

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
République algérienne démocratique et
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
جامعة عين شوشة بلحاج بوشعيب
Université -Belhadj Bouchaib-d'Ain-Temouchent
Faculté des Sciences et de Technologie
Département d'Agroalimentaire



MÉMOIRE

Présenté en vue de l'obtention du diplôme de Master

Domaine : Science de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et contrôle de qualité

THEME :

**Analyses physico-chimiques des farines alimentaires
(Minoteries de la wilaya d'Ain Temouchent)**

Soutenu le : 22 Juin 2023

Présenté Par :

- Mlle BOURAS Yamina.
- Mlle MECHERFI Amina.
- Mlle BENDAHO Marwa.

Devant le jury composé de :

Dr.LOUERRAD Yasmina **MCA**

UAT.B.B (Ain Temouchent) **Président**

Dr.ABDELLAOUI Hadjira **MAA**

UAT.B. B (Ain Temouchent) **Examineur**

Dr.BOUCHEKAK KHELLADI Nesrine **MCB**

UAT.B.B (Ain Temouchent) **Encadreur**

Année universitaire 2022/2023

Remerciements

Nous tenons à remercier **Dr. BOUCHENAK KHELLADI Nesrine**, enseignante chercheur à Université Belhadj Bouchaib Ain Temouchent, qui nous a confié cette étude et qu'elle a suivi avec un grand intérêt. Nous tenons à lui exprimer notre profonde gratitude pour les précieux conseils qu'elle n'a cessé de nous prodiguer tout au long de ce travail.

Nous sommes très honorés de la présence à notre jury de mémoire

Dr. LOUERRAD Yasmina enseignante chercheur à Université Belhadj Bouchaib Ain Temouchent. Nous la remercions infiniment pour l'honneur qu'elle nous fait en acceptant la présidence du jury.

Dr. ABDELLAOUI Hadjira enseignante chercheur à Université Belhadj Bouchaib Ain Temouchent. Nous avoir honoré par sa présence et d'avoir accepté de faire partie de ce jury.

Nous tenons spécialement à remercier **Mme BEZZEGHOUD Nadia** du Centre technique AFAK Control – Oran et **Mr M. MEZEYANI** du Sarl Farine d'Or – Ani Temouchent pour leurs précieuses collaborations.

Nos sincères remerciements vont également à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à notre formation et à tous ceux qui nous ont enrichis de leur connaissance.

Dédicace

Arrivé au terme de mes études par la grâce de dieu,

Je dédie ce modeste travail :

_A ma mère et mon père, que dieu les garde et les protège.

Pour leur soutien moral et financier, pour leur amour et leur encouragement et les sacrifices qu'ils ont endurés, trouvent le témoignage de ma profonde affection et gratitude.

-A mon frères Mohammed etmes sœurs Haoua Hadjer et Sara etmon oncle Abdul Haq et sa petite familleMerci pour tous que vous avez fait pour moi, que l'avenir soit meilleur avec vous.

_A mon ami Yamina et sa mère merci beaucoup pour votre encouragement

et tous les choses que vous avez faits.

_A Tous mes amis Meriem kamelia Dounia kheira, Merci pour tous les bons moments passés ensemble.

_A mes deux collègues Yamina et Marwa pour ses efforts.

_A mes amis (es) que je n'ai pu citer mais qui sont toujours présent dans mes pnsées et mon cœur.

_A tous promo d'agro-alimentaire et contrôle de qualité 2022/2023.

MECHERFI Amina

Dédicace

Arrivé au terme de mes études par la grâce de dieu,

Je dédie ce modeste travail :

A ma très chère maman que dieu la garde et la protège Pour sa soutien moral et financier, pour l'amour et s'encouragement et les sacrifices qu'elle a endurée, trouve le témoignage de ma profonde affection et gratitude ; Tous mes sentiments de reconnaissance pour toi.

Ma cher grand-mère que dieu la garde.

*Ma sœur : **B**ouchera merci pour tous que tu as fait pour moi.*

*A mes très chères amies, mes sœurs **H**idayet et **A**mina pour leur soutien, tous mes sentiments de reconnaissance pour vous.*

Mes frères : Sidahmed et Oussama

*A la fleur de la maison, ma nièce : **Nour***

*A tous mes ami(e)s pour les moments agréables et inoubliables que nous avons passés ensemble **B**endaho **M**arwa.*

A tous mes enseignants durant tous mon cursus,

A toutes les promos d'agro-alimentaire et contrôle de qualité

2022/2023

A tous ceux que j'aime et je respect.

BOURAS Yamina

Dédicace

*Avec tous mes sentiments de respect avec l'expérience de ma reconnaissance,
je dédie ma remise de diplôme et ma joie*

A celle qui ma fait une femme,

A celle qui n'a cessée de nourrir l'ambition de me conduire au succès.

*Reçois ma profonde gratitude. Daigne Dieu t'accorde une
longue vie pour que bénéficie de tes effort maman, a l'homme, mon précieux
offre du dieu, qui doit ma vie ma réussite et tout mon respect mon chère papa.*

*A Mon cher grand père, mère maternel Ma chère grand-mère paternelle
que ce modeste travail, soit l'expression des vœux que vous n'avez cessé de
formuler dans vos prières. Que Dieu vous préserve santé et longue vie.*

*, A vous MADJDA , c'est difficile de dire merci à une personne qui
mérite bien plus que de simples mots, Merci d'être l'épaule sur laquelle je
peux toujours compter.*

*A mes symbole de tendresse mon frère **RACHAD ABEB***

EL MOHSSINE** et ma sœur **ISRAA

*Sans oublié **AMINA** et **AMINA** pour son soutien morale sa
patience et sa compréhension tout au long de ce projet*

BRNDAHO Marwa

Résumé:

Le blé est l'un des plus importants produits alimentaires, il est l'aliment de base de la majorité des peuples du monde car il contient de nombreux éléments nutritionnels (protéines, carbohydrates, les vitamines . . . etc....).

La farine a été fabriquée à partir du blé tendre au niveau de l'unité (moulin SARL Farine D'Or) à travers de nombreuses étapes, et cela après quelques analyses qui nous permettent de contrôler la qualité de blé à utiliser.

Les analyses physico-chimiques de la farine obtenue à partir du blé tendre sont globalement conformes aux normes Algériennes.

Mots clés : Blé tendre, farine, Analyse physico-chimiques.

Abstract:

Wheat is one of the most important food products, it is the staple food of the majority of the peoples of the world because it contains many nutritional elements (proteins, carbohydrates, vitamins . . . etc ...).

The flour was made from soft wheat at the unit level (mills SARL Farine D'Or) through many stages, and this after a few analyzes which allow us to control the quality of wheat to be used.

The physico-chemical analyzes of the flour obtained from soft wheat are generally in line with Algerian standards.

Keywords: Soft wheat, flour, physico-chemical analysis.

الخلاصة :

القمح هو أحد أهم المنتجات الغذائية، وهو الغذاء الأساسي للحياة. شعوب العالم أله يحوي على العديد من
أحد م

العناصر الغذائية (بروتينات الكربوهيدرات والنيونيات وما إلى ذلك)

يتم صنع الدقيق من القمح الطري على مستوى الوحدة (مطاحن ساغل نرين دور) من خلال العديد من الخطوات،

وهذا بعد بعض الاختبارات التي تسمح لنا بالتحكم في جودة القمح المستخدم.

وتتفق النتائج التحليلية - الكيميائية للدقيق الذي يتم الحصول عليه من القمح الطري عمومًا مع المعايير

الجزائرية.

الكلمات المفتاحية : قمح طري ، دقيق ، تحليل كيميائي

SOMMAIRE

Remercîments	I
Dédicace	II
Résumé	V
Liste des tableaux	VIII
Liste des figures	IX
INTRODUCTION	01
Chapitre I : généralité sur blé tendre et la farine	
I.1. Introduction.....	02
I.2. Partie 01: Généralité sur le blé.....	02
I.2.1. L'origine et l'historique du blé	02
I.2.2. L'origine et diversité du blé en Algérie.....	02
I.2.3. Les différences catégorie	03
I.2.4. Le grain de blé tendre	05
I.2.4.a. La composition physique du grain de blé tendre.....	06
I.2.4.b. La composition biochimique du grain de blé tendre	07
I.2.5. L'importance alimentaire et la valeur nutritive de blé tendre	10
I.3. Partie 02 : Généralité sur la farine de blé tendre.....	10
I.3.1. Définition de la farine.....	10
I.3.2. Les types de farine.....	11
I.3.3. La composition biochimique de la farine	12
I.3.4. Les caractéristiques de la farine de blé tendre	15
Chapitre II : étude expérimentale	
II.1. Partie 01 : processus de fabrication de la farine de blé tendre	18
II.1.1. Introduction.....	18
II.1.2. Présentation des moulins SARL Farine D'OR	18
II.1.2. Processus de fabrication de la farine à partir de blé tendre	21
II.1.2.1. Diagramme de fabrication de la farine	21
II.1.2.2. Matières utilisé et son rôle.....	22

II.1.3. Réception et pré-nettoyage de la matière première.....	25
II.1.4. La mouture.....	31
II.1.4.1. Diagramme de la mouture	32
II.1.4.2. Les étapes de la mouture	33
II.1.5. L’emballage et stockage du produit fini.....	35
II.2. Partie 02 : méthodes, matérielles et résultats	37
II.2.1. Introduction.....	37
II.2.1. Définition de laboratoire d’analyse.....	37
II.2.2. Le rôle du laboratoire d’analyse	37
II.2.3. Le but d’analyse physico-chimique	37
II.2.4. Lieu de l’étude	38
II.2.5. Les analyses physico-chimiques de la matière première «blé tendre»	38
II.2.5.A. Le poids des 1000 grains	38
II.2.5.B. La détermination des impuretés	40
II.2.5.C. Le taux d’humidité.....	41
II.2.5.D. Le poids spécifique.....	43
II.2.6. Les analyses physico-chimiques du produit fini « farine »	45
II.2.6.1. Le taux d’humidité	45
II.2.6.2. Le taux de cendre	46
II.2.6.3. Le taux d’affleurement (granulation)	48
II.2.6.4. L’indice de chute.....	49
II.2.6.5. L’alvéographe Chopin.....	51
II.2.6.6. Extraction du gluten	55
II.2.7. Conclusion	57
CONCLUSION.....	58

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

ANNEXE

Liste des tableaux

Tableau 01 : fraction protéique du blé tendre	08
Tableau 02 : composition minérale du blé tendre	09
Tableau 03 : les types de la farine	11
Tableau 04 : équipement de nettoyage	28
Tableau 05 : normes de type de grain de blé concernant poids des 1000 grains	39
Tableau 06 : normes de qualité de blé concernant le poids spécifique	44
Tableau 07 : les résultats obtenu « l'indice de chute ».....	50
Tableau 08 : l'état de panification de la farine selon le temps de chute.....	50
Tableau 09 : utilisation de la farine selon le rapport de configuration.....	53
Tableau 10 : les caractéristique alvéographique de a farine	54
Tableau 11 : normes de qualité de la farine concernant le taux de gluten.....	56

Liste des figures

Figure 01 : blé dur	04
Figure 02 : blé tendre.....	04
Figure 03 : histologie du grain de blé tendre	05
Figure 04 : la farine	11
Figure 05 : structure de l'amylase et l'amylopectine	13
Figure 06 : interface de l'entreprise SARL Farine D'OR	18
Figure 07 : logo de moulin SARL Farine D'OR.....	19
Figure 08 : localisation géographique de l'entreprise	19
Figure 09 : la chaîne de transformation de blé tendre	25
Figure 10 : réception de la matière première	25
Figure 11 : phase broyage.....	33
Figure 12 : plansichters	34
Figure 13 : sasseur.....	35
Figure 14 : l'emballage du produit fini	36
Figure 15 : stockage du produit fini	37
Figure 16 : logo de centre technique AFFAK.....	38
Figure 17 : l'interface de centre technique AFFAK.....	38
Figure 18 : appareil Nilema-litre	44
Figure 19 : appareil alvéographe chopin	51

The image features two golden wheat stalks, one in the upper left and one in the lower right, both pointing towards the center. The stalks are densely packed with grains and have long, thin awns extending from them. Numerous individual wheat grains are scattered across the white background, particularly around the base of the stalks. The overall composition is clean and minimalist, focusing on the natural texture and color of the wheat.

INTRODUCTION

Introduction

La culture des céréales est considérée comme l'une des premières grandes découvertes ayant exercé une influence majeure sur l'avenir des sociétés humaines. Encore aujourd'hui, les céréales constituent la base de notre alimentation, en raison de la facilité des modes de production, de récolte, de stockage et de transport, de la diversité des aires géographiques de production, de leur richesse en constituants d'intérêt nutritionnel et de la diversité des modes de préparation et de consommation, Ils fournissent 57 % de protéines consommées contre 23 % apportées par les tubercules et les légumineuses ainsi que 20 % par les produits d'origine animale (**Godon, 1982**).

La consommation céréalière en Algérie, occupe une place fondamentale dans la ration alimentaire quotidienne, elle fournit, respectivement plus de 60% et de 75 à 80 % d'apport calorique et protéique, soit une consommation annuelle de l'ordre de 200 kg /habitant. La demande intérieure en blé est estimée à 6.4millions de tonnes, réparties en 3,7 millions de tonnes pour le blé tendre et 2,7 millions de tonnes pour le blé dur (**Anonyme, 2009**). Cette demande n'est en moyenne couverte qu'à la hauteur de 70 à 75% par la production nationale qui est de 5,2 millions de tonnes (**Anonyme, 2009**).

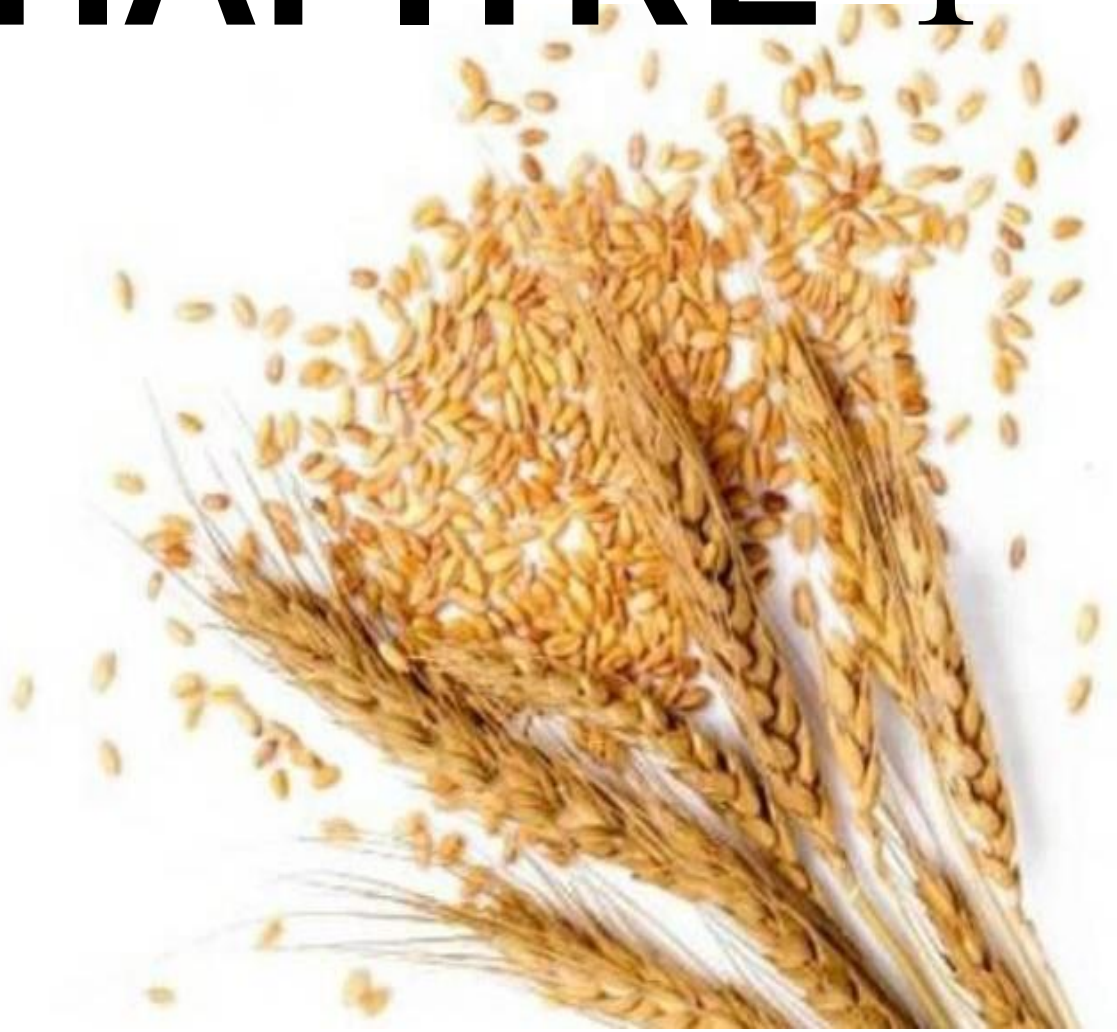
Les principales céréales sont représentées par le blé, l'orge, le maïs et le riz. Le blé occupe actuellement la première place dans la production mondiale des céréalière (environ 40 %) et présente une importance nutritionnelle et économique considérable. Depuis 1945, la production et la consommation moyenne du blé ont pratiquement quadruplé passant de 140 à 570 millions de tonne. (**A. CHARDOUH, 1999**)

Le rôle principal des MOULINS DE SARL FARINE D'OR consiste à approvisionner la population en farine saine répondant aux normes de nutrition à l'échelle internationale et en qualité suffisante. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de fin d'étude qui s'intitule « L'analyse physico-chimique des farines alimentaires (minoterie de la wilaya d'Ain Temouhent) ».

