

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté des Sciences Biologiques et des Sciences Agronomiques
Département des Sciences Agronomiques



Mémoire de fin de cycle

En vue de l'obtention de diplôme du Master en Sciences Alimentaires

Spécialité : Agroalimentaire et Contrôle de Qualité

Thème

Essai de valorisation de la farine de blé dur par son
incorporation dans la fabrication des biscuits

Réalisée par :

M^{elle} : MAHIDDINE Thinhinane.

M^{elle} : MEKHELEF Nesrine.

Soutenue le 22-09-2022 devant le jury composé de :

Président : M^{me} REMANE-BENMALLEM Y. Maître assistante à l'U.M.M.T. O.

Examineur : M^f BENGANA M. Maître de conférences à l'U.M.M.T. O.

Promotrice : M^{me} LAMMI S. Maître de conférences à l'U.M.M.T.O.

Promotion 2021-2022

Remerciements

Tout travail intellectuel, fruit d'une recherche individuelle n'est en réalité que le résultat d'une collective et d'une synergie de compétence et de volonté. Je saisis l'occasion, à travers ce document pour exprimer mes vifs remerciements :

Nous remercions avant tout DIEU, tout puissant, pour la volonté, la santé, courage et la patience qui nous a donné pour terminer ce travail.

La réalisation de ce mémoire a été possible grâce au concours de plusieurs personnes à qui nous tenons à leur exprimer notre gratitude.

Nos remerciements s'adressent particulièrement à notre promotrice Madame LAMMI S., maître assistante au département d'agronomie à l'UMMTO, d'avoir accepté de diriger ce travail, ainsi que pour ses efforts fournis, pour ses conseils judicieux prodigués et pour sa patience et sa persévérance dans notre suivi, malgré ses charges intenses.

Ensuite aux membres du jury qui ont eu l'amabilité d'accepter d'évaluer ce travail. Qu'ils trouvent ici l'expression de ma reconnaissance.

À Madame BENMALEM-REMMANE Y., la responsable de la spécialité et maître assistante à l'UMMTO pour l'honneur qu'elle nous a fait en présidant le juré.

Je remercie le membre de jury Mr BENGANA M., qui a bien voulu examiner ce travail.

Nos considérables remerciements vont à tous les responsables et personnels d'AGRODIV et la Biscuiterie : "ISSER DELICE" ainsi que tous les participants des séances d'évaluation sensorielle.

Nous remercions également tous nos enseignants qui nous ont accompagnés durant notre formation, pour leur apport scientifique considérable et nos camarades de la section qui ont été près de nous.



Nesrine et Thinhinane



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leurs prières tout au long de mes études.

À mes chères sœurs : Asma, Sabrina.

Mon adorable neveu Elyane.

À mes chers frères : Yanis, Rahim, Amine

À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

À mon binôme Nesrine.

À tous mes chers ami(e)s



Thinhinane



Dédicace

Je dédie ce modeste travail à :

À mes chers parents, pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leurs prières tout au long de mes études.

*À ma chère sœur : **Síham***

*À mes chers frères : **Nassím et Hícham***

À toute ma famille pour leur soutien tout au long de mon parcours universitaire.

*À mon binôme **Thínhinane***

À tous mes chers ami(e)s



Nesrine

Sommaire

Liste des abréviations

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction1

Partie bibliographique

1.le blé dur

1.1.Généralités sur le blé dur.....	3
1.2.Historique	3
1.3.Différents types de blé.....	4
1.4.Importance du blé.....	5
1.4.1. Importance alimentaire	5
1.4.2. Importance économique.....	6
1.5. Composition du blé dur	7
1.5.1. Composition histologique du grain	7
1.5.2. Composition biochimique du grain de blé	8
1.6. Accidents de blé dur.....	13
1.7. La production et la consommation de blé dur	14

2. les produits de la première transformation de blé dur

2.1.Semoule	16
2.1.1.Définition	16
2.1.2.La technologie de transformation de blé dur en semoule.....	16
2.1.3.Composition biochimique de la semoule	21
2.1.4.Caractéristiques organoleptiques des semoules	22
2.1.5.Classification et usage des semoules.....	23
2.2.La farine de blé dur	25
2.2.1.Définition	25
2.2.2.Origine.....	25
2.2.3.Composition biochimique de la farine de blé dur	25
2.2.4.Caractéristiques de la farine de blé dur	27
2.2.5.Utilisation de la farine de blé dur	28

3.Les biscuits

3.1.Définition des biscuits	30
-----------------------------------	----

3.2. Classification des biscuits	30
3.3. Effet des principaux ingrédients.....	32
3.4. Composition nutritionnelle	36

Matériel et méthodes

1. Matériel et méthodes	41
1.1 Objectif du travail.....	41
1.2. Déroulement de l'étude	41
1.2.1. Analyses physico-chimiques sur le grain de blé dur	41
1.2.2. Analyse physico-chimique des produits de mouture.....	44
1.2.3. Analyses technologiques des produits de mouture.....	49
1.2.4. Préparation des biscuits	52
1.2.5. Evaluation de la qualité organoleptique	55

Résultats et discussions

1. Analyses sur les grains	59
1.1. Analyses physiques.....	59
1.2. Les analyses chimiques sur les graines de blé.....	62
2. Analyses des produits de mouture	62
2.1. Les analyses physiques	62
2.2. Analyses chimiques	64
2.3. Analyses technologiques	66
3. Caractéristiques sensorielles.....	69
3.1. La couleur	69
3.2. L'épaisseur.....	70
3.3. L'odeur	71
3.4. Dureté/ croquant	72
3.5. La friabilité	73
3.6. Gout sucré.....	74

Conclusion	76
-------------------------	-----------

Annexe

Résumé

Liste des abréviations

AFNOR : Association Française de Normalisation.

EPE : entreprise publique économique.

FT : farine de blé tendre

FAO: Food Agriculture organization

GH: gluten humide.

GS: gluten sec.

INSPQ : Institut national de santé publique du Québec.

ITFC : Institut technique des céréales et des fourrages.

ITGC : institut Technologique de Grande Culture.

MIT : mitadinage.

MOU : moucheture.

ms : matière sèche.

MT : millions tonne

NA : Norme algérienne.

NF EN : Normes françaises et européennes.

OQALI : Observatoire de la qualité de l'alimentation

PHL : poids d'hectolitre.

PMG : poids de mille grains.

PNNS : Programme national nutrition santé.

PS : poids spécifique.

Qx : quintaux.

SDS: sodium- dodecyl sulfate.

SE : Semoule grosses moyennes.

SG : Semoule grosses.

SGM : Semoule grosses moyennes.

SPA : société par action

SSSE : Semoules sassées super extra.

3SF : la farine de blé dur .

Liste des figures

Figure 1 : la différence morphologique entre blé dur et blé tendre.....	4
Figure 2 : Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé.....	7
Figure 3 : le grain de blé, une structure hétérogène.....	8
Figure 4 : les principaux fournisseurs de blé dur.....	15
Figure 5 : les principaux importateurs de blé dur.....	15
Figure 6 : les étapes de fabrication de la semoule et leur classification.....	16
Figure 7 : Principe de la mouture de blé dur.....	20
Figure 8 : La grande famille des biscuits	32
Figure 9 : unité de production de Baghlia.....	39
Figure 10 : situation géographique d'AGRODIV Baghlia.....	39
Figure 11 : Analyse de granulation de matière première.....	45
Figure 12 : Analyse de taux de cendre de matière première.....	47
Figure 13 : Mesure du taux d'humidité de la matière première.....	49
Figures 14 : Détermination la teneur en gluten sec et humide.....	50
Figure 15 : Mélange de la matière grasses et du sucre.....	53
Figure 16 : Ajout de l'eau, sel, bicarbonate de sodium et d'ammonium.....	53
Figure 17 : Ajout de la farine.....	54
Figure 18 : Moulage de la pâte.....	54
Figure 19 : La cuisson.....	55
Figure 20 : Refroidissement des biscuits.....	55
Figure 21 : le déroulement de la séance de dégustation.....	57
Figure 22 : variation de la granulométrie de la farine et 3SF.....	63
Figure 23 : variation de la teneur en eau 3SF et FT.....	64
Figure 24 : variation de taux de cendre pour la farine et 3SF.....	65

Figure 25 : variation de la teneur en gluten humide pour la farine et 3SF.....	66
Figure 26 : variation de la teneur en gluten sec pour la farine et 3SF.....	67
Figure 27 : variation de volume de SDS.....	98
Figure 28 : Appréciation de la couleur des formulations de biscuit par les dégustateurs.....	96
Figure 29 : Appréciation de L'épaisseur des formulations de biscuit par les dégustateurs....	70
Figure 30 : Appréciation de l'odeur des formulations de biscuit par les dégustateurs.....	71
Figure 31 : Appréciation de dureté des formulations de biscuit par les dégustateurs.....	72
Figure 32 : Appréciation de la friabilité des formulations de biscuit par les dégustateurs.....	73
Figure 33 : Appréciation de goût des formulations de biscuit par les dégustateurs.....	74

Liste des tableaux

Tableau I : Composition qualitative pour 100 g de grains entiers du blé dur.....	6
Tableau II : composition chimique du grain de blé (limites habituelles de variation).....	9
Tableau III: Distribution des glucides dans les fractions de blé dur (g/100 g).....	9
Tableau IV : Distribution histologique des principaux constituants du grain du blé.....	13
Tableau V : Principales machines de nettoyage des blés avant broyage.....	18
Tableau VI : composition biochimique de la semoule.....	22
Tableau VII : Récapitulatif de la composition physico-chimique d'une farine de blé dur.....	27
Tableau VIII : Usage de la farine de blé dur.....	29
Tableau IX : Composition de la formule des biscuits	52
Tableau X : Pourcentage des taux d'incorporation de la 3SF dans FT.....	52
Tableau XI : Résumé des analyses effectuées sur le grain de blé.....	59

Introduction

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme les principales sources nutrition humaine et animale (SLAMA et al, 2005). Elles fournissent 50 % de l'apport énergétique moyen de l'être humain et 60% des matières premières utilisées dans la fabrication des aliments composés pour le bétail. Les principales céréales sont représentées par le blé, l'orge, le maïs et le riz (AMMAR, 2014).

Selon KELLOU (2008), l'Algérie a importé environ 5.5 millions de tonnes de blé (dur et tendre) pour répondre à la demande, qui représentait 60% des besoins nationaux dont 40 % est importée sous forme de semoule.

