF qui m'a donné l'opportunité d'effectuer ce stage.

Mes remerciements les plus profonds, s'adressent également à Mme Sara ELMAHDAOUI, responsable Exploitation au sein de la société Minoteries Houcine Lahbabi qui s'est montrées coopératifs et serviables.

Je tiens à remercier également madame Zineb EL YADDOUNI mon encadrante externe et responsable qualité au sein de MINOTERIES HOUCINE LAHBABI pour son accueil, la confiance qu'elle m'a accordé pour travailler sur un sujet aussi intéressant, ses conseils, ses directives et son encadrement durant la réalisation de ce travail.

Mes chaleureux remerciements et ma profonde gratitude à mon professeur, mon encadrant Monsieur F. KHALIL pour son encadrement, son aide, ses conseils précieux et recommandations.

Je tiens à remercier Pr A. LHASANI et Pr A. HAOUDI membres de jury pour avoir accepté de juger ce travail.

Je tiens à présenter mes remerciements à notre chef de filière Pr A. FARAH pour sa disposition, ses conseils et son service pendant toute l'année.

Je ne peux laisser passer cette occasion sans rendre hommage à tout le corps professoral et administratif de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès.

Liste des figures

Figure 1: Organigramme de l'entreprise	3
Figure 2 : Grain de blé.....	4
Figure 3 : Blé tendre.....	5
Figure 4 : blé dur	6
Figure 5 : Farine Fleur.....	9
Figure 6 : Farine Ronde spéciale.....	9
Figure 7 : Farine Luxe ronde.....	9
Figure 8 : Farine Luxe.....	9
Figure 9 : FNBT	9
Figure 10 : SON de blé.....	9
Figure 11 : les Types des Grains Germés.....	10
Figure 12 : Pâte collante.....	11
Figure 13 : Diagramme de fabrication	12
Figure 14 : Nilema litre	13
Figure 15 : Humidimètre	13
Figure 16 : tamis manuel	14
Figure 17 : Impuretés diverses	14
Figure 18 : les grains échaudés	14
Figure 19 : les grains cassés	14
Figure 20 : Phase d'emballage.....	16
Figure 21 : Les nacelle avant et après la calcination.....	18
Figure 22 : Multi Check	18
Figure 23 : Moulin de laboratoire	20
Figure 24 : tamisage mécanique.....	20
Figure 25 : Alvéographe Chopin.....	21
Figure 26 : Préparation et pétrissage de la pâte.....	22
Figure 27 : Extraction de la pâte	22
Figure 28 : Laminage des pâtons.....	22
Figure 29 : Découpe des pâtons	22
Figure 30 : Mise à l'étuve	23
Figure 31 : Réalisation de la bulle.....	23
Figure 32 : la courbe du test d'alvéographe	23
Figure 33 : la gamme des produits de blé dur	25
Figure 34 : la gamme des produits de blé tendre.....	26
Figure 35 : Variation de la ténacité en fonction du pourcentage de blé germé.....	29
Figure 36 : Variation de L'indice d'élasticité en fonction du pourcentage de blé germé	30
Figure 37 : Variation de l'extensibilité en fonction du pourcentage de blé germé.....	30
Figure 38 : Variation du gonflement en fonction du pourcentage de blé germé.....	31
Figure 39 :Variation de la force boulangère en fonction du pourcentage de blé germé	32
Figure 40 : Variation du rapport P/L en fonction du pourcentage de blé germé.....	32

Liste des tableaux

Tableau 1 : La composition du grain de blé.....	5
Tableau 2 : les normes de la qualité du blé.....	6
Tableau 3 : La composition biochimique de la farine de type de luxe	7
Tableau 4 : Classification de la farine	8
Tableau 5 : Utilisation potentielle des blés selon leur force boulangerie	24
Tableau 6 : Résultats des tests alvéographiques.....	29

Liste des abréviations

SIOF	: La Société Industrielle Oléicole de Fès.
MHL	: Minoteries Houcine Lahbabi
ONSSA	: Office National de Sécurité Sanitaire des produits Alimentaires
SARL	: Société A Responsabilité Limitée
ONICL	: L'Office National Interprofessionnel des Céréales et des Légumineuses
P.E	: Prise d'Essaie
Qe	: Quantité d'eau
Hi	: Humidité initiale
FNBT	: Farine National de Blé Tendre
FCBD	: Farine Courante de Blé Dur
W	: La force boulangère
P	: La ténacité
L	: L'extensibilité
Ie	: Indice d'élasticité
P/L	: Le rapport ténacité extensibilité
G	: Le Gonflement

Table des matières

Introduction	1
Présentation de la Minoterie Houcine Lahbabi.....	2
Fiche technique	2
Organigramme de l'entreprise.....	3
Chapitre 1 : Partie bibliographique	4
I. Généralités sur le blé, la farine et la germination	4
I.1 Présentation du blé.....	4
I.1.1 Définition	4
I.1.2 Structure du grain de blé	4
I.1.3 La composition de grain du blé	4
I.1.4 Catégories de blé	5
I.1.5 Les normes de qualité du blé	6
I.1.6 Origines des impuretés et des incidences sur la qualité du blé	6
I.2 Présentation de la farine	7
I.2.1 Définition	7
I.2.2 Composition de la farine	7
I.2.3 Les différents types des farines	8
I.3 Généralités sur la germination	9
I.3.1 Définition	9
I.3.2 Les facteurs de la germination	9
I.3.3 Les types des Grains Germés	10
I.3.4 Les causes de l'endommagement par germination	10
I.3.5 Alpha-amylase.....	11
I.3.6 L'effet de l'alpha-amylase sur la qualité valeur boulangère	11
II. Processus de fabrication	12
II.1 Diagramme de fabrication	12
II.1.1 La réception	13
II.1.2 La préparation	14
II.1.3 La mouture	15
II.1.4 Emballage	16
III. Les analyses effectuées au laboratoire pour le blé tendre	16

III.1	Humidité	16
III.2	Taux de cendres	17
III.3	Multi Check	18
III.4	La mouture d'essai.....	19
III.5	La Granulométrie	20
III.6	Etude de comportement des pâtes	21
IV.	Gamme des produits de la société	24
IV.1	Les produits du blé dur	24
IV.2	Les produits de blé tendre	25
	Chapitre 2 : partie pratique	27
I.	Introduction.....	27
II.	Matériels et méthodes.....	27
II.1	Echantillonnage	27
II.2	Nettoyage.....	27
II.3	Germination	27
II.4	Mouture	27
II.5	Tests alvéographiques.....	28
III.	Résultats et discussions	28
III.1	Tableau des mesures	28
III.2	Effet de la germination sur la ténacité	29
III.3	Effet de la germination sur l'Indice d'élasticité	29
III.4	Effet de la germination sur l'extensibilité	30
III.5	Effet de la germination sur le Gonflement	31
III.6	Effet de la germination sur la Force Boulangère	31
III.7	Effet de la germination sur l'indice de configuration P/L	32
	Conclusion générale et perspectives.....	33
	Références	34

Introduction

La pâte de farine de blé, dont les propriétés rhéologiques reposent principalement sur celles du gluten hydraté, est pour l'essentiel celui d'un liquide viscoélastique rhéofluidifiant dont la viscosité d'élongation diminue lorsque la vitesse de déformation ou la contrainte augmente, et croit avec la déformation : la pâte a des propriétés rhéodurcissantes, elle est un matériau typique aussi bien pour des études rhéologiques que technologiques. Ce comportement a pour conséquence d'augmenter la résistance à l'extension des zones les plus déformées, et donc les plus amincies, des parois des alvéoles gazeuses qui se développent dans la pâte au cours de la fermentation, et contribuerait ainsi à la stabilisation de ces parois contre la rupture. La qualité de la farine, dont les constituants majoritaires sont les protéines et l'amidon, joue un rôle déterminant dans les propriétés rhéologiques des pâtes et sur la qualité des produits céréaliers alvéolaires. A côté des composants biochimiques, l'incorporation des ingrédients modifie considérablement les propriétés rhéologiques et technologiques des pâtes. Parmi ces ingrédients on peut citer : la matière grasse, le sucre, la levure et le sel. Une caractérisation rhéologique de la pâte de farine s'avère toujours indispensable.

Dans cet objectif, notre travail consiste à étudier, en fonction des différentes doses appliquées, l'effet du blé germé sur les propriétés viscoélastiques de la farine.

Le présent rapport de stage effectué au sein de « Minoteries Houcine Lahbabi », est divisé en deux parties :

- ✓ La première partie est consacrée à la présentation de l'organisme d'accueil, généralités sur le blé, la farine et la germination, la description des processus de fabrication, les analyses effectuées au laboratoire et les différentes gammes de produits.
- ✓ La deuxième partie est consacrée aux interprétations des résultats obtenus lors de l'étude expérimentale.