Notre mémoire est composé de deux chapitres : le premier chapitre qui est une étude bibliographique consacré aux généralités sur le blé tendre et la farine, tandis que le deuxième chapitre est une étude expérimentale qui comporte deux parties : la première consacré aux processus de fabrication de la farine de blé tendre. La deuxième aux matériaux et méthodes utilisés dans les différentes analyses physico-chimiques et les résultats et leur interprétation. Une conclusion et des perspectives sont enfin données.



CHAPITRE I



Introduction :

Le blé est l'une des cultures les plus importantes au monde, cultivée depuis des milliers d'années pour sa valeur nutritionnelle et son utilisation dans une variété de produits alimentaires et industriels.

La farine est apparue il y a plusieurs milliers d'années, lorsque les humains ont commencé à cultiver des céréales pour leur alimentation.

Aujourd'hui, la farine est produite à grande échelle et est disponible dans une variété de types et de qualités différentes. Elle est utilisée dans presque toutes les cultures culinaires du monde, ce qui en fait un ingrédient essentiel dans la cuisine.

Dans ce chapitre, nous allons explorer l'histoire du blé et la farine et leurs différentes variétés, leurs caractéristiques uniques, et les bienfaits nutritionnels ainsi que ses utilisations diverses.

partie 1 : Généralité sur le blé

L'origine et l'historique du blé :

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est à la base de la nourriture de l'homme (**Ruel, 2006,a**). C'est une espèce connue depuis la plus haute antiquité, dont il constitue la base alimentaire des populations du globe (**Yves et Buyer, 2000**).

Le blé est d'origine asiatique, précisément de Chine, il a été cultivé en extension considérable il y a 4000 ans avant Jésus-Christ. Il a été la culture principale dans l'ancienne Egypte et Palestine (**Faq, 2006**).

Pendant plusieurs siècles, il a été vénéré comme un dieu et associé à la pluie, L'agriculture et la fécondité (**Ruel, 2006,b**).

Le blé est cultivé pour l'alimentation humaine depuis des temps très anciens. Il se distingue de l'ensemble des autres graminées par la propriété physico-chimique de son gluten qui permet d'obtenir des produits céréaliers alvéolés après fermentation et cuisson (**Adrian, 1990**).

Origine et diversité du blé en Algérie:

En Algérie Les blés constituent le genre *Triticum*, qui comporte un certain nombre d'espèces cultivées. Du point de vue génétique on peut les classer en diploïdes (*Triticum monococcum*:14 chromosomes), tétraploïdes (*Triticum turgidum*:28 chromosomes),

et hexaploïdes (*Triticum aestivum*:42 chromosomes). Ainsi l'origine du blé dur est un hybride, résultant du croisement aléatoire et naturel de l'espèce *Triticum monococcum* (sauvage) et une herbe spontanée apparentée au blé nommée *Aegilops sépaloïdes*, toutes deux vraisemblables, puisqu'on les rencontre dans la même aire géographique.

Les blés cultivés en Algérie appartiennent pour la presque totalité aux espèces *T. aestivum* L. (blé tendre) et *T. durum* Desf. (Blé dur) A l'intérieur de chaque espèce on trouve de nombreuses variétés botaniques. En effet, la diversité des blés Algériens a été à l'origine, étudiée à partir des caractères morphologiques. D'autres paramètres tels que la taille, la forme de l'épi, la position des barbes ont été pris en considération afin de distinguer ainsi un grand nombre de populations.

En générale le blé fait partie des trois grandes céréales avec le maïs et le riz. C'est la troisième espèce par importance de la récolte mondiale, et la plus consommée par l'homme. En Algérie, le blé est cultivé pour son grain, c'est une culture qui occupe grandes surfaces. Le blé, genre *tritium* est une monocotylédone, de l'ordre des graminales de la famille des poacées ou (graminées). C'est une plante herbacée annuelle de 75cm à 1,5m de haut (**Reis et al, 2006**). C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscant appelé caryopse constitué d'une graine et des téguments (**Feillet, 2000**).

Le blé est une plante qui s'adapte à des sols et des climats variés et dont la culture est la plus répandue dans le monde (**Mohtahdjil, 1989**).

Les différentes catégories de blé ;

Au fil du temps, deux types de culture du blé se sont développés jusqu'à dominer la production; le blé tendre et le blé dur. Voici tout ce qu'il faut savoir sur ces cultures.

Le blé dur ;

Que vous connaissez sûrement sous forme de semoule de blé dur ou de pâte, est la céréale star de nos assiettes. Le blé dur est une plante du Sud de l'Europe et de la Méditerranée, qui aime la chaleur pour mieux remplir ses grains.

Le blé dur est une céréale de la famille des Poacées comme toutes les céréales. Il est principalement cultivé dans les régions du Sud, du Centre et de l'Ouest de la France. Le blé dur est plus sensible au froid que le blé tendre et a besoin de sec pour développer toute sa qualité. Il lui ressemble de très près, mais il s'agit pourtant de deux espèces de blé

distinctes. L'épi de blé dur possède de longues barbes (pointes effilées qui dépassent de l'épi) qui permettent de le distinguer plus facilement du blé tendre : on le surnomme ainsi le « blé barbu ». Il existe aussi du blé tendre barbu, mais la caractéristique du blé dur est que les barbes sont longues et dépassent le haut de l'épi.



Figure 01: blé dur (EspaceAgro)

Le blé tendre ;

Le blé tendre est une céréale du genre *Triticum*. Comme toutes les céréales, il appartient à la famille des Poacées (anciennement les graminées). C'est la première céréale cultivée en France principalement dans toute la grande moitié nord du pays. est plutôt adapté aux climats tempérés. Ses débouchés sont : - 20% vers la meunerie (fabrication du pain, des pâtisseries et des biscuits) - 20% vers l'amidonnerie - 10% vers l'alimentation animale - 50% exportée.

Également appelé froment, est l'une des céréales les plus connues. Sa farine permet de faire la baguette et la multitude de pains tant appréciés des Français.



Figure 02 : blé tendre (site web)

La graine de blé tendre ;

Le grain de blé tendre est de forme ovale et mesure un peu moins d'1 cm. Sur l'épi, les grains de blé tendre sont regroupés par paquets appelés des épillets dont l'ensemble forme l'épi de la céréale. On compte environ 40 grains par épi, mais cela peut varier selon les variétés. Le grain est de couleur jaune claire. Il est composé d'enveloppes, d'une amande et d'un germe. Les enveloppes protègent le grain et sont riches en composés fibreux (le son de blé tendre notamment). L'amande constitue la plus grande partie du grain et se compose majoritairement d'amidon. Enfin, le germe est la partie reproductrice, elle sera la future plante si le grain est semé.

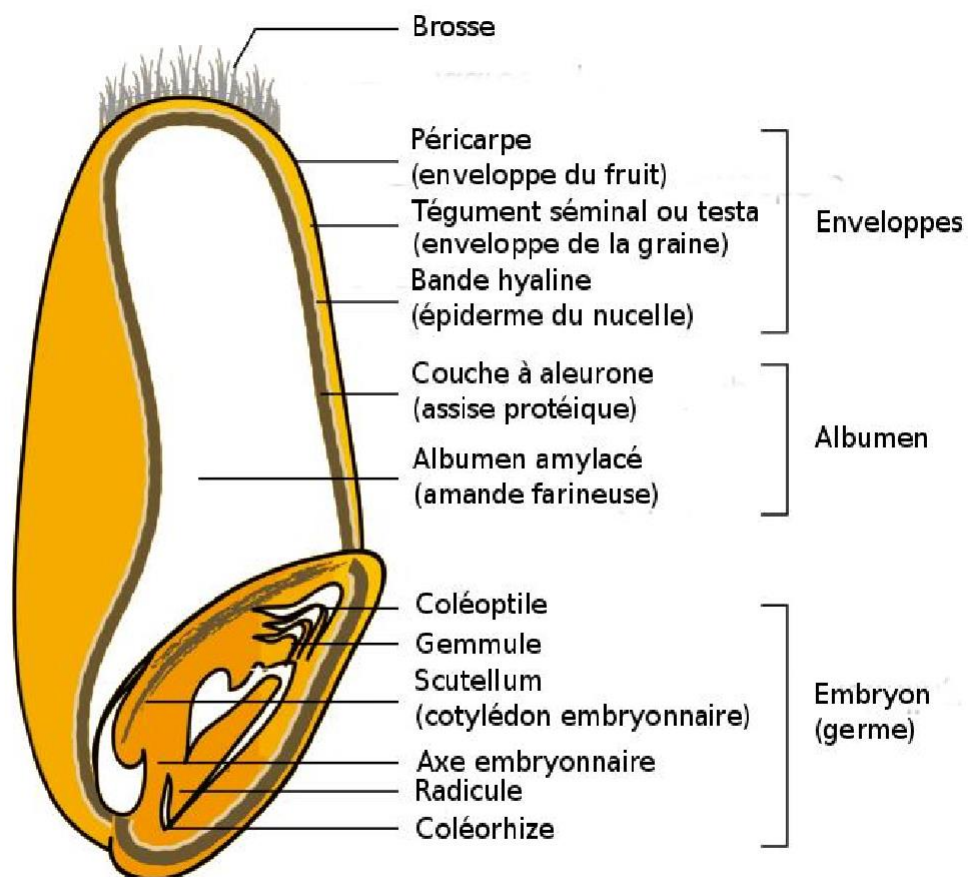


Figure 3 : histologie de la graine de blé tendre (wikipédia).

- Le grain de blé est un fruit sec appelé caryopse d'une graine et de téguments (**Anonyme, 2012**).

- De forme ovoïde, plus ou moins allongée sa longueur varie de 6,5 à 8,5 mm et son diamètre de 3 à 4 mm.

La composition phasique du grain du blé :

Le grain de blé comprend trois parties principales :

1. l'enveloppe
2. l'amande farineuse
3. le germe

L'enveloppe :

Elle représente environ 17% du poids du grain .Elle est constituée par des couches de cellulose superposées comme suit :

- ✓ **Le péricarpe** : c'est une enveloppe avec des cellules dont la membrane est épaisse riche en fibres cellulosiques et hémi-cellulosique, son utilisation digestive est médiocre; elle est riche également en sels minéraux et en acide pythique qui complexe le calcium et le fer et détermine sa disponibilité.
- ✓ **Le tégument séminal** : contient les colorants du grain qui lui donnent sa couleur jaune marron.
- ✓ **La bande hyaline** : c'est un ensemble de cellules transparentes ;
- ✓ **L'assise protéique ou couche à aleurone** : (aleurone étant une substance protidique de réserve) qui est riche en protéines, vitamines (elle contient près du 13 des vitamines B1 et B2 et environ les 2/3 des vitamines B6 et B3 du grain), minéraux, lipides ; cellulose et lignine.

L'Albumen ou amande farineuse :

C'est la partie du grain qui donne la farine. Elle est blanche et farineuse dans le blé tendre, tend vers le jaune et vitreux dans le blé dur. Elle est constituée d'un ensemble de cellules renfermant les grains d'amidon (70% de l'amidon total) réunis entre eux par un réseau de nature protéique, le gluten. Elle représente 80% du poids du grain et sa partie inférieure est délimitée par le germe.

Le germe :

Il représente 3% du poids du grain et il est riche en vitamines et en lipides. Il est constitué de 2 parties :

- **l'embryon** : formé du coléoptile, de la gemmule, de la radicule, du coléorizhe et de la coiffe (**Feillet, 2000,b**).
- **le scutellum** : qui entoure l'embryon, le protège, et joue un rôle nourricier (**Fredot E., 2005**).

Composition biochimique d'un grain de blé :

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%): les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques % seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (**Feillet, 2000,c**).

I.2.4.2.a Les glucides :

Présent sous forme de sucres simples ou composés, ils sont d'une grande importance car ce sont des sucres fermentescibles et assimilables par les micro-organismes tels que les levures.

L'amidon est la substance énergétique la plus importante, c'est le constituant majeur des céréales pour 60 à 65% du poids du blé. C'est un polymère de glucose. D'après **Michel et Rousset en 1998**, il est constitué des chaînes non ramifiées (amylose) : 25% et des chaînes ramifiées (amylo-dextrines) : 75%. La cellulose qui est un glucide complexe, difficilement digestible, rentre dans la composition du péricarpe (**Nique et Classeran, 1989**).

On trouve également des glucides simples, environ 2% dont la majeure partie est localisée dans le germe et l'assise protéique (**Fredot, 2005, b**).

I.2.4.2.b. Les protéines :

Elles représentent 12% du poids du grain. Ce sont des composés azotés que l'on rencontre sous forme simple (acides aminés) ou complexe (protéines). Elles sont constituées par plus d'une cinquantaine de constituants classées d'après leurs propriétés de solubilité en quatre fractions :

- Albumines, hydrosolubles (9%).
- Globulines, solubles dans les solutions salées diluées (6%).
- Prolamines et gliadines, solubles dans les solutions alcooliques (45%).

- Glutenines, solubles dans les solutions acides diluées (40%) (**Sophie Berland et Philippe Roussel, 2005**)

Le gluten représente 90% des protéines et permet la panification par son élasticité lorsqu'il est mélangé avec l'eau. Il est constitué de Glutenines et surtout de gliadines qui est l'agent responsable de la maladie cœliaque chez les personnes sensibles. Il a la propriété de lever par fermentation et est très sensible à la température (**J.F Crus et al, 1989**).

Tableau 01: Fraction protéique du blé tendre :

Fraction protéique	Solvants	Composition en %
Albumines	Eau	9
Globulines	NaCl 0,1 M	8
Gliadines	Ethanol a 70%	43
Glutamiques	Insoluble dans les solvants	40

I.2.4.2.c. Les lipides :

Les grains de blé sont pauvres en lipides ; on y trouve seulement 2% du poids du grain localisés dans le germe et l'assise protéique. Cependant, leur composition qualitative est intéressante car plus de la moitié de ces lipides sont polaires. Ils vont ainsi se lier lors du pétrissage de la pâte aux protéines et aux glucides et permettre la rétention d'eau, l'extensibilité et l'élasticité de la pâte. (**Fredot, 2005, c**). Les lipides des céréales sont riches en acides gras insaturés (acide oléique et acidelinoléique) (**Godon et William, 1991**).

I.2.4.2. d .Les minéraux :

Ils sont présents dans le grain en faible quantité à raison de 2 à 3 % de matière sèche du grain (**G.niquet et J.C Lasserna, 1989, b**).

Les céréales ont une teneur élevée en potassium, en phosphore, en magnésium et une faible teneur en fer, et en calcium.

Tableau02 : composition minérales du blé tendre :

Matières minérales	G/100g De M.S
Potassium	0,45
Phosphore	0,43
Magnésium	0 ,18
Calcium	0,14

I.2.4.2.e. Les vitamines :

Sont des composés chimiques complexes, elles se trouvent surtout dans le péricarpe et le Germe, à des teneurs très faible. Lors de la mouture, une partie des vitamines sera perdue dans les sons à cause de la forte concentration au niveau de germe et des enveloppes (**J.F Cruz et al, 1989**).

Toutes les céréales ont des caractéristiques similaires : absence de vitamines C et présence des vitamines du groupe B, A, et D .

I.2.4.2.f. Les enzymes :

Ce sont des substances complexes présentes en quantité négligeable, mais dont le rôle est très important, elles sont responsables des transformations que subissent les autres substances. (**G.Niquet et J.C Lasserna, 1989**). Les enzymes les plus importantes en technologie des céréales sont celles qui provoquent la dégradation des protéines, des lipides et des glucides.

I.2.4.2.j. L'eau :

L'eau est toujours présente dans le grain de blé, il est en moyenne de 13%, cette faibles teneur lui permet d'être stocké longtemps en évitant ainsi le développement des micro- organismes en particulier les moisissures (**Fredot, 2005**).

Ces constituants se répartissent de manière inégale au sein des différentes fractions histologiques du grain.

L'importance alimentaire et la valeur nutritive du blé :

La farine de blé obtenue par simple broyage du grain constitue une réserve naturelle de vitamines. Elle contient toutes les vitamines du groupe B, la vitamine E (Alpha tocophérol), les provitamines A et D et des acides gras non saturés (vitamine F) (**Schneider, 1972**).

Le froment sert à la fabrication de plusieurs pâtisseries, entre autres le pain. On peut ainsi le trouver sous différentes formes comme sous forme de farines alimentaires qu'on utilise en pâtisserie, en boulangerie et pour la fabrication des pâtes alimentaires. Son goût agréable fait du pain un aliment très apprécié par les gens (**Anonyme, 2014**).

Le blé est une céréale aux grandes valeurs nutritives qui fournit 359 calories pour 100g. Le blé dur contient 20 à 40 % plus de protéines que le blé tendre, ainsi qu'une proportion supérieure d'acides aminés essentiels et d'acides gras non saturés (**Anonyme, 2014, b**).

De plus, sa richesse en sélénium aide à combattre la formation de radicaux libres et l'apparition des maladies cardiovasculaires. Le blé a aussi une très bonne teneur en zinc et magnésium, ce qui fait de lui un excellent aliment antifatigue. Enfin, sa richesse en glucides (68,2%), lipides (2,6%) et potassium lui confère une valeur nutritionnelle élevée. Environ 80% des protéines contenues dans le blé se composent en majorité de gliadine et de glutenine. Le gluten est responsable de l'élasticité de la pâte malaxée ainsi que de la masticabilité des produits à base des céréales cuites au four (**Bilsen, 1997**).

partie 2 : Généralité sur la farine**Définition de la farine :**

La farine, sous forme qualitative, correspond au produit résultant de la mouture exclusive de l'amande du grain de blé nettoyé et industriellement propre, étant entendu que la qualité du blé mis en œuvre est basée sur les normes du blé sain, loyal et marchand. (**Chene, 2001**).



Figure 4 : la farine du blé tendre (les céréales).