La production de blé dur en Algérie, occupe 45% de sol céréalière (MADR ,2009), demeure très insuffisante pour satisfaire la demande de ce produit de large consommation estimé à 220Kg /an/habitant (ZAGHOUANE et al.2006). Avec un rendement atteignant 15 q/ha dans le meilleur des cas et face à une demande sans cesse croissante, l'Algérie reste fortement dépendante des importations et fait partie du groupe des plus gros importateurs de blé dans le monde (MADR, 2009).

Les deux espèces du blé les plus étudié en vue de leur grande importance économique sont : le blé dur (*Triticum durum*), utilisé pour la production des semoules et des pâtes alimentaires et le blé tendre (*Triticum aestivum*), utilisé pour la production de la farine et la fabrication du pain (DJAOUTI, 2010).

Le blé dur est l'espèce qui est la plus largement consommée. Il est cultivé dans toutes les régions semi arides du monde et en Algérie, régions de culture et superficies qui lui sont consacrés. Grâce à ses caractéristiques nutritionnelles et technologiques, le blé dur se prête à la fabrication d'une gamme très variée de produits alimentaires (ZAGHOUANE et al., 2006).

La culture du blé dur en Algérie est encore difficile à maîtriser car elle est confrontée à plusieurs contraintes (aléas climatiques, faible maîtrise de l'itinéraire technique). Tous ces facteurs font que la production dans ce secteur est un labour quotidien aux bien maigres résultats. Cette situation engendre une production en blé très faible. La principale difficulté en céréaliculture est la limitation en eau, aggravée par l'irrégularité des précipitations, les hautes températures et les maladies (LABBANI, 2007).

Le blé est unique dans son aptitude à former une pâte avec des propriétés viscoélastiques appropriées pour la production du pain, des pâtes et des produits céréaliers, et des biscuits, (GODON ,1991).

La transformation du blé dur dans une semoulerie de 4400qx/J, génère en plus de la semoule, un sous-produit qui est la farine de blé dur (3SF) avec une production de 440qx/J, soit 10% des produits de mouture.

La farine de blé dur s'agit d'une semoule sassée super fine sous un sasseur fin. C'est une semoule fine provenant de l'albumen périphérique, elle est d'aspect farineux, sa production lors de la mouture est indésirable mais inévitable. C'est un produit très riche en protéines, en sels minéraux et en certaines vitamines. Elle est incorporée dans la farine panifiable à une dose de 20% du poids de la farine (DJAOUTI, 2010).

Parmi les produits prêts à consommer, les biscuits revêtent une grande importance car ils sont largement acceptés, abordables et ont une durée de conservation relativement longue (FLORENCE et *al*, 2014 ; IWEGBUE, 2012).

Aujourd'hui, selon les exigences du client sur le plan qualité d'une part et la course des entreprises vers des réductions des coûts de développement d'autre part, l'activité de la biscuiterie industrielle est marquée par une certaine saisonnalité de la demande avec un pic de consommation lors de la rentrée scolaire, les enfants étant les premiers consommateurs de ces produits. Les industries de 2^{ème} transformation des produits céréaliers et sucrés bénéficient d'une croissance de la production supérieure à la moyenne des produits manufacturés.

L'Algérie importe actuellement environ 18 millions de quintaux de blé dur pour répondre à la demande, mais la question qui se pose est : pour avoir un biscuit de bonne qualité et qui répond à tous les critères, il est préférable d'utiliser la farine de blé dur (3SF) mélangée de la farine de blé tendre ?

Pour cela l'objectif de ce présent travail est d'étudier l'effet, des différents pourcentages de la farine de blé dur (3SF) (25%, 50% et 75%) mélangés avec la farine de blé tendre, sur les qualités nutritionnelles et sanitaires des biscuits. Un autre objectif était d'évaluer l'acceptabilité sensorielle de ces biscuits.

1. Le blé dur

1.1. Généralités sur le blé dur

Le blé est une monocotylédone qui appartient au germe de « *Triticum* » de la famille graminée. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec indéhiscent, appelé caryopse constitué d'une graine et de tégument (ŠRAMKOVA *et al.*, 2009).

De point de vue morphologique, le blé dur se distingue par plusieurs caractéristiques physiques, telles qu'une forme du grain plus allongée, une couleur ambrée et surtout par une amande de texture très vitreuse et résistante au broyage (FRANCONIF *et al.*, 2010).

Le blé dur est utilisé en industrie dans la fabrication des pâtes alimentaires, couscous, galettes et certains pains traditionnels. Il est à la fois plastifiable et panifiable (CALVEL, 1984).

1.2. Historique

Depuis la naissance de l'agriculture, le blé est la base de la nourriture de l'homme. Pendant plusieurs siècles, il a été vénéré comme un dieu et associé à la pluie, l'agriculture et la fécondité. Le blé est l'une des céréales connues depuis l'antiquité (Ruel, 2006).

Sa découverte remonte à 15000 ans avant Jésus-Christ dans la région du croissant fertile, vaste territoire comprenant la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de la Jordanie, de l'Iraq, et la bordure Ouest de l'Iran (FELDMAN et SEARS, 1981).

Les blés constituent le genre *Triticum*, qui comporte un certain nombre d'espèces cultivées (BELAID, 1996). Le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) sont les plus développés dans le monde et en Algérie (GRIGNAC, 1981).

Le blé dur provient des territoires de la Turquie, de la Syrie, de l'Iraq et de l'Iran (FELDMAN, 2001).

Le terme blé vient probablement du gaulois Blato (à l'origine du vieux français blaie, blee, blaier, blaver, d'où le verbe emblaver, qui signifie ensemer en blé) et désigne les grains quibroyés, fournissant de la farine, pour des bouillies (polenta), des crêpes ou du pain. On trouve sous le nom de blé des espèces variées : le genre *Triticum* (du latin *Tritus*, us= broiement, frottement), le blé moderne (froment), l'orge (*Hordeum*) et le seigle (*Secale* céréale), le blé noir (sarrasin).

C'est en l'an 300 ans avant J C, que les premiers procédés de panification ont été élaborés par les Egyptiens qui préparaient déjà les premières galettes à base de blé. L'homme sait alors

produire sa propre nourriture, en même temps celui-ci acquiert son autosuffisance alimentaire et en ces temps-là, apparaissent les premiers échanges commerciaux. Par la suite, les techniques de panifications se sont améliorées grâce au Hébreux, Grecs et enfin Romains qui en répandent l'usage à travers l'Europe et devenue, un des constituant essentiel de l'alimentation humaine (YVES ET BUYER, 2000).

1.3. Différents types de blé

Du point de vue morphologique les blés se distinguent par plusieurs caractéristiques (tableau 1) (figure 1).

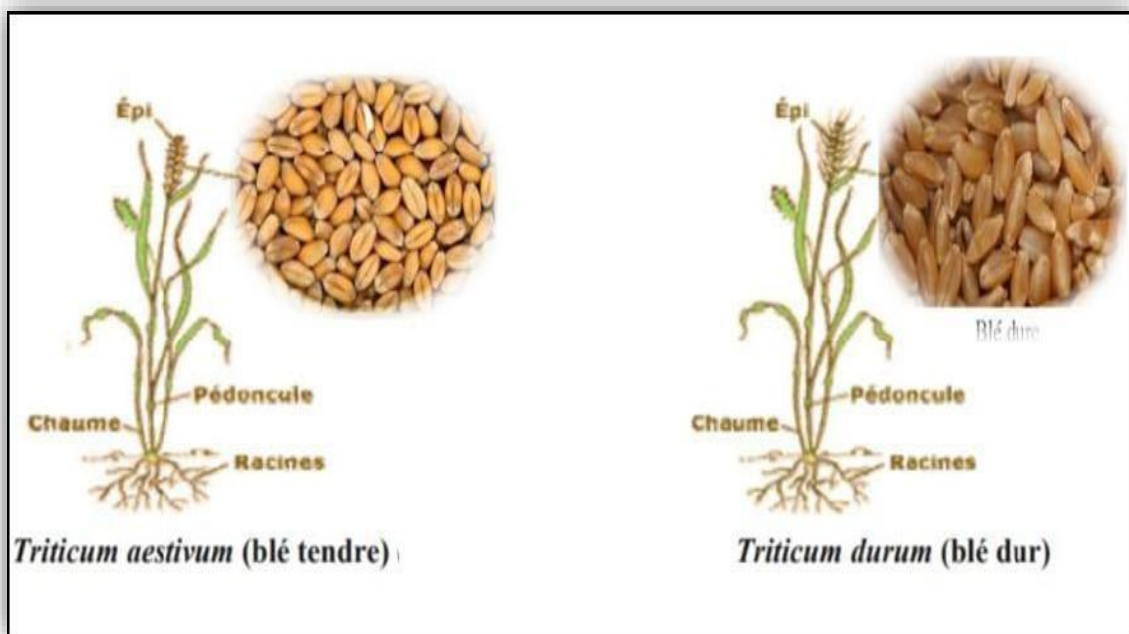


Figure 1 : la différence morphologique entre blé dur et blé tendre (ABECASSIS, 2015).

Deux espèces de blés sont cultivées en Europe, le blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et le blé dur (*Triticum durum*). Du point de vue de l'alimentation humaine, le blé tendre est utilisé sous forme de farine, constituant de base des produits de cuisson : pain, viennoiseries, biscuits..., le blé dur est le constituant de base des semoules et pâtes alimentaires.

D'un point de vue génétique les cytologistes ont démontré que les deux espèces possèdent un nombre chromosomique de base de $2n = 14$, le blé dur possède 2 lots de 14 soit 28 chromosomes on dit que c'est une espèce tétraploïde tandis que le blé tendre possède 3 lots de 14 soit 42 chromosomes.

Des différences génétiques qui expliquent des différences biochimiques et physicochimiques : la composition des réserves protéiques, glucidiques et lipidiques des albumens de ces deux espèces est à la fois déterminée génétiquement est influencée par l'environnement .

Des différences biochimiques et physico chimiques qui expliquent des différences de qualité d'utilisation : Première transformation : les spécificités meunière du blé tendre et semoulière du blé dur sont fondées sur des interactions particulières entre les protéines et l'amidon qui confèrent à l'albumen des textures très différentes. L'albumen du blé tendre a une texture farineuse tandis que celui du blé dur a une texture vitreuse (ANONYME, 2015).

