

Licence Sciences et Techniques (LST)
Technique d'Analyse et Contrôle de Qualité
« TACQ »

PROJET DE FIN D'ETUDES

Techniques

D'Analyses physico-chimiques du blé et sa farine

Présenté par :

- **BOUAJAJ MOHAMED**

Encadré par :

- **Pr. TOUZANI Hanane (FST)**
- **Mr. MALAMANE Mourad (ENTREPRISE)**

Soutenu, Le 5 juillet 2022 devant le jury composé de:

- **Pr. ALILOU EL Houssine**
- **Pr. MELIANI Abdesslam**
- **Pr. TOUZANI Hanane**

Stage effectué à : **Moulin Chourouk**

Année Universitaire 2021 / 2022

FACULTE DES SCIENCES ET TECHNIQUES FES

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☒ Ligne Directe : 212 (0)535 61 16 86 – Standard : 212 (0)535 60 82 14

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

Remerciement

Avant d'entamer le vif du rapport, il m'est agréable d'exprimer notre cordiale gratitude à Monsieur **EL ALAOUI EL MEDAGHRI** Mohamed, le directeur du moulin chourouk qui m'a donnée l'opportunité d'effectuer ce stage , Ainsi que mon encadrant de stage **MALAMANE Mourad** pour l'attention et l'aide qu'il m'a apporté au quotidien pendant mon stage.

Je voudrais également adresser mes remerciements à l'ensemble des employés du moulin chourouk .

J'adresse mes sincères remerciements à ma encadrante ,Madame **TOUZANI Hanane** enseignante chercheuse à la Faculté des Sciences et Techniques Fès, pour l'encadrement et ses remarques constructives , ainsi que les membres du jury (Pr, **ALILOU EL Houssine**, Pr **MELIANI Abdesslam**, Pr **TOUZANI Hanane**) d'avoir bien voulu juger mon travail.

Liste des figures

Figure 1 : Organismes nationale de la domaine céréalière.....	2
Figure 2 : structure du grain de blé.....	5
Figure 3 : grains de blé tendre	6
Figure 4 : grains de blé dur	6
Figure 5 : Taux d'extraction de 75%	8
Figure 6 : sonde à blé	12
Figure 7 : Tamis d'impurité 3,55mm x 20mm	13
Figure 8 : NilmaLitre 7500	14
Figure 9 : spectrophotomètre inframatic 9500	15
Figure 10 : Test inframatic pour le blé.....	15
Figure 11 : Test inframatic pour la farine	16
Figure 12 : Résultats du test d'inframatic.....	16
Figure 13 : Moulin CD1	17
Figure 14 : Schéma de fonctionnement du moulin CD1	18
Figure 15 : Étuve CHOPIN	19
Figure 16 : Etuve ouverte avec ses nacelles.....	19
Figure 17 : aspect du four à 900°C	20
Figure 18 : Etapes de détermination du taux de cendre.....	21
Figure 19 : Falling Number	22
Figure 20 : Principe de Falling number	23
Figure 21 : Alvéographe CHOPIN	24
Figure 22 : pétrissage de la pate.....	25
Figure 23 : préparation des patons.....	25
Figure 24 : repot des patons à 25°C.....	25
Figure 25 : Gonflement de paton et éclatement.....	26
Figure 26 : Résultat affiché sur l'alvéo.....	26
Figure 27 : Alvéogramme	27

Liste des Tableaux

Tableau 1: Description de l'organisme d'accueil.....	3
Tableau 2 : compositions chimiques des tissus du grain blé (Feillet, 2000)	6
Tableau 3 : compositions biochimiques de la farine.....	7
Tableau 4 : compositions biochimiques de la farine.....	8
Tableau 5 : Caractéristiques des farines issues du blé tendre(Arrêté du ministre de l'agriculture 2020)	9
Tableau 6 : les normes de la qualité du blé.....	12
Tableau 7 : classification des farines selon le Taux de cendre	21
Tableau 8 : corrélation entre masse et humidité	22
Tableau 9 : résultats pour le test d'HAGBERG	23
Tableau 10 : caractéristiques de la pate en fonction de W et P/L.....	25

Sommaire

Introduction Générale.....	1
I- Secteur de minoterie industriel au Maroc.....	2
II- Présentation de l'entreprise.....	3
Synthèses bibliographique.....	4
CHAPITRE I : Généralités sur le blé et la farine.....	5
I- Le Blé.....	5
1. Définition.....	5
2. Le grain du blé.....	5
3. Les types de blé.....	6
II- la farine de blé tendre.....	7
1. Définition.....	7
2. Composition biochimique de la farine.....	7
3. Les différents types des farines de blé.....	8
4. Les améliorants en boulangerie.....	10
Matériels et méthodes.....	11
CHAPITRE I : Méthodes D'Analyse.....	11
I-La réception du blé.....	12
II-Les Analyses effectués au laboratoire.....	13
1.Les impuretes	13
2. Poids spécifique.....	14
3.Test d'inframatique.....	15
4.La mouture d'essai.....	17
5.L'humidité.....	18
6. Taux de cendres.....	20
7. Temps de chute (Falling Number).....	22
9. Essai Alveographe.....	24
Conclusion.....	28
Références.....	30

Introduction generale

La filière céréalière constitue une des principales filières de la production agricole au Maroc. Elle a un poids socio-économique important, les céréales sont cultivées dans les différentes zones agro-climatiques du pays, Les principales régions de production se situent dans les zones pluviales des plaines et plateaux de Chaouia, Abda, Haouz, Tadla, Gharb et Saïs.

Le blé en particulier constitue la principale base du régime alimentaire pour le consommateur marocain, avec une consommation moyenne de 200 kg de blé par an (trois fois plus grand que la moyenne mondiale). [1]

Au Maroc les produits finis (principalement la farine) sont celles provenant de la mouture du blé tendre.

Le blé et ces produits finis sont sujet d'altération par les mauvaises conditions de récolte de stockage, et de mouture et peuvent entraîner par la suite des troubles de santé chez le consommateur.

Le but de ce stage effectué au sein du laboratoire de contrôle de qualité du moulin **CHOUROUK** est de suivre les paramètres de qualité de la matière première (blé) Ainsi que du produit finis (farine).

Le présent rapport s'articule autour de deux chapitres, le premier chapitre est consacré aux généralités sur le blé et la farine, le deuxième chapitre présente les méthodes et techniques d'analyse physiques-chimiques du blé tendre et sa farine.