Présentation de la Minoteries Houcine Lahbabi

Les Minoteries Houcine Lahbabi sont une filiale du Groupe SIOF, c'est une entreprise à responsabilité limitée SARL créée en 1983, autorisée par l'ONSSA. Elle a comme mission la transformation du blé dur et du blé tendre en semoules et farines.

La structure de la société comporte deux unités de production, « Semoulerie » pour la production des semoules à partir du blé dur et « Minoterie » pour la production des farines en transformant le blé tendre, avec la présence d'un laboratoire situé à l'extérieur des unités de production chargé des analyses de qualité effectuées.

La société a une capacité de production de 1200 Quintaux/jour du blé tendre et de même capacité de production des produits du blé dur. La matière première utilisée est locale comme elle peut être importée surtout pour le blé dur, et les produits sont destinés essentiellement au marché national.

Fiche technique

Forme juridique : SARL

Date de création : 1983

Directeur général : M. Khalil Lahbabi

Capital social : 10 000 000 DHs

Siège social : zone ind, sidi Brahim I, rue EL khaourizmi, lot.21-30000 Fès

Effectif : entre 20 et 50

Organigramme de l'entreprise

La figure ci-dessous représente l'organigramme de l'entreprise :

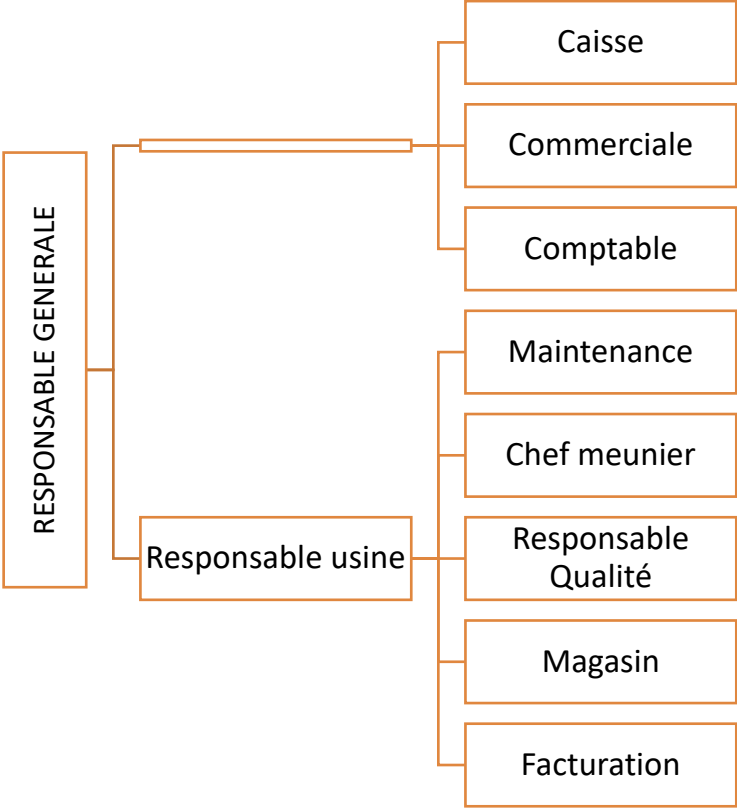


Figure 1: Organigramme de l'entreprise

Chapitre 1 : Partie bibliographique

I. Généralités sur le blé, la farine et la germination

I.1 Présentation du blé

I.1.1 Définition :

Le blé est une plante annuelle appartenant au genre *Triticum*, possède une amande relativement friable qui lui donne une bonne aptitude à être transformée en farine. Sa teneur en protéines, aptes à former un gluten lorsque la farine est hydratée, lui confère une bonne aptitude à la panification. [1]

I.1.2 Structure du grain de blé :

Un grain de blé (Figure 2) se compose de trois parties principales :

- **Les enveloppes (ou SONS)** : 13%, elles sont soudées à l'amande et constituées de couches de cellules superposées riches en matières minérales et possèdent une quantité élevée en fibres.
- **Amande** : 84%, elle est constituée de granules d'amidon enchâssées dans le réseau protéique.
- **Germe** : 3%, constitue la future plante et assure l'identité génétique. [2]



Figure 2 : Grain de blé

I.1.3 La composition de grain du blé

Le grain de blé contient de nombreuses substances telles que : les glucides, les lipides, sels minéraux, les vitamines, les enzymes et d'autres substances susceptibles de jouer un rôle dans l'alimentation humaine.

Tableau 1 : La composition du grain de blé

Constituant	Pourcentage
Humidité	13,5%
Protéines	13,3%
Fibres	2,5%
Amidon	67,1%
Lipides	2,1%
Sels minéraux	1,8%
Vitamines	22,7%

I.1.4 Catégories de blé :

Il existe de nombreuses variétés de blé dans le monde, mais de manière générale, elles sont toutes regroupées en deux catégories :

- **Les blés tendres :**

Ces grains des blés tendres (figure 3) ont une forme arrondis, avec des enveloppes épaisses et d'une cassure blanche. Ils s'adaptent bien à la mouture. Ainsi qu'ils permettent d'obtenir une farine de bonne qualité, ayant de bonnes aptitudes pour la panification.



Figure 3 : Blé tendre

- **Les blés durs :**

Les grains des blés durs ont des épis qui possèdent de longues pointes appelées « Barbe », il est parfois nommé « Barbu ». Ces grains sont durs à broyer, ils sont utilisés pour la fabrication des semoules et des pâtes (figure 4). La farine obtenue est moins convenable à la panification. [3]



Figure 4 : blé dur

I.1.5 Les normes de qualité du blé :

Le tableau 2 ci-dessous résume les normes de la qualité du blé d’après l’Office National Interprofessionnel des Céréales et des Légumineuses (ONICL). [4]

Tableau 2 : les normes de la qualité du blé

Caractéristiques	Norme
Humidité	$\leq 14\%$
Protéines	$\geq 9\%$
P.S	$\geq 77\text{kg/hl}$
Grains vitreux	$\geq 80\%$
Grains cassés	$\leq 2\%$
Grains Echaudés	$\leq 2,5\%$

I.1.6 Origines des impuretés et des incidences sur la qualité du blé :

Les grains présentant une altération sont les suivants :

- **Grains cassés ou brisés**

Incidence direct du battage où des transports mécaniques quand le grain est sec. On observe une diminution des rendements, car ces grains sont éliminés au cours du nettoyage qui précède l’étape de la mouture. Mais l’incidence la plus importante est l’exposition directe aux phénomènes d’oxydation, posant des problèmes de stockage et rendant les grains plus accessibles aux attaques des insectes et des moisissures. La présence de grains cassés dans un lot de céréales engendre une perte plus ou moins sérieuse par la suite de leur élimination totale ou partielle au cours des opérations de nettoyage.

- **Grains germés**

Grains ayant subi des conditions de température et d'humidité favorables au démarrage de l'activité enzymatique propre à la germination. Grains qu'on reconnaît par le gonflement du germe, l'éclatement de l'enveloppe au niveau de l'embryon, l'apparition puis le développement de la radicule et de la plumule.

- **Grains échaudés et petits grains**

Il s'agit de grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau. Un grain échaudé sera rabougri, ridé, déformé, la conséquence d'un mauvais remplissage. Incidence sur le rendement et sur le PS.

- **Grains cariés et boutés**

Ces grains renferment une poussière d'odeur fétide et de coloration brune noirâtre, composée par les spores d'un champignon (la Carie). Ils éclatent facilement et les spores viennent ensuite se fixer dans le sillon des grains sains, que l'on appelle des grains boutés. Ceux-ci ne sont pas comptabilisés en impuretés, mais se reconnaissent par une coloration noirâtre des poils de la brosse ou dans le sillon, donnant une farine « sale ». La présence de carie dans un lot rend le grain impropre à la consommation. [5]

I.2 Présentation de la farine :

I.2.1 Définition :

La farine est le produit obtenu après la mouture du grain de blé, ce sont des très fines particules résultant de la réduction de l'amande.

I.2.2 Composition de la farine :

Le tableau 3 suivant présente la composition biochimique d'une farine de type de luxe, la farine la plus couramment utilisée pour la fabrication du pain.

Tableau 3 : La composition biochimique de la farine de type de luxe

Les composants	Pourcentages
Amidon	65 à 70%
Eau	14-16%
Gluten	9 à 12 %
Sucres simples	1 à 2 %
Matières grasses	1,3 à 1,5%
Matières minérales	0,5 à 0,6 %
Cellulose	traces
Vitamine B, PP, E	traces

I.2.3 Les différents types des farines :

a. Selon taux de cendres :

Le taux de cendres est un moyen très utile pour le contrôle de qualité de toute farine et permet de classer la farine en plusieurs catégories. Le tableau (4) ci-dessous présente les types de farine selon le taux de cendres qu'elle contient après l'incinération [6].

Tableau 4 : Classification de la farine

Types de farine	Taux cendres
45	<0,50
55	0,50 à 0,60
65	0,62 à 0,75
80	0,75 à 0,90
110	1 à 1,20
150	> 1,40

b. Produites par les moulins :

Les moulins fabriquent environ 5 types de farine et le SON. Chacune est utilisée soit pour faire du pain ou des gâteaux ...