1.4. Importance du blé

1.4.1. Importance alimentaire

Le blé est la principale source de calories et de protéines pour un tiers de la population mondiale. Les pyramides d'Égypte furent construites par des esclaves dont l'alimentation reposait essentiellement sur le blé et les légumes. Cela explique en grande partie pourquoi le blé est surnommé « le roi des céréales » (ANONYME, 2021).

On évalue l'apport énergétique de 100 grammes de germes de blé à 360 kilocalories.

L'importance du blé dur est due à sa grande valeur nutritionnelle, suite à sa richesse en protéine et la présence du gluten qui donne aux pâtes alimentaires une meilleure tenue à la cuisson (Tableau I). Le grain du blé dur sert à la production de pâtes alimentaires, du couscous, et à bien d'autres mets comme le pain, le frik, et divers gâteaux (TROCCOLI et al., 2000).

Tableau I : Composition qualitative pour 100 g de grains entiers du blé dur
(HEBRARD, 1996).

Constituants	Quantité	Constituants	Quantité
Eau (L)	13	Ca (mg)	35
Energie (kj)	1383	Mg (mg)	100
Energie (kcal)	331	P (mg)	390
Glucides (g)	63	Na (mg)	5
Lipides (g)	2.5	K (mg)	-
Protides (g, N x 6.25)	14	Fe (mg)	4.5
Fibres alimentaires(g)	9.5	Vit B1 (mg)	0.5
Vit B2 (mg)	0.09	Vit PP (mg)	6
Vit E (mg)	3	Biotine (mg)	0.01
Acide folique (mg)	0.04		

1.4.2. Importance économique

Les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Durant les deux périodes 2000-2009 et 2010-2017, la superficie des céréales occupent en moyenne annuelle 40% de la superficie Agricole Utile (SAU) (M.A.D.R 2019).

En Ukraine, malgré la guerre et les difficultés qu'ont rencontrées les agriculteurs, le potentiel de production serait de 20 Mt. En Russie, les conditions climatiques sont restées idéales pendant toute la campagne, la récolte tout blé est attendue proche des records historiques avec 85 Mt. Les prix du blé demeurent donc sur des niveaux extrêmement élevés, mais des craintes sont présentes du côté de la consommation mondiale. La récession possible de l'économie mondiale pourrait se propager aux céréales, limitant la demande, avec des prix qui pourraient alors chuter (ANONYME, 2022).

1.5. Composition du blé dur

1.5.1. Composition histologique du grain

Un grain de blé est formé de trois compartiments, comme le montre la figure 2 :

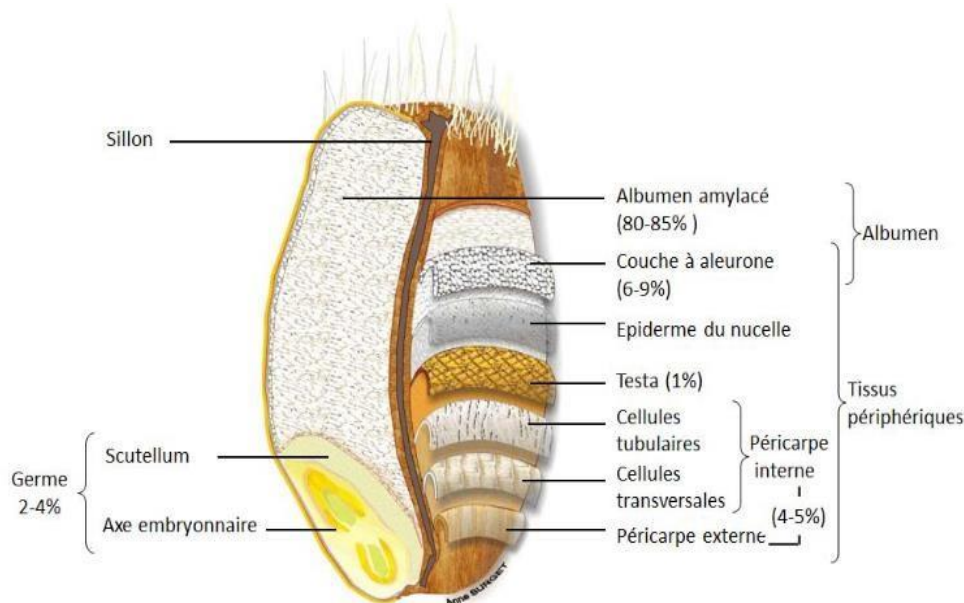


Figure 2 : Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé

(SURGET & BARRON, 2005).

1.5.1.1 Les enveloppes

Occupent 13 à 17 % du poids total de la graine, formées de six tissus différents : épiderme du nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe de la graine), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe (FEILLET, 2000). De la surface externe vers le centre du grain se trouvent successivement le péricarpe externe (épicarpe) et le péricarpe interne constitué par le mésocarpe et l'endocarpe. Viennent ensuite la testa et l'épiderme du nucelle (ou couche hyaline) (SURGET & BARRON, 2005). Ces tissus sont essentiellement constitués de cellules vides dont les parois sont riches en fibres et en composés phénoliques (HEMERY et *al.*, 2007).

Les enveloppes ont un rôle important de protection contre l'humidité et contre les organismes pathogènes (REIS et *al.*, 2006).

1.5.1.2. Le germe

Le germe représente 3% du poids du grain et constitue la future plante. Il forme de l'embryon et du scutellum, qui entoure l'embryon, le protège. C'est la partie la plus nutritive

du grain (DARRIGOL, 1978). Il est riche en lipides (13 à 17%), protéines (36 à 40%), vitamines et les éléments minéraux (4 à 6%) (FEUILLET, 2000). Certains nutritionnistes en font le meilleur des aliments, allant jusqu'à parler à son propos d'aliment miracle (DARRIGOL, 1978).

Il joue un rôle nourricier grâce à sa richesse en protéines, matières grasses et vitamines (FREDOT, 2012). Il est éliminé à la mouture pour éviter le rancissement et augmenter la durée de conservation (FEUILLET, 2000).

1.5.1.3. Albumen ou amande

Représente environ (80 à 85%), constitue presque tout l'intérieur du grain (FEUILLET, 2000). Il est constitué de :

- ✓ l'albumen amylicé qui est formé d'un amas de cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois cellulosesiques sont peu visibles.
- ✓ La texture de l'albumen de blé dur est vitreuse. L'essentiel de l'albumen amylicé se retrouve dans les fractions de semoule après mouture du grain (SURGET et BARRON, 2005).

1.5.2. Composition biochimique du grain de blé

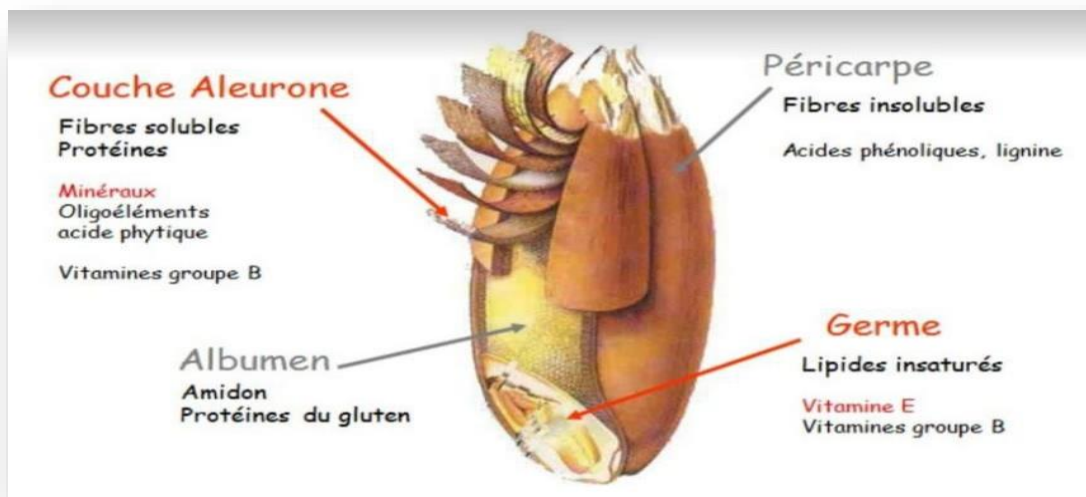


Figure 3 : le grain de blé, une structure hétérogène (VINDRAS, 2014)

La composition du grain de blé est très complexe. Elle dépend de l'espèce et de la variété de blé mais, également du climat, des méthodes de cultures, et des conditions de stockage (GODON et WILLM, 1991).

Le grain est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15%, selon les variétés et les conditions de culture), les autres constituants, pondéralement mineurs

(quelques% seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines. (Tableau II) (FEILLET, 2000).

Tableau II : composition chimique du grain de blé (limites habituelles de variation)(FEILLET, 2000)

Natures des composants	Teneur (% ms)
Protéines	10-15
Amidon	67-71
Pantosanes	8-10
Cellulose	2-4
Sucre libre	2-3
Lipides	2-3
Matières minérales	1.5-2.5

1.5.2.1. Glucides

La fraction importante des glucides est représentée par l'amidon environ 60% à 70% de la matière sèche du grain (PATRICK ,2006).

Les glucides ou sucres se présentent sous la forme de quelques sucres simples, mais surtout de composés plus ou moins complexes de ces mêmes sucres simples tels que le glucose et le pentose. Le plus important est l'amidon qui est la substance énergétique par excellence (FEILLET, 2000).

L'amidon est un polymère de glucide, il est constitué des chaînes non ramifiées (amylose) :25% et des chaînes ramifiées (amylo-dextrine) :75%. La cellulose qui est un glucide complexe, difficilement digestible, rentre dans la composition du péricarpe (NIQUE et CLASSERAN, 1989).

Tableau III : Distribution des glucides dans les fractions de blé dur (g/100 g)
(DUNFORD, 2012).

Glucides	Albumen	Germe	Enveloppes
Amidon	95.8	31.5	14.1
Sucres	1.5	36.4	7.6
Cellulose	0.3	16.8	35.2
Hémicellulose	2.4	15.3	43.1

1.5.2.2. Protéines

Ce sont des composés azotés que l'on rencontre sous forme simple (acides aminés) et sous forme plus complexe (protéines) (FEILLET, 2000).

Le grain de blé dur est constitué d'environ 12 % de protéines localisées dans l'albumen et la couche à aleurone. Les gliadines et les glutamines représentent 80 à 95 % des protéines insolubles du blé et forment ensemble le gluten ; le reste est constitué par des protéines solubles telles ; l'albumine et les globulines sont responsables de la qualité des pâtes alimentaires (VIERLING, 2008). La qualité technologique est étroitement liée à celle des protéines dans le grain.