I- Secteur de minoterie industriel au Maroc

Le secteur de la minoterie industriel est indispensable à l'économie nationale du fait que son produit principale : la farine sert à la production des denrées de première nécessité notamment le pain, ce secteur compte actuellement 154 unités, avec une capacité d'écrasement globale d'environ 11 millions de tonnes, dont 86% dédiée au blé tendre. 50 % de ces minoteries sont installées dans les régions de Casablanca-Settat et Fès-Meknès.[2]

Ce secteur est en relation directe avec d'autres secteurs :

- les secteurs de transport (maritime et terrestre)
- le secteur boulangère
- les industries de pattes et de gâteaux
- le secteur de commercialisation des produits de mouture de blé

Parmi les organismes qui sont en relation avec ce secteur on peut citer :

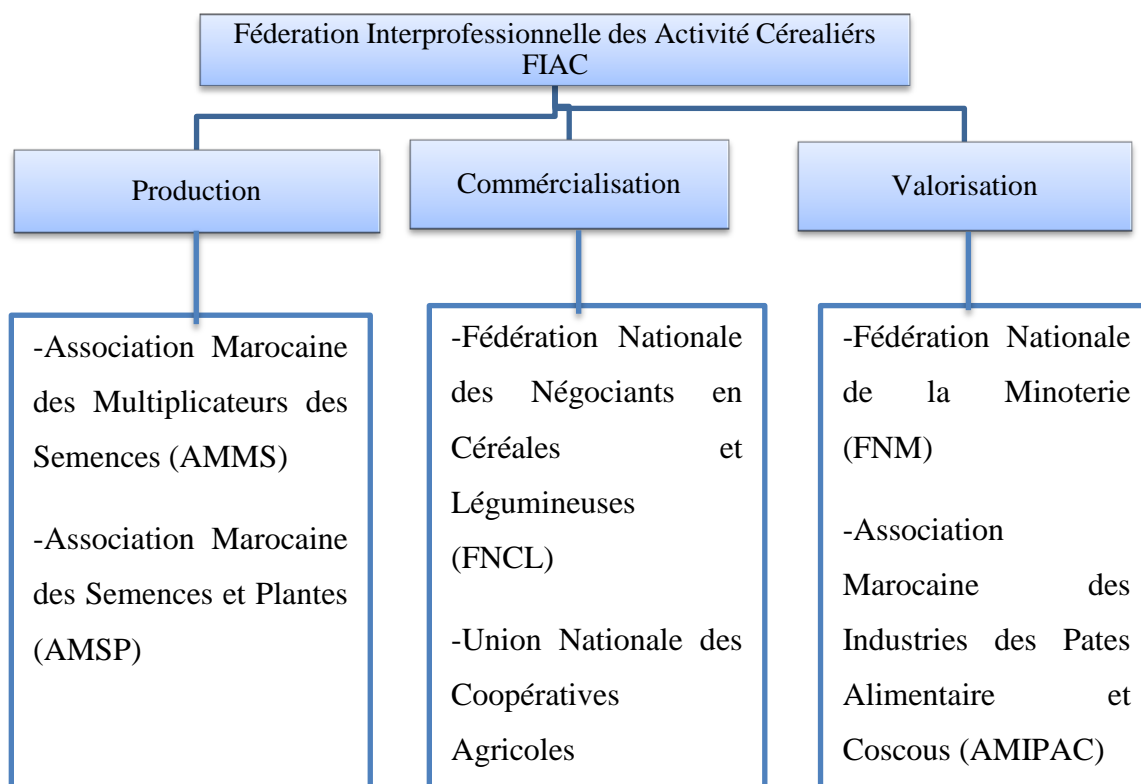


Figure 1 : Organismes nationale de la domaine céréalière

I -Présentation des moulins chourouk :

Chourouk est un moulin industriel Fondé le février 2010, il est dirigé par monsieur le directeur EL ALAOUI EL MEDAGHRI Mohamed, avec un capital de 26 000 000 DHS. Il se situe au pôle, Lot 15 Pole Urbain Ras El Ma, Miftah Et Kheir, C.R. Ain Chkef – Fès.

Le moulin comporte trois services essentiels : L’administration, La partie de la production de la farine et Le laboratoire de contrôle de qualité.

Moulin chourouk utilise le blé tendre importé de plusieurs pays.

Tableau 1: Description de l'organisme d'accueil

Moulin	Directeur	Date de Creation	Capitale	Vocation	Adresse	Tél
CHOUROUK	M.EL ALAOUI EL MEDAGHRI Mohamed	17/02/2010	26 000 000 DHS	Blé tendre	Lot 15 Pole Urbain Ras El Ma, Miftah Et Kheir, C.R. Ain Chkef – Fès.	0535 72 56 94/95



Synthèse bibliographique

CHAPITRE I : Généralités sur le blé et la farine

I- Le Blé

1. Définition :

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum*, c'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscence constitué d'une graine et de téguments, il donne de la farine pour faire le pain et les pâtes alimentaires .

2. Le grain de blé :

Le grain de blé est de forme ovoïde plus ou moins allongée, avec une face dorsale plus ou moins bombée et une face ventrale comportant un sillon profonde , Il se compose de trois parties principales :

- **L' Enveloppe (14 à 16% du poids du grain) :** il est formée de plusieurs couches ,Riche en fibres, vitamines et minéraux.les enveloppes sont éliminées pendant la mouture et deviennent les sons.
- **L'amande (82 à 85% du grain) :** composée essentiellement d'amidon (70 à 75%) et de protéines (10 à 12%) .
- **Le germe (3% du grain) :** riche en lipides, protéines, vitamines et minéraux. Il est éliminé à la mouture pour éviter le rancissement et augmenter la durée de conservation.

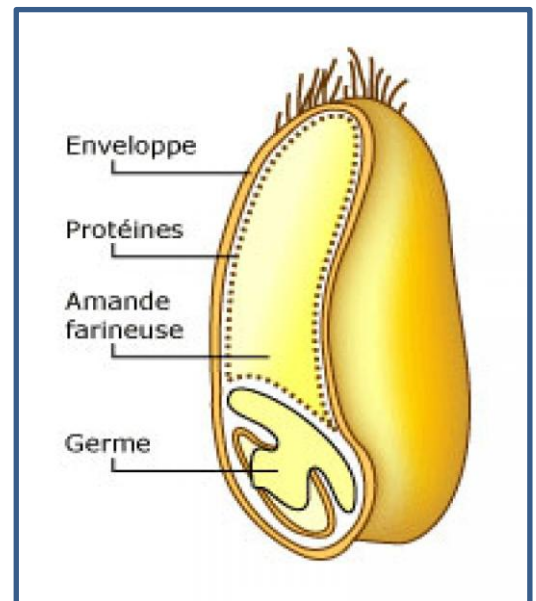


Figure 2 : structure du grain de blé

Les éléments chimiques se répartissent d'une façon inégale au sein des différents tissus [3] :

Tableau 2 : compositions chimiques des tissus du grain blé (Feillet, 2000)

	Grain (%)	Péricarpe (%)	Aleurone (%)	Albumen (%)	Germe (%)
Amidon	69	0	0	82	0
Protéines	13.7	10	30	12	31
Lipides	2.7	0	9	2	12
Sucre	2.4	0	0	1.8	30
Pentosane	7.4	43	46	1.6	7
Cellulose	2.8	40	3	0.1	2
Minéraux	1.9	7	12	0.5	6

3- Les types de blé :

Le blé tendre et le blé dur sont les deux espèces les plus cultivées dans le monde :

- **Le blé tendre** ou froment : les grains ont une forme arrondis, avec des enveloppes épaisses et d'une cassure blanche. utilisé en meunerie afin d'obtenir une farine nécessaire à la production de pain, de viennoiseries ou de pâtisseries .