Farine fleur : (figure 5) c'est une farine pâtisseries ultra-blanche et extra fine. Avec un taux de cendre égal à **0.50% maximum**.

Farine Ronde spéciale : une farine avec une granulométrie supérieure (figure 6). Avec un taux de cendre entre **[0,61 - 0,79%]**

Farine Luxe Granulé : (Figure 7) destiné à la fabrication des pains. Avec un taux de cendre est **0.60% maximum**.

Farine luxe : une farine idéale pour la fabrication des pains. Avec un taux de cendre entre **[0,51 – 0,65%]**. Cette farine est représentée dans la figure 8.

La farine nationale de blé tendre FNBT : c'est une farine subventionnée par l'état. Avec un taux de cendre **[0,80 – 1,10%]**, la FNBT est représentée dans la figure 9 suivante. [7]

Le SON : est un coproduit constitué par l'enveloppe du caryopse des céréales après la séparation de l'amande. Lors de la mouture des céréales, le SON fait partie des issues, c'est-

à-dire des résidus obtenus après séparation de la farine par tamisage ou blutage [8]. Le SON est représenté dans la figure 10.

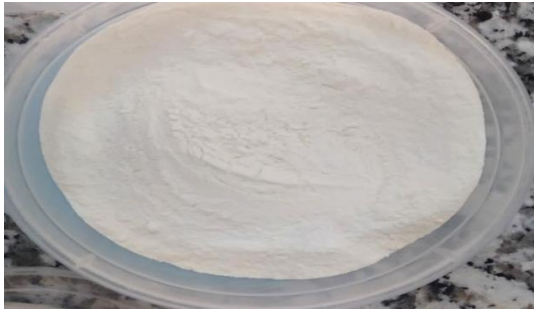


Figure 5 : Farine Fleur



Figure 6 : Farine Ronde spéciale



Figure 7 : Farine Luxe ronde



Figure 8 : Farine Luxe



Figure 9 : FNBT



Figure 10 : SON de blé

I.3 Généralités sur la germination

I.3.1 Définition

La germination est le début de développement d'un nouvel individu végétal, d'une nouvelle plante, à partir d'une graine ou d'une spore. Elle désigne plus spécifiquement la reprise du développement et du métabolisme (absorption d'eau, respiration, activité enzymatique, etc.) d'un embryon de spermatophyte (contenu dans une graine), jusqu'à émergence de la radicule.

I.3.2 Les facteurs de la germination

Les facteurs de la germination, c'est à dire ceux qui interviennent au moment de la

germination, sont nombreux. Les plus couramment étudiés sont la température, l'oxygène et la lumière. En fait, c'est l'influence combinée de ces différents facteurs qui rend possible ou non la germination. Ainsi, la présence d'eau est obligatoire, mais pas suffisante car il faut aussi que la température soit convenable et que l'embryon soit correctement oxygéné. [9]

I.3.3 Les types des Grains Germés

Les dommages que la germination provoque à la plupart des classes de blé se subdivisent en deux catégories : **germés** et **fortement germés**. La quantité de l'enzyme alpha-amylase dans les grains fortement germés peut-être des milliers de fois plus importante que la quantité détectée dans les grains germés. L'endommagement par germination est un facteur objectif de classement.

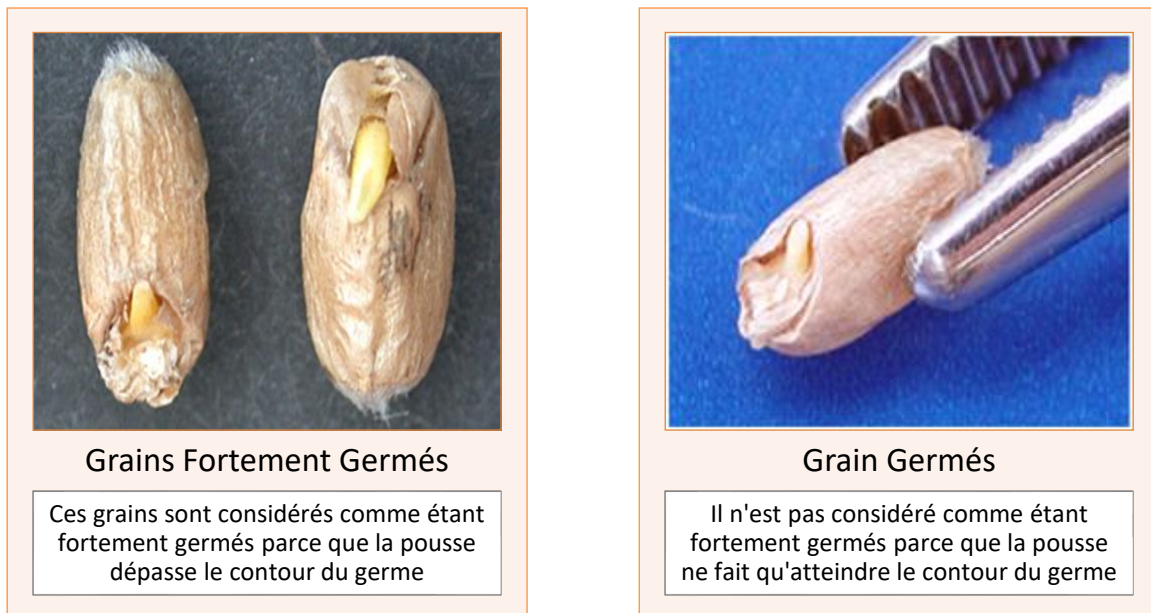


Figure 11 : les Types des Grains Germés

I.3.4 Les causes de l'endommagement par germination

L'endommagement par germination est provoqué par la germination prématurée. Cependant, dans des conditions d'humidité ou de pluie prolongées, les grains de blé pourraient commencer à germer pendant que la récolte de blé est en andains. Cette germination pourrait également se produire dans des peuplements couchés ou dans des conditions très chaudes et humides, lorsque la récolte mûre est toujours sur pied. La germination se fait dès que les grains mûrs absorbent de l'eau et produisent des enzymes qui liquéfient l'amidon et les protéines de réserve dans l'endosperme. **Les enzymes libèrent les sucres de l'amidon et les acides aminés des protéines** (les Gluténines et les Gliadines) qui nourrissent l'embryon en pleine croissance. L'alpha-amylase est l'une de ces enzymes.

I.3.5 Alpha-amylase

L'enzyme alpha-amylase est présente dans l'embryon ou germe de grains sains de blé. Cependant, dès que la germination commence, l'embryon et les couches enveloppant l'endosperme amylicé produisent l'enzyme à un rythme accéléré. Un grain fortement germé contient des milliers et des milliers d'enzymes de plus que celles présentes dans les grains qui sont au stade précoce de germination. À cause de cela, un échantillon de blé contenant de très faibles quantités de grains fortement germés pourrait faire preuve d'une activité appréciable des amylases. L'alpha-amylase transforme l'amidon en sucre dans le grain en germination, et de même liquéfie les granules d'amidon dans la farine de blé lorsqu'on la mélange à de l'eau pour en faire de la pâte à pains.

I.3.6 L'effet de l'alpha-amylase sur la qualité valeur boulangère

Les alpha-amylases libèrent les sucres de l'amidon et liquéfient les protéines (les Gluténines et les Gliadines) qui nourrissent l'embryon en pleine croissance.

- Les **Gluténines** sont de très grosses protéines qui sont très résistantes à l'allongement. Ce sont elles qui vont conférer à la pâte son élasticité *et sa ténacité*.
- Les **Gliadines** vont conférer à la pâte sa viscosité, *son extensibilité*. [10]

La farine endommagée par l'alpha amylase retient moins d'eau au mélange et la pâte absorbe moins d'eau au moment de la cuisson. Le boulanger doit utiliser plus de farine pour faire la même quantité de pains, un facteur coût important.

L'enzyme influe également sur la rétention de gaz, la maniabilité de la pâte et la texture du pain. L'activité trop prononcée de l'alpha-amylase produite de la pâte trempée et collante qui est difficile à manier dans une boulangerie commerciale (figure 12). Le pain pourrait avoir de gros creux et la texture de la mie est collante. La mie de pain collante est difficile à trancher et adhère aux scies de la trancheuse. Les pains sont souvent déformés, difficiles à emballer et d'apparence non appétissante.



Figure 12 : Pâte collante

II. Processus de fabrication

La fabrication des farines et semoules demandent le passage par plusieurs étapes successives et répétitives qui sont facilitées par la structure de la minoterie qui est composée du rez-de-chaussée en plus de 5 étages, et chaque étage est divisé en trois parties : **Nettoyage**, **Mouture** et **Produit fini**. Comme les farines et les semoules constituent des produits de bases dans la boulangerie et la fabrication de pâtes alimentaires, ils demandent donc un suivi et un contrôle rigoureux des différents paramètres qui permettent l'obtention d'un produit sain et salubre.