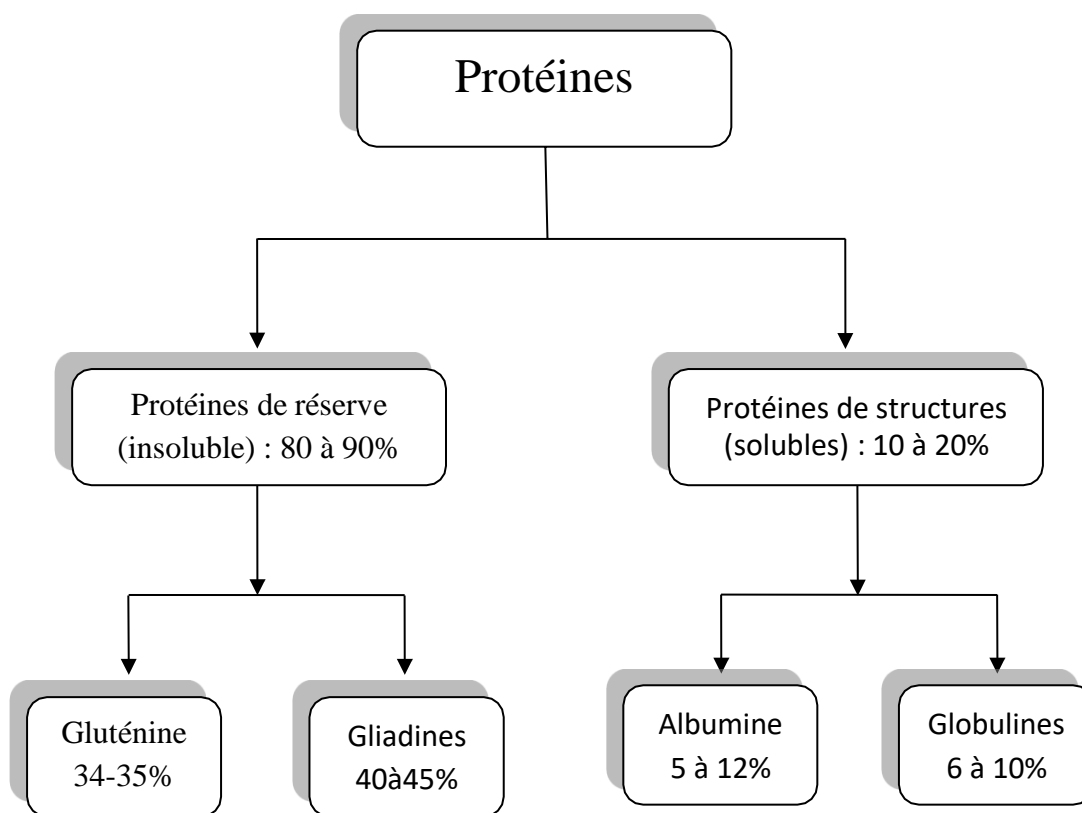


Diagramme de classification des protéines (FEILLET, 2000).

1.5.2.3. Lipides

Ils se retrouvent principalement dans le germe. Les acides gras sont essentiellement des acides gras insaturés (75-80%) : acide linoléique (55-60%), acide oléique (16-18 %) et acide linoléique (4-5 %) ; la teneur en acides gras saturés est comprise entre 20 et 25 %. Les deux tiers de ces lipides sont libres, alors que les autres sont liés aux différents constituants de la farine (glucides, protides) (FEILLET, 2000).

Les lipides sont principalement sous forme de triglycérides ; ils ne jouent pas de rôle technologique majeur ; toutefois les interactions des lipides endogènes avec les protéines notamment modifient les propriétés fonctionnelles du gluten et contribuent à la régulation des structures alvéolaires (JEANTET *et al.*, 2007).

Les lipides jouent un rôle d'émulsifiants et de producteurs de composés volatiles des pâtes en association avec le gluten et l'amidon lors du processus de pétrissage (VIRLING, 2008).

1.5.2.4. Les pentosanes

Sont des polysaccharides non amylicés. Ce sont aussi les constituants des parois cellulaires associés généralement à la cellulose. Les pentosanes sont formés par l'union des deux pentoses, D-xylose et L- arabinose par l'élimination d'une molécule d'eau, ils représentent 6 à 8 % du poids des glucides du grain (FEILLET, 2000).

1.5.2.5. Minéraux

La teneur en matière minérale du grain est d'environ 1,8 % ; ces matières se distribuent à l'intérieur du grain de la manière suivante (ABECASSIS, 1987) :

- ❖ 5 à 8 % dans les enveloppes.
- ❖ 10 % dans la couche à aleurone.
- ❖ 0,5 % à 1 % dans l'albumen amylicé.

Le blé présente une grande variation en minéraux soit de : (340mg/100g) de potassium, (400mg/100g) de phosphore, (45mg/100g) de calcium et environ (8mg/100g) de sodium (FREDOT, 2012). Selon (GODON et WILM, 1991), ces teneurs sont relativement fixes, quelles que soient les conditions externes dans lesquelles la céréale a été cultivée.

1.5.2.6. Vitamines

La graine de blé est également riche en vitamines, notamment celles du groupe B (à l'exception de la vitamine B12) (DJELTI, 2014). Localisées surtout dans le germe, leur répartition varie selon le sol, le climat et la variété du blé. On retrouve surtout les vitamines : B1, B2, B5, PP, B6 et E. les variations dues aux traitements technologiques sont beaucoup plus marquées parce que certaines vitamines sont très sensibles à la chaleur (GODON et LASSERAN, 1989).

1.5.2.7. L'eau :

Les grains de céréales sont des organes particulièrement déshydratés (leur teneur en eau est d'environ 14%) du fait de leur fonction d'abord protectrice de l'embryon puis nourissante de la jeune plante (GODON, 1991).

Le grain du blé mûr est constitué de 13.5% d'eau (FEILLET, 2000), cette faible teneur lui permet d'être stocké longtemps en évitant ainsi le développement des micro-organismes en particulier les moisissures (FREDOT, 2005). L'eau est présente dans le grain sous des formes différentes :

- L'eau de dissolution dans les vacuoles des cellules, c'est une eau que l'on qualifie « Libre ».
- L'eau d'inhibition associée aux colloïdes.
- L'eau de constitution très fortement fixée à la molécule GODON et WILLM, (1998).

1.5.2.8. 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. (NIQUET et LASSERNAN, 1989).

Les plus courantes sont les protéases, les lipases, les lipoxygénases et les amylases, plus phytases (phosphatases) les peroxydases et les catalases (BOUDREAU et MENARD, 1992).

1.5.2.9. Fibres alimentaires

Ce sont des cellules végétales, encore appelées « indigestible glucidique » résistant à l'hydrolyse (MOLL et MOLL, 2008).

Selon JEANTET et *al.*, (2007), ce sont des polysaccharides non amylacés indigestibles par l'Homme. Principaux constituants des parois de l'albumen (70 à 80%), elles représentent 6 à 8 % du grain et 2 à 3 % de la semoule. Elles se divisent en deux grandes familles selon leur solubilité : les fibres à structure cristalline, insolubles dans l'eau et les fibres non cristallines solubles dans l'eau.

Tableau IV: Distribution histologique des principaux constituants du grain du blé (FEILLET, 2000).

	Grain	Péricarpe (6%) ¹		Aleurone (70%) ¹		Albumen (84%) ¹		Germe (3%) ¹	
	% G	% T	% G	% T	% G	% T	% G	% T	% G
Protéines	13.7	10	4.4	30	15.3	12	73.5	31	6.8
Lipides	2.7	0	0	9	23.6	2	62.9	12	13.5
Amidon	68.9	0	0	0	0	82	100	0	0
Sucre réducteurs	2.4	0	0	0	0	1.8	62.7	30	37.3
Pentosanes	7.4	43	35.5	46	43.8	1.6	18.3	7	2.9
Cellulose	2.8	40	87.1	3	7.6	0.1	3.1	2	2.2
Minéraux	1.9	7	22.6	13	43.6	0.5	22.6	6	9.7

% G = % du constituant dans le grain.

T% = % du constituant dans le tissu. ⁽¹⁾ % du tissu dans le grain.

1.6. Accidents de blé dur

➤ Le mitadinage

D'après SCOTTI et MONT (1997), le mitadinage est un accident physiologique fréquent sur les grains de blé dur qui survient lorsque la plante souffre d'une carence en nitrate pendant le développement du grain. Il provoque un changement de texture de l'albumen qui normalement est translucide et vitreux devient, en partie ou en totalité opaque et farineux.

Taux de mitadinage détermine le rendement et la qualité de la semoule, il rend compte des proportions d'amande farineuse et vitreuse (CHERET et *al.*, 2003).

➤ La germination

D'après SCOTTI et MONT (1997), les grains germés sont des grains qui, au cours de la maturation ou de stockage ont subi des conditions de température et d'hygrométrie favorable au démarrage de processus de germination ; un phénomène qui peut être apparent (les radicules sont visibles) ou inapparent (les radicules ont disparu ou bien le grain est en début de germination) et qui se caractérise par des concentrations trop élevées en α -amylase. Cette enzyme dégrade l'amidon, induisant une réduction de la capacité de rétention d'eau et une diminution de la viscosité ; il en résulte une pâte collante, difficile à manipuler.