Figure 3 : grains de blé tendre

- **Le blé dur** : les blés de cette catégorie se reconnaissent à leur barbe (pointes effilées sur les épis) assez longue ,les grains sont durs et allongés, souvent même pointus, avec unecassure légèrement jaune , il donne des semoules et qui sert à la fabrication des pâtes alimentaires et des couscous .



Figure 4 : grains de blé dur

II- la farine de blé tendre

1-Définition :

La farine est une poudre issue de la mouture de l'amande du grain de blé préalablement préparés et dont la taille des particules est comprise entre 30 et 200 μm .[4]

2-Composition biochimique de la farine :

La composition biochimique est variée selon le type de farine, les éléments principaux sont présentés par le tableau suivant :

Tableau 3 : compositions biochimiques de la farine

Composant	Quantité(%)	Description
Amidon	70 – 80	C'est un polysaccharide de réserve
Eau	12 – 15	un facteur important de conservation.(max 16%)
Protéines(Gluten)	7 – 15	Protéide responsable de la force et l'élasticité de la pâte .
Pentosane	2 – 3	Ce sont des polymères composés de pentoses
Sucres simples	1 – 3	Ils jouent un rôle important dans la fermentation de la pâte
Lipides	1 - 2	Elles sont surtout présentes dans le germe et les enveloppes
Matière minérale	0,5 – 0,6	Elles déterminent la pureté d'une farine ainsi que son type.
Les vitamines et les enzymes	traces	Les vitamines B1 , B2 , E , PP sont peu nombreuses dans la farine.

3-Les différents types des farines de blé :

3-1 classification de farine selon le taux de cendre

la farine est classée en fonction de deux critères :

- **Taux d'extraction** : c'est le rapport entre la masse de farine extraite et la masse de blé utilisée , par exemple un taux de 75% signifie que à partir de 100 kg de blé on extrait 75 kg de farine .

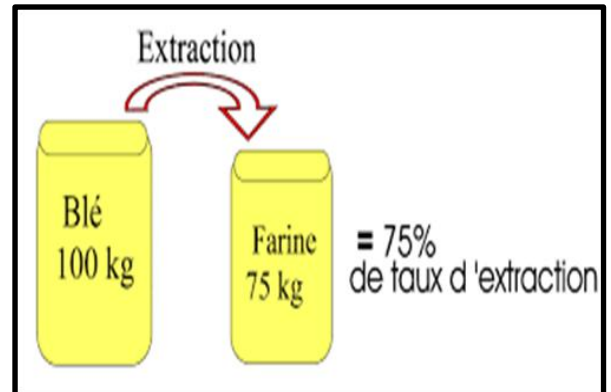


Figure 5 : Taux d'extraction de 75%

- **Le Taux de cendres** : c'est la quantité de résidus minéraux, principalement contenus dans le son, et encore mélangés à la farine , Plus ce taux est faible, plus la farine est blanche et ne contient pas de débris .

Tableau 4 : compositions biochimiques de la farine

Type	Taux de cendre(%)	Taux d'extraction (%)	Description	Utilisation
45	< 0.5	70 - 76	Farine très blanche	Pâtisserie, viennoiserie
55	0.5 - 0.6	75 -78	Farine blanche	Pain, Pâtisserie
65	0.62 -0.75	77 -80	Farine crème	Pain
80	0.75 - 0.9	80 - 85	Farine bise ou semi complet	Pain spécial
110	1 - 1.2	85 - 90	Farine complète	Pain complet

3-2 Types de farines de blé tendre produits par les moulins :

Les moulins fabriquent différents types de farine destinée à différents usages (Pain, Pâtisserie...) :

- **Farine de blé tendre Fleur** : farine avec un taux de cendre maximum de 0.50% , c'est une farine ultra blanche et tres fine .
- **Farine de blé tendre Luxe** : le taux de cendre maximum est de 0,65 % ,c'est une farine blanche et fine .
- **Farine de blé tendre Ronde** : le taux de cendre maximum est de 0,79 % , avec un diamètre de 630 µm , cette farine est extraite de la partie de l'amande du grain la plus proche de l'enveloppe , C'est un produit très demandé surtout pour les laiteries .
- **Farine Nationale de blé tendre** : la farine de base la moins chère avec un taux de cendre maximum de 1,10 % .

Tableau 5 : Caractéristiques des farines issues du blé tendre(Arrêté du ministre de l'agriculture 2020)

Dénomination de vente	Humidité maximum / Sortie minoterie (%)	Taux de minéralisation maximum (%MS)	Granulométrie (%)				
			Refus Tamis (1110 µm)	Extraction Tamis (630 µm)	Refus Tamis (500 µm)	Extraction Tamis (355 µm)	Refus Tamis (200 µm)
Farine de blé tendre Fleur	15	0,5	-	-	-	-	0
Farine de blé tendre Luxe	15	0,65	-	-	-	-	0
Farine de blé tendre Ronde	15	0,79	-	100	-	25 max	-
Farine Nationale de blé tendre	15	1,1	-	-	0	-	-

4-Les Améliorants en boulangerie :

Les additifs sont utilisés au moulin ou dans la boulangerie pour corriger certaines caractéristiques défavorables que présente la farine, Ils sont connus sous plusieurs noms : améliorants, agents de panification ou adjuvants [5] :

- **Les sucres** : c'est de saccharose (fructose +Glucose) ajouté en quantité faible pour activer plus vite la fermentation .
- **L'acide ascorbique (E300)** : dans l'alimentaire en général, l'acide ascorbique est utilisé comme agent réducteur , en boulangerie il devient un agent oxydant et apporte une maturation plus rapide du gluten en renforçant les liaisons du réseau glutineux ,son action en panification est d'augmenter la Force et la ténacité des pâtes .
- **La Glucose – Oxydase (Enzyme) (E1102)** : la glucose oxydase est une enzyme d'oxydation du glucose, cette enzyme a les mêmes effets que l'acide ascorbique, mais l'intensité de l'action avec celle-ci est beaucoup plus forte.
- **Amylases Fongiques (α -amylases)** : Provenant de la multiplication de petits champignons microscopiques nommés aspergillus , améliorent l'activité fermentative de la pâte et contribuent à une meilleure coloration de la croûte .
- **Farine de Fève ou de Soja** : la farine de Fèves ou de Soja ont des effets comparables ,l'apporte des Enzymes oxydantes (Lipoxygénase) en favorisant le blanchiment de la pâte et Augmente le volume des pains .
- **Farine de Malt** : Le maltage permet d'obtenir des grains ou après mouture, une farine, riche en activité amylasique et en sucres et donc l'activation de la Fermentation et Elle corrige aussi une farine qui manque d'amylases .
- **Les Emulsifiants (La lécithine E322)** : Dans les préparations en boulangerie , Les émulsifiants assurent que tous les composants doivent être mélangés de façon homogène .
- **Les Conservateurs** : Ils doivent être utilisés à des doses modérées, afin de ne pas bloquer l'action des levures de boulangerie : Le Propionate de Calcium (E280, E281, E282) , L'acide acétique et les acétates (E260) ...