Les types de farines :

Les farines commercialisées sont réglementairement classées d'après leur taux de cendre. Le taux de cendres mesure la quantité de résidus présent dans la farine Sa valeur se calcule en proportion de matière sèche. La farine la plus blanche possède un taux de cendres et d'extraction les moins élevés. Il s'agit d'une farine essentiellement extraite de l'amande et d'une partie du germe. Inversement, moins il est éliminé de résidus, plus le taux de cendres et d'extraction s'élèvent. (R.Delfrate ; C.Stephane, 2005).

La classification officielle des farines figure dans le tableau suivant :

Tableau 03 : Les types de la farine (Roussel, 1991).

Dénomination	Taux d'extraction	Taux de cendre de la farine exprimé en % par rapport à la MS
Type 45	68 à 70 %	Au dessous de 0,50
Type 55	70 %	De 0,50 à 0,60
Type 65	78 à 80 %	De 0,62 à 0,75
Type 80	85 %	De 0,75 à 0,90
Type 110	88 à 90 %	De 1,0 à 1,20
Type 150	95 %	Au dessous de 1,40

Le chiffre du type indiquant le poids en gramme du résidu minéral contenu dans ces 100 grammes de farine. Il existe un certain nombre de type de farine bien déterminée.

- **T45** : Farine blanche utilisée pour la pâtisserie.
- **T55** : Farine utilisée pour le pain de campagne.
- **T65** : Farine blanche sert à faire le pain de campagne, ou tout autre pour dire tradition généralement issue de l'agriculture biologique cette dernière ne contient pas d'acide ascorbique (vitamine C).
- **T80** : Farine bise au semi complète utilisée couramment dans les boulangeries biologique sert à faire le pain semi complet.
- **T110** : Farine complète.
- **T150** : Farine intégrale est utilisée pour la fabrication du pain complet

Composition biochimique de la farine :

I.3.a. L'eau :

Moins de 16% le taux d'humidité de la farine est un facteur important de conservation et de stockage.

Sucre (glucides) :

Représente 1 à 2% en faible proportion, mais il joue un rôle important dans la fermentation.

Gluten (protides ou protéines) :

Représente 8 à 12% le gluten se trouve uniquement dans le grain de blé. A l'état naturel, dans L'amande, il ne s'appelle pas gluten : ce sont deux matières la gliadine et la glutamiques qui associées à l'eau produisent le gluten.

Amidon (glucides) :

Représente 60 à 72% A l'état naturel, dans l'amande, il se présente sous forme d'une poudre composée de granulés de tailles différentes. Lorsque l'amande est chauffée à 60°C, il se présente sous la forme d'une masse gélatineuse transparente et collante (l'empois d'amidon). L'amidon ne se dissout pas dans l'eau froide, ni dans l'alcool ni dans l'éther.

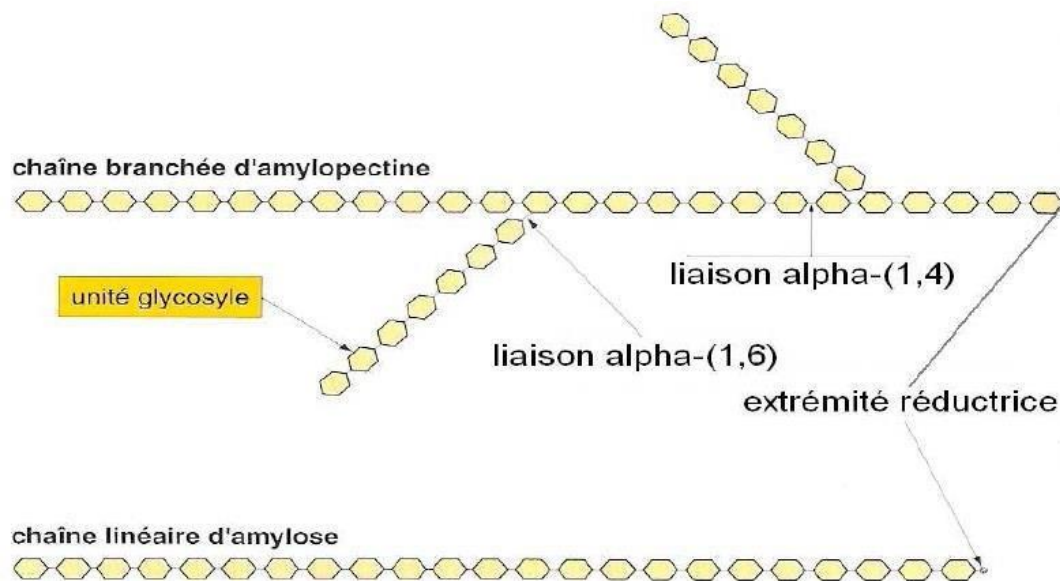


Figure 05 : Structure de l'amylose et l'amylopectine (d'après Feillet 2000).

Matières grasses (lipides) :

Représente 1,20 à 1,40, la présence des matières grasses influe sur les protéines mécanique de la farine : plus une farine contient de matière grasse, moins sa force boulangère est importante. Un excès de matière grasse dans une farine peut avoir de sévères conséquences sur la conservation, car l'acidité produit par la matière grasse ranci et attaque le gluten on le dégradant (BORNET ,1992).

Les protéines :

a) Albumine et globuline :

Ils sont classiquement considérés comme les seuls constituants des protéines en milieu neutre. Ces protéines solubles représentent 10 à 20% des protéines de la farine. Elles sont toutes à la fois riches en lysine et en arginine. Ils n'ont aucun effet significatif sur la qualité boulangère.

b) Gliadines et gluténines :

- **Les gliadines :** Elles se caractérisent par une forte teneur en acide glutamique et en proline. En revanche, leur teneur en acides aminés basiques est faible (Ksarda et al, 1987) a montré que les gliadines sont les premiers responsables de l'extensibilité de la pâte, cependant, pour

(Hosney et Finney, 1981), elles seraient responsables des différences de volume entre les variétés de bonne et mauvaise qualité.

- **Les gluténines** : C'est la fabrication protéique présentée dans le résidu d'extraction des farines de blé par des solvants tel que l'éthanol et l'acide acétique dilués. Ces gluténines jouent un rôle actif dans l'expression de la qualité boulangère des blés tendre (Gavtier, 1983). Des études chromatographiques ont montrées que cette fraction protéique est constituée essentiellement de complexe de haut poids moléculaire (Huebner et Wal, 1986).

L'existence de tel complexe repose sur la présence de liaison désulfures et D'interaction hydrogène et hydrophobe. La teneur en gluten est de 7 à 10% pour la farine ordinaire et de 12 à 15% pour la farine de force (Michel, 1988).

Les protéines de blé, comme celle des autres céréales, ont une teneur trop faible en acides aminés indispensables et en particulier en lysine. Les teneurs les plus courantes sont de l'ordre de 3g de lysine pour 16 g d'azote qui correspond à environ 100g de protéine.

I.3.3.j. Matières minérales :

Représente 0,45à 0,60% les matières minérales sont peu importantes : Potassium, Phosphore, Magnésium, Soufre, la pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidus minéraux ; les matières minérales de la farine sont le potassium, le magnésium, et soufre. La pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidu minéral. Les matières minérales de la farine apparaissent lorsqu'on calcine de la farine : après calcination, les résidus se retrouvent sous la forme de cendres. Comme les matières minérales existent en plus grande quantité dans les enveloppes du blé, on conclut que moins qu'il y'a de cendres, plus que la farine est pure.

I.3.3.h. Les vitamines :

Une farine complète de blé tendre contient la totalité des vitamines initialement présentes dans le grain une farine dont le taux d'extraction est de 75 à 80% contient environ 20% de la vitamine (B6), 25% de biotine, 30%d'acide nicotinique (B1), 55% de l'acide pantothénique (B12) et 70% de la vitamine E (BORNET,1992) et vitamine F. La teneur en vitamine B et notamment en vitamine B décroît très rapidement à mesure que la farine devient plus blanche (serviue, 1984).

I.3.3.i. Les enzymes :

Les enzymes sont présentes en petites quantités dans la farine les plus courantes sont les protéases, les lipases, les lipoidoses, les amylases, les peroxydases et les catalases (Cheftel, 1977).

- **Les protéases :**

Enzymes agissant sur la structure des protéines (Lahbabi et al. 2004), leur présence dans la farine est liée à la germination du grain qui n'est pas souhaitable (Grandvionnat et Praix, 1994).

- **Les lipases :**

Les lipases distribuent les caroténoïdes sous une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanche (Cheriet, 2000).

- **Les lipoxydases :**

Les lipoxydases agissent sur les caroténoïdes par une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanche (Cheriet, 2000).

- **Les amylases :**

Les deux enzymes qui contrôlent la fermentation panairaire sont la β -amylase la présence de la α -amylase étant généralement constante et suffisante seule l'action de l'amylase à besoin d'être contrôlé soigneusement (Feuillet, 2000).

les caractéristiques de la farine du blé tendre :

Selon (Doumadji et al. 2003), les caractéristiques de la farine sont les suivantes :

Caractéristiques physico- chimiques :

Teneur en eau :

Le taux d'humidité de la farine est un facteur important de conservation et de stockage (inférieur ou égal à 15,5%) (NA 11-32-1991).

Teneur en cendre :

La détermination du taux des matières minérales, principalement réparties dans les enveloppes et les germes, qui donner une indication sur le taux d'extraction pour le meunier 0,67% Tolérance 0,00

Taux en protéines :

La teneur en protéines, par son intérêt technologique et nutritionnel, est un élément de la valeur d'utilisation du blé.

Acidité :

Les mauvaises conditions de conservation s'accompagnent par d'autres phénomènes, d'une dégradation enzymatique des lipides se traduisant par un accroissement de l'acidité du milieu, cette acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique (0,045% tolérance 0,015).

Caractéristiques technologiques :

Indice de ZENELY :

Il donne une indication globale sur la quantité et la qualité du gluten, on admet qu'il est en relation avec la force boulanger (22 à 30 /NA 1184 -94).

I.3.4.2.b. Indice de chute de HAGERG :

Il est utilisé pour déterminer l'activité amylolitique qui peut devenir excessive par la suite de la présence de grains germés ou en voie de germination (180 à 280 secondes /NA 1176).

I.3.4.2.c. Essai à l'alvéographe Chopin :

Les caractéristiques plastiques d'une pâte déterminées par la mesure de **W**, du **G** et du **P/L**. Le **W** représente le travail de déformation de cette pâte et donne une bonne indication de la force boulangère. Le **G** ou indice de gonflement exprime l'extensibilité de la pâte. Le rapport **P/L** traduit l'équilibre entre ténacité et extensibilité.

Caractéristique organoleptique

Le but de la détermination des caractères organoleptiques est de rechercher l'état de conservation et la détermination de la pureté.

Essai au touché :

L'essai au touché consiste à serrer dans la main une poignée de farine puis ouvrir et observer : la farine de blé tendre forme une espèce de pelote.

Odeur :

Il s'agit de préparer un pâton avec de l'eau tiède et sentir. L'odeur de la farine est fraîche, agréable, analogue à celle de la noisette. Les farines bisées ont une odeur qui rappelle celle du son. Une odeur acide, rance, acre indique que la farine est ancienne, et une odeur de moisi indique que la farine est en voie d'altération.

Saveur :

La saveur normale est agréable et caractéristique douçâtre avec arrière-goût amer pour les queues de la mouture. Des altérations déjà prononcées la modifient.

L'addition de farine étrangère peut être aussi décelée ainsi que celle de graines parasites (mélilot,..). La farine ne doit pas crisser sous la dent (sable).

Couleur :

La couleur varie avec le taux d'extraction et avec la nature de blé. La farine dont le taux d'extraction moyen (70%) est blanche. Si le taux d'extraction est élevée (80% et plus), la couleur varie du crème au marron clair. Cette couleur indique la présence de piqûres.

The image features a white background with several stalks of golden wheat. The stalks are arranged in two main clusters: one in the upper left and one in the lower right. Numerous individual wheat grains are scattered across the white surface, particularly concentrated around the base of the stalks. The central text 'CHAPITRE II' is overlaid on the image in a large, bold, black font.

CHAPITRE II

II.1. Partie 1 : processus de fabrication de la farine de blé tendre**II.1.1. Introduction :**

L'Algérie importe ses besoins en céréales et constitue de ce fait, par les premiers importateurs mondiaux de blé.

Le blé dur et le blé tendre représentent 60 % de la ration alimentaire du citoyen algérien et ses habitudes alimentaires (pate, couscous, pain, fric) font de lui un grand consommateur de cette denrée.

Afin d'obtenir des produits de meilleurs qualité, il est nécessaire de suivre de près toutes les étapes du procédés de fabrication. L'objectif de ce travail vise les étapes de transformation du blé tendre en farine dans les moulins SARL « société à responsabilité limite » Farine D'OR et étudier les différents étapes d'analyses physico-chimiques dans laboratoire, afin d'obtenir un produit fini conforme aux normes par les lois du pays.

II.1.2.Présentation des moulins SARL Farine D'Or :**II.1.2.1. Situation :**

Elle est située à la zone industrielle route Chaabet Elham la wilaya d'Ain-Temouchent. Elle est entrée à la production septembre 2002. Elle est apporté sa matière première (blé tendre) du CCLS Ain-Tolba Ain-Temouchent .

La SARL Farine D'Or est une minoterie qui a pour fonction de transformé le blé tendre en farine et son. La capacité de production du farine est estimée à 400 quintaux par jour.



Figure 06 : Interface de l'entreprise (2023).



Figure 07 : Logo de la minoterie SARL Farine D'OR(2023).

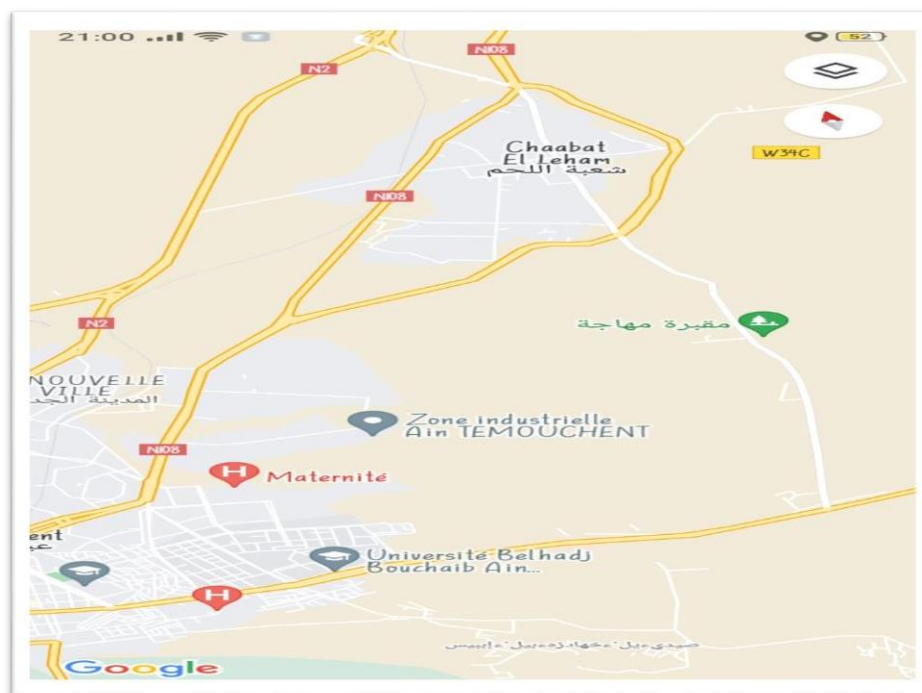
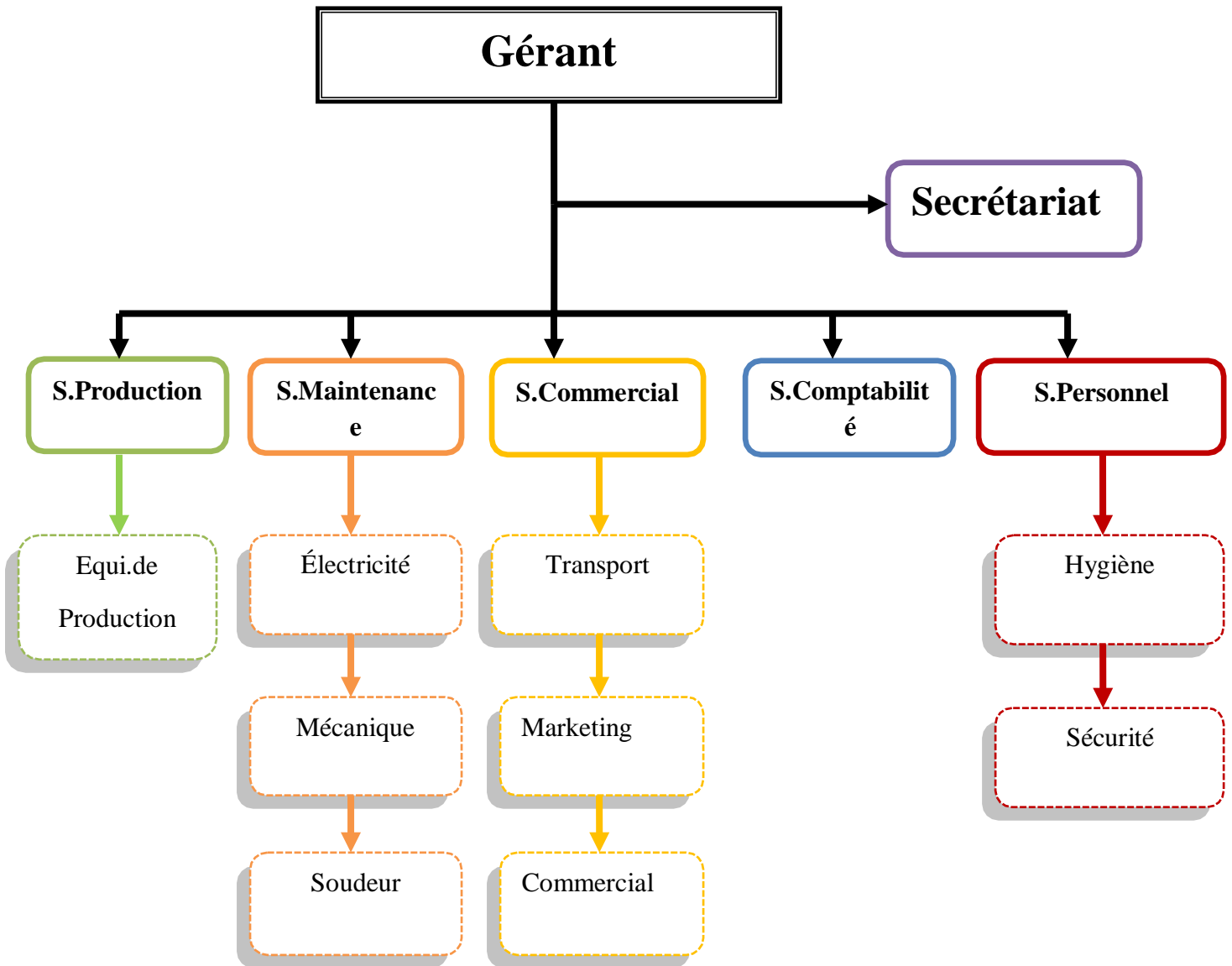