II.1 Diagramme de fabrication

La figure 13 suivante illustre le diagramme de fabrication :

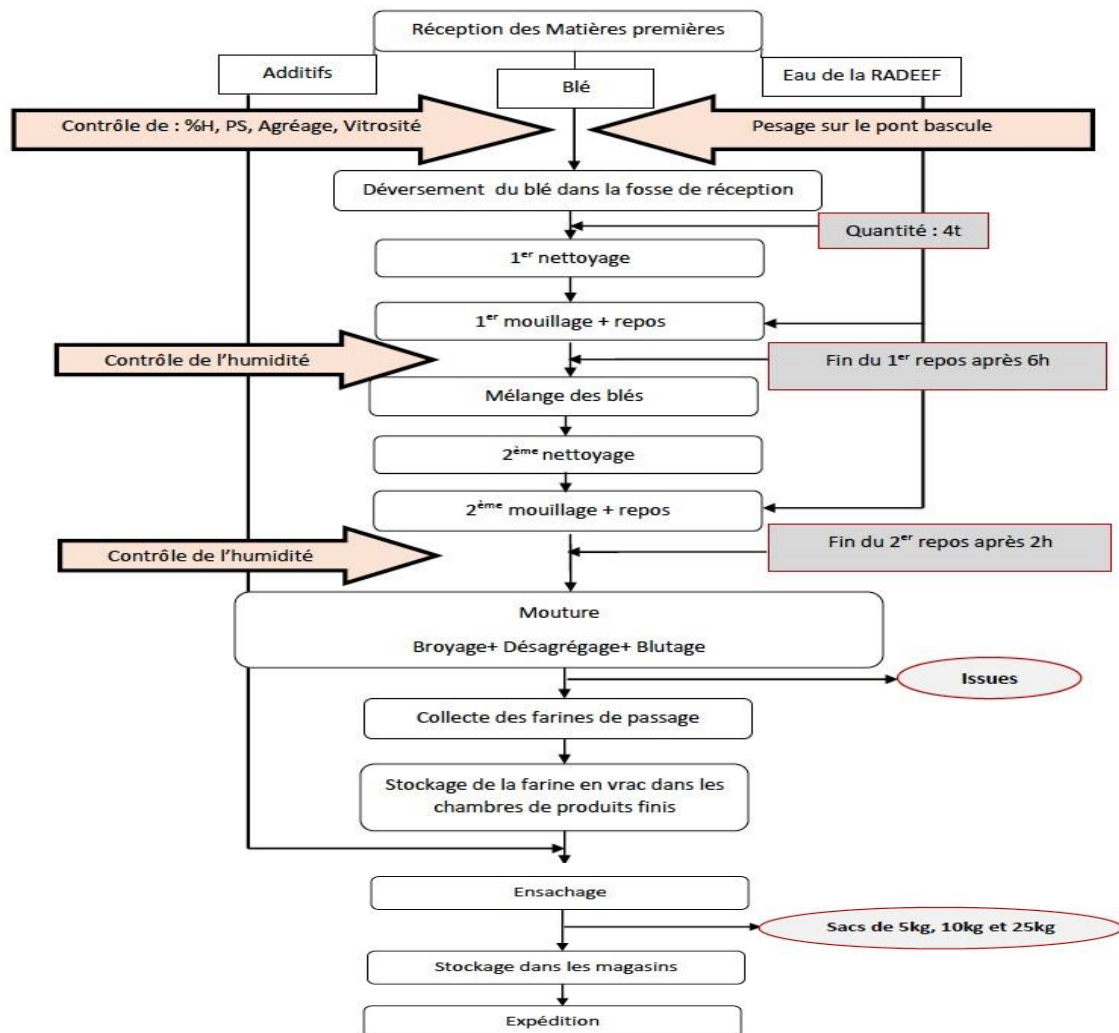


Figure 13 : Diagramme de fabrication

Les principales étapes de transformation peuvent être regroupées sous :

II.1.1 La réception :

Après l'arrivée des camions chargés du blé en vrac, ils passent directement sur un pont bascule qui permet de peser la quantité à l'entrée. Dans cette étape, un échantillon du blé est pris pour faire les analyses au laboratoire de la minoterie, ces analyses permettent de donner une idée globale sur la qualité du blé arrivé et donc accepter ou refuser cette matière première selon les critères exigés.

Les analyses effectuées à la réception sont :

- **Poids spécifique (PS) des grains :**

Il reflète la densité des grains. C'est un indicateur du taux d'extraction de la farine. On l'appelle aussi masse à l'hectolitre. C'est la masse volumique apparente des grains mesurés. La mesure est faite à l'aide d'un **Nilema litre** (figure 14). Mesuré en kg/hectolitre.

- **L'humidité :**

Paramètre essentiel qui est vérifié à chaque arrivée du blé, pour s'assurer que l'humidité du blé réceptionné ne dépasse pas les 14%. Il est déterminé à l'aide de l'humidimètre (figure15).



Figure 14 : Nilema litre



Figure 15 : Humidimètre

- **L'agréage :**

Il permet de donner une idée sur le rendement de la matière première par le calcul des pourcentages des grains échaudés, des grains cassés et du déchet. Cela se fait à l'aide des tamis superposés à ouvertures de mailles différentes. (Figure 16, 17, 18, 19)



Figure 16: Tamis manuel



Figure 17 : Impuretés diverses



Figure 18 : Grains échaudés



Figure 19 : Grains cassés

Après ce contrôle à la réception, la quantité du blé est déversée dans la fosse de réception qui est couverte par une bâche pour prévenir la pénétration des nuisibles ou toute autres sources de contamination. Ensuite le blé est transporté à l'aide d'un transporteur à chaîne vers un élévateur à godet qui fait monter le blé vers les trois silos de réception d'une capacité de 85 tonnes à chacun.

II.1.2 La préparation :

- **Le Nettoyage :**

Dans cette étape le blé est débarrassé de ces impuretés puis stocké dans les silos de réception jusqu'à son utilisation.

Le chef meunier assemble minutieusement les blés en fonction de la farine souhaitée et selon la qualité de chaque variété du blé. Le mélange choisi passe par une balance qui est réglée pour peser 4 tonnes de blé, puis il est débarrassé de toutes ses impuretés qui peuvent être source de contamination. Le coupage du blé (mélange) peut être effectué soit au début soit après le 1^{er} repos.

Différentes machines interviennent lors du nettoyage ; *le séparateur* élimine les gros déchets, *l'épierreur* porte bien son nom, *le trieur cylindrique* élimine les grains cassés et colorés, *La brosse à blé* (appelée *épointeuse* pour le blé dur) décolle la balle du grain et les poussières et le "tarare" aspire ce qui est plus léger que le blé et *le trieur optique* qui consiste à séparer les grains en fonction de la couleur, donc éliminer tout ce qui n'est pas blé. Il y a en outre des magnétiques (aimant) avant les principales machines du moulin (jusqu'au conditionnement) qui captent tout ce qui est métallique.

- **Le Mouillage :**

Le blé est ensuite mouillé par un mouilleur automatique (mouilleur intensif pour le blé tendre) avant de le reposer au moins 24 heures dans les silos de repos pour le blé tendre, et 6 heures pour le blé dur. Ce procédé permettra une meilleure séparation entre l'amande et l'enveloppe du grain de blé. Après la fin du premier repos, un contrôle de l'humidité est effectué pour vérifier que sa valeur a passé de 12% à 14.5%. Ensuite, le blé mouillé et reposé passe encore une fois dans une épointeuse puis dans un mouilleur intensif pour le deuxième repos qui prend 2 heures dans les silos.

II.1.3 La mouture :

La mouture consiste en plusieurs passages successifs du blé dans un appareil à cylindres suivis d'un tamisage : ces successions d'étapes sont répétées plusieurs fois. À chaque étape, après le tamisage, une partie de la farine est extraite et les autres produits sont orientés vers un nouvel appareil à cylindres. Un échantillon est prélevé avant l'appareil à cylindre B1 pour vérifier le taux d'humidité.

Le blé effectue plusieurs passages dans des appareils à cylindres en acier cannelé qui séparent grossièrement l'amande du blé de ses enveloppes. Cette première étape est appelée « **broyage** ».

Les semoules sont ensuite écrasées par des cylindres lisses. Ce sont les opérations de "claquage", puis de "convertissage", qui diminuent encore la taille des particules et continuent la séparation de l'amande farineuse et des particules d'enveloppe.

Parallèlement au travail des cylindres, les plansichters permettent de tamiser les produits obtenus après chaque passage entre les cylindres. En fonction de leur taille, certains de ces produits sont orientés vers d'autres appareils à cylindres à travers des sasseurs, et une partie de farine est extraite.

La farine obtenue est envoyée dans une chambre à farine au fur et à mesure de son arrivée, en attendant d'être tirée en sacs.

II.1.4 Emballage :

Pour la mise en sacs, le poids de la farine conditionnée est contrôlé très précisément par une balance réglée selon le poids désiré.