Matériels et méthodes

CHAPITRE I : Méthodes D'Analyse

I-La réception du blé :

Après l'arrivée des camions chargés du blé , ils passent directement pour la pesée , puis plusieurs échantillons sont prélevés sur toute la hauteur de la couche à l'aide d'une sonde cylindrique (Figure 06) pour l'analyse physico-chimique au laboratoire .



Figure 6 : sonde à blé

Ces analyses sont nécessaires pour apprécier la qualité du blé à la réception et donc l'accepter ou non , Le tableau 6 ci-dessous résume les normes de la qualité du blé [6] :

Tableau 6 : les normes de la qualité du blé

Caractéristiques		Norme
Humidité		$\leq 14\%$
Poids spécifique(P,S)		$\geq 80\%$
les impurtes	Grains cassés	$\leq 2\%$
	Grains Echaudés	$\leq 2,5\%$
	Grains vitreux	$\geq 80\%$
	Impuretés Diverses	$\leq 3\%$
	grains Piqués	$\leq 3\%$
	Grains Boutés	$\leq 3\%$
Protéines		$\geq 9\%$

II-Les Analyses effectuées au laboratoire :

1-Les impuretés :

La méthode de recherche d'impuretés consiste en une séparation par tamisage et triage sur une prise d'essai d'environ 100g , Le tamisage effectué par des tamis spécifiques (figure 7) .



Figure 7 : Tamis d'impureté 3,55mm x 20mm

Ces impuretés sont :

- **Impurtes diverses** : Elles sont constituées de graines étrangères, grains moisissés et de matières inertes (pailles, sable ...)
- **Grains Echaudés** : Il s'agit de grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau .
- **Grains Nuisibles** : Graines modifiant les caractéristiques organoleptiques de la farine (Mélilot,Ail, Fenugrec) .
- **Grains Cariés** : grains plus légers et plus petits que les grains sains, sont ridés et de coloration brun noirâtre .
- **Grains Boutés** : Grains sains mais contaminés superficiellement par des spores de carie, par une coloration noirâtre de poils de la brosse et aussi du sommet du grain.
- **Les Autres Céréales**

2. Poids spécifique :

Le poids spécifique ou le poids à l'hectolitre , est la masse d'un hectolitre de grains exprimée en kilogramme , il peut servir d'indicateur du rendement en farine et de l'état général de l'échantillon , La mesure est faite à l'aide d'un **Nilemalitre** (figure 8) , Le résultat est exprimés en Kg/hectolitr.

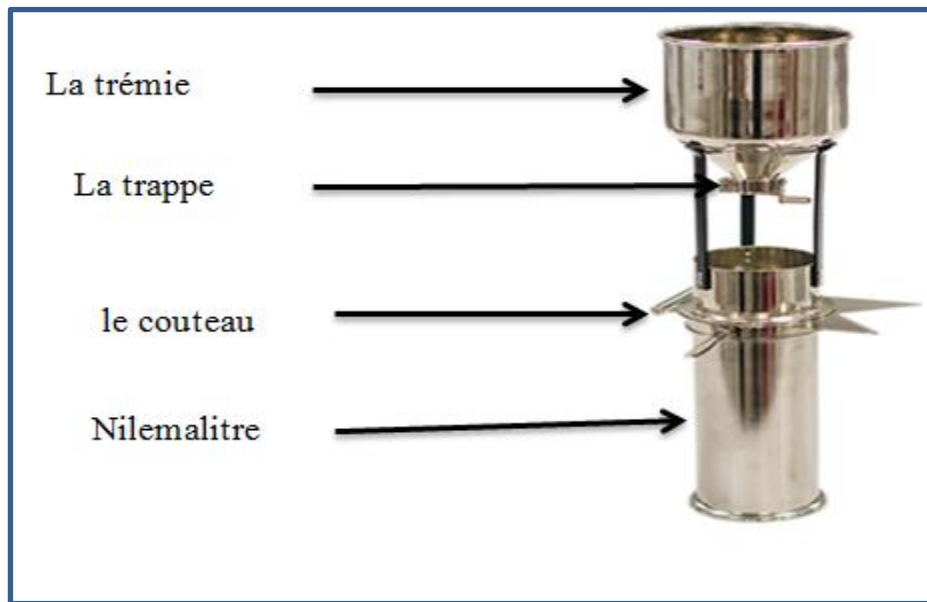


Figure 8 : NilmaLitre 7500

➤ Principe

- On pèse le Nilemalitre vide et on annule le poids sur la balance
- On remplit la trémie par l'échantillon qui doit être bien homogénéisé
- On ouvre la trappe pour laisser couler les grains
- Araser le Nilemalitre par le couteau
- On pèse le Nilemalitre à nouveau (attention au unité g/l → kg/hl)

La valeur normale pour le blé tendre est au dessus de **75Kg/hl** .

3-Test d'inframatique :

C'est une méthode rapide couramment utilisée en moulin , Ce test consiste à mesurer par infrarouge plusieurs paramètres (l'humidité, taux de cendre, amidon endommagé, % protéine, poids spécifique, zeleny...) pour les grains de blé et la farine .



Figure 9 : spectrophotomètre inframatic 9500

➤ Test pour le blé :

1. Sélectionner le type des grains à analyser sur l'écran .
2. Verser l'échantillon dans la cellule de mesure et on lance l'analyse .
3. Vider le tiroir après l'affichage de résultats .

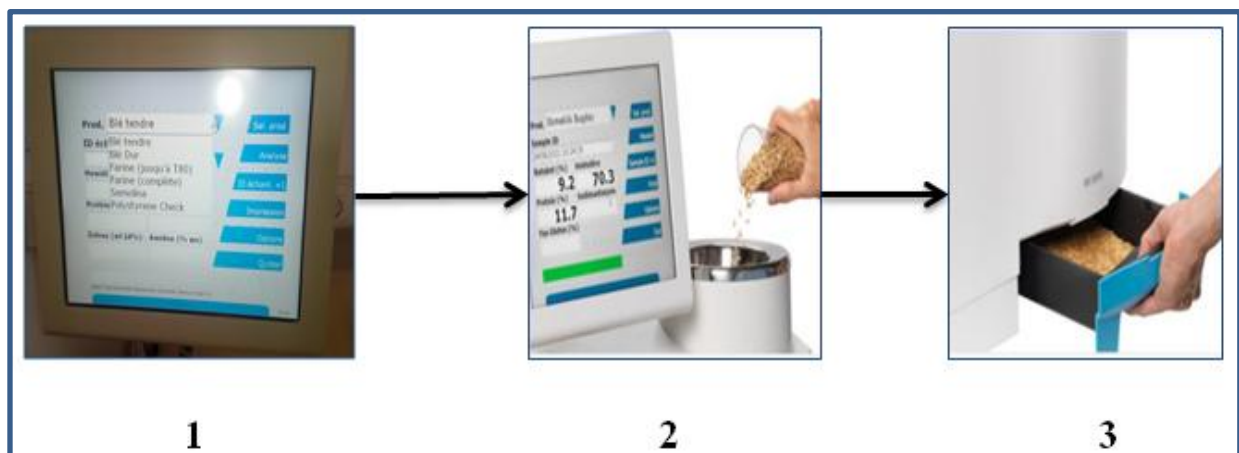


Figure 10 : Test inframatic pour le blé

➤ **Test pour la farine :**

1. Sélectionner le type de farine à analyser sur l'écran .
2. Remplissage de la capsule par la farine .
3. La capsule contenant l'échantillon est placée dans la cellule de mesure après quelques temps l'appareil affiche le résultat.