Figure 08 : Localisation de SARL Farine D'OR (Google Maps 2023)

II.1.2.2. Organigramme de l'entreprise :

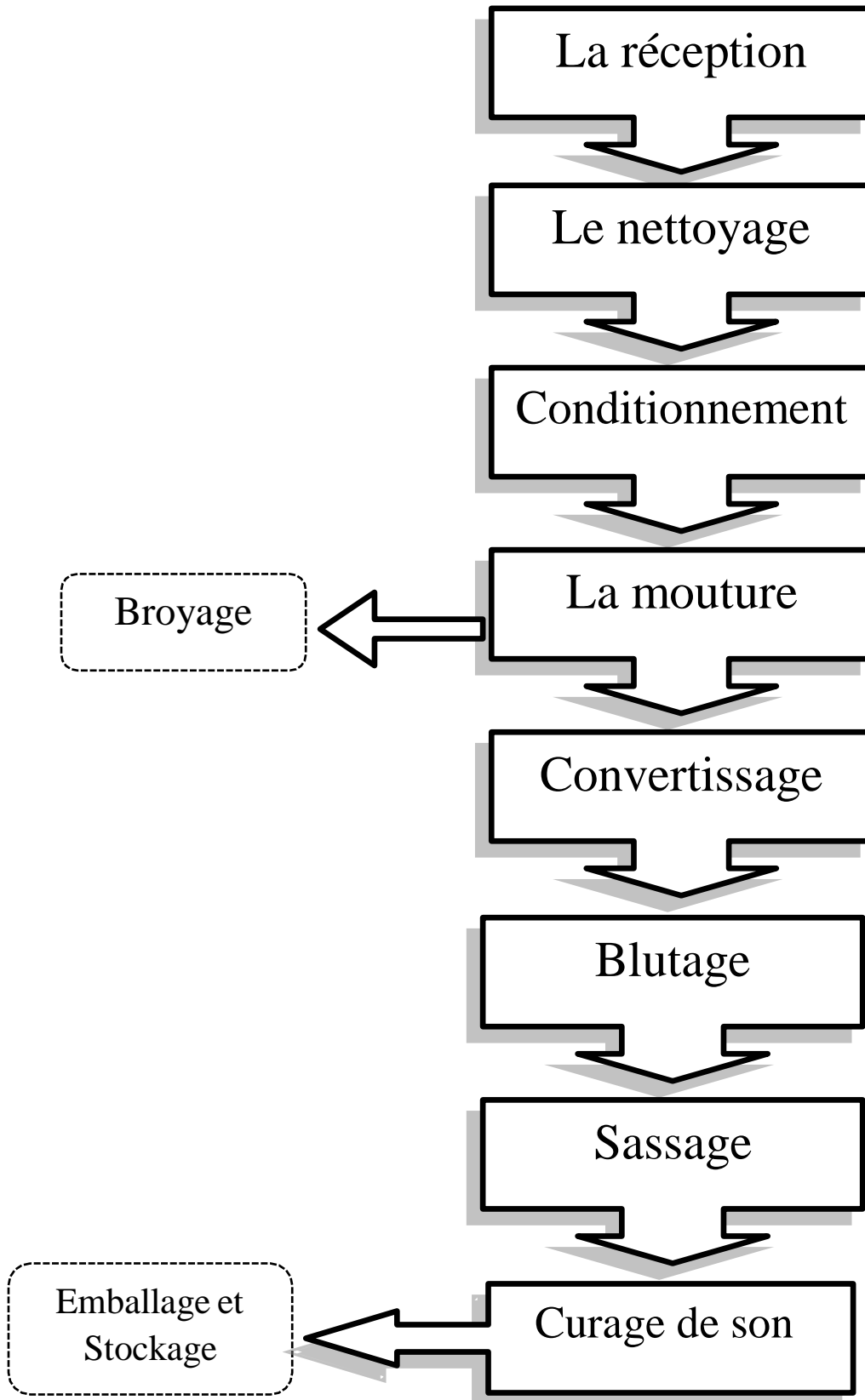


Plan lecture schéma :

	Service Secrétariat	S = Service équi = équipe
	Service Production	
	Service Comptabilité	
	Service Maintenance	
	Service Commercial	
	Service Personnel	
	Directeur "Gérant "	

II.1.3. Processus de fabrication de la farine à partir de blé tendre :

II.1.3.1. Diagramme des opérations de la fabrication de la farine :



II.1.3.2. Matériels utilisés et son rôle :

a. Les machines et les transporteurs :

- **Ventilateur** : pour l'aspiration de la poussière.
- **Balance** : pour peser le blé et le produit finis.
- **Séparateur** : pour séparer le blé propre des déchets.
- **Epierreur** : une machine inclinée pour éliminer les pierres.
- **Trieur** : élimine les déchets pour les graines rondes.
- **Tarares** : une machine travaille par l'air sépare le produit et le déchet.
- **Doseurs** : utilise pour régler la quantité de blé à utiliser pour avoir une qualité homogène.
- **Plansichter** : une machine contient des tamis de différentes ouvertures de mailles pour la séparation des produits.
- **Broyeur** : (gros et fin) utiliser pour moudre le blé .
- **Brosse** : utilise pour séparer le son de produits.
- **Décortiqueuse** : utilisé pour éliminer barbe du blé et la partie superficielle de l'enveloppe.
- **Sasseur** : pour sasser le produit (séparation entre le produit et le son).
- **Table densimétrique** : sert à séparer toutes les impuretés mélangées avec le blé suivant la densité et le poids spécifique.
- **Convertisseur** : un cylindre utilisé pour écraser les finots.
- **Filtre** : pour filtrage de l'air et de la poussière absorbés avec le produit.
- **Transporteur vertical** : assuré par un élévateur avec des godets.
- **Transporteur horizontal** : assuré par une vis sans fin.
- **Les cellules** : pour le stockage le blé et le produit finis.
- **Cascade** : utilise pour diminuer la force de chute de blé.
- **Soufflantes** : pour le transport de produit par refoulement.

- **Aimant** : utilisé pour capturer tous les déchets de matière métallique de fer.
- **Cyclone** : il a un rôle de séparation entre la poussière et l'air.

b. La séquence des machines de la section transformation du blé tendre :

- Balance de pesage.
- Séparation magnétique.
- Huit appareils à cylindres.
- Trois plansichters.
- Sept détacheurs.
- Deux sasseurs.
- Un transport pneumatique.
- Deux vis de transport.
- Une balance de pesage.
- Un transport pneumatique.

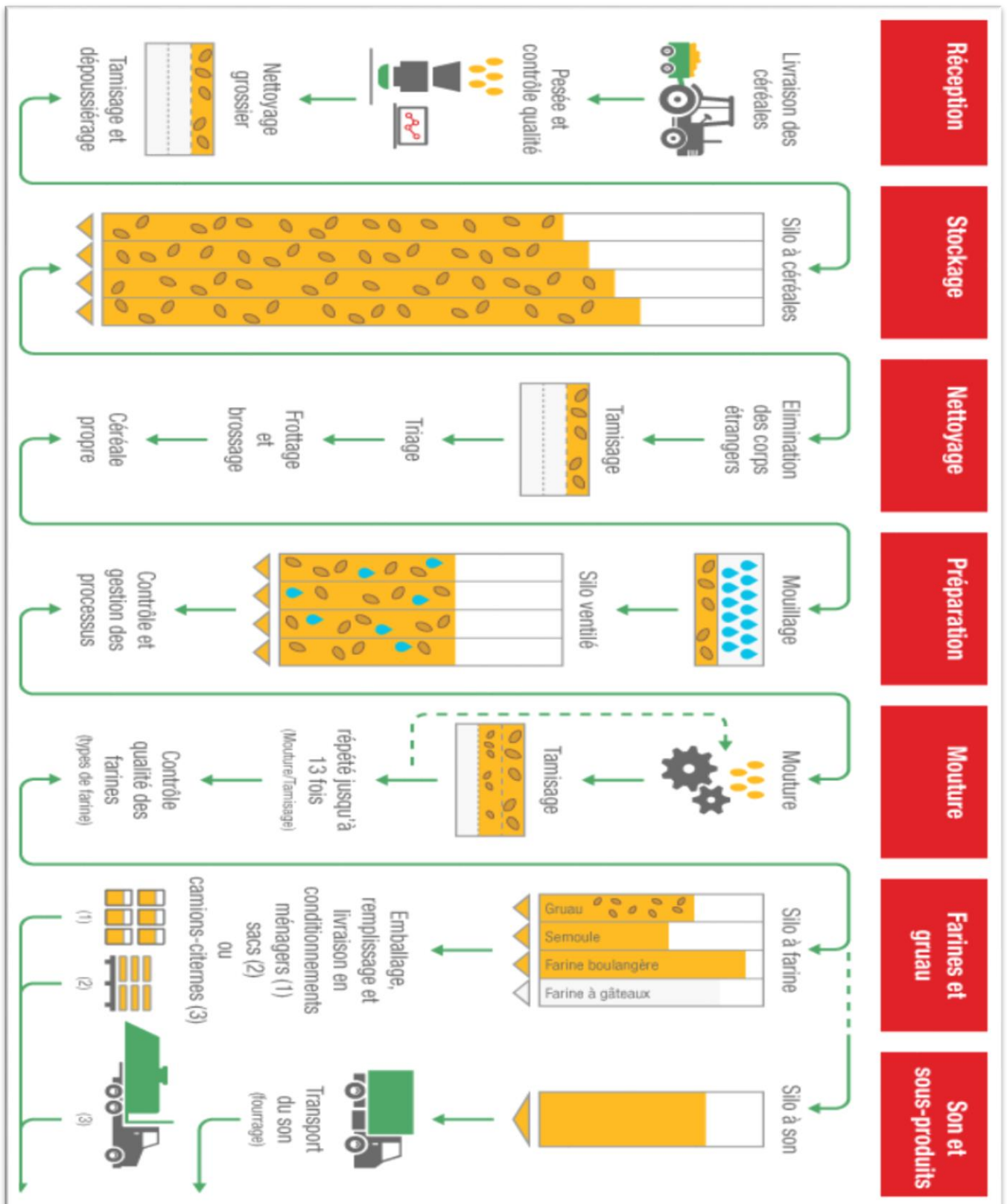


Figure 09 : La chaîne de transformation du blé (pain suisse)

II.1.4. Réception et prés nettoyage de la matière première :

II.1.4.1. Réception de la matière première :

La réception de la matière première est contrôlée quantitativement par un pont bascule camions. Les blés sont déversés sur les grilles des trémies permettent de récupérer les grandes déchets (cailloux, débris de bois, pigeon morts...etc.) des transporteurs à chaînes précipitent le blé vers un élévateur à godets le transporte verticalement ; qui l'amènent vers le séparateur des céréales.



Figure 10 : Réception de la matière première (2023).

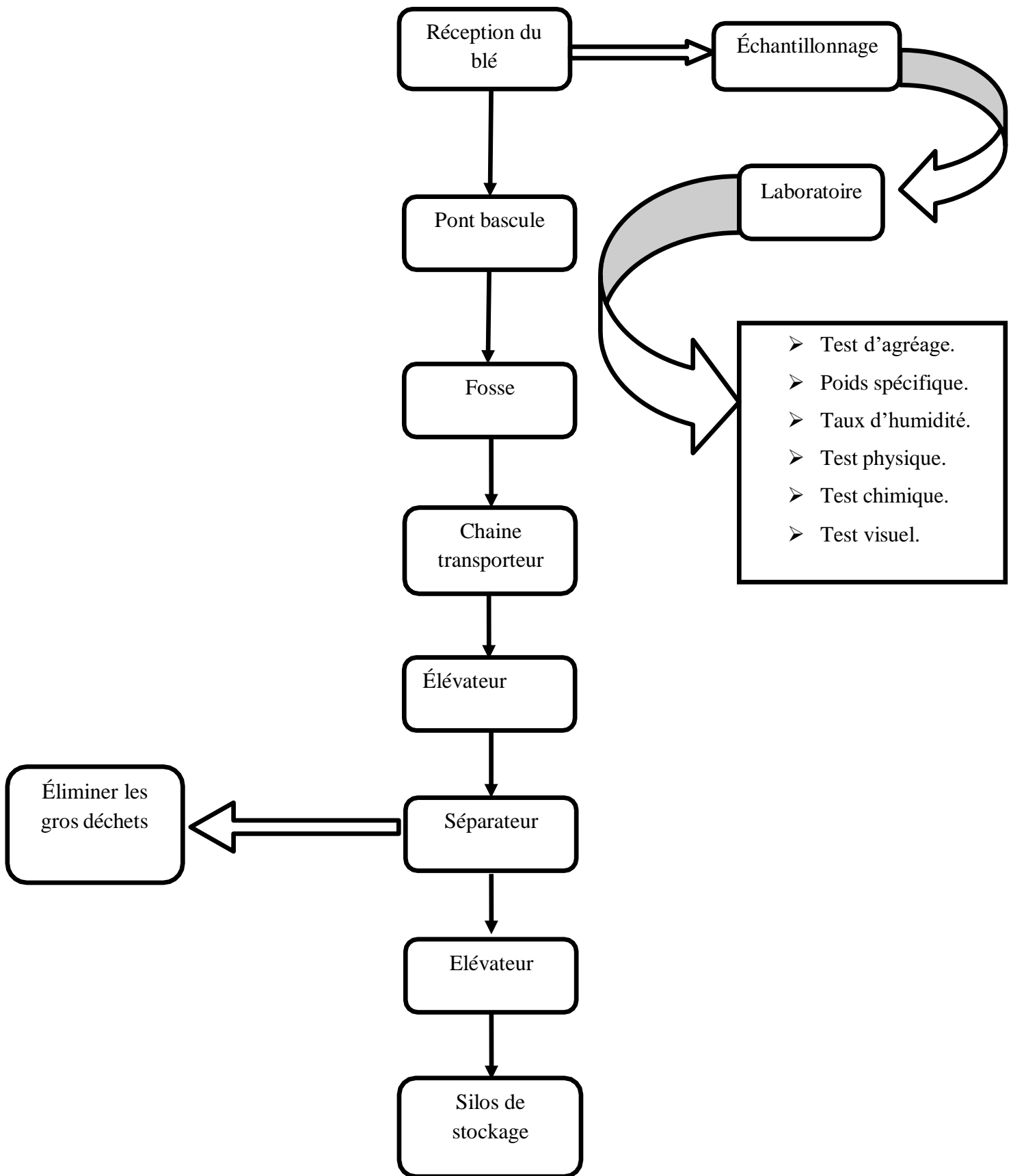
II.1.4.2. Stockage de blé :

Toutes graines céréalières sont en vie ou à l'état de dormance jusqu'au moment de leur transformation.

Le grain de blé ne peut comme toute matière biologique, être stocké sans subir, après un certain temps, une détérioration dont la nature et l'intensité sont fonctions du milieu ambiant. Les silos sont en métal ou en béton armé, de forme cylindrique et disposés en ligne ou damier. Il existe deux méthodes usuelles de stockage :

- Transilage.
- L'atmosphère renouvelée (**Boudreau Et Menard,1992**).

II.1.4.3. Diagramme de la réception de la matière première :



Echantillonnage :

C'est l'ensemble des opérations qui consiste à passer d'un échantillon analysé au laboratoire. La manière de prélever l'échantillon conditionne par la suite les résultats d'analyse obtenues.

**Il faut que l'échantillonnage
soit représentatif**

Analyse de la matière première (agréage) :

D'après **AMEUR (2000)**, l'agréage des blés, consiste à déterminer les analyses qualificatives suivantes :

- La mesure de PHL (PS. Poids spécifique).
- La mesure de la masse de 1000 graines.
- La mesure de 'humidité (teneur en eau : aw).
- La mesure e taux d'impuretés.
- Présence d'insectes (en particulier les charançons de blé)

- Acceptation ou refus du blé.
- Négociation du prix.

II.1.4.4. Le pré-nettoyage de la matière première :

Malgré la récupération des grands déchets par la grille de la trémie de réception, un nombre assez important de déchet reste mélangé aux lots réceptionné. Les blés qui arrivent aux silos renferment beaucoup des déchets (ficelles, pailles, cailloux, ...etc....), des impuretés légères et de la poussière.

Les prés nettoyage prévoie que les blés sont mis en contact sur un séparateur nettoyage à une couche de tamis qui évacue les grandes déchets (ficelles, pailles, cailloux, ...etc.), dont ils ont été laissé sur les grilles de réception, les flux des blés qui sortent des séparateurs sont ensuite soumis à un courant d'air pour récupérer toutes les particules légères. Le système d'aspiration est constitué d'un ventilateur et d'un cyclone de décantation pour l'élimination des poussières. Les blés sont maintenant prêts à être envoyé vers les cellules de stockage.