Des renseignements obligatoires figurent sur les sacs : nom et adresse du meunier, dénomination de vente, type de farine, date limite d'utilisation optimale (trois mois en général), le numéro de lot et le poids net.

La figure suivante illustre la phase d'emballage dans la société Minoteries Houcine Lahbabi :



Figure 20 : Phase d'emballage

III. Les analyses effectuées au laboratoire pour le blé tendre

Ces analyses régulièrement appliquées dans les unités de production des farines de blé tendre, ont pour but de contrôler la qualité de la farine obtenue au niveau du laboratoire.

Le contrôle de qualité permet d'assurer le respect des règles ou des normes de la farine. Les différents types d'analyses effectuées sont :

III.1 Humidité :

L'humidité est un test de qualité qui s'effectue sur le blé et la farine. Ce test consiste à déterminer la quantité d'eau dans le produit.

✓ Principe :

C'est une méthode qui consiste à un étuvage à pression atmosphérique à une température entre 130 et 133°C pendant une durée de 1h30min pour les farines, de 2h pour le blé broyé et la semoule et de 20h pour le blé entier. La perte d'eau est exprimée en pourcentage.

✓ **Expression des résultats :**

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

H : humidité du produit

m_0 : masse du produit avant étuvage

m_1 : masse du produit après étuvage

✓ **Interprétation des résultats**

L'humidité ne doit pas être supérieure à 15% pour les farines, car s'elle la dépasse, la farine pourra s'acidifier très rapidement.

III.2 Taux de cendres :

C'est la quantité de matières minérales, principalement contenues dans le SON. C'est l'indice du degré de pureté de la farine. Plus le taux de cendre est faible plus la farine est pure.

✓ **Principe**

Il repose sur la calcination d'un échantillon de 5 g de farine dans une nacelle en platine ou en silice. Lors de la combustion, dans un four à moufle réglé à 900°C, en atmosphère oxydante, les matières organiques présentes dans l'échantillon disparaissent totalement. Cette combustion dure au minimum 1h 30 min.

Il ne reste dans la nacelle que les cendres (figure 21), représentatives de la teneur en matières minérales. Il suffit de les peser pour obtenir la masse des cendres provenant des 5 g de farine brute.



les nacelles avant
calcination



les nacelles après
refroidissement

Figure 21 : Les nacelles avant et après la calcination

✓ **Expression des résultats :**

$$TC\% = (m_1/m_0) * 100$$

m_0 : masse en gramme de la prise d'essai

m_1 : masse en gramme du résidu

III.3 Multi Check

Ce test consiste à mesurer par infrarouge les paramètres suivants (figure 22) :

Pour le blé :

- L'humidité
- Le taux des protéines
- Zeleny (indice de sédimentation)
- La dureté

Pour la farine :

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



Figure 22 : Multi Check

✓ Principe

La Multi Check est conçue pour mesurer les céréales telles que le blé tendre et le blé dur, la cellule de réflectance permet de mesurer toutes sortes de produits.

III.4 La mouture d'essai

A l'aide de la mouture d'essai on obtient une farine aussi représentative de l'ensemble d'amande du grain. Il faut chercher surtout un mélange proportionnellement équilibré d'amande centrale et d'amande périphérique et « étalonner » son moulin d'essai sur le moulin industriel.

✓ Principe

Préparation de l'échantillon :

- Nettoyage du blé (manuel ou mécanique)
- Détermination de l'humidité initiale du blé « **Hi** »

Conditionnement du blé : on calcule la quantité d'eau « **Qe** » à ajouter :

$$Qe = [(17,5 - Hi) * 1,2 * PE / 100]$$

Avec **P.E** est le Prise D'essai

L'échantillon ensuite est placé dans un flacon à fermeture hermétique, on ajoute de l'eau, après on laisse le flacon reposer 20 à 24h à une température qui ne dépasse pas 15 à 17°C à l'abri des rayons solaires. Ensuite, le blé conditionné est donc prêt à la mouture. (Figure 23)

Broyage : au cours du broyage, on obtient les issues de mouture, les semoules de broyage et la farine de broyage.

Convertissage : on verse les semoules de broyage dans la trémie du convertisseur, on obtient refus et farine de convertissage.



Figure 23 : Moulin du laboratoire

III.5 La Granulométrie :

La granulométrie consiste à déterminer la composition en grosseur, c'est-à-dire la taille des particules qui constituent la farine ou le produit de mouture.

✓ Principe :

L'essai de tamisage consiste à faire passer une prise d'essai à travers une série de tamis garnis de tissu de mailles de plus en plus fermées, à l'aide d'une tamisage mécanique (figure suivante). Les refus et les extractions sont exprimés en pourcentages.



Figure 24 : Tamisage mécanique

✓ Intérêts :

L'appréciation de la granulométrie d'une farine peut apporter les renseignements tout d'abord sur le passé technologique du produit à savoir la dureté, la vitrosité, la friabilité des grains, le réglage des cylindres et le digramme de blutage du moulin. Mais la granulométrie d'une farine permet surtout de prévoir un certain comportement de celle-ci lors de son utilisation.

III.6 Etude de comportement des pâtes

C'est l'analyse essentielle en matière de qualité technologique de la farine. Elle consiste à mesurer les capacités de résistance et d'extensibilité d'une pâte formée avec de la farine et de l'eau salée (25 g/l). Le test est très couramment pratiqué et réalisé à l'aide de l'appareil d'alvéographe CHOPIN (figure 25). On peut le pratiquer sur une farine de blé pur, sur une farine issue d'un assemblage de lots de blés ou sur une farine prête à la commercialisation.



Figure 25 : Alvéographe Chopin

✓ Principe

Le test alvéographique permet de mesurer la ténacité, l'extensibilité, l'élasticité, le gonflement et la force boulangère d'un pâton de farine (mélange normalisé de farine et d'eau). Cette mesure de la force des farines est considérée comme un bon indice de la qualité boulangère des farines panifiable.

✓ Mode opératoire

+ Préparation et pétrissage de la pâte

La norme impose de réaliser une pâte à partir de 250 g de farine, plus de l'eau salée. La teneur en eau de cette pâte doit être constante, qu'elle que soit la farine à tester. On tient donc compte de la teneur en eau de la farine, pour ajuster précisément la quantité d'eau salée à ajouter. Le pétrissage est réalisé pendant 8 minutes dans un mini-pétrin intégré à l'alvéographe, dans des conditions rigoureuses standardisées et imposées par la norme et l'appareillage. (Figure 26)

+ Extraction de la pâte :

On prélève par extrusion 5 morceaux de pâte. (Figure 27)



Figure 26 : Préparation et pétrissage de la pâte



Figure 27 : Extraction de la pâte

+ Laminage des pâtons :

Ces 5 morceaux de pâte sont laminés, de façon à obtenir des abaisses identiques. (Figure 28)

+ Découpe des pâtons :

On découpe les cinq morceaux laminés à l'aide d'un emporte-pièce spécifique. On obtient ainsi 5 pâtons rigoureusement identiques. (Figure 29)



Figure 28 : Laminage des pâtons



Figure 29 : Découpe des pâtons

+ Mise à l'étuve :

Les 5 pâtons reposent 20 minutes dans une étuve (chambre de repos) réglée à 25°C, intégrée elle aussi à l'appareil. (Figure 30)

+ Réalisation d'une bulle :

Chaque pâton est déposé sur la platine de l'alvéographe et un système pneumatique insuffle de l'air en dessous. Le pâton gonfle et forme une bulle. Pendant le gonflement, l'alvéographe enregistre les variations de pression s'exerçant sur les parois internes de cette bulle, jusqu'à

éclatement. On obtient ainsi 5 courbes (une par pâton), dont on fait une moyenne pour obtenir une seule courbe. (Figure 31)



Figure 30 : Mise à l'étuve

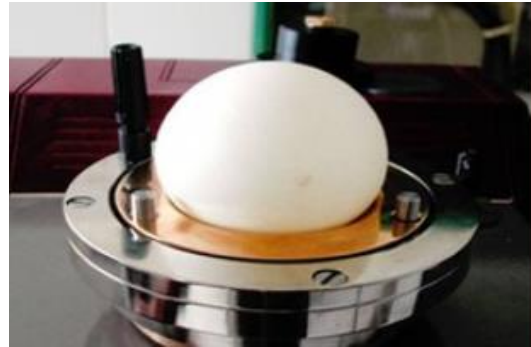


Figure 31 : Réalisation de la bulle

✓ Expression des résultats

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

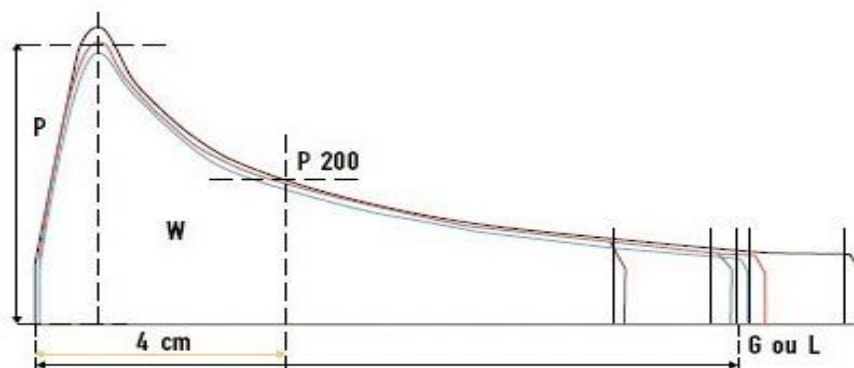


Figure 32 : la courbe du test d'alvéographe

Les paramètres mesurés par l'alvéographe sont :

W : Travail de déformation : Il vient du mot anglais « Work », mesure le travail nécessaire pour déformer le pâton jusqu'à son éclatement, on utilise également le terme « force boulangère » de la farine. Ce paramètre est calculé automatiquement par l'alvéographe, il est exprimé en joule (J).