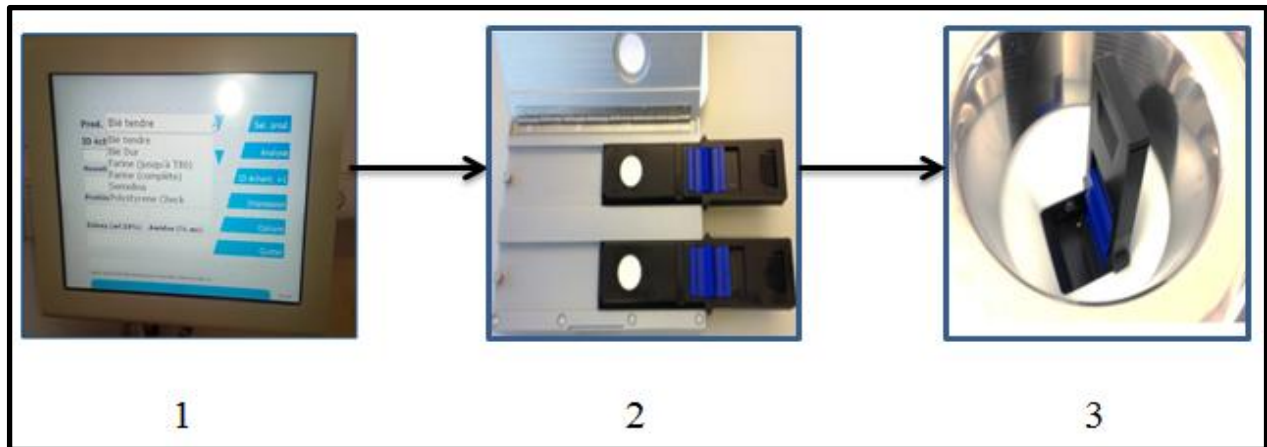


Figure 11 : Test inframatic pour la farine

➤ **Resultats pour deux échantillons (blé et la farine ronde courant) :**

IM9500 S/N: 1474452	IM9500 S/N: 1474452
09/05/2022 15:53	09/05/2022 15:37
Produit: Farine (jusqu'à T80)	Produit: Blé tendre
Version de Cal.: 03-FW-M-P0-A0-WGai-Z14-L-v7.s	Version de Cal.: 01-WHEAT-Moi-ProN57DB-WGlute
ID Echantillon: RC	ID Echantillon: B1
Humidité (%): 12.75	Humidité (%): 15.105
Protéine (% ms): 12.2	P.S. (kg/hl): 77.7
Cendre (% ms): 0.60	Protéine (% ms): 12.3
Gluten H. (% tq): 27.3	Gluten H. (% tq): 28.6
Zeleny (ml 14%): !73	Zeleny (ml 14%): 34.7
L*: 88.5	Amidon (% ms): 70.5
! = Hors gamme de calibration	
Operateur:user	Operateur:user
	Signature:

Figure 12 : Résultats du test d'inframatic

4- La mouture d'essai :

En laboratoire, la mouture effectuée à l'aide du Moulin CD1 (figure 13) pour objet principal de produire de la farine destinée à des analyses au laboratoire .

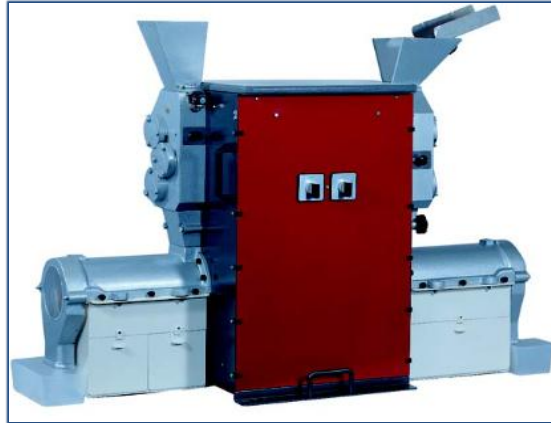


Figure 13 : Moulin CD1

➤ La préparation du blé :

- nettoyage du blé en débarrassant des impuretés .
- calcul de l'humidité du blé par l'infrarouge .
- calcul de la quantité d'eau à ajouter pour ramener l'humidité du blé à 16 % (même valeur que la minoterie) :

$$Q_e = \frac{H_f - H_i}{100 - H_f} P.E$$

avec : H_f : l'humidité finale

H_i : l'humidité initial

P.E : prise d'essai

- La préparation à l'humidité adéquate s'effectue en plaçant l'échantillon dans un flacon à fermeture hermétique et en agitant manuellement celui-ci durant quelques minutes, pour répartir la quantité d'eau à l'aide d'une éprouvette graduée , et on laisse le reposer pendant 24 h .

➤ **Étapes de mouture :**

Le moulin CD1 simule les principales étapes d'un moulin industriel [7] :

- Le broyage avec deux passages entre trois cylindres cannelés fixes
- Le tamisage par bluterie centrifuge
- Le convertissage par un ou deux passages entre deux cylindres lisses
- Le tamisage par bluterie centrifuge

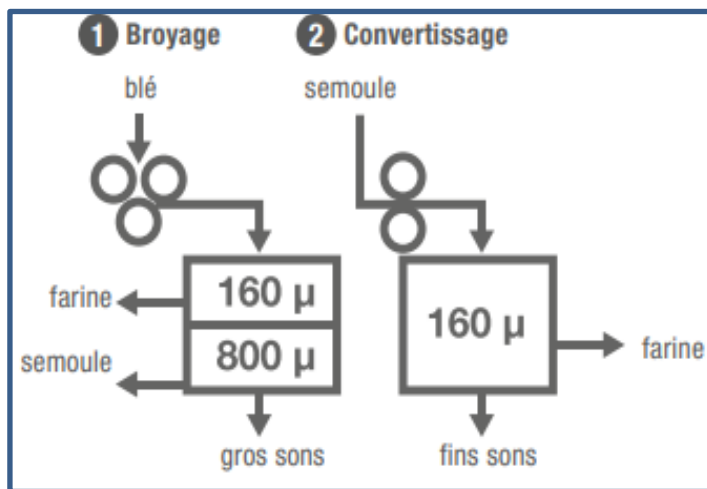


Figure 14 : Schéma de fonctionnement du moulin CD1

5- L'humidité (la teneur en eau) :

Elle correspond au pourcentage d'humidité en poids d'un échantillon (blé et farine),c'est un facteur très important pour :

- la détermination des opérations de récolte, de séchage, de stockage ou de transformation industrielle .
- Les résultats des autres analyses sont exprimés sur une base fixe : la matière sèche ou teneur en eau standard.