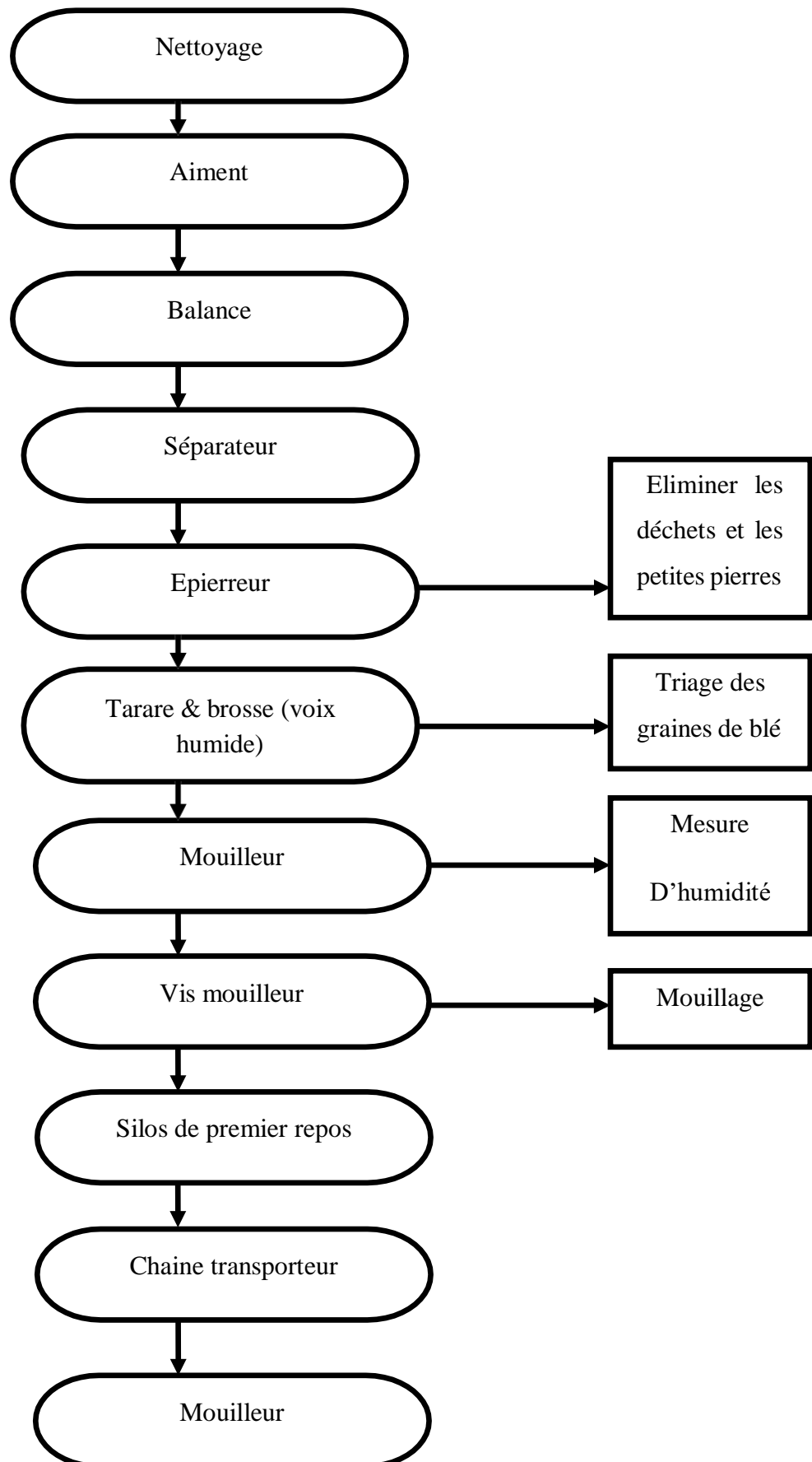
II.1.4.5. Nettoyage de blé :

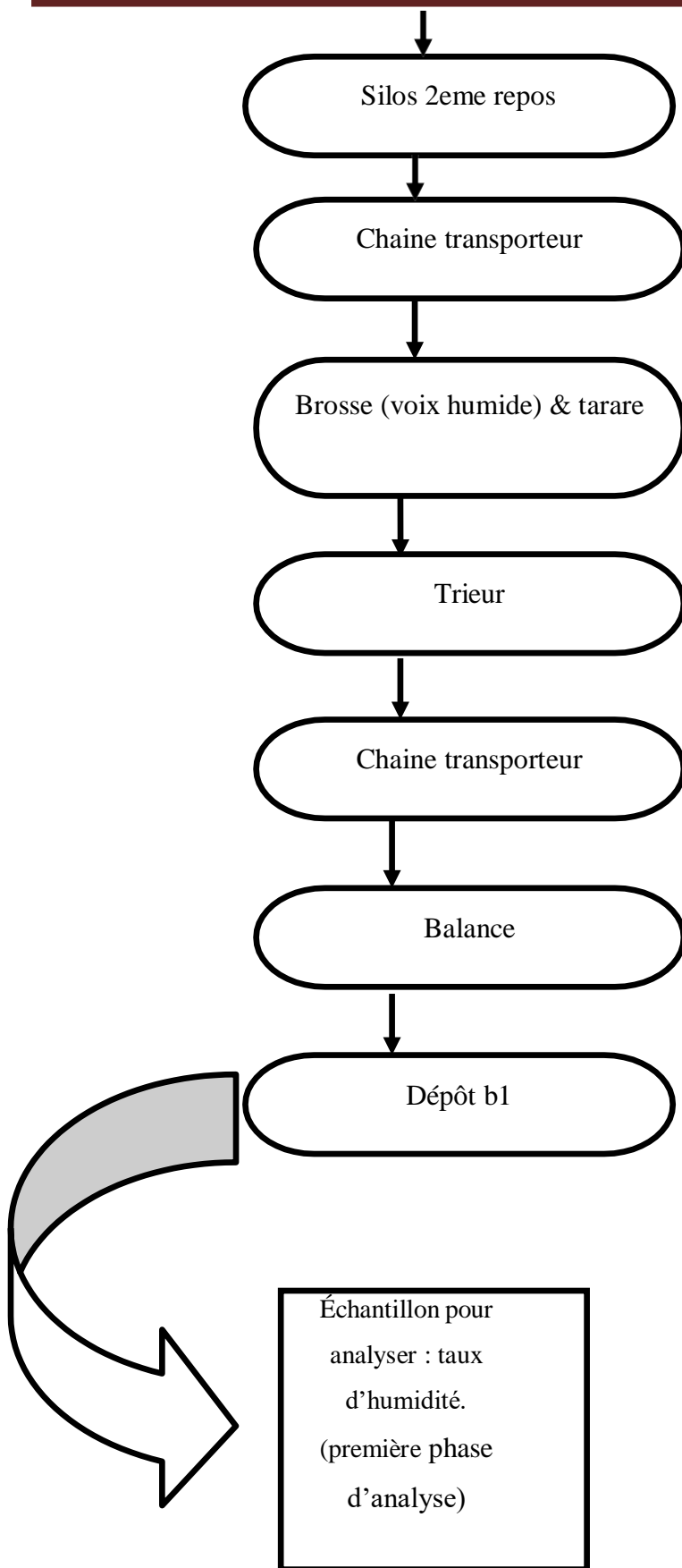
C'est la première opération que doit faire la meunerie à le débarrasser des impuretés qu'il contient (ergot, les graines étrangères et les graines d'autres céréales, pierres, pièces métalliques, déchets des animaux, insectes, rougeurs). Elle permet d'éliminer les blés malvenus (grains échaudés, ergotés et fusariés). Cette opération est réalisée par des différents des machines mise en œuvre et l'ordre des opérations, il est montré dans le tableau suivant :

Tableau 8 : Les équipements de nettoyage :

Type de machine	Principe physique	Impuretés éliminés
<ul style="list-style-type: none">• Aimant• Séparateur +tarare (aspirateur)• Epierreur• Brosse, lavage• Table densimétrique• Toboggan• Nettoyeur-séparateur et trieur	<ul style="list-style-type: none">• Champ magnétique• Densité et résistance à l'air• Densité• Nettoyage en surface• Densité• Force centrifuge• Forme et dimension	<ul style="list-style-type: none">• Métaux• Pailles, glumes• Pierres• Poussières adhérentes• Pierres, blé ergotés• Petites graines• Grosses et petites• Impuretés

a. Diagramme de nettoyage :





II.1.4.6. Conditionnement :

Le conditionnement vise à modifier l'état physique des grains de manière à permettre la meilleure séparation possible au cours de la mouture entre l'albumen amylopectine d'une part, les enveloppes, la couche à aleurone et le germe d'autre part (**Godon Et William**).

D'après Godon et William, 1998 cette opération comprend deux tapes :

- Mouillage et absorption d'eau par les grains ;
- Distribution de l'eau absorbée à l'intérieur des grains pendant la période de repos

Les objectifs du conditionnement :

Selon **Maig (1970)**, les objectifs du conditionnement sont les suivants:

- Faciliter la séparation entre l'enveloppe et l'amande.
- Favoriser la fiabilité de l'amande, afin de faciliter la réduction au niveau de la mouture.
- Conférer au blé et aux produits de mouture des teneurs en eau idéales pour l'ensemble de la transformation et surtout pour le blutage.
- Cependant, tenir compte de la législation en vigueur et d'une façon générale satisfaisante à la conservation des produits finis.

II.1.5. La mouture :

Cette opération est prise en charge par des appareils à cylindres lisses ou cannelés.

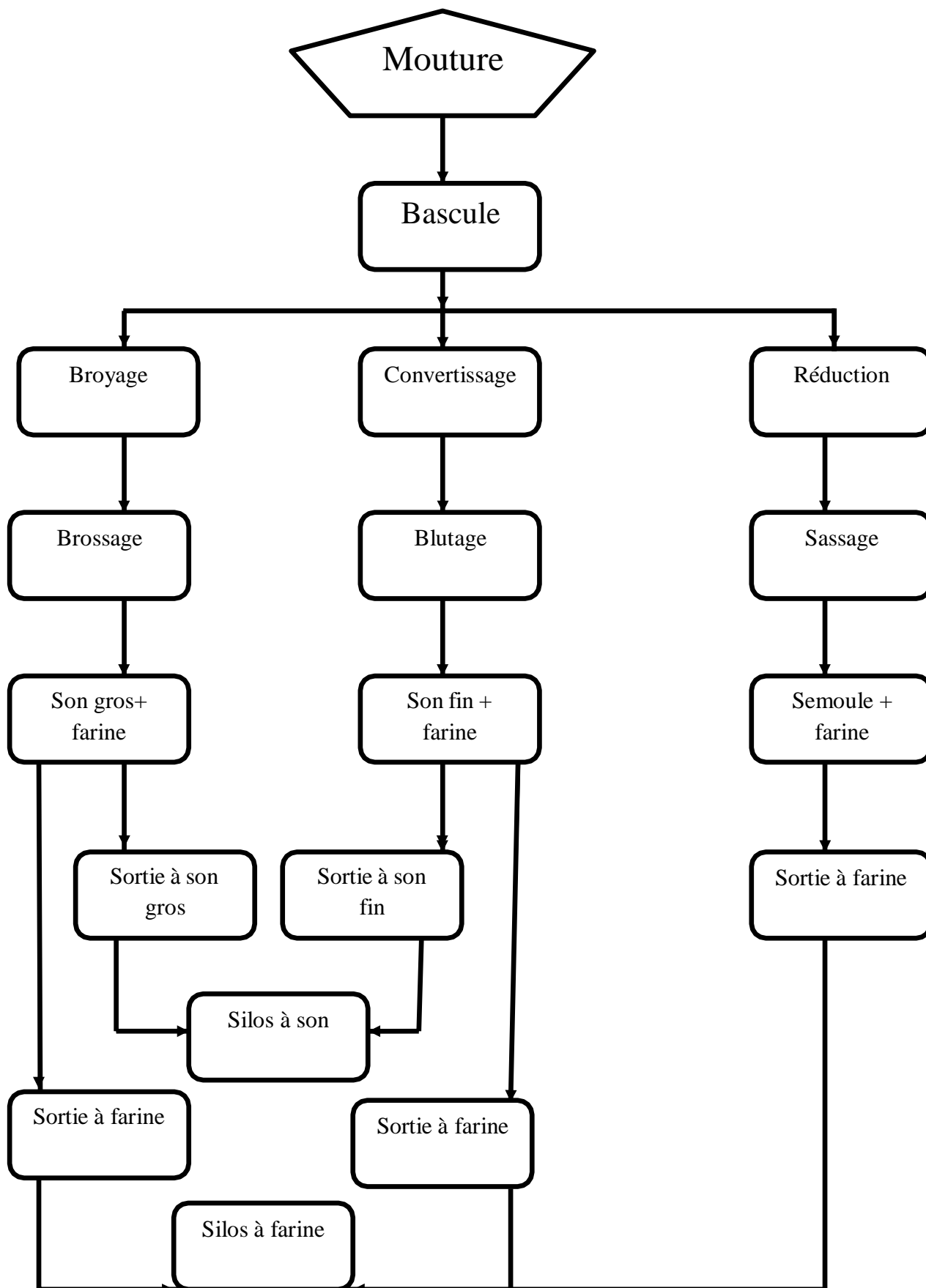
Principe :

Théoriquement on peut résumer la mouture de blé en deux phases:

- ❖ Séparer l'amande farineuse du son et du germe.
- ❖ Réduire cette amande en granules suffisamment fins. (**Godon et Willm**)

La mouture proprement dite nécessite plusieurs opérations unitaires (broyage- blutage- claquage- convertissage). Qui forment un cycle que l'on consigne dans un diagramme celui-ci représente notamment les caractéristiques de réglage des cylindres, les ouvertures de maille des tamis et la destination des produits (**Rossel et Chiron, 2002**).

II.1.5.1. Diagramme de la mouture :

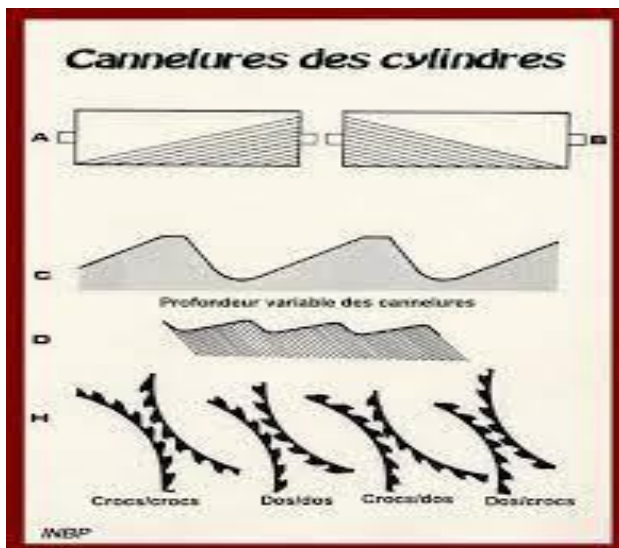


II.1.5.2. Broyage :

Depuis plus d'un siècle, le broyage mécanique a remplacé le travail des meules de pierre. Des gros cylindres métalliques tournent à une cadence régulière. Ils sont formés de deux rouleaux cannelés qui tournent en sens inverse, à vitesse différente et vont écraser les grains qui passent entre leurs dents. Les grains passent donc quatre ou cinq fois dans des cylindres de plus rapprochés, aux cannelures de plus en plus fines.

Des tamis séparent les produits de chaque broyage et les classent selon leur grosseur. Toute opération de tamisage en meunerie s'appelle blutage.

Quelques moulins à la meule de pierre existent encore. Elles permettent de produire une farine en petite quantité qui préserve l'intégralité du blé mais ne permet pas une bonne séparation des différents éléments : on obtient ainsi une farine avec un fort taux de cendres.



Appareils à cylindres

Figure 11 : Broyage (cour mme.BENAHMED le blé 2021).

II.1.5.3. Le convertissage et le claquage :

Claquage : qui reçoit des semoules propres ou très peu vêtues, à pour but de produire des grumaux très propres qui sont réduits par les convertisseurs.

Convertissage : qui est alimenté en tête par les finots et les grumaux constitués de 95 à 98 % d'amande farineuse, le refus de chaque convertisseur alimente le convertisseur suivant. La réduction en farine des particules d'amande pures en provenance du sassage se fait sur

une succession de cylindre lisse au lieu de cylindre cannelé, afin de ne pas briser la qualité des farines. L'autre différence par rapport au système de rupture est l'emploi d'une vitesse différentielle de 1.25 à 1 au lieu de 2.5. Soit une vitesse de 450 à 530 tours par minute pour le cylindre rapide.

Le but du système de réductions est d'écraser les morceaux d'albumen pour les transformer en farine et enlever les derniers morceaux de son et de germe.

Sous l'action de la pression des cylindres lisses, de la température et de l'humidité des particules d'amande sèches, les produits sortent sous forme de plaquettes qui emprisonnent toutes les parties constituantes, la présence des plaquettes diminuerait l'efficacité du blutage, c'est pourquoi on utilise des détacheurs à turbine, munis de pales ou de doigts, qui projettent violemment les produits contre une tôle, ce qui a pour effet de libérer des particules constituent les plaquettes et de réduire certaines particules d'amande en farine (Boudreau, Graham, Worden, 1992).

II.1.5.4. Le blutage :

Le blutage est la première séparation du son de la farine ou de la semoule ; il se pratique dans des appareils de tamisage appelés plansichters, constitués par des empilages successifs de tamis. Animés d'un mouvement uniforme de rotation. Chaque passage d'appareils à cylindres est suivi par le blutage du son produit.



Figure 12 : Plansichter (2023).

II.1.5.5. Sassage :

C'est la classification par produits intermédiaire (semoule, finots). Peut-être inachevé par un système de sassage très développé. Elles passent sur des tamis très fins animés d'un mouvement rapide dans des appareils spéciaux appelés des sasseurs. Les semoules les plus lourdes tombent ; les plus légères sont aspirées vers le haut par un courant d'air qui souffle continuellement.