P : Paramètre de pression maximale : C'est la pression maximale dans la bulle. Indicateur de la résistance de la pâte (ténacité).

L : L'abscisse moyenne à la rupture : Abscisse moyenne des 5 courbes, de l'origine jusqu'au point de rupture (Chute de pression). Critère déterminant l'**extensibilité** qui représente un critère important de la qualité de la farine.

G : Indice de gonflement : C'est la moyenne des valeurs de l'abscisse aux points de rupture, convertie en indice de gonflement G. Cette valeur est la racine carrée du volume d'air (en millilitres) pour développer la bulle jusqu'à sa rupture.

Ie : L'indice de l'Elasticité : Rapport de la pression à l'intérieur de la bulle quand 200 ml d'air ont été insufflés et la valeur P donne l'information sur l'élasticité de la pâte.

P/L : rapport de configuration de la courbe : caractérise une farine sur sa ténacité ou son extensibilité. Rapport élevé, farine tenace. Rapport faible, extensible. [11]

- les caractéristiques alvéographiques permettent de classer les blés par rapport à leur utilisation potentielle. [12]

Tableau 5 : Utilisation potentielle des blés selon leur force boulangerie

Force W	Rapport P/L	Utilisation
120-150	0,3-0,5	Biscuiterie
200-250	0,5-0,7	Panification française
250-300	0,5-0,9	Croissant – brioche
300	0,7-1,0	Pain de mie ou hamburger

IV. Gamme des produits de la société :

Pour répondre aux besoins de ses clients, la minoterie met sur le marché une gamme des produits diversifiés destinés soit à la consommation directe ou bien pour une autre industrie, celle de la fabrication des pâtes alimentaires.

IV.1 Les produits du blé dur :

Les produits obtenus à partir de la transformation du blé dur sont :

- ✓ **Farine complète de blé dur**
- ✓ **Finot de blé dur**
- ✓ **Semoule grosse de blé dur**
- ✓ **Semoule fine de blé dur**

- ✓ Farine extra de blé dur
- ✓ Farine courante de blé dur (FCBD)



Farine complète de blé dur



Finot de blé dur



Semoule grosse de blé dur



Semoule fine de blé dur



Farine extra de blé dur



Farine courante de blé dur

Figure 33 : la gamme des produits de blé dur

IV.2 Les produits de blé tendre :

Les produits obtenus à partir de la transformation du blé tendre sont :

- ✓ Farine Luxe Ronde de blé tendre
- ✓ Farine Luxe de blé tendre
- ✓ Farine nationale de blé tendre (FNBT)
- ✓ Farine Ronde Spéciale de blé tendre
- ✓ Farine Fleur de blé tendre
- ✓ SON



Farine Luxe Ronde de blé tendre



Farine Luxe de blé tendre



Farine Fleur de blé tendre



Farine Ronde Spéciale de blé tendre



Farine nationale de blé tendre (FNBT)



SON

Figure 34 : la gamme des produits de blé tendre

Chapitre 2 : partie pratique

I. Introduction

Les normes marocaines ne permettent pas d'accepter un échantillon dont le pourcentage du blé germé dépasse 1,1%. Nous souhaitons donc évaluer les effets du blé germé sur les paramètres de l'alvéographe (la force boulangère, la ténacité, l'élasticité, l'extensibilité, le rapport P/L et le gonflement). Dans ce sens, nous allons suivre ces paramètres avec des concentrations différentes du blé germé sur un échantillon du blé tendre.

II. Matériels et méthodes

II.1 Echantillonnage

Notre étude a été réalisée sur un lot du blé tendre importé de la Pologne récolté en 2020. Pour avoir un échantillon représentatif de la qualité du lot, on effectue un mélange de plusieurs prises d'essai.

II.2 Nettoyage

Le blé doit être nettoyé très soigneusement, le but de cette opération étant d'éliminer les pierres, les particules métalliques, les autres céréales et la poussière. Ce nettoyage est particulièrement important en industrie et notamment dans le cadre de notre étude.

II.3 Germination

La germination est un processus qui commence par l'absorption d'eau par la graine et se termine par l'émergence de la radicule. Ce processus nécessite des conditions de température et de disponibilité en eau et en oxygène favorables.

- Prendre 500g du blé nettoyé et le mettre dans un flacon.
- Remplir le flacon et laisser tremper 8 à 12 h.
- Rincer les graines, vider l'eau de trempage et égoutter les graines en les laissant bien humides.
- Vaporiser les grains chaque 12h pendant 2 jours.
- Sécher les grains germés sous les rayons du soleil.

II.4 Mouture

Pour effectuer cette opération de mouture, nous procédons de la manière suivante :

- Prendre 1000g du blé qu'on veut broyer (il doit être nettoyé des impuretés).
- Déterminer l'humidité initiale.

- Calculer la quantité de l'eau à ajouter.
- Placer l'échantillon dans un flacon et ajouter de l'eau.
- Laisse reposer le blé mouillé pendant 24h pour assurer qu'il a bien absorbé l'eau.
- Allumer l'appareil pour éliminer toute sorte de l'ancienne farine restant dans la mouture.
- Après on lance la mouture du blé, le taux de la semoule doit être calculé.
- Récupérer la farine, SON et la semoule et on mesure leurs quantités. Du coup, la farine obtenue va nous permettre d'effectuer le test alvéographique.

II.5 Tests alvéographiques

En vue d'effectuer les tests alvéographiques, nous procédons de la manière suivante :

- Etalonner l'appareil.
- Verser 250 g de l'échantillon.
- Remplir la burette d'eau salée à 2,5 % selon l'humidité de la farine.
- Pour lancer le chronomètre appuyer sur la touche verte.
- Ouvrir au maximum la burette au-dessus du petit trou de la cuve.
- À la fin de la première minute, stopper le bras au fond de la cuve en appuyant sur la touche rouge et racler la farine.
- À 8 min, appuyer sur la flèche.
- Enlever le premier centimètre de pâte qui sort.
- Quand la pâte arrive au niveau des encoches couper le pàton, l'aplatir au laminoir et rehuiler la plaque entre chaque pàton.
- Faire un rond à l'aide de l'emporte-pièce et le mettre à l'étuve.
- Au dernier pàton, appuyer sur la touche rouge puis sur la flèche.
- Nettoyer la cuve de pâte.
- À 28 min, appuyer longtemps sur le bouton 1 pour remettre le chronomètre à 0.
- Centrer le pàton, poser les deux couvercles, serrer la vis puis retirer les deux couvercles.
- Appuyer sur le bouton rouge/vert puis réappuyer dessus quand la bulle se perce.

III. Résultats et discussions

III.1 Tableau des mesures

Nous représentons dans le tableau 6 ci-dessous les paramètres d'alvéographe en fonction du témoin et des proportions de blé germé.

Tableau 6 : Résultats des tests alvéographiques

	P (mmH2O)	L (mm)	G	W (10 ⁻⁴ J)	P/L	le (%)
Témoin	54	176	29,5	238	0,31	53,7
1%	49	196	31,1	231	0,25	53,4
2%	45	200	31,3	210	0,23	52,9
3%	41	202	31,6	203	0,2	—
4%	36	215	32,6	178	0,17	50,8
5%	29	207	31,9	136	0,14	49,4

III.2 Effet de la germination sur la ténacité

La figure 35 illustre la variation du paramètre P en fonction du témoin et des proportions du blé germé.