➤ **Appareillage :**

- Balance analytique.
- Nacelle et pince d'enfournement .
- Étuve CHOPIN (Figure 15) .
- Dessiccateur .



Figure 15 : Etuve CHOPIN



Figure 16 : Étuve ouverte avec ses nacelles

➤ **Principe :**

- peser la nacelle vide : **P1**
- Prise d'essai : Nous pesons une quantité légèrement supérieure à 5g de farine :

$$\mathbf{P2 = nacelle + masse de farine}$$

- le séchage des nacelles ouvertes contenant la prise d'essai sont placées dans l'étuve à une température comprise entre 130° et 133°C pendant 90 minutes.
- mettre les nacelles directement dans le dessiccateur (30 min)
- peser les nacelles après dessiccation : **P3**

➤ **Résultat :**

- La teneur en eau, exprimée en pourcentage en masse, du produit, est calculée par la formule suivante :

$$\frac{\mathbf{P2 - P3}}{\mathbf{Masse de farine}} \times 100$$

- Les normes fixent une valeur maximale **de 14% pour tous les blés commercialisés** au Maroc, **16 % maximum** pour les produits de mouture .

6- Taux de cendres :

Il Correspond au pourcentage de minéraux en poids du blé ou de la farine , dans le blé les cendres sont principalement concentrées dans l'enveloppe que dans l'amande,et donc plus une farine est pure et plus sa teneur en cendres est faible , il permet de :

- De classer les farines (T45 , T55 ,T65 ...).
- Aider le meunier et le semoulier à régler leurs moulins et à optimiser le rendement .

➤ Appareillage :

- Balance de précision .
- Four à moufle .
- Nacelles en quartz et pince .
- Dessiccateur .



Figure 17: aspect du four à 900°C

➤ Principe :

Il Consiste en une incinération de la farine pendant 1 h 30 min dans un four a moufle à 90

- peser la nacelle et la masse d'échantillon(5g) : **P1 = nacelle +5g farine**
- Placer la nacelle avec son contenu dans le four .
- Laisser la porte ouverte jusqu'à ce que la matière s'enflamme.
- Incinération pendant 1h 30 min
- Placer la nacelle dans le dessiccateur pendant 45 min
- Peser la nacelle : **P2 = masse de cendre + masse de nacelle**

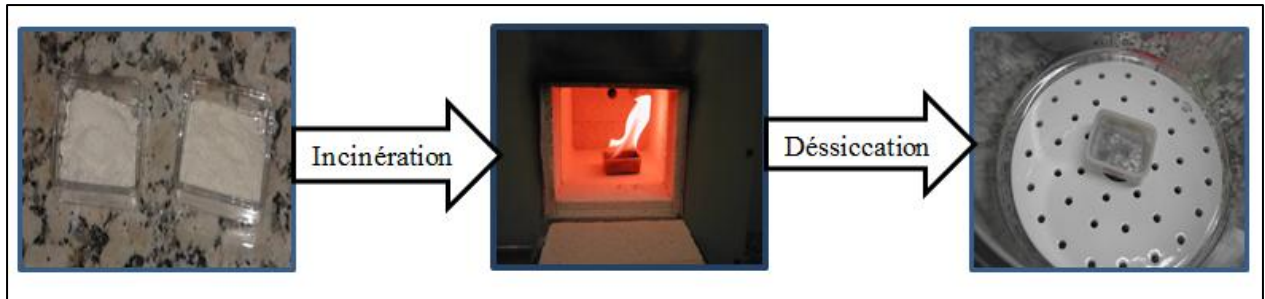


Figure 18 : Etapes de détermination du taux de cendre

➤ **Résultat :**

- Calcul du taux de cendres (TC) rapporté à la farine entière :

$$\frac{P1 - P2}{5} \times 100$$

- Calcul du taux de cendres rapporté à la matière sèche :

$$\frac{TC \times 100}{100 - H}$$

H : Humidité

cette dernière mesure (taux de cendre) est retenue pour la classification des farines :

Tableau 7 : classification des farines selon le Taux de cendre

Types de farine	Taux de cendre (% MS)	Aspect des farines
T45	Au-dessous de 0,50	Blanches
T55	0,50 à 0,60	
T65	0,62 à 0,75	
T80	0,75 à 0,90	Bises
T110	1,00 à 1,20	
T150	Au-dessus de 1,40	Complètes

7- Temps de chute (Falling Number) :

Il indique l'activité de l'alpha-amylase due à un endommagement des grains par germination.

- **Alpha-amylase** : enzyme responsable de la dégradation d'amidon en sucres .

➤ Appareillage :

- Balance de précision
- Falling Number (figure 19)
- Entonnoir et bouchon, pince en bois

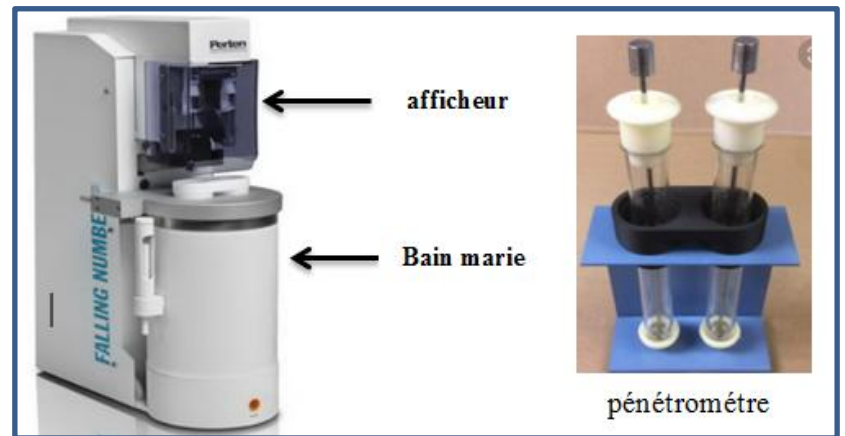


Figure 19: Falling Number

➤ Principe :

Ce teste consiste à mesurer le temps nécessaire pour qu'un pénétromètre traverse un gel d'amidon formé à partir de la farine et l'eau à 100°C :

- En fonction de l'humidité on pèse la quantité de la farine ou du blé broyé :
- On insère la farine avec 25 ml d'eau distillée dans un tube à essai et on rajoute l'agitateur.

Tableau 8 : corrélation entre masse et humidité

Masse de farine pour l'humidité	
Humidité(%)	Masse (g.)
13	6,8
13,4	6,85
13,8	6,9
14	6,9
14,8	7
15	7
15,8	7,1
16	7,1

- Le tube à essai est introduit dans le bain marie et l'appareil démarre automatiquement, et après quelques minutes l'appareil affiche le temps de chute en seconde .