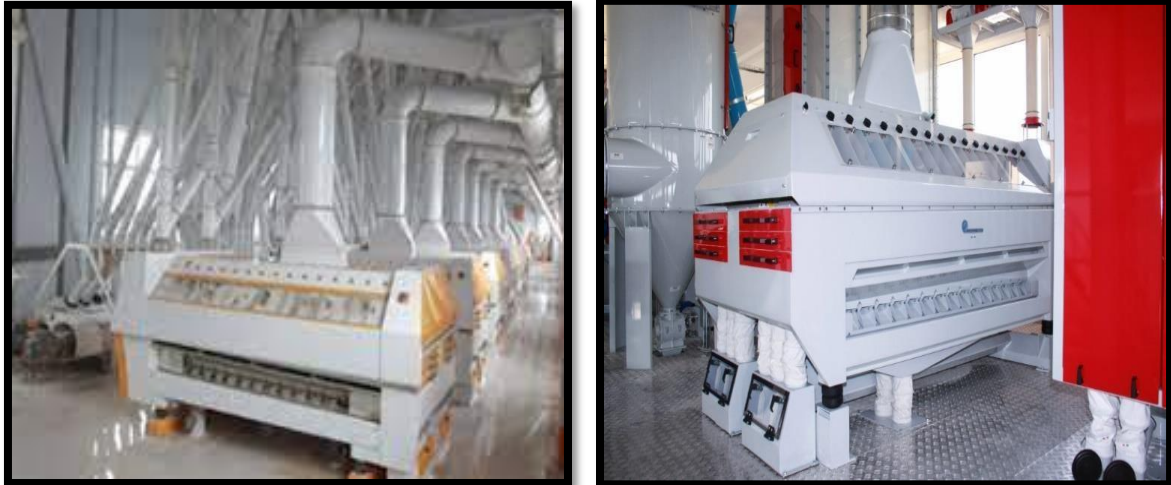


Figure 13 : Sasseur (molitecnica.sud).

II.1.5.6. Le curage de son :

Cette opération est réalisée par des brosses à son (appelées aussi machines à nettoyer le son), dont le rôle est de séparer les particules de farine qui adhèrent encore aux parties d'enveloppe (son). De cette manière, on peut récupérer une farine foncée qui présente encore une qualité boulangère et extraire un son qui contient une faible teneur en farine.

Les brosses sont en nombre de six pour la minoterie 1Xbr1.

II.1.6. Stockage et l'emballage des produits finis :

II.1.6.1. Stockage de la farine:

Après l'opération de l'ensachage, le produit sera soit stockée dans un hangar de grande capacité 150 tonnes, ou il sera transporté directement aux plusieurs points de la vente soit sera transporté par des camions aux clients de l'unité.

II.1.6.2. Stockage de son :

Les issus sont des produits finis outre que la farine tel que le son fin et son gros, le remoulage, Ils mélangent dans des canalisations et transportés vers des chambres à son, on l'extrait des cellules de stockage pour le chargement dans les camions.



Figure 14 :L'emballage du produit fini (son et farine) (2023).



Figure15 : Stockage de produit fini(2023).

Partie 2 : Méthode, matériel et résultats

II.2.1 Introduction :

Les analyses physicochimiques sont un ensemble de techniques qui permettent d'étudier les propriétés physiques et chimiques des substances. Elles sont essentielles pour comprendre la composition des matériaux et peuvent être utilisées pour résoudre des problèmes complexes dans de nombreux domaines.

La farine reste un ingrédient de base délicat qui doit garder toutes ses qualités jusqu'à utilisation.

Dans cette partie on va déterminer les analyse physico-chimique régulièrement applique dans les unités de production des farines de blé tendre minoterie SARL Farine D'OR au sein du centre technique AFAK contrôle.

Définition de laboratoire d'analyse :

C'est un local pourvu des installations et des appareils nécessaires à des manipulations et des expériences effectuées dans le cadre de recherches scientifiques, d'analyses médicales ou de matériaux, de tests techniques ou de l'enseignement scientifique et technique.

C'est tout organisme qui mesure, examine, essaie, étalonne ou plus détermine généralement les caractéristiques ou les performances du matériau, du produit et de leurs constituants.

Le rôle de laboratoire d'agro-alimentaire:

Le laboratoire est chargé de :

- Suivre le contrôle de qualité des matières premières, des produits en cours de transformation, des produits finis et des sous-produits fabriqués par l'entreprise.
- Veiller au respect des normes qualitatives des produits fabriqués par l'entreprise.
- Sensibiliser et orienter le service de production pour le respect des paramètres technologiques de fabrication et garantir la qualité des produits.

Le but des analyses physico-chimiques :

D'une grande importance dans l'industrie agroalimentaire, cette analyse est également une exigence du code de la consommation. En réalité, l'analyse physico-chimique permet de connaître la composition nutritionnelle des aliments proposés.

Lieu d'étude :

Créé en 1997 à Oran – Algérie par un groupe d'ingénieurs le centre technique AFAK CONTROL est un bureau d'étude pluridisciplinaire doté d'un laboratoire de contrôle de la qualité en cours d'accréditation selon la norme ISO17025.



Figure 16 : Logo de centre technique AFAK CONTROL (centre affak.com).



Figure 17: Interface de centre (centre affak.com)..

Les analyses physico-chimiques effectuées sur la matière première :**1. Poids des 1000 grains :****a) But :**

La détermination du poids de 1000 grains fournit une bonne information du degré d'échaudage, il est nécessaire de répéter cette analyse plusieurs fois sur une même variété afin de connaître la variabilité du poids de 1000 grains.

b) Principe :

Peser une quantité de l'échantillon, séparer les grains entiers et peser le reste, puis compter les grains entiers. On détermine la masse en gramme de 1000 grains entiers par comptage de 30 gramme de blé.

c) Matériel :

Compte grains (NUMIGRAL) ;

Balance automatique.

d)**Mode opératoire :**

- Peser 30 g de blé sale ;
- Éliminer les impuretés (tout ce qui n'est pas grains entier) ;
- Peser exactement le poids (g) de grain entier ;
- Compter le nombre N de grain entier à l'aide de l'appareil « MINIGRAL » ou manuellement;
- Déterminer l'humidité de l'échantillon

e) Expression des résultats :**Mode de calcul et formule :**

$$m = \frac{10 \times p (100 - h)}{n}$$

m : poids de mille grains.

p : poids de blé nettoyé.

h : l'humidité du blé.

n : le nombre de grains compté par l'appareil.

Tableau 5: Normes de types de grain de blé concernant poids de 1000 grains :

Poids de 1000 grains	Discussion
< 35 gr	petit grain
35gr – 55 gr	Grain moyen
60 gr – 80 gr	Blé gros

f) Expression des résultats : exemple :**Application numérique :**

$$p = 26,46$$

$$n = 682$$

$$h = 14,30$$

$$m = \frac{10 \times 26,46 \times (100 - 14,30)}{682} = 33,25 \text{ gr}$$

g) Interprétation des résultats :

Poids de 1000 grains est inférieur à 35gr donc on a un blé de petite grain.

2. Détermination des impuretés :**a) Définition :**

Les impuretés sont définies dans la Loi sur les grains du Canada comme « matières qui, dans un lot de grains, ne correspondent pas à une norme de qualité fixée sous le régime de la présente loi pour un grade donné de ces grains, qui peuvent être extraites du lot, et qui doivent l'être, pour que celui-ci soit placé dans le grade en question ». Les impuretés sont extraites en suivant la procédure de nettoyage décrite dans la présente section du guide.

Elles sont constituées des :

- Débits végétaux secs : pailles ; épis ;
- Éléments minéraux : terre, pierres, éléments métalliques ;
- Insectes morts ou débris d'animaux ;
- Insectes et débris d'insectes : acariens, poids de rongeurs, déjections.

b) But :

La recherche des impuretés est l'opération qui a pour but de séparer, de classer et de peser les différentes impuretés contenues dans un échantillon (**Godon et Loisel, 1997**).

c) Matériel :

Balance

Verre de montre

Tamis

d) Mode opératoire : voir l'annexe N1

- Pesé 100g du blé salé.
- Cherché les différentes catégories impuretés et plaçant dans les coupelles (blé dur, les graines mouchete et chauffé, les grains cassé, orge, déchets).
- A la fin de l'opération pèse chaque catégorie a 0.01g près chaque catégorie présenté en %.

e) Expression des résultats :

Dans les meilleures conditions, la quantité d'impuretés est toujours de 1% néanmoins 2% est une proportion assez courante.

Certains blés ont 5 à 6% d'impuretés et parfois même plus, mais au-delà de 2% il subissent alors une réfaction à l'achat proportionnelle à la quantité d'impuretés qu'ils contiennent.

Mode calcul et formule :

Le pourcentage d'une catégorie A est :

$$A = \frac{m_1 \times 100}{m_0}$$

A : pourcentage % d'impureté.

m_1 : la masse de catégorie d'impureté.

m_0 : la masse de prise d'essai.

3. Le taux d'humidité :

a) Définition :

L'humidité du grain et sa température sont les deux paramètres qui vont conditionner la qualité du stockage. L'eau est toujours présente dans les grains, même dits « secs ».

b) But :

Le dosage d'humidité permet de savoir si la farine aura de bonnes qualités de pétrissage et si elle se conservera. Le taux moyen d'humidité de 15,5% peut varier en fonction des conditions atmosphériques (récolte, meunerie et stockage).

c) Matériel :

Balances analytique.

Boite de pétri.

Spatule cuiller.

Etuve.

Dessiccateur.

d) Le mode opératoire : voir l'annexe N2

- Pesé la boîte vide.
- Ajouter 5g de la farine.
- Mettez la boîte à l'étuve à une température 130°C pendant 1h et 30 min (laisse le couvercle ouverte).
- Une fois le temps requis écoulé, mettez-la dans un dessiccateur pour refroidir.

e) Expression des résultats :

La formule de calcul :

$$\frac{p_3 - p_1}{p_2} \times 100 = m_s - 100 = \textit{humidité}$$

p_1 : poids de la boîte vide.

p_2 : poids de la farine pesé.

p_3 : poids après séchage.

m_s : la matière sèche.

f) Application numérique :

Pour notre échantillon :

$$p_1 = 42,9872$$

$$p_2 = 5,07$$

$$p_3 = 47,3389$$

$$\frac{47,3389 - 42,9872}{5,07} \times 100 = 85,8323 - 100 = 14,1676$$

g) Interprétation des résultats :

Pour notre échantillon le taux d'humidité de la farine est 14,16 donc le produit est conforme.

4. Poids spécifique :**a) Définition :**

La masse à l'hectolitre est le rapport de la masse des céréales au volume qu'elles occupent après un écoulement libre dans un récipient, dans des conditions bien définies.

b) Principe :

La détermination du poids naturel de grain à l'hectolitre en opérant sur un échantillon d'un Litre.

c) Matériel :

Appareil Niléma-litre : cet appareil comprend trois parties :

Une trémie de remplissage avec un obturateur à clapet, reliée à un manchon de rehausse s'emboîtant sur le récipient mesureur

Un récipient mesureur de 1 l de capacité, ayant intérieurement la forme d'un cylindre droit

Un couteau araser situé à la base de la rehausse.

Balance.

d) Mode opératoire :

- Installer la trémie sur le récipient mesureur ;
- Remplir avec les grains de blé la trémie jusqu'au bord supérieur sans tassage ;
- Ouvrir l'obturateur et laisser couler la totalité des grains dans le récipient mesureur ;

- Avec la main droite introduire doucement le couteau dans la glissière, le pousser à fond, en ayant soin de maintenir le récipient mesureur immobile avec la main gauche pour éviter toute vibration et tout tassement ;
- Enlever la trémie et le manche de rehausse qui contient l'excès de grains. Peser directement les grains à l'aide de la balance, donne le poids naturel du grain à l'hectolitre.



Figure 18: Niléma-litre (Meraga Hicham 2013).

e) Expression des résultats :

Le poids spécifique détermine la qualité du blé :

Tableau 6: Normes de qualité de blé concernant le poids spécifique

la qualité du blé	le poids spécifique du blé
première qualité	80 a 83 kg
second qualité	77 a 79,9 kg
troisième qualité	< 77kg

f) Interprétation de Résultat :

Le poids spécifique de l'échantillon est 80,80 kg, donc selon le tableau le blé est de première qualité.

II.2.7.L'analyse physico-chimique effectuée sur le produit fini :**1. Taux d'humidité :****a) Définition :**

L'humidité de la farine est un élément d'une importance capitale pour sa conservation, si l'humidité est très élevée, la durée de stockage est limitée, le développement des moisissures est favorisé. Par contre une humidité très faible favorise l'oxydation de la farine.

b) Principe :

Le principe est un Séchage d'une prise d'essai à une T°C compris entre 130 et 133°C, à pression atmosphérique normale permettant d'obtenir un résultat identique de la méthode de référence. Détermination de la teneur en eau.

c) Matériel :

Balances analytique

Boîte à pétri.

Étuve.

Dessiccateur.

Spatule.

d) Mode opératoire : voir l'annexe N3

- Pesé la boîte vide.
- Ajouter 5g de la farine.
- Mettez la boîte à l'étuve à une température 130°C pendant 1h et 30 min (laissez la couverte ouverte).
- Une fois le temps requis écoulé, mettez-la dans un dessiccateur pour refroidir.

e) **Expression des résultats :**

Mode de calcul et formule :

$$\frac{p_3 - p_1}{p_2} \times 100 = m_s - 100 = \textit{humidité}$$

p_1 : poids de la boîte vide.

p_2 : poids de la farine pesé.

p_3 : poids après séchage.

m_s : la matière sèche.

Application numérique :

$$p_1 = 42,9872$$

$$p_2 = 5,1178$$

$$p_3 = 47,3389$$

$$\frac{47,3389 - 42,9872}{5,1178} \times 100 = 85,0306 - 100 = 14,9694$$

f) **Interprétation des résultats :**

Le taux d'humidité maximum de la farine est généralement entre 14,5 et 15,5 car une teneur en eau excessive est nuisible à la conservation de la farine.

La connaissance du taux d'humidité des farines est déterminante pour leur bonne conservation en raison de leur hygroscopicité. En outre, le plus l'humidité des farines est faible plus il est possible de l'hydrater au pétrissage pour arriver à une consistance optimale de la pâte.

(**Grandvoinet et Pratz, 1994**)

Pour notre échantillon le taux d'humidité de la farine est 14,96 donc le produit est conforme.

2. Le taux de cendre :**a) Définition :**

C'est la quantité de matières minérales. C'est l'indice du degré de pureté de la farine. Du coup plus le taux de cendre est faible plus la farine est pure.

b) Principe :

Le principe repose sur l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C (céréales et produit de mouture) ou 550°C (issues, germes légumineuses et produits dérivés), jusqu'à combustion complète de la matière organique.

La teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu.

c) Matériel :

Balances analytique.

Verre de montre.

Creuset en porcelaine.

Spatule.

Four électrique, four a moufle.

Dessiccateur.

d) Mode opératoire : voir l'annexe N4

- Nous pesons le verre de montre vide.
- Dans le verre ajouter 4g de la farine.
- Mettez le verre avec la farine au le four a une température de 600°C pendant 4h.
- Apres la bonne combustion de la farine mettez-la dans le dessiccateur pendant 20 min pour sécher et refroidir.

e) Expression des résultats :

Mode de calcul et formule :

$$\frac{p_3 - p_1}{p_2} \times 100 = \text{taux de cendre } \%$$

p_1 : poids de verre vide.

p_2 : poids de la farine pesé. p_3 : poids du verre après la combustion.

Application numérique :

$$p_1 = 38,9403$$

$$p_2 = 4,1395$$

$$p_3 = 38,9601$$

$$\frac{38,9601 - 38,9403}{4,1395} \times 100 = 0,4783\%$$

f) Interprétation des résultats :

Le taux de cendres d'une farine constitue l'une des caractéristiques de la pureté de celle-ci et peut aider à déterminer le taux d'extraction d'une farine. Plus le taux d'extraction est faible, plus la teneur en cendres est faible et réciproquement. Le taux de cendres varie dans le grain, selon la variété de blé, la région de culture, les méthodes culturales, l'origine histologique et l'année de récolte.

La teneur en cendres enregistrée est 0.47 %, donc cette valeur est conforme aux normes.

3. Taux d'affleurement (granulation) :**a) Définition :**

La granulométrie d'une farine permet de caractériser la répartition en taille et en nombre des particules dont elle est composée ; le comportement des farines au cours de leur transformation, notamment la vitesse d'hydratation en dépend (**FEUILLET, 2000**).

b) Principe :

La détermination du taux d'affleurement est réalisée à l'aide d'un plansichter doté d'un tamis dont la garniture à une ouverture de maille égale à 193µm (7xx).

c) Matériel :

Balance.

Planchistes de laboratoire.

Tamis.

d) Mode opératoire : voir l'annexe N°5

- Nous pesons 25g de la farine.
- Mette la farine dans le tamis.
- Après le tamisage, nous mesurons le poids de la farine restant du tamisage (pois de refus).

e) Expression des résultats :**Mode de calcul et formule :**

Taux de refus – poids de farine blanc

f) Interprétation des résultats : exemple :

- 50gr de farine donnent 2.50gr de refus (2.50%)
- 100gr de farine donnent X gr de refus (X%)

Application numérique :

$$\text{le taux de refus} = \frac{100 \times 2.50}{50} = 5 \text{ g}$$

$$\text{taux des impuretés} = 100 - 5 = 95 \%$$

Donc :

Alors, cette farine est une farine panifiable.

4. L'indice de chute :**a) Définition :**

L'indice de chute de Hagberg, aussi appelé temps de chute de Hagberg (TCH), mesure l'activité d'enzymes (les amylases) qui se développent dans le grain dès le début du processus de germination. Une dégradation du TCH résulte ainsi d'un déclenchement de l'activité alpha-amylasique dans les grains.

b) Principe :

Cette méthode consiste à mesurer le temps de chute d'un mélange de farine et d'eau à 100°C Formant un gel d'amidon.

c) Matériel :

L'appareil.