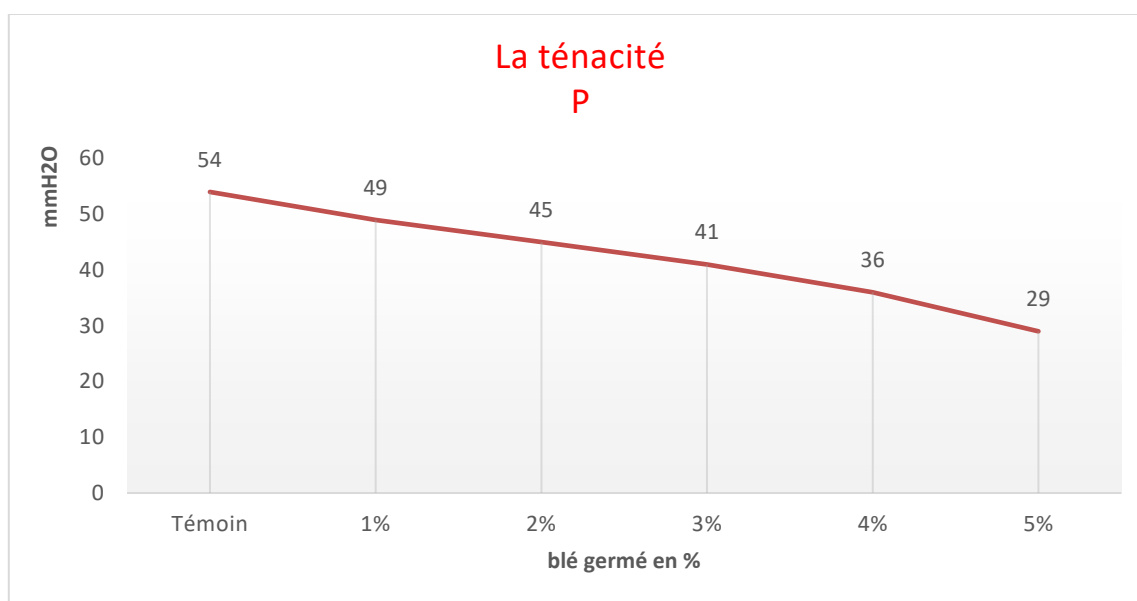


Figure 35 : Variation de la ténacité en fonction du pourcentage de blé germé

D'après cette figure, on observe que la ténacité diminue avec l'augmentation du pourcentage de blé germé. En effet, ce paramètre qui nous renseigne sur la capacité de la pâte à absorber de l'eau diminue. Cette diminution est due à la libération du gluténine par l'alpha-amylase.

III.3 Effet de la germination sur l'Indice d'élasticité

Nous représentons dans la figure 36 ci-dessous la variation de l'indice d'élasticité en fonction du témoin et des proportions du blé germé ajouté.

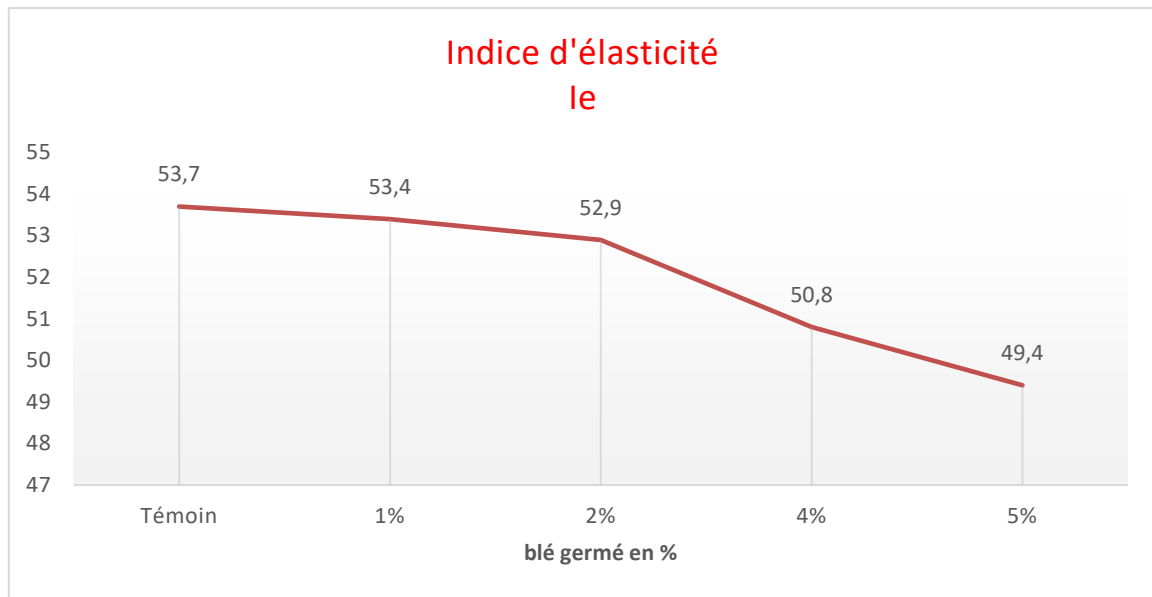


Figure 36 : Variation de L'indice d'élasticité en fonction du pourcentage du blé germé

On remarque que l'élasticité diminue avec l'augmentation du pourcentage du blé germé. Cette diminution est en accord avec la diminution des gluténines qui sont responsables à la ténacité et l'élasticité de la pâte.

III.4 Effet de la germination sur l'extensibilité

La figure 37 illustre la variation du paramètre L en fonction du témoin et des proportions du blé germé.

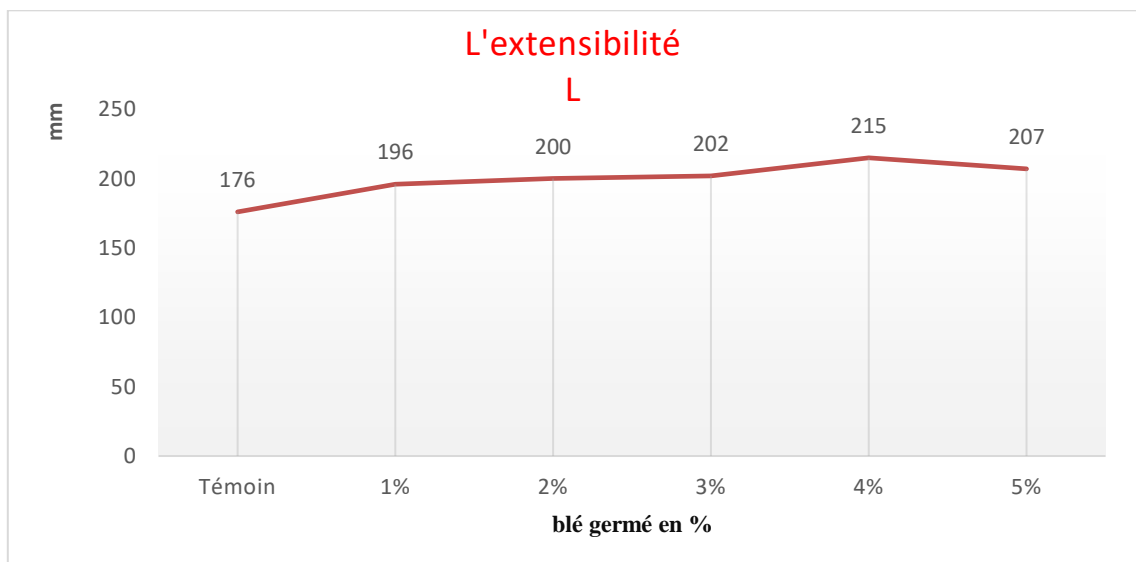


Figure 37 : Variation de l'extensibilité en fonction du pourcentage du blé germé

D'après la figure 37 on constate une variation légère de l'extensibilité [13]. D'après certaines études nous avons noté que la gliadine reste constante durant le premier stade de germination. Dans notre cas, il est donc logique que l'extensibilité reste constante.

III.5 Effet de la germination sur le Gonflement

Nous représentons dans la figure 38 ci-dessous la variation du gonflement G en fonction du témoin et du blé germé ajouté.

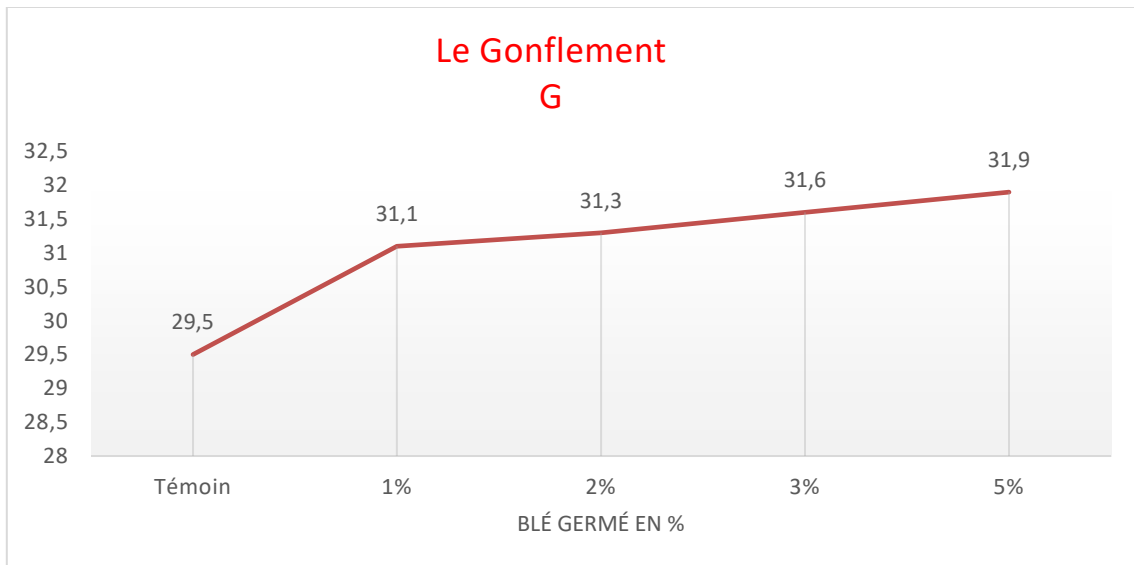


Figure 38 : Variation du gonflement en fonction du pourcentage du blé germé

Le gonflement augmente avec l'augmentation du pourcentage du blé germé ajouté. L'indice de gonflement renseigne sur le degré d'extensibilité de la pâte. Cette dernière est très extensible quand elle est riche en gliadine, les gliadines confèrent à la pâte son extensibilité, sa viscosité et sa plasticité.