1.7. La production et la consommation de blé dur

La récolte mondiale de blé dur 2019 de 35,6 Mt a été marquée par une forte baisse pour la plupart des pays producteurs et fournisseurs du marché mondial (excepté le Mexique) alors que la production des principaux pays consommateurs et acheteurs du marché a indiqué une hausse globale. Les zones de production les plus touchées par la baisse sont :

- L'UE (dont la France en particulier mais aussi l'Espagne et l'Italie) ;
- Le Canada et les USA. Parmi les producteurs du continent nord-américain, le Canada a vu ses surfaces en repli de 21% environ par rapport à la campagne 2018/19, dont une baisse de 35 % dans la 2e région de production de blé dur canadien : l'Alberta. La moyenne des rendements s'est établie à 2,6 t/ha, soit 10 % au-dessus de la moyenne canadienne en 2018. La production totale est estimée à 5 Mt. La particularité de la récolte 2019 du blé dur au Canada a sans doute été la médiocrité de sa qualité. Des retards de récolte liés à un excès d'humidité ont engendré de lourds problèmes de qualité pour le blé et des pertes de rendement. Les grains de la meilleure qualité, CWAD 1, n'ont représenté que 50 % des volumes de grains récoltés et les grains de qualité inférieure, CWAD 3 et 4, ont constitué 40 % de l'ensemble de la production canadienne. Les principaux problèmes de qualité des grains canadiens en 2019 furent liés essentiellement aux taux de blés germés associés à une baisse du Hagberg et à la vitrosité. Il ressort auprès des transformateurs que, mélangées aux grains de qualité supérieure, les qualités CWAD 4 et 5 seraient aptes à la transformation en pâtes. En 2019/20, les superficies semées en blé dur aux USA ont subi un recul de plus de 35 %, avec 542 000 ha. Des rendements meilleurs que ces dernières années (3 t/ha en moyenne) n'ont qu'en partie compensé la baisse des surfaces. La production américaine n'a atteint que 1,46 Mt soit 30 % en dessous de la récolte 2018. Des retards de moisson dus aux conditions climatiques très défavorables ont conduit, comme au Canada, à des pertes de qualité.

À l'inverse de ses voisins du continent américain, la production de blé dur du Mexique a retrouvé un niveau plus habituel, à près de 2 Mt, après une récolte 2018 catastrophique. Les surfaces consacrées au blé dur ont augmenté de 8 % environ, avec 260 000 ha. Grâce à l'irrigation durant cette campagne particulièrement sèche, les blés durs ont bénéficié de bons rendements (6,8 t/ha). La production de blé dur 2019 d'une partie des pays du Maghreb a une nouvelle fois confirmé une forte progression, notamment pour l'Algérie dont la récolte a atteint un niveau record avec 3,4 Mt. La Tunisie qui a bénéficié de bonnes précipitations à des périodes favorables au cours du cycle de culture a vu ses rendements atteindre un niveau record lui

permettant ainsi d'engranger une récolte autour de 1,2 Mt. A contrario, parmi les pays producteurs de blé dur de l'Afrique du Nord, le Maroc a vu sa production chuter de 50 %, avec 1,3 Mt, en raison d'une baisse des surfaces cumulée à un manque de précipitations. La production de blé dur de l'UE affiche une forte baisse la portant au plus bas niveau depuis la campagne 2014/15, avec moins de 8 Mt. Le recul des surfaces (-10 %) constitue la principale raison de cette diminution (ANONYME, 2021) (figure 4) et (figure 5)

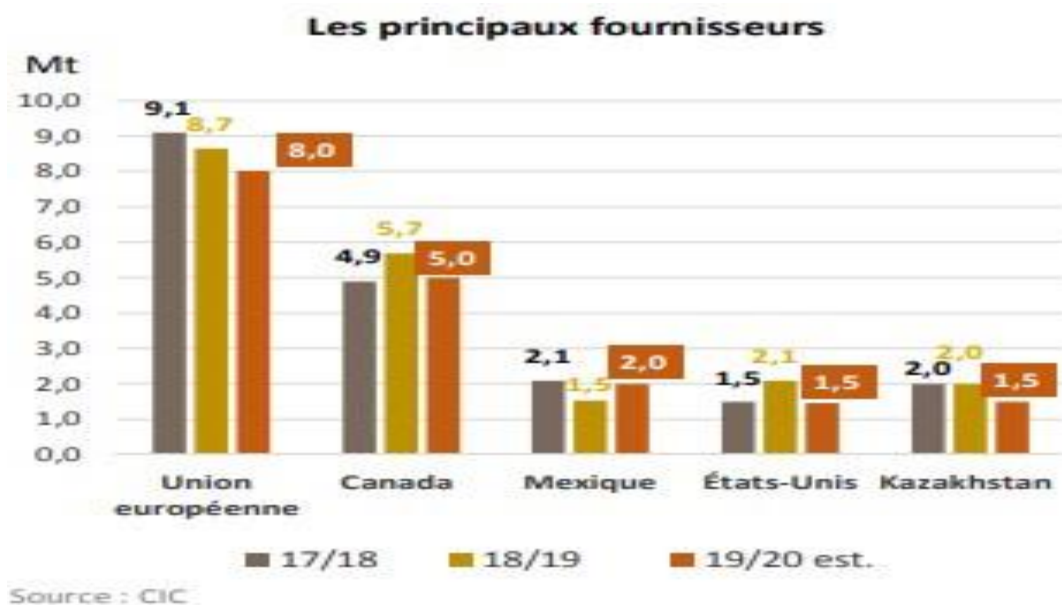


Figure 4 : les principaux fournisseurs de blé dur (ANONYME, 2021).

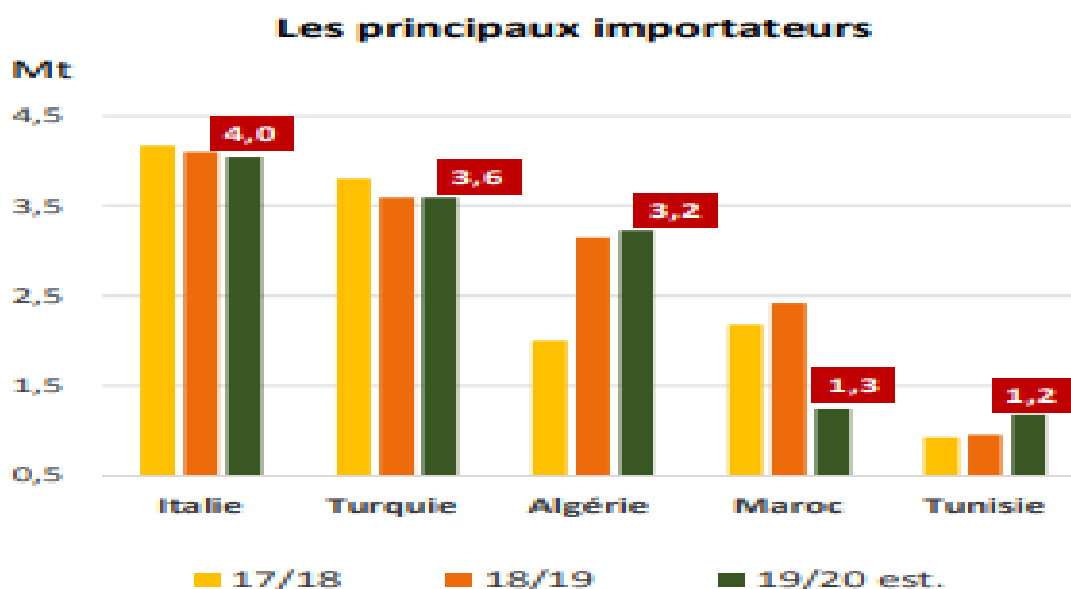


Figure 5: les principaux importateurs de blé dur (ANONYME, 2021).

2. Les produits de la première transformation de blé dur

2.1. Semoule

2.1.1. Définition

La semoule - du latin *simila* fleur de farine - est un produit alimentaire plus ou moins granuleux, de couleur ambrée, extrait exclusivement des blés durs par une mouture industrielle spéciale dite de « semoulerie ». Suivant qu'elles proviennent du centre ou de la périphérie de l'amande, les semoules ont des différences de composition chimique (cendres, matières azotées). La semoule résulte de la fragmentation de l'amande.

En fait, il n'existe pas un seul, mais de nombreux types de semoules qui sont définis en plusieurs catégories selon différents paramètres, tels que le taux de cendres, le taux d'humidité, la granulométrie de semoules, ... (ANONYME, 2012).

2.1.2. La technologie de transformation de blé dur en semoule

Les étapes de fabrication.



Figure 6 : les étapes de fabrication de la semoule et leur classification (ANONYME, 2018).

Selon GODON et WILLM (1998), la première transformation des céréales a pour objectif d'isoler l'albumen amylicé sans contamination par les parties périphériques du grain (enveloppes, couche à aleurone) et par le germe.

2.1.2.1. La réception

La réception des lots de blé dur comporte une étape de contrôle systématique visant l'agrégage de ces lots. Les blés sont agréés dans un but de classement ou de refus s'ils ne sont pas satisfaisants. L'agrégage est une analyse visuelle et olfactive qui permet, entre autres, de détecter les contaminations biologiques dues à la présence d'insectes et/ou de rongeurs, les contaminations chimiques résultant d'un traitement insecticide récent, et les contaminations microbiologiques (présence de blés moisissés, ...). L'échantillonnage doit être suffisant pour permettre de détecter la présence d'insectes vivants, au-dessus d'un seuil de densité estimé à 1 insecte adulte par kg de blé dur. Il permet par ailleurs d'évaluer dans un deuxième temps la qualité physicochimique et sanitaire des blés. Au déchargement, les blés passent sur des grilles qui retiennent les plus gros corps étrangers (ANONYME, 2012).

2.1.2.2. Pré-nettoyage

Il a pour but d'éliminer les grosses impuretés avant le stockage du blé dans les silos ou dans les cellules de mélange, selon les étapes suivantes :

- Une trémie de réception qui permet la rétention de grosses impuretés telles que pailles, bois, cailloux et où l'on peut examiner le passage des quantités livrées.
- Un grand aimant permettant l'élimination des particules métalliques.
- Un séparateur rotatif assurant une séparation sommaire des produits en fonction de leur taille (BOUDREAU et MENARD, 1992).

2.1.2.3. Le nettoyage

Selon FEILLET (2000), cette opération est principale car elle consiste à éliminer complètement tous les grains étrangers (cailloux, pierres...), ce qui risque d'affecter l'apparence du produit fini (la semoule), il y aura donc lieu de prendre certaines précautions et adapter un grand soin lors des opérations de calibrage de la semoule. Les principales machines de nettoyage sont énumérées dans le (Tableau V).