Tubes à essai.

Agitateur.

Entonnoir et bouchon.

Pince en bois.

d) Mode opératoire : voir l'annexe N°6

- Pesé 7g de la farine.
- Placer la quantité pesé dans un tube.
- Ajouter 25ml d'eau distillé.
- Fermer le tube avec un bouchant puis agiter pour homogénéiser la solution.
- Placer le tube dans un bain marie et l'appareil démarré automatiquement.
- Après l'arrêt de l'appareil retiré le tube et laisser le refroidir pour le nettoyer après.

e) Expression des résultats : voir l'annexe N7**Tableau 7 :** Les résultats obtenus :

Température	+100°C
Test type	FN
Test result	274
Corrected result	237
Altitude	850M

Tableau 8 : le tableau ci-dessous présente état panification de la farine selon de temps de chute et activité enzymatique :

Temps de chute	Activité enzymatique	Etat de la farine
<150s	Elevée	Non convenable pour la panification
150s – 200s	Moyenne	Convenable pour la panification
200s – 400s	Faible	Convenable pour la panification mais moins gonflé

f) Interprétation des résultats :

A un temps de chute trop court on aura :

- Des pâtes collantes
- Un pain qui se déchire
- Une mie d'apparence grasse
- Une croûte fortement colorée

A un temps de chute trop long on aura :

- Une fermentation lente
- Un pain insuffisamment développé
- Une croûte pâle

Pour s'assurer du résultat obtenu, il faut faire le calcul suivant :

- On a eu résultat 274-237 (voir figure).
- Premièrement on calcul la moyenne : $274+237/2 = 255,5$
- Ensuite on calcul 5% de la moyenne : $255,5 * 5\% = 12,775$
- Et la fin la différence entre le résultat obtenu : $274-237=37$
- Si la différence entre le résultat est inférieur \Rightarrow Résultat juste

Sinon il est faux

- Donc ce cas on peut dire que le résultat est juste avec une activité enzymatique moyenne ce qui affirme une bonne panification.

5. L'alvéographe Chopin :

a) Définition :

L'alvéographe de Chopin est un appareil qui permet de mesurer l'élasticité du gluten contenu dans la farine et de déterminer la « force boulangère » de cette farine (son élasticité, sa résistance et sa tenue).



Figure 19 : L'appareil alvéographe Chopin.

b) Principe :

Consiste à déterminer 6 paramètres principaux :

P : la pression maximale enregistrée à l'intérieur de la bulle. (Elasticité)

L: c'est la longueur, il correspond au gonflement maximum de la bulle juste avant qu'elle s'éclate, donc à l'extensibilité de la pâte.

G : l'indice de gonflement.

I.e. : Indice d'élasticité.

P/L : c'est le rapport entre l'élasticité et l'extensibilité.

W : travail de déformation, la force de la farine.

c) Matériel :

Alvéographe

Balance

Spatule

Eprouvette

d) Mode opératoire : voir l'annexe N°8

- Préparer une solution salée (25g de sel + 1 litre d'eau distillé).
- Mettre 250g de la farine dans le pétrin et fermer la couverture. Ajouter la solution salée dans la burette graduée directement.
- Lancer le pétrissage (pendant 6min).
- Sortir la pâte du pétrin à l'aide d'huile de paraffine.
- Étaler les pâtons à l'aide d'un rouleau à pâtons.
- Couper la pâte en 5 morceaux égaux.
- Mettre les dans l'étuve de repos et laisser reposer jusqu'à 20min.
- Lancer l'injection d'air (formation d'une bulle) dès que la bulle s'éclate arrêter l'injection d'air et procédez de la même manière pour les 4 pâtes restons.

e) Expression des résultats : exemple :

L'alvéographe obtenu est une courbe qui représente l'évolution de la pression à l'intérieur de la bulle formée en fonction du temps. Cette courbe permet de déterminer les paramètres suivants : la ténacité de la pâte «**P**», la longueur «**L**», le rapport «**P/L**», le gonflement **G** et le travail de déformation «**W**».

1) La ténacité de la pâte «**P**» :

C'est la moyenne des ordonnées maximales mesurée en millimètre multipliée par le coefficient K (K = 1.1) qui représente la surpression maximale.

De fait que les essais ont été effectués à l'hydratation constante, l'ordonnée maximale est plus grande, donc il faut ajouter plus d'eau pour obtenir une pâte de bonne consistance.

2) Longueur « L » :

L'abscisse à la rupture de chaque courbe est mesurée en millimètre sur la ligne de zéro à partir de l'origine des courbes jusqu'au point correspondant verticalement à la chute nette de pression due à la rupture de la bulle. La moyenne des abscisses des courbes représente la longueur L.

La valeur de L peut s'échelonner de 30 à 180. On parle donc des farines (courtes) ou (longues). Une valeur de 100 est considérée comme bonne.

3) Rapport « P/L » :

C'est le rapport de configuration de la courbe qui traduit l'équilibre du diagramme. Ce rapport donne une indication sur l'équilibre entre la ténacité et l'extensibilité de pâte. Donc, en fonction des valeurs de ce rapport, la farine peut être orientée vers la fabrication qui lui convient (Tableau 9).

Tableau 9: Utilisation de la farine selon le rapport de configuration :

type de la farine	valeur « P/L »
Farine panifiable	0,50 – 0,80
Pâte peu résistante et moyennement extensible	0,50
Pâte très résistante et moyennement extensible	1,50

4) Indice de gonflement « G »:

Le gonflement « G » est la moyenne du gonflement correspondant aux abscisses de rupture, obtenue par l'abaque de gonflement. Cet indice exprime l'extensibilité de la pâte, c'est un critère important de la qualité des blés et des farines.

Le gonflement « G » se déduit par le calcul à partir de « L » :

$$G = 2.22 \times L$$

Pour une valeur de « G » comprise entre 21 et 24 ce qui présente un bon gonflement et lorsqu'elle est plus de 23 la farine ne peut être utilisée qu'en mélange.

5) Travail de déformation « W » :

Le « W » est la caractéristique la plus constante qui représente le travail de déformation d'un graphe de pâte obtenue dans des conditions bien définies. Le « W » proportionnel à la surface de la courbe, et associé à la notion de force boulangère.

Le « w » est exprimé en 10^{-4} joules rapportés à un gramme de pâte :

$W=6.54 \times S 103$

➤ S: surface de l'alvéographe en cm^2 .

La surface de l'alvéographe à été mesurée à l'aide de l'abaque planimétrique fourni avec l'appareil. Selon les valeurs de « W », la qualité des farines peuvent être appréciées.

Selon « W » on peut distinguer 3 types de farine :

- ❖ $W < 130$ farine faible.
- ❖ $130 < W < 180$farine moyenne.
- ❖ $W > 180$ farine forte.

g) Interprétation des résultats :

Les résultats obtenus sont mentionnés dans le (Tableau 8).

Tableau 10: Tableau représentatif des caractéristiques alvéographique de la farine.

	w 10^{-4} joules	G cm^3	P (mm)	L (mm)	P/L
valeur	185	19,85	77,27	80,00	0,96

Le classement des farines se fait selon leur travail de déformation W:

- Une farine faible de force boulangère inférieure à 130×10^{-4} joules.
- Une farine moyenne de W comprise entre 130×10^{-4} et 180×10^{-4} joules.
- Une farine forte de W supérieur à 180×10^{-4} joules.

D'après les résultats du tableau, on constate que la farine est de bonne qualité parce qu'elle est conforme aux normes.

6. Extraction du gluten :

a) Définition :

Le dosage du gluten repose sur son insolubilité dans l'eau chargée de sels et sur la propriété qu'il possède de s'agglomérer lorsque sur le malaxe sous un courant d'eau qui élimine les autres constituants.

b) Principe :

L'extraction du gluten permet d'en mesurer la quantité présente dans la farine de blé. On saura ainsi si le pain sera aéré, élastique, goûteux.

c) Matériel :

Balance.

Verre de montre.

Becher.

Laveuse du gluten.

Plaque chauffante.

Centrifugeuse.

d) Mode opératoire : voir l'annexe N9

- Nous pesons 10 g de farine.
- Mouiller la farine avec de l'eau.
- Mettez-le dans la centrifugeuse essoreuse de gluten et laissez-le pendant 5 minutes.
- Après pétrissage, on pèse la pâte.
- Mettre la pâte dans la plaque pendant 5 minutes pour qu'elle ressorte sous forme de disque.
- Peser le gluten obtenu pour déterminer le poids de gluten humide.
- Poser le gluten pesé sur une plaque de nickel.
- Placer cette plaque dans une étuve à 110-115°C pour sécher le gluten même pas une minute.
- Après peser le gluten sec obtenu.
- Au cours de l'opération, il faut noter les caractéristiques du gluten, telles que :
 - La facilité d'obtention ;
 - L'élasticité ;
 - La consistance ;
 - La couleur.

Tous ces aspects permettent d'apprécier la qualité de la farine.

e) Expression des résultats :**Tableau 11:** Normes de qualité de la farine concernant le taux de gluten :

	normes	discussion
taux de gluten	<ul style="list-style-type: none">• <28• $20 < x < 30$	<ul style="list-style-type: none">• Gluten d'une mauvaise farine• gluten d'une bonne farine

f) Interprétation des résultats : exemple :

- Peser 33,33 g de farine.
- Mélanger à 17 ml d'eau dans un récipient.
- Rendre la pâte homogène.
- Couvrir la pâte avec de l'eau froide.
- Malaxer.
- Répéter l'opération pour chasser l'amidon de la farine.
- Répéter l'opération jusqu'à ce que l'eau de lavage devienne limpide.
- Bien essorer le gluten obtenu.

1. Gluten humide :

- Peser la masse obtenue.

On applique la règle de trois :

$$\text{Gluten humide} = \frac{\text{la masse du gluten humide (en g)} \times 100}{33,33 \text{ g.}}$$

2. Gluten sec :

- Mettre la pâte à sécher au four à 100°C.
- La peser.

$$\text{Gluten sec} = \frac{\text{la masse du gluten sec (en g)} \times 100}{33,33 \text{ g.}}$$

II.2. Conclusion :

En conclusion, la farine est un ingrédient de base dans de nombreuses recettes de cuisine et de pâtisserie. Le processus de fabrication de la farine est complexe et nécessite des machines spécialisées pour garantir la qualité du produit final.

Nous avons vu comment les grains de blé sont transformés en farine, depuis l'étape de nettoyage jusqu'à l'emballage final. Nous avons également découvert les différents types de farine et leur utilisation en cuisine. La farine est un élément essentiel de notre vie quotidienne et nous devrions tous apprécier le travail acharné des fabricants de farine pour produire un produit sûr et sain.

Les résultats obtenus pour les analyses physico-chimiques soit pour la matière première ou le produit fini, nous avons noté une conformité avec les normes des résultats sur les analyse que en a fait (la détermination du poids à l'hectolitre pour le blé tendre, de l'humidité, le taux de cendre, le taux d'affleurement, l'indice du chute, l'alvéographe et le gluten).



CONCLUSION



Conclusion

Le blé tendre a une importance capitale en Algérie, il est utilisé dans la production de la farine dont la demande ne cesse d'augmenter.

Nous avons eu la chance de réaliser un stage d'une durée très limitée, au sein de l'entreprise moulins SARL FARINE D'OR wilaya de Ain Temouchent. Ce stage nous a permis de comprendre le processus de transformation de blé tendre en farine prête à la consommation. Il nous a permis également de réaliser l'importance prêté à la sécurité du travail par les responsables de l'entreprise, et la garantie de qualité de la farine produite, qui est prouvée par une série d'analyses au long du processus de fabrication.

A partir des résultats obtenus pour les différentes analyses effectuées pour le blé tendre et la farine fabriqués telles que : le poids spécifique (PS), l'humidité, le taux de cendre, le taux d'affleurement, le taux du gluten et l'essai de l'alvéographe Chopin. Sont regroupés dans les points suivants :

- Les résultats obtenus pour la détermination du poids à l'hectolitre pour le blé tendre avant le nettoyage et après le conditionnement varient entre $80\text{kg} < \text{PS} < 83\text{kg}$.
- Pour le contrôle de l'humidité les résultats obtenus varient entre 12,60 et 16,20 %, ils sont donc conformés aux normes ($H < 16,20\%$).
- Le taux de cendre est 0,47 %, il est donc conforme aux normes.
- Les résultats concernant le taux d'affleurement sont toujours égale à 95 %, ce qui montre une bonne maîtrise du diagramme de mouture (C'est-à-dire la farine obtenue est panifiable).
- Pour l'indice de chute (l'activité enzymatique entre 150s et 400s) donc il est affirmé une bonne panification (conforme).
- En ce qui concerne la qualité rhéologique des farines, les analyses qui ont été faites par l'alvéographe sont instables par rapport aux normes Algérienne. Cela est dû à la non homogénéité des blés livrés par l'organisme stockeur, Donc, le produit analysé est de bonne qualité (conforme).
- La qualité du gluten obtenue pour un échantillon de 10g varie entre 8 et 12 % conforme aux normes Algérienne, cela est dû à la qualité de blé réceptionné.