III.6 Effet de la germination sur la Force Boulangère

Nous représentons dans la figure 39 ci-dessous la variation de la force boulangère en fonction du témoin et du blé germé ajouté.

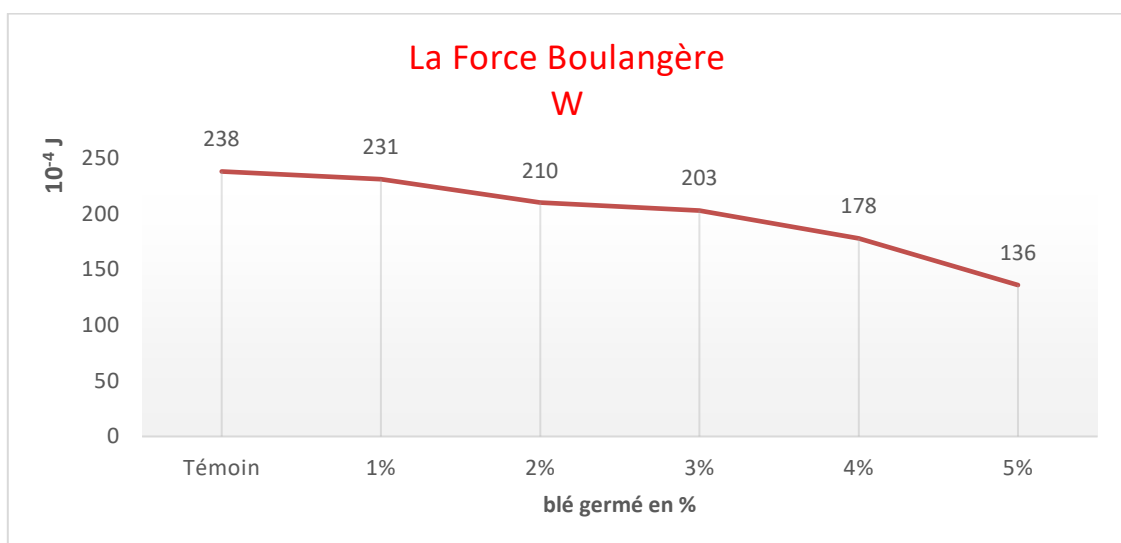


Figure 39 : Variation de la force boulangère en fonction du pourcentage du blé germé

On enregistre une diminution de la force boulangère de la pâte de farine. La diminution de la force boulangère W explique, du point de vue technologique, une mauvaise résistance de la pâte à la pression et une mauvaise production gazeuse durant la fermentation panair. Du point de vue biochimique, on peut l'expliquer par l'augmentation du taux de l'alpha-amylase produit et la diminution du taux du gluten.

III.7 Effet de la germination sur l'indice de configuration P/L

La figure 40 illustre la variation de l'indice de configuration P/L de la pâte de la farine en fonction du témoin et des proportions du blé germé ajouté.

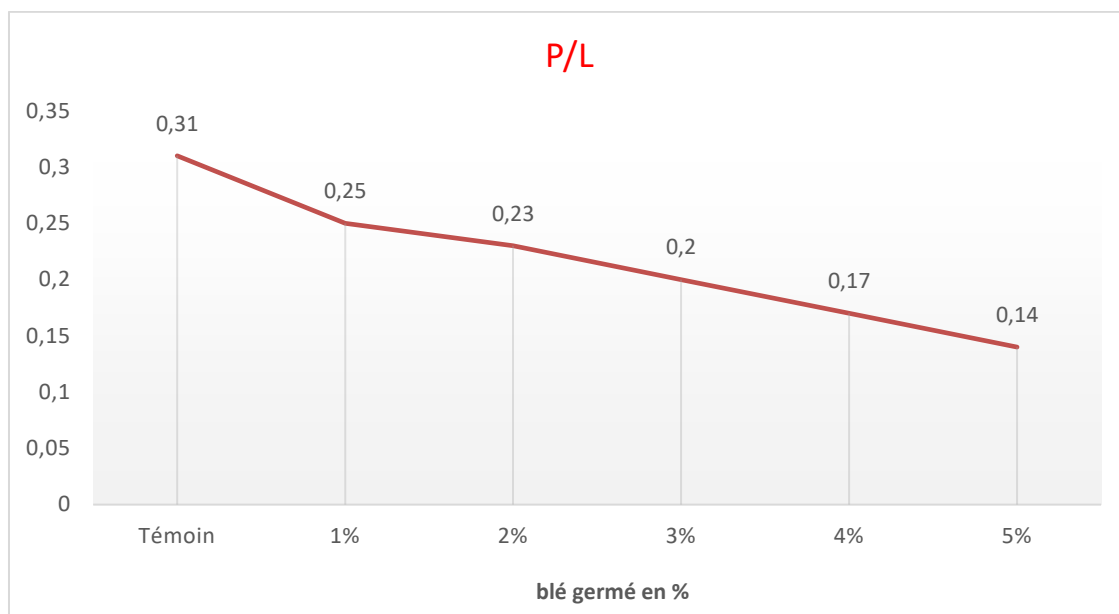


Figure 40 : Variation du rapport P/L en fonction du pourcentage du blé germé

On observe une diminution de l'indice de configuration P/L en fonction du pourcentage de blé germé. Cette diminution est due essentiellement à la diminution de la ténacité P et à l'augmentation de l'indice de l'extensibilité L suite à la diminution du taux d'endommagement d'amidon.

Conclusion générale et perspectives

Le stage effectué à la société Minoteries Houcine Lahbabi FES, dans le cadre du projet de fin d'études de la Licence Sciences et Techniques : Techniques D'analyses et Contrôle de Qualité, m'a permis d'atteindre une expérience professionnelle bien enrichie et d'acquérir une bonne connaissance sur le milieu professionnel et de valoriser les compétences acquises en théorie en les mettant en pratique.

Notre objectif principal dans le cadre de ce projet de fin d'études était d'étudier l'effet de la germination sur les propriétés rhéologiques de la pâte.

Les résultats obtenus par le suivie des paramètres alvéographique en fonction du témoin et des proportions du blé germé ajouté montrent une diminution de la ténacité, l'élasticité, la force boulangère et le rapport P/L. Par contre, on constate qu'il y a une augmentation du gonflement et une stabilisation de l'extensibilité.

Enfin, il serait intéressant de poursuivre cette étude en étudiant le comportement du gluten et des sous unités gluténines et gliadines, en analysant l'interaction entre les différents constituants de la farine, et pourquoi pas de comprendre et d'expliquer l'apparition de caractère collant de la pâte.

Références

- [1] Association Nationale De La Meunerie Française (2011) : guide de l'état de l'art de l'industrie meunière relatif à la prévention et à la protection des risques présentés par les installations de meunerie soumises à autorisation au titre de la rubrique 2260 (juillet 2011).
- [2] https://books.google.com/books/about/Le_Blé.html?id=a8M_318lZLkC
- [3] <https://ssl10.ovh.net/~labocgac/impuretes-et-incidences-p30.html>
- [4] http://www.onicl.org.ma/portail/sites/default/files/FichierPage/QUALITE_BTR14.pdf
- [5] <https://laboratoire-olcea.fr/index.php/impurete/>
- [6] <https://www.legifrance.gouv.fr/jorf/id/JORFTEXT000000272197>
- [7] <https://fr.wikipedia.org/wiki/Farine>
- [8] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Son_\(meunerie\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Son_(meunerie))
- [9] https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00008567/file/D_chap_1_2.pdf
- [10] <https://chopin.fr/fr/article-de-blog/le-gluten.html>
- [11] GERARD BROCHOIRE : les Nouvelles de la Boulangerie pâtisserie. Société d'Édition et de Publication "Les Talemeliers" en 2005
- [12] Chopin groupe Tripette & Renaud : Alveolink NG Consistographe
- [13] <https://www.julienvenesson.fr/le-ble-germe-contient-du-gluten/>