Tableau V: Principales machines de nettoyage des blés avant broyage (FEILLET, 2000)

Type de machine	Principe physique	Impuretés éliminées
Aimant	Champ magnétique	Métaux
Aspirateur	Densité et résistance à l'air	Pailles, glumes
Nettoyeur-aspirateur, trieur	Forme et dimension	Grosses et petites impuretés
Epierreur	Densité	Pierres
Brosse, lavage	Nettoyage en surface	Poussières adhérentes
Table densimétrique	Densité	Pierres, blés ergotés
Toboggan	Force centrifuge	Petits grains
Trieur de couleur	Couleur	Grains avariés

A- Le triage

Le blé passe par des trieurs à surfaces inclinées pour séparer du blé les grains ronds et les pierres. Le blé est amené sur une surface vibrante inclinée afin d'enlever les impuretés du blé qui ont le même diamètre que celui-ci mais dont la longueur est différente. (BOUDREAU et MENARD, 1992)

- Soit plus courtes, telle que les grains ronds... etc.
- Soit plus large, telle que les grains d'avoine, d'orge... etc. (FEILLET, 2000)

B- Brossage

Après l'étape du triage, le blé subit une opération du brossage, dont le but a enlevé la poussière qui se trouve dans le sillon, cette opération est réalisée par la brosse à blé, dans cette machine, le grain est roulé entre une paroi métallique, généralement en tôle perforée, et une brosse qui est fixée sur un arbre tournant. La poussière est détachée du grain et aspirée à travers la tôle au moyen d'une aspiration qui refoule l'air dans un cyclone ou un filtre. (BOUDREAU et MENARD, 1992).

C- Lavage

Le nettoyage du blé souvent complété par le lavage, opération qui peut être considérée également comme la première phase de la préparation à la mouture, celle-ci consiste généralement à additionner une légère quantité d'eau, il a pour but d'enlever dans le sec de laveuse est brassé dans l'eau, les pierres et le sable plus lourds tombent au fond et sont évacués, les grains de blé creux flottent et sont également évacués (FEILLET, 2000).

2.1.2.4. Préparation du blé à la mouture (le mouillage)

Selon GODON (1991), le blé arrive au moulin avec une teneur en eau faible et ne se trouve pas de ce fait dans les conditions voulues, donc il sera nécessaire de procéder à la préparation du grain et de se livrer à une double opération qui comprendra ; une addition d'eau ou mouillage suivi d'un temps de repos ou conditionnement. Le mouillage est une humidification du grain, au départ le grain de blé possède une teneur en eau égale à 11 ou 12%. Le grain est humidifié jusqu'à une humidité de 16.5% même à 17%. Cette action se fait simplement par addition d'une certaine quantité d'eau au blé (eau froide parfois chaude ou en vapeur).

A- Mouture

Les procédés de la mouture reposent sur un principe totalement différent (Figure 7). La structure anatomique du grain de blé présente la particularité que l'ensemble des couches histologiques se replie à l'intérieur de grain pour constituer le sillon ce qui conduit au développement d'un procédé original de première transformation du blé que l'on appelle procédé de mouture, impliquant les mêmes opérations unitaires ; après nettoyage et préparation des grains quel que soit le type de blé considéré (GODON et WILLM, 1998).

La mouture est l'opération centrale de la transformation du blé en semoule, est réalisée par la succession des opérations suivantes :

✓ **Broyage**

Le broyage constitue une des étapes déterminantes de la mouture du blé dur, comme dans le cas du blé tendre, il a pour fonction de séparer l'amande des enveloppes. Mais ici, cette séparation doit être réalisée avec une production minimale de produits finis.

Ce broyage est réalisé par une série d'appareils à cylindre appelés « Broyeur » doté de paires de rouleaux cannelés et dont chaque passage est désigné par un numéro l'identifie : B1, B2, B3. Etc. (FEILLET, 2000).

✓ **Blutage ou tamisage**

Consiste à classer les produits de mouture : gros broyat, grosse semoule, de, fine... etc. ce procédé est réalisé par une série de tamis renfermé dans des compartiments, chacun est réalisé individuellement et directement à chaque opération réalisée par chacun des appareils) cylindre. Chaque plansichter est identifié une par appellation : PB1, PB2, PB etc. (FEILLET, 2000).

✓ **Sassage**

Consiste à épurer toutes les semoules produites écrasement et classement en les débarrassant au maximum des particules de son qui s'y trouvent encore mélangées. Les « sasseurs » assurent cette opération, ils sont pourvus de tamis adéquats (FEILLET, 2000).

✓ **Convertissage**

S'effectue au niveau des minoteries, à réduire toutes les semoules propres et épurées pour leur transformation en farine. Cette opération est réalisée par appareils) cylindres appelé « convertisseurs » dotés chacun da paires de rouleaux lisses et portant individuellement aussi un numéro d'identification tel que : C1, C2, C3...etc. (FEILLET, 2000).

✓ **Désagrégage**

Par des appareils à cylindre munis de très fines cannelures appelées « désagrégueurs ». Ils interviennent dans le traitement des semoules vêtues en éliminant les fragments de son qui adhèrent à l'amande. Les semoules étaient classées en fonction de la densité et de la granulométrie, les semoules refusées au niveau du sasseur sont appelées semoules vêtues (Amande+ enveloppes) :

- ❖ Si l'amande prédomine : on parle de semoules vêtues.
- ❖ Si les enveloppes prédominent : on parle de refus. (FEILLET, 2000).

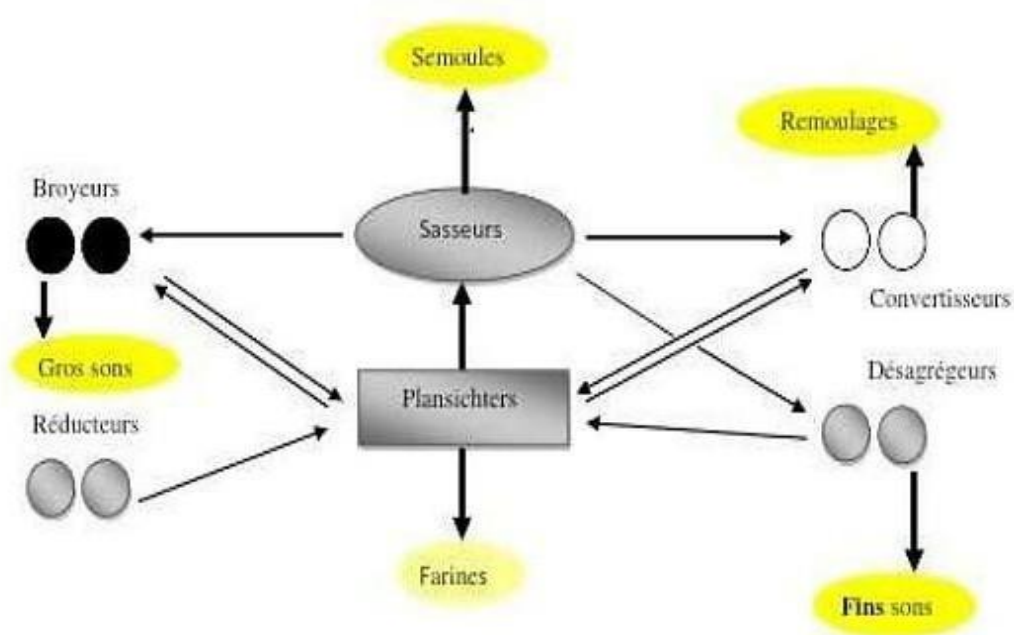


Figure 7 : Principe de la mouture de blé dur (FEILLET, 2000).

2.1.3. Composition biochimique de la semoule

Les semoules issues de l'endosperme amylacé (albumen), jouent un rôle déterminant dans la fabrication des produits à base de blé dur. Elles contiennent en ordre d'importance : l'amidon, quatre classes de protéines, des lipides, des sels minéraux et des enzymes, la granulométrie homogène (200 à 400um) de couleur uniforme avec un gluten tenace et résistant et un minimum de piqures (BOUDREAU et MENARD, 1992).

La composition chimique de la semoule est étroitement liée à celle de blé dur et au diagramme de mouture (nombre de passages d'extraction). Généralement, la semoule contient 80% de glucides, 78% sous forme d'amidon (amylose et amylopectine) et 2% sous forme de sucres réducteurs. Elle est, également, composée de 10 à 16.5 % de protéines dont 80 à 85% sont des protéines de réserve. Les pentosanes sont présents avec un pourcentage de 1.5 à 3% : ce sont des arabinoxylanes (polymères de xylose) possédant une propriété de gélification exceptionnelle et des oxydases jouant un rôle important dans la couleur jaune des pâtes alimentaires (CHRISTELE-ICARD, 2000).

Tableau VII : composition biochimique de la semoule (BOUDREAU et MATSUO, 1992).

Composantes	Taux en %
Amidon	60 - 80
• Amylose	20 - 30
• Amylopectine	70 - 80
Pentosanes	7-8
Protéines	8 - 16
• Protéine solubles (albumine et globulines)	15 - 20
• Protéines insolubles (protéine du gluten)	80 - 85
Lipides	1 - 2
• Lipides libres	60
• Lipides liés	40
Matières minérales	0,87 - 1,20
• Potassium	0,45
• Phosphore	0,3
• Magnésium	0,14
Vitamine	8,64
• B1	0.52
• B2	0.12
• PP	6
• E	2

2.1.4. Caractéristiques organoleptiques des semoules

2.1.4.1. La couleur

La coloration est la somme d'une composante jaune que l'on souhaite élevée et d'une composante brune ou qui doit être faible.

- ✓ Composante jaune : dépend de la teneur en caroténoïdes de la semoule et des ozydases (lipozygénase).
- ✓ La composante brune : due à l'activité des enzymes perozydasiques ou polyphénilozydasique, toute action à diminuer l'activité de ces enzymes soit par la sélection de variété qui on possède que de faible quantité, soit par la mise en œuvre de

technologie appropriée (bonne purification des semoules durant la mouture en particulier, température élevée en début de séchage) aura un effet bénéfique sur la coloration des produits finis (GUEZLANE, 1993).

La coloration des semoules est déterminée par la mesure « tri-stimulus », à l'aide d'un chromamètre ou un spectromètre, des trois paramètres L* (brillance), a* (composante brune) et b* (composante jaune) (HAMMAMI et *al.*, 2017).

2.1.4.2. L'odeur

L'odeur doit être fraîche et se rapproche de celle du blé récolté, mais parfois les semoules présentent une odeur acide et un goût de rance, suite à l'altération et l'oxydation des lipides due à une conservation dans des mauvaises conditions (GODON, 1991).

2.1.4.3. La granulométrie

La granulométrie des semoules varie en fonction des marchés et des usages locaux. Dans les pays de Maghreb et du moyen orient on utilise surtout des grosses semoules pour la fabrication du couscous ou la consommation en l'état. Dans les pays Européens et d'Amérique du nord, où le développement de la semoulerie est lié à l'accroissement de la demande en pâtes alimentaires, on préférera utiliser des semoules moyenne ou fines (GODON et WILLM, 1998).