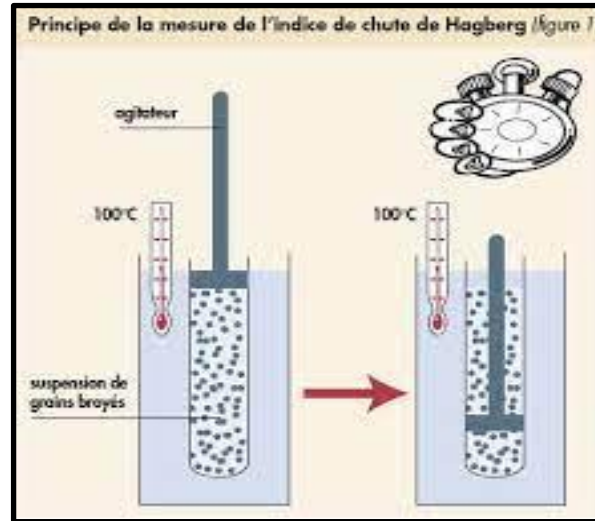


Figure 20: Principe de Falling number

➤ **Résultats :** Les résultats sont illustrés dans le tableau suivant :

Tableau 9 : résultats pour le test d'HAGBERG

	Faible activité amylasique	Activité amylasique convenable pour panification	Forte activité amylasique
Temps de chute	>300	240-280	<180
Conséquences	peu de grains germés, donc peu de sucre (maltose), fermentation ralentie	conditions idéales	grains germés, donc beaucoup de sucre, Fermentation rapide
Correction possible	Ajouter du maltose, α-amylase, les levures		melanger avec une farine insuffisamment amylasique

9- Essai Alvéographe :

Le test alvéographique mesure les propriétés visco-élastique d'une bulle de pâte pendant son gonflement .



Figure 21 : Alvéographe CHOPIN

- **Conditions opératoires :**
- Temperature d'alvéographe : 24°C
 - Contrôle de débit d'aire (étalonnage)
 - Calcul préalable d'humidité d'échantillon et l'energistrer sur l'alvéographe
 - Préparation d'eau salée : NaCL 25g/L
 - Huillage du matériel

➤ **Principe :**

Le test comporte quatre étapes principales :