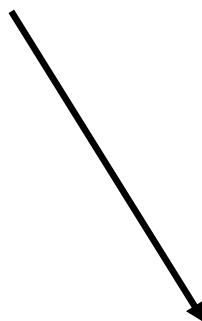
ANNEXES

Les annexes

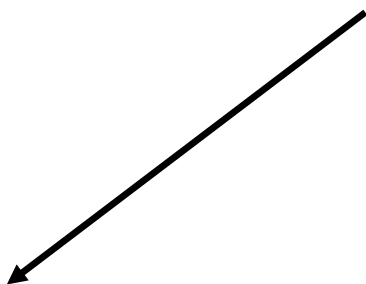
Annexes N01



Blé



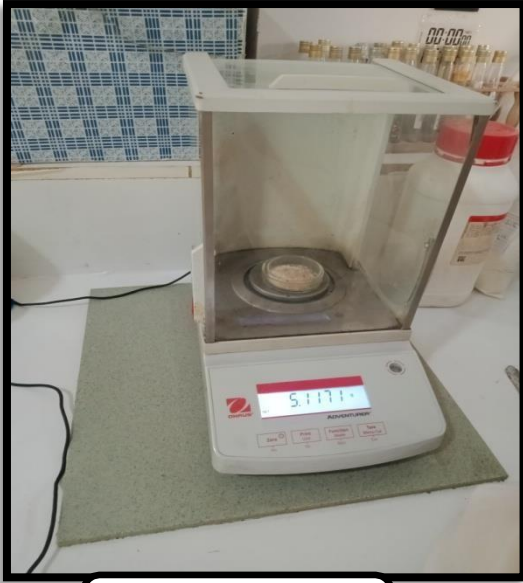
Les impuretés



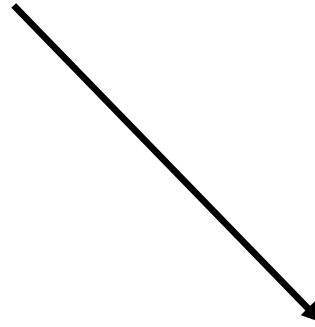
Blé nettoyé

Les annexes

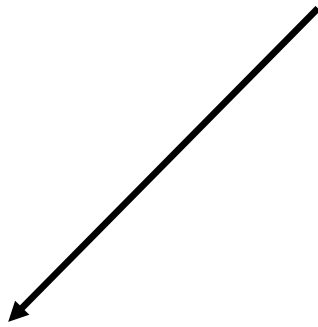
Annexe N02



Balance analytique



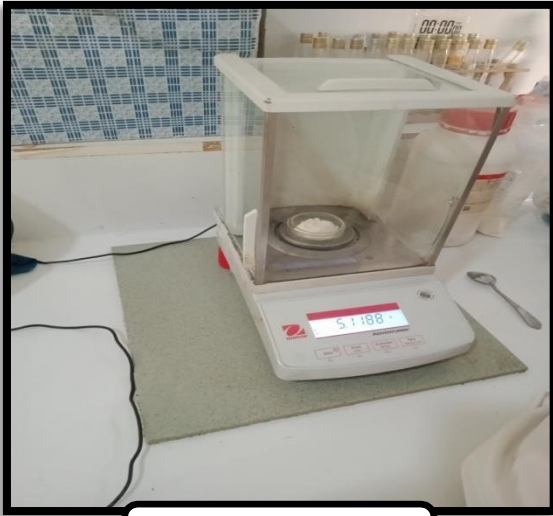
Etuve



Dessiccateur

Les annexes

Annexe N03



Balance analytique



Étuve

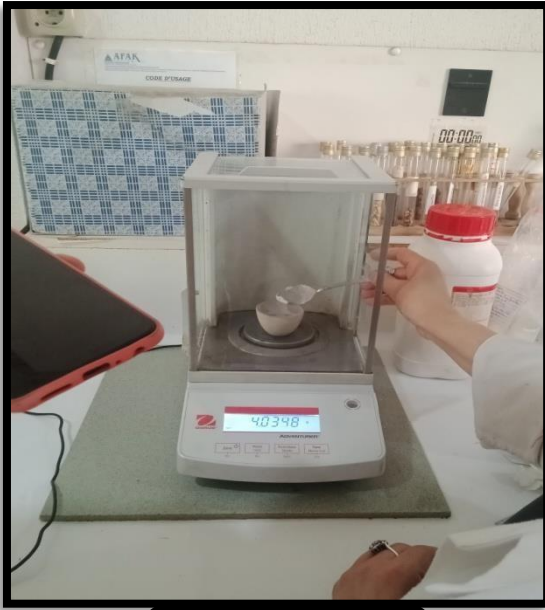


Dessiccateur



Les annexes

Annexe N04



Balance analytique



Four a moufle



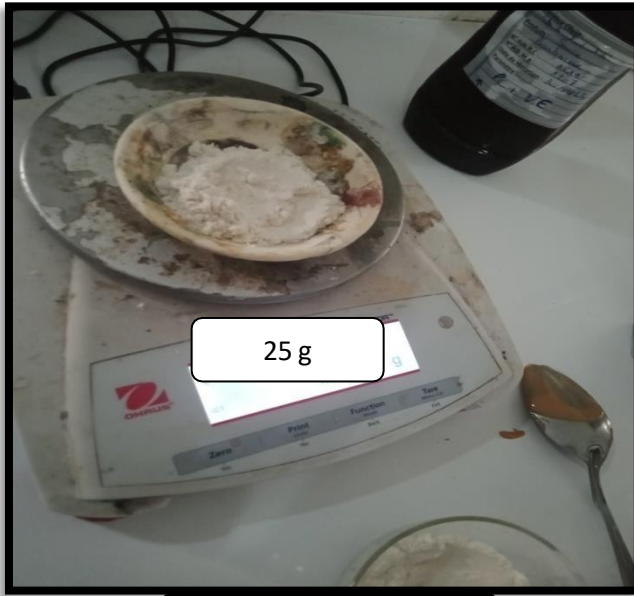
Entre l'échantillon



Dessiccateur

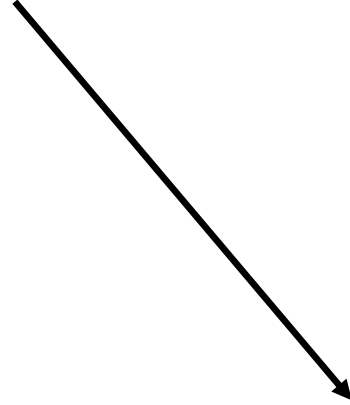
Les annexes

Annexe N05

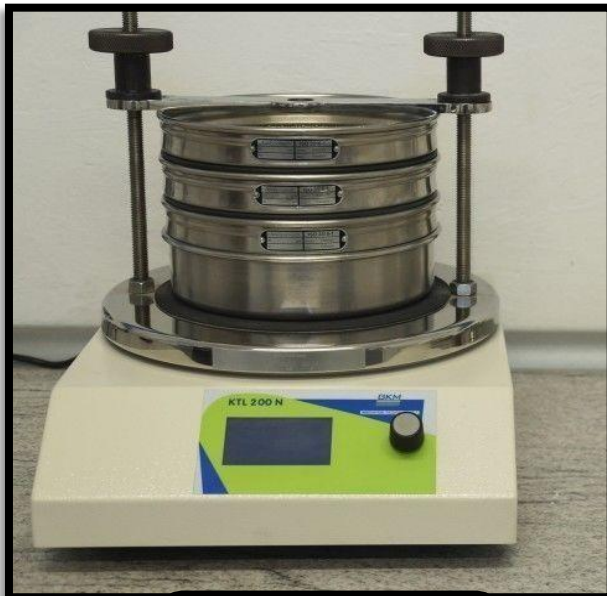


25 g

Balance



Tamis manuel



Tamiseuse d'analyse
pour laboratoire

Les annexes

Annexe N06



Balance



Tube a essai



Pipette de 25 ml



Agitation manuelle

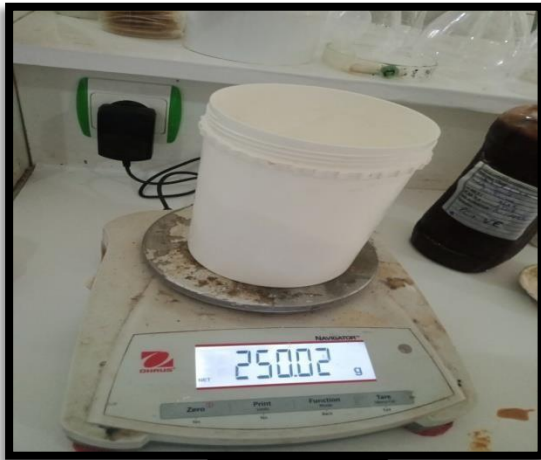
Les annexes

Annexe N07



Les annexes

Annexe N08



Balance



Pétrin



Etuve de repos



Les annexes

Annexe N09



Balance analytique



Laveuse du gluten

طحين ممتاز

Spécifications techniques des farines de blé tendre

Norme Supérieure

- Humidité : $\leq 15,5\%$
- Taux de cendres : 0,45 - 0,65
- Indice de chute : 180 - 280 secondes
- W (force boulangère) : 130 - 180
- Rapport de config (P) : 0,45 - 0,65
- Indice de zeleny : 22 - 30 millilitres
- Taux d'affaissement : refus 100%

taanis 7XX

مسؤول المختبر المركزي
سميد بوشالة

٤٢
١٥
٦٥

FARINE SUPERIEURE



ERIAS - SPA

طحين ممتاز

Spécifications techniques des farines de blé tendre

Farine Supérieure

-Humidité	: $\leq 15,5 \%$
-Taux de cendres	: 0,45 - 0,65
-Indice de chute	: 180 - 280 secondes
-W (force boulangère)	: 130 - 180
-Rapport de config ($\frac{P}{L}$)	: 0,45 - 0,65
-Indice de zeleny	: 22 - 30 millilitres
-Taux d'affleurement	: refus 100% tamis 7XX

مسؤول المركزي
م

55
10
65

ANNEXE N° 04
PARAMETRES QUALITATIFS DES UNITES PROTEIQUES

Farine.

PRODUITS ANALYSES	BLE TENDRE	FARINE FAIBLE	FARINE SUPERIEURE
NUMERIQUE	10 - 12	14,5 - 15,5	14,5 - 15,5
M. MINERALES	1,8 - 2	0,65 - 0,75	0,45 - 0,65
M. PROTEIQUES	10 - 12	8 - 12	- 11
MAGNAT	1,5 - 2	0,8 - 1	0,8 - 1
AMIDON	65 - 70	65 - 72	65 - 75
CELLULOSE	2 - 2,5	0,3	0,3
ACIDITE /100grs	-	0,05 - 0,035	0,05 - 0,05
SUCRES SIMPLES	-	1 - 2	1 - 2
VITAMINES	-	B, PP, E, CTRACES	B, PP, E, CTRACES
PS (M.L)	60 - 84	-	-
W (ERG)	-	130 - 150	SUP OU EGAL A 100
TAUX D'AFLEUREMENT	-	90-35% EXTRACTION T 7% (193a)	100 EXT T 7% (193a)
TAUX D'EXTRACTION	-	75	75
INDICE CHUTE (SECOURS)	-	Superieur à 250S farine hypo-diastatique Inferieur à 150S farine hyper-diastatique 150-250S activité amylolytique optimale	

ANNEXE N° 04 BIS
FORCE BOULANGERE

TYPES DE FARINES ANALYSES	FARINE FAIBLES	FARINE BISCUIT.	FARINE PAIN	FARINE BISCUIT. VBL.	FARINE DE FORCE
ALVEOGRAPHE	W 70	80 W 100	130 W 150	160 W 190	190 W 250
		G 10	G 10	G 21	G 28
		0,3 P/L 0,4	P/L 0,5	P/L 0,5	
PROTEINES OU GS (% S)	5%	5-9%	8-11%	11-12%	12-14,5%

TAUX D'EXTRACTION

75

75

INDICE CHUTE
(SECONDE)

Supérieur à 2505 farine hydrodiastatique
Inférieur à 1505 farine hyperdiastatique
150-2505 activité amylolytique optimale

A M I L E X E N° 04 BIS

FORCE BOULANGERE

TYPES DE FARINES
ANALYSES

FARINE
FAIBLES

FARINE
BISCUIT.

FARINE
PAVIE

FARINE
DISCUIT.

FARINE
A BEL.

FARINE
DE FORCE

ALVEOGRAPHIE

W 70

80 W 100 130 W 150 160 W 190 150 W 250 W 250

G 18 G = 21 G 28

0,3 P/L0,4 P/L 05 P/L 0,5

PROTEINES OU
AS (% MS)

5%

5-8%

8-11%

11-12%

12-14,5%

12,5%

ANNEXE N°03

Semoule

PRODUITS ANALYSES	BLE DUR	SEMIOULE "SG SH. SE"
HUMIDITE	10 - 12	14 - 15
M. MINERALES	1,8 - 2,2	0,9 - 1,1
M. PROTEIQUES	10 - 16	9 - 13
M. GRASSE	1,5 - 2	1 - 1,5
CELLULOSE	2 - 2,8	0,2 - 0,45
AMIDON	58 - 60	70 - 72
COULEUR 1A	4 - 22	-
COULEUR 1B	10 - 17	-
SUCRE SIMPLE	-	1 - 2
ACIDITE	-	0,05 - 0,06
VITAMINES	B, PP, E, C TRACES	-
PS (P.L.)	70 - 86	-

GRAVILLATION

SG EXT. 100% T24
REFUS 10% T34

SE EXT 100% T34
REFUS 10% T40

SE EXT 100% T40
REFUS 10% TANT100

3SE REFUS T120 A L 50% T0

PRODUITS ANALYSES	AMIDON	GLUTEN	GLUCOSE	FOURRAGE
UMI DITE	10 - 13%	10 - 13%	17 - 20%	10 - 13
MINERALE	01	1 - 2 %	0,1 - 0,5%	15 - 20
	3 - 6	3 - 4	4,5 - 6	/
	0 %	-	-	-
PROTEINES BRUTES	0,1 - 1%	55 - 65%	-	15 - 20
PROTEINES SOLUBLE	0,01 - 0,1%	-	-	-
SO 2	10 - 50PPM	-	MIN 20 PPM	-
GRASSE	0 - 0,3 %	3 - 5 %	-	3 - 5
FIBRES	0 - 0,1 %	1 - 2 %	-	9 - 12
HEFUS TAMISO,25	0 - 1 %	-	-	-
COULEUR	BLAN CHATRE	-	JAUNATRE	-
ODEUR	NEUTRE	-	NEUTRE	-
GOUT	NEUTRE	-	DOUX	-
MATIERE EXTRACTIVE	-	20 - 22%	-	-
ACTIVITE	-	-	0,02 - 0,05	-
ASPECT	-	-	LIMPIDE	-
	-	-	40 - 50 %	-
STABILITE	-	-	-	84 %
AMIDON	-	20 - 22	-	15 - 20

ANNEXE N° BIS.

PRODUITS	DEXTRINES	DEXTRINE BLANCHE	DEXTRINE JAUNE		
			DJ 75	DJ130	DJ 175
UMI DITE	9-12	9-12	8-11	8 -11	8 -11
	3-4	3-4	3-4	3-4	3- 4
MINERALE	0,1 - 0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2	0,1-0,2
	-	-	99-%	99 %	98 %
ECOSITE	-	-	78-90 CPO	130-145 CPO	175-195 CPO

ACTINE BLANCHE DESTINE A LA FABRICATION DE COLLE.

ANNEXE

Tableau- volume de solution de chlorure de sodium à ajouter en fonction de la teneur en eau de la farine .

teneur en eau de la farine	Volume de solution de chlorure de sodium à ajouter A250g de farine ,ml	Teneur en eau de la farine	Volume de solution de chlorure de sodium à ajouter à 250g de farine , ml	Teneur en eau de la farine	Volume de solution de chlorure de sodium à ajouter à 250g de farine ,ml
5,0	169,6	10,0	147,2	15,0	125,0
5,1	169,2	10,1	146,8	15,1	124,6
5,2	168,7	10,2	146,3	15,2	124,1
5,3	168,3	10,3	145,9	15,3	123,7
5,4	167,8	10,4	145,5	15,4	123,2
5,5	167,4	10,5	145,1	15,5	122,8
5,6	166,9	10,6	144,6	15,6	122,3
5,7	166,5	10,7	144,2	15,7	121,9
5,8	166,0	10,8	143,7	15,8	121,4
5,9	165,6	10,9	143,3	15,9	121,0
6,0	165,1	11,0	142,8	16,0	120,6
6,1	164,7	11,1	142,4	16,1	120,2
6,2	164,2	11,2	141,9	16,2	119,7
6,3	163,8	11,3	141,5	16,3	119,3
6,4	163,3	11,4	141,0	16,4	118,9
6,5	162,9	11,5	140,6	16,5	118,4
6,6	162,4	11,6	140,1	16,6	117,9
6,7	162,0	11,7	139,7	16,7	117,5
6,8	161,5	11,8	139,2	16,8	117,0
6,9	161,1	11,9	139,6	16,9	116,6
7,0	160,6	12,0	138,3	17,0	116,1
7,1	160,2	12,1	137,0	17,1	115,7
7,2	159,7	12,2	137,5	17,2	115,2
7,3	159,3	12,3	137,1	17,3	114,8
7,4	158,8	12,4	136,6	17,4	114,3
7,5	158,4	12,5	136,2	17,5	113,9
7,6	157,9	12,6	135,7	17,6	113,4
7,7	157,5	12,7	135,3	17,7	113,0
7,8	157,0	12,8	134,8	17,8	112,5
7,9	156,6	12,9	134,4	17,9	112,1
8,0	156,1	13,0	133,9	18,0	111,7
8,1	155,7	13,1	133,5	18,1	111,3
8,2	155,2	13,2	133,0	18,2	110,8
8,3	154,8	13,3	132,6	18,3	110,4
8,4	154,4	13,4	132,1	18,4	109,9
8,5	153,9	13,5	131,7	18,5	109,5
8,6	153,5	13,6	131,2	18,6	109,0
8,7	153,1	13,7	130,8	18,7	108,6
8,8	152,6	13,8	130,3	18,8	108,1
8,9	152,2	13,9	129,9	18,9	107,7
9,0	151,7	14,0	129,4	19,0	107,2
9,1	151,3	14,1	128,9	19,1	106,8
9,2	150,8	14,2	128,6	19,2	106,3
9,3	150,4	14,3	128,2	19,3	105,9
9,4	149,9	14,4	127,7	19,4	105,4
9,5	149,5	14,5	127,3	19,5	105,0
9,6	149,1	14,6	126,8	19,6	104,5
9,7	148,6	14,7	126,4	19,7	104,1
9,8	148,2	14,8	125,9	19,8	103,7
9,9	147,8	14,9	125,5	19,9	103,3

The image features a white background with several golden wheat stalks and a large number of scattered golden grains. The stalks are positioned in the upper-left and lower-right corners, while the grains are scattered throughout the center and lower-left areas. The text is centered in the middle of the image.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUE

AMEUR 2000, agréage et stockage des blés, journée d'information et l'étude sur les produits de meunerie. Institut national spécialisé de la formation Professionnel de panification. Blida.

Anonyme, 2013. Conseil international des céréales

BOUDRIAT Nadia / BOUKAKHOURIA Samah. « Technologie des céréales et produit dérivés »

BENHANIA Zhour, etude de la fabrication de la farine et contrôle de sa qualité.

BOUDREAU et MENARD (1992), le blé élément fondamentaux, la sainte-foret canada : presse de l'université LAVAL. 437P.

BOUKARBOUA Amira, BOULKROUN Meriem Bouchra. Appréciation de la qualité technologique des farines commerciales par des tests indirects.

BOURNET, 1992. Le pain et produit céréaliers, alimentaire et nutrition humaines Edition, ESF. Paris, P.1533.

BOUBEKEUR Manel, processus de fabrication de la farine a partir de blé tendre et contrôle de qualité.(2020)

CODON B, WILLIAM C, 1998. Les industries de première transformation des céréales, deuxième tirage édition, TEC & DOC, La version, Paris, PP66 ,68.

Chene, 2001, La farine. Journal de l'ADRIANOR, 26, 3-8.

CHEFTEL JC, 1977. Introduction à la Biochimie et à la Technologie des aliments. Lavoisier, Paris, P. 105-142.

Cour Madame BENAHMED, le blé (2021).

CHERIET, 2000. Étude de la galette différent types recettes et mode de préparation, P. 99.

Doumandji et al, 2003. Technologie de transformation des blés et problème dus aux insectes en stock, Ed : Office de la publication universitaire, P.129.

Espace-pain.info. Fabrication de la farine.

FAQ, 2006. « Statistique de blé»

FEILLET, 2000. « la grain de blé composition et utilisation» INRA-Paris.

FREDOT, E. (2005) « connaissance des aliments». Editons TEC et DOC. Lavoisier-Paris.

GODON, B et WILLIAM, C.I,1991« les industries de première transformation des céréales»

GODON B, 1991. Biotransformation des produits céréales. Ed, TEC&DOC.

GODON et COISEL, 1997. Guide pratique d'analyses dans les industries céréales. Lavoisier, Paris.

GRANDVIONET et Praix, 1994. Farines et mixes .in : la panification française. Edit. Lavoisier-Apiaria, Tec et Doc, Paris, 534 p.

Genie-alimentaire.com. Du blé au pain.

Grainscanada.gc.ca. Le poids spécifique des graines.

J.F CRUZ et AL, 1989 « conservation des grains et région chaudes».

Laboratoire-olcea.fr. Les analyses de blé tendre

Lahbabi et al, 2004. Guide pratique de la fortification de la farine.

Melle GHANAMI Wahiba / Mme ALBARKA Imane. « Etude et état des lieux des systèmes de culture du blé dans le sud Algérien.

Melle BENHAMIMED Hakima / Melle CHAOUI Zohra. « Effets de l'incorporation de graines alimentaires sur les qualité technologique de la farine de blé destiné a la panification ».

MAIG, 1970, le manuel de meunier. Ed Paris pp120, 154.

MERAGA Hicham. Contribution à l'étude qualitative de farines issues des différents passages de la mouture. (2013)

NIQUE, G, ET LASSERAN, J.C, 1989. « Guide pratique, stockage et conservation

RUEL. 2006. cité par DEBABSA Rafika et al en 2008.

ROUSSEL et Chiron, 2002. Le pain français.

Serviue, 1984. Valeur alimentaire et al, Manuel d'alimentaire humaines. Les aliments tome 2.

Edition : technique et documentation, la voisin, paris, P. 516.

YVES et BUYER, 2000. Cité par DEBABSA Rafika et al en 2008.