2.1.4.4. Elasticité

Les semoules très pures, provenant du centre de l'albumen, possèdent de bonnes propriétés rhéologiques (en particulier d'élasticité) mais ont tendance à se déliter si la cuisson se prolonge. Inversement les produits les plus périphériques fournissent des produits finis qui manquent d'élasticité mais qui peuvent conserver un remarquable état de surface même après cuisson (ABCASSIS, 1991).

2.1.5. Classification et usage des semoules

Il existe plusieurs types des semoules :

- ❖ **Semoule extra (SE)** : Ses particules sont fines, elle présente une granulométrie dont le refus au tamis 120 est de 90%. Cette semoule est orientée vers la fabrication des pâtes alimentaires industrielles.
- ❖ **Semoule grosses moyennes (SGM)** : appelée semoule moyenne, elle présente un refus au tamis 100 de 90%. Cette semoule est généralement vendue en l'état pour l'utilisation

ménagère (couscous, galette, biscuits, crêpes...etc.) et pour fabrication couscous industriel de type moyen.

- ❖ **Semoule grosses (SG)** : la semoule grosse doit avoir un refus de 50% au tamis 30 et 40. Cette semoule est destinée essentiellement à la fabrication du couscous type gros (BENBELKASEM et *al.*, 1995).
- ❖ **Semoules sassées super extra (SSSE)** : elles proviennent de la partie centrale de l'amande de grain de blé dur et elles ont un faible taux de matières minérales. La dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 180 à 500 μm , elles sont destinées à la fabrication des pâtes alimentaires de qualité supérieure (FEILLET, 2000).
- ❖ **Semoules sassées super fines (SSSF)** : la dimension des particules de cette catégorie est comprise entre 140 à 250 μm , elles servent à la fabrication des pâtes dites courantes (FEILLET, 2000).

2.2. La farine de blé dur

2.2.1. Définition

D'après le *Codex alimentarius* (1995). La farine de blé dur est le produit obtenu à partir des grains de blé dur (*Triticum durum* Desf.) par procédés de mouture ou de broyage au cours desquels le son et le germe sont essentiellement éliminés, le reste étant broyé à un degré de finesse adéquat.

2.2.2. Origine

Dans une semoule, l'objectif principal est de produire de la semoule, cependant, l'action successive des machines à rouleaux conduit à la production de farine. La quantité de farine produite est d'autant plus importante que le blé est malaxé, en effet il existe une corrélation significative entre la vitesse de malaxage et le pourcentage de farine obtenu lors de la mouture (ABECASSIS, 1987).

D'après (MIRAD 1985), la production de farine de blé dur est d'autant plus importante en cas de :

- ❖ D'un blé fortement mitadiné ;
- ❖ D'une mauvaise conduite de la mouture (ex : mauvais réglage des appareils à cylindres) ;
- ❖ Dépassement de la durée optimale de conditionnement ;
- ❖ Son origine est irrégulière, elle peut provenir de l'amandier (action de broyeurs) ou de l'enveloppe (action brutale des désagrégueurs) ;

2.2.3. Composition biochimique de la farine de blé dur

a) Glucides

Le grain de blé contient près de 70 % d'amidon et 2 % de sucres solubles (BUSHUK, 1986). Si les sucres solubles sont plus abondants dans la farine de blé dur que dans la farine de blé tendre, cette différence proviendrait de grandes quantités d'amidon endommagé (BOYACIOGLU et D'APPOLONIA 1994).

- Le rôle de l'amidon endommagé est très important dans la panification et la pastification, puisque l'absorption d'eau de la pâte est influencée par le pourcentage d'amidon endommagé et discute de son importance dans la production de sucre utilisable par la levure de fermentation, qui l'est moins dans le cas de l'amidon intact (POMERANZ, 1983).

b) Protéines

Les protéines sont le deuxième composant pondéral de la farine après l'amidon et la farine de blé dur en contient entre 9 % et 15 % selon les conditions agro-climatiques et variétales (FEILLET, 2000).

c) Lipides

La quantité de matières grasses dans la farine est fortement influencée par l'origine histologique et le taux d'extraction (ABECASSIS, 1987).

D'après (OUKMOUM, 2001), la farine de blé dur contient 1,5 % à 2 % de lipides, dont 60 % de lipides liés et 40 % de lipides libres.

d) Matières minérales

La teneur en minéraux augmente régulièrement du centre vers la périphérie, mais le taux d'extraction est le même (ABECASSIS, 1987).

L'albumen de blé dur contient environ 50 % de tous les minéraux du grain, contre 25 % pour le blé tendre (COLAS, 1997), de sorte que la teneur en cendres des produits moulus de blé dur est plus élevée (ABECASSIS et FEILLET, 1985). La teneur en cendres de la farine de blé dur est très élevée (supérieure à 1,4%) (BOYACIOGLU et DAPPOLONIA, 1994).

e) L'eau

La teneur en eau de la farine de blé dur est d'importance capitale sur le plan conservation (et donc le plan économique). Une 3SF de 15,5 % d'humidité est considérée humide et ne peut pas être stockée, car elle est facilement altérable (BOUGHAZI, 1990).

La norme *Codex alimentarius* exige que la teneur en eau de farine de blé dur ne dépasse pas 14,5 %.

f) Pentosanes

Les pentosanes représentent 6 à 8 % des céréales et 2 à 3 % des farines de blé tendre (FEILLET, 2000). Selon BOYACIOGLU et D'APPOLONIA (1994), les farines de blé dur ont des niveaux de pentosanes similaires à ceux des farines de blé tendre.

g) Enzymes

La teneur en enzymes de la farine de blé dur varie selon le lieu d'origine ; elle est plus élevée lorsque la farine provient de la couche externe qui contient les granules de germe. Les principales enzymes sont : l'amylase, la lipase, lipoxygénases (OUKEMOUM, 2001).

(GUAGLIA, 1988), a trouvé que la farine de blé dur est caractérisée par des faibles teneurs en amylase, qui est directement liée aux conditions de récolte, à la température et à l'humidité de la saison.

Tableau VIII: Récapitulatif de la composition physico-chimique d'une farine de blé dur(BOYACIAGLU et DAPPOLONIA, 1994).

Composition chimique de la farine de blé dur	
Cendres (% ms)	0.86
Penttosanes (% ms)	1.70
Gluten sec (% ms)	14.50
Gluten humide (% ms)	42.90
Amidon total (% ms)	72.40
Sucre total (% ms)	3.00
Amidon endommagé (% ms)	14.57
Protéines (% ms)	15.00

2.2.4. Caractéristiques de la farine de blé dur

a) Couleur

La farine de blé dur est de couleur jaune ambré, en raison de la présence de pigments caroténoïdes provenant du blé dur (carotènes, xanthophylles). DEXTER et *al.*, (1994), rapportent que les caroténoïdes responsables de la couleur jaune sont plus concentrés dans les parties extérieures du grain. Bien que le degré de cette couleur dépende de la quantité de pigments présents dans le grain, il est également influencé par le taux d'extraction (QUAGLIA, 1988) et l'activité des enzymes (lipoxygénases) susceptible de détruire ces pigments (ABECASSIS, 1996).

b) La pureté

Pureté C'est le taux de contamination du produit albuminé par les produits issus des enveloppes, de la couche d'aleurone et du germe (ABECASSIS, 1996).

L'augmentation du taux d'extraction entraîne une augmentation de la teneur en protéines, fibres et matières minérales produits, cette augmentation ne peut donc qu'être nutritionnellement favorable (ABECASSIS et FEILLET, 1985).

c) La granulométrie

D'après (QUAGLIA, 1988), la farine de blé dur se caractérise par une granulométrie variable entre 120 et 190 μm .

Dans une étude réalisée sur des échantillons de farine de blé dur et une farine de blé tendre qui ont été soumis au même procédé de mouture, ont montré que la répartition granulométrique est très différente entre les farines et ceci est une conséquence de la friabilité du grain de blé tendre, qui donne un grain plus fin avec une granulométrie inférieure à celle de la farine de blé dur (LINDHAL et ELIASSON, 1992).

2.2.5. Utilisation de la farine de blé dur

D'après QUAGLIA (1988), une farine de blé dur ayant des caractéristiques de granulométrie, qui sont adaptés à la fabrication de compositions alimentaires, et plus particulièrement de pâtes utilisées en boulangerie viennoiserie-pâtisserie et biscuiterie.

La farine de blé dur est caractérisée par une teneur minimale de 8% d'amidon endommagé, permet la préparation d'une pâte fortement hydratée possédant des caractéristiques rhéologiques proche de celles d'une pâte obtenue à partir de farine de blé tendre. Comme elle permet l'obtention d'une pâte ayant une excellente aptitude à la panification et ayant un taux d'hydratation supérieur à 75% par comparaison à une pâte panifiée obtenue à partir de farine de blé tendre qui possède un taux d'hydratation inférieur à 70%. Sa teneur élevée en matière minérale donne une pâte colorée, de teinte jaune, qui confère un aspect original et particulièrement attrayant au pain, qui possède une mie ayant un aspect bien jaune et attrayant pour le consommateur final.

Il existe donc des besoins des artisans et des industriels de la boulangerie pour des farines de blé dur dont les caractéristiques soient appropriées pour la fabrication de pâte à pain de la qualité attendue.

Tableau IX : Usage de la farine de blé dur (QUAGLIA, 1988).

<ul style="list-style-type: none"> • Pour le pain 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diminuer les améliorants boulangers. ✓ Augmenter l'hydratation et l'extensibilité de la pâte. ✓ Conférer à la mie une couleur crème, voir jaune avantageuse
<ul style="list-style-type: none"> • Pour la pâte pizza 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Diminuer le temps de pétrissage de la pâte. ✓ Améliorer la tenue dans le temps de la pâte. ✓ Conférer à la pâte une couleur jaune avantageuse.
<ul style="list-style-type: none"> • Pour la viennoiserie 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Un feuilletage jaune très prononcé. ✓ Diminuer de 8 à 12% le beurre de tourrage. ✓ Améliorer significativement le laminage de la pate ✓ Eliminer les colorants tels que le beurre et les beurres de carotènes.
<ul style="list-style-type: none"> • Pour les brioches 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Possèdent une mie d'un jaune très prononcé, ce qui permet de ne pas avoir à mettre en œuvre les colorants que sont le beurre et le jaune d'œuf.
<ul style="list-style-type: none"> • Pour les biscuits 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Possèdent une tenue améliorée. ✓ Supprimer le retreint au four.