1. Pétrissage d'un mélange de farine(250g) et d'eau salée en fonction d'humidité

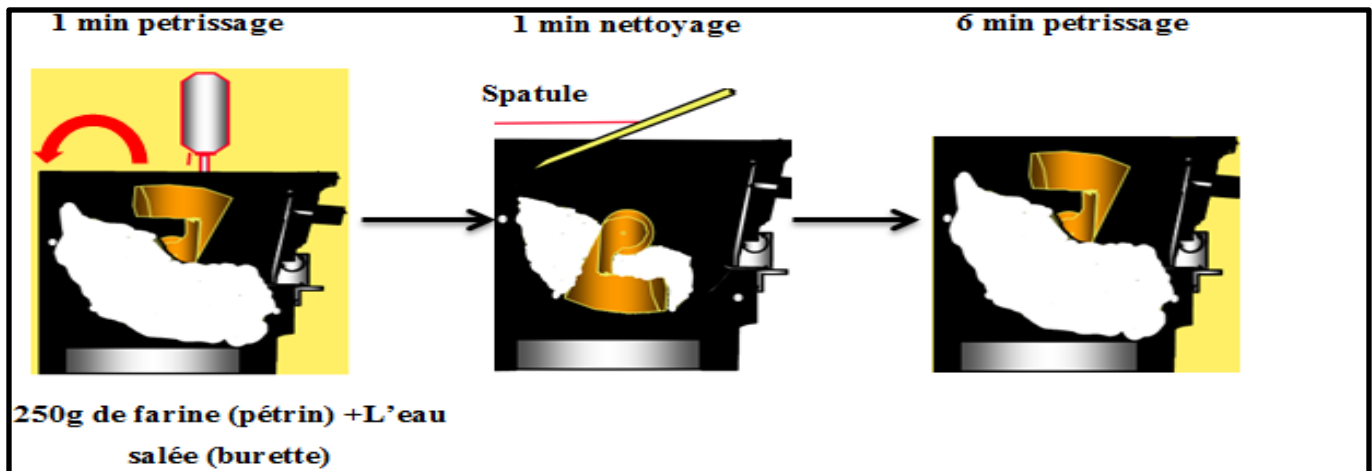


Figure 22: pétrissage de la pâte

2. Préparation de cinq pâtons calibrés :

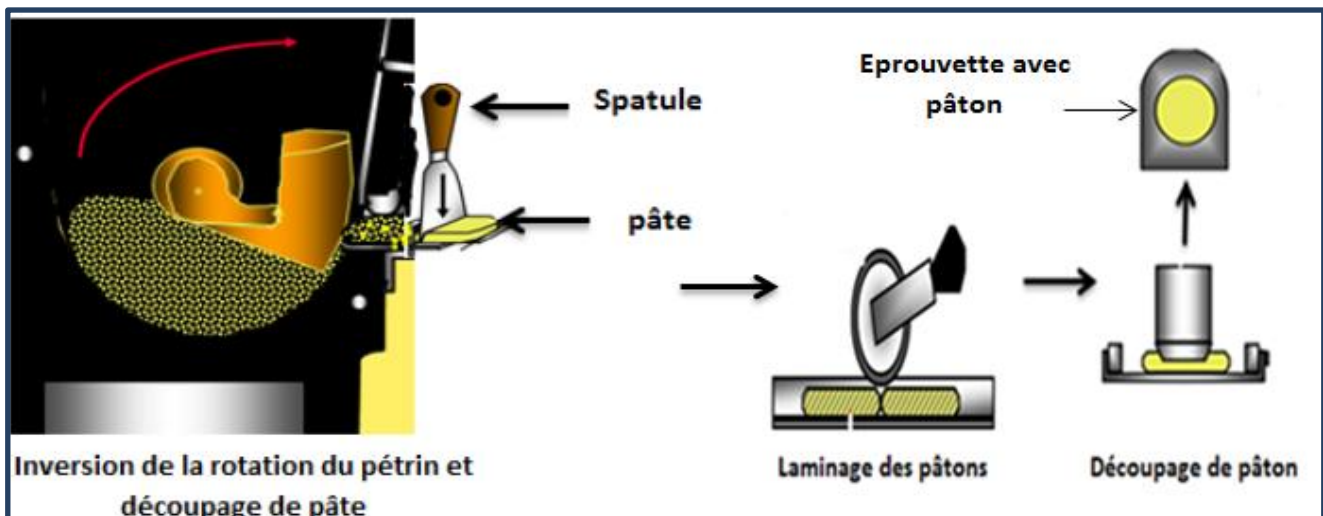


Figure 23: préparation des pâtons

3. **Repos des pâtons (20 min) :**

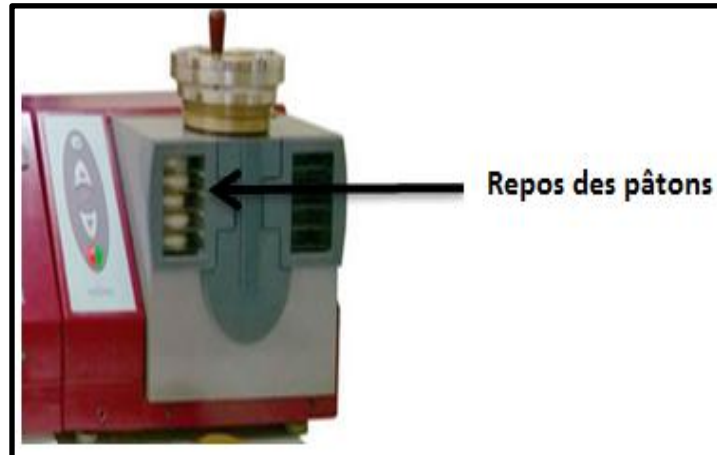
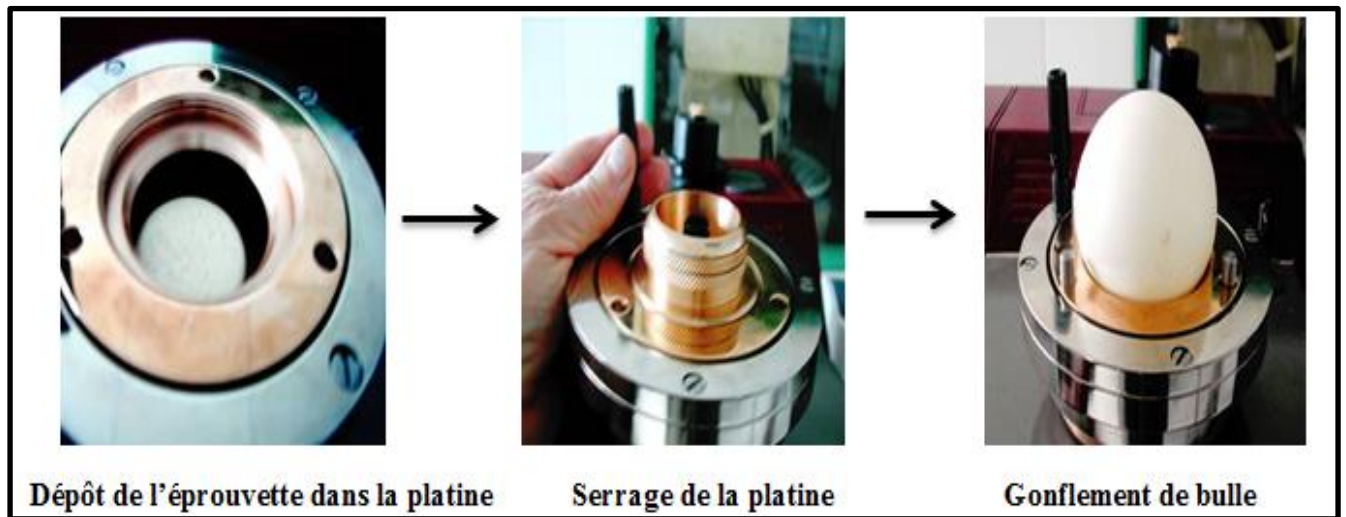


Figure 24: repos des pâtons à 25°C

4. **Gonflement de chaque pâton jusqu'à éclatement de la bulle :**



Dépôt de l'éprouvette dans la platine

Serrage de la platine

Gonflement de bulle

Figure 25: Gonflement de paton et éclatement

➤ **Résultats :**

- Le résultat des quatre patons est enregistré dans l'écran d'alvéo :



Figure 26: Résultat affiché sur l'alvéo

- La courbe représente les paramètres suivants :

- **P** (pression d'air) = **Ténacité** (valeur maximale de pression) : capacité de la pâte à s'opposer à la déformation .
- **l'extensibilité L** : c'est la capacité de la pâte à s'étendre sans déchirure .
- **la force boulangère de la farine W** : c'est la surface de la courbe , valeur caractéristique de l'alvéogramme .
- **P/L** : (rapport ténacité / extensibilité) il indique l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité de la pâte, c'est à dire son **élasticité** .

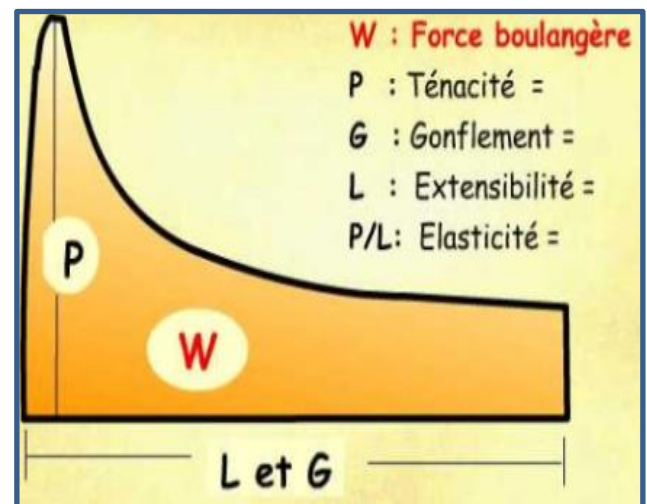


Figure 27: Alvéogramme

- En général, les valeurs de W, P et L nous renseigne sur :
 - Le produit à fabriquer.
 - Le mode de fabrication du produit.
 - Les formules de fabrications.
 - Le type de matériel utilisé.
 - Les additifs ajoutés.
 - La nature et la quantité de levure à ajouter.

Tableau 10 : caractéristiques de la pate en fonction de W et P/L

caractéristiques de la pâte		
force boulangère w(J)	rapport P/L	
90 - 160 : pâte faible adaptée aux biscuits	< 0,5 : pâte molle, très extensible	> 0,5 : Pâte très résistante et moyennement extensible
160 -250: pâte de force moyenne		
250 -310 : Pâte très forte adaptée aux viennoiseries et brioche		

Conclusion générale

Au cours de ce travail nous nous sommes intéressés à appliquer les différentes méthodes pour l'analyse du blé et les produits finis issues du moulin , Afin d'apprécier leurs qualités qui dépendent de plusieurs paramètres :

- Achat consciencieux des céréales suivant des spécifications explicites.
- Maîtrise absolue des techniques meunières .
- Former le personnel des moulins .
- Contrôle régulier de la procédure de mouture en analysant périodiquement des prélèvements de farine .
- Exiger l'implantation des laboratoires de contrôle aux niveaux des minoteries .

Le stage effectué à la société CHOUROUCK , dans le cadre du projet de fin d'études du licence sciences et Techniques (TACQ) , était pour moi une occasion de se familiariser au monde professionnel , et d'enrichir mes connaissances et mes compétences sur le secteur minoterie industriel en générale et sur le travail dans un laboratoire de contrôle de qualité en particulier .

Références

- [1] <http://onca.gov.ma/en/filiere-les-cereales>
- [2] Federation Nationale de la Minoterie
- [3] Le blé : éléments fondamentaux et transformation, Feillet, 2000
- [4] Le blé : éléments fondamentaux et transformation, Feillet, 2000
- [5] <http://technomitron.aainb.com/constituants-pain-et-pate/les-additifs/>
- [6] http://www.onicl.org.ma/portail/sites/default/files/FichierPage/QUALITE_BTR14.pdf
- [7] <https://chopin.fr/fr/page-dun-produit/moulin-cd1.html>