3. Les biscuits

3.1. Définition des biscuits

L'origine du mot biscuit est "Bis-Cuit", qui signifie subir une double cuisson. A ses débuts, le biscuit étant en effet une sorte de galette nécessitant une première cuisson, puis un passage dans des compartiments au-dessus du four ou dans une étuve pour terminer l'évaporation de son humidité (KIGER et KIGER, 1967 ; MENARD et *al.*, 1992). Cette double cuisson n'est plus pratiquée actuellement en biscuiterie et il sera plus juste d'entendre le terme biscuit par « bien cuit » (KIGER et KIGER, 1967). À ce biscuit peut être attribuée la définition suivante : "C'est un aliment à base de farine alimentaires, de matière sucrantes, de matière grasse, et de tous autres produits alimentaires, parfums et condiments autorisés, susceptibles, après cuisson de conserver ses qualités organoleptiques et commerciales pendant une durée supérieure à un mois, et pouvant dépasser une année (biscuiterie sèche) ou un temps limité en fonction d'un débit régulier assez rapide (pâtisserie industrielle)" (KIGER et KIGER, 1967 ; MOHTEDJI et LAMBALAI, 1989).

On peut décrire un biscuit en tant qu'une matrice complexe constituée de plusieurs cavités avec différentes tailles et formes, qui sont formées pendant la cuisson quand les gaz de levée et la vapeur d'eau sont libérés. Ces cavités sont des porosités formées par l'expansion des bulles d'air (air pockets) piégées durant le pétrissage (FUSTIER, 2006).

3.2. Classification des biscuits

Il n'existe pas de classification officielle des biscuits en raison de la très grande variété des productions et de la multiplicité des composants pouvant entrer dans les diverses fabrications. Cependant, une classification peut être envisagée en se basant sur la consistance de la pâte avant cuisson (KIGER et KIGER, 1967 ; MOHTEDJI-LAMBALAI, 1989 ; FEILLET, 2000) :

- ✚ Les pâtes dures ou semi dures donnant naissance au type de biscuits secs sucrés et salés: casse-croûte, sablés, petit beurre, etc. C'est une fabrication sans œufs qui représente environ 60 % de la consommation de biscuits.
- ✚ Les pâtes molles s'adressent à la pâtisserie industrielle. Il s'agit à la fois de biscuits secs, tels que boudoirs, langues de chat et d'articles moelleux tels que génoises, madeleines, cakes, macarons. La particularité de ces biscuits est leur richesse en œufs et en matières grasses. Ils représentent environ 26.5 % de la consommation.

- ✚ Les pâtes qui ont une forte teneur en lait ou en eau et contiennent peu de matières grasses. Ce sont les pâtes à gaufrettes (10.5 % de la consommation).

Plusieurs facteurs peuvent influencer la qualité des biscuits tels que ; la qualité et le niveau des ingrédients utilisés, les conditions de fabrication telles que le pétrissage, le repos et le moulage de la pâte, et enfin la cuisson et le refroidissement des biscuits (MAACH REZZOUG *et al.*, 1998 ; MANOHAR et RAO, 2002).

Le biscuit, aliment d'origine céréalière, offre une large palette de recettes provenant de nos traditions culinaires (PNNS, 2007) (Figure 8) :

- Biscuits secs et goûters (36%)
 - Biscuits secs (pur beurre ou non) ;
 - Goûters secs et fourrés.
- Biscuits aux œufs (boudoirs, cuillers...) et gaufrettes (5%)
- Biscuits pâtisseries, chocolatés et assortiments (30%)
 - Biscuits confiturés, fourrés, feuilletés et autres ;
 - Cookies;
 - Biscuits chocolatés.
- Pâtisseries (29%)
 - Madeleines et cakelets ;
 - Fourrés et individuels ;
 - Gaufres ;
 - Quatre-quarts et génoises ;
 - Cakes ;
 - Fourrés familiaux et spécialités régionales ;
 - Pains d'épices.

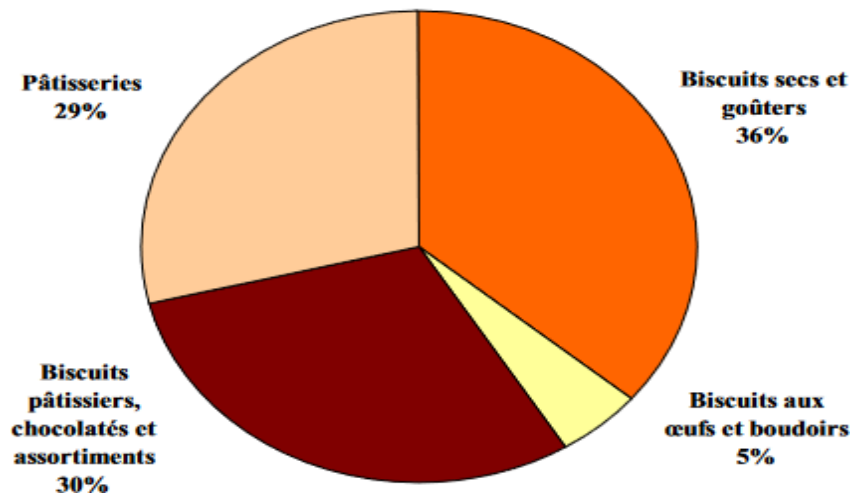


Figure 8 : La grande famille des biscuits (PNNS, 2007)

3.3. Effet des principaux ingrédients

Les trois ingrédients de base pour la fabrication des biscuits sont : la farine, la matière grasse et le sucre (GALLAGHER, 2008 ; ARDENT *et al.*, 2009). Les différentes combinaisons de ses ingrédients donnent naissance à un large éventail de produits avec de formes et de textures diverses (MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998).

Plusieurs auteurs ont essayé de décrire l'effet des ingrédients dans une pâte et l'équilibre de la formule sur la structure finale du produit (MANOHAR et RAO, 2002 ; MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998).

➤ La farine

Malgré la diversité des produits rencontrés en biscuiterie (plus de 800 références reconnues à ce jour), la farine de blé reste la matière première principale de ce secteur. Elle constitue un élément clé de la qualité des produits de biscuiterie. C'est par exemple le cas des biscuits secs et des goûters, qui représentent la part la plus importante des références biscuitières, dont la farine représente plus de 60 Kg par 100 Kg de biscuit (THARRAULT, 1997 ; FEILLET, 2000).

La valeur biscuitière d'une farine se juge d'après son aptitude à donner une pâte machinale, qui selon KIGER et KIGER (1967) cité par (BARTOLUCCI, 1997) résiste à un

certain degré de brisure et pouvoir s'étendre en couches minces sans se casser ou craqueler à la surface, en donnant un produit fini de qualité.

La composition de la farine en protéines et en lipides est également importante : en moyenne, le blé contient 10% de protéines. Quand ce pourcentage diminue, les pâtons se rétractent moins, et les biscuits sont riches en sucre et en graisses. L'augmentation de la teneur en protéines favorise la structuration du réseau de gluten formé pendant le pétrissage. Cependant, un réseau glutineux excessivement structuré bloque l'émission gazeuse. En conséquence, le biscuit produit est mince et sa texture est compacte (MAACHE -REZZOUG et *al.*, 1998). Néanmoins, dans le cas des formules de biscuits riches en gras et en sucre (40% de sucre et 10 à 25% de gras), on peut employer des farines fortes (riches en gluten), dont le corps sera coupé par ces matières (MENARD et *al.*, 1992).

➤ **La matière grasse**

En biscuiterie, les matières grasses utilisées sont généralement d'origine végétale (MOHTEDJI-LAMBALAIS, 1989 ; FEILLET, 2000). Celles -ci permettent d'accomplir un nombre considérable de fonctions telles que (KIGER et KIGER, 1967 ; STAUFFER, 1998) :

- Plasticité ;
- Contribution structurale ;
- Incorporation et stabilisation d'air ;
- Transfert de chaleur ;
- Qualités organoleptiques et nutritionnelles

La principale fonction de la matière grasse est la fabrication des produits plus tendre. Elle lubrifie la structure en se dispersant dans la pâte durant le pétrissage ce qui empêche la formation du réseau glutineux, résultant en une matrice moins élastique. Après cuisson les propriétés organoleptiques désirées pour ces produits se caractérisent par une texture moins dure, une tendance à se fondre dans la bouche (FUSTIER, 2006).

En grande quantité, l'effet lubrifiant de cet ingrédient est tellement grand que peu d'eau est nécessaire pour l'obtention d'un niveau faible de la consistance. Cependant, il faut noter que l'effet de la matière grasse sur la pâte et la qualité du biscuit n'est pas seulement fonction de sa composition mais aussi de celle de la farine et ses lipides natives (FUSTIER, 2006).

➤ **Le sucre**

Le sucre est le troisième élément important dans la fabrication des biscuits. Il représente de 15 à 25 % dans la formule d'un biscuit sec, et plus de 25 % en pâtisserie industrielle. Le saccharose, ajouté à l'état cristallin, est le plus employé. En plus de son pouvoir sucrant, il contribue à la formation des arômes, de la texture, de la coloration et à la conservation des biscuits. Il a également une fonction plastique (FEILLET, 2000).

En biscuiterie, le sucre a une influence remarquable sur le comportement de la pâte en provoquant son ramollissement. Cela est dû en partie à la compétition entre le sucre supplémentaire et la farine sur la disponibilité de l'eau dans le système (MAACHE-REZZOUG et *al.*, 1998).

Le sucre influence les propriétés mécaniques des biscuits. Après cuisson, le saccharose agit tant qu'agent durcissant en se cristallisant pendant le refroidissement du biscuit, ce qui fait du produit croustillant. Une augmentation de la concentration en sucre dans la formule crée des liens plus forts entre les particules après cristallisation en donnant un biscuit plus dur, indéformable avec une surface granuleuse (MENARD et *al.*, 1992 ; MAACHE-REZZOUG et *al.*, 1998).

En outre, le sucre joue un rôle important dans le développement de la couleur du biscuit pendant la cuisson. Sa caramélisation à une température supérieure à 149°C donne la couleur recherchée de la face extérieure du biscuit et permet d'atteindre différentes nuances (MENARD et *al.*, 1992).

Enfin, le sucre aide à retarder le rancissement de la matière grasse et la multiplication microbienne dans les biscuits. Ainsi, la haute teneur en sucre d'un biscuit favorise une pression osmotique élevée et diminue l'activité de l'eau, ce qui prolonge la durée de conservation (MENARD, 1992).

➤ **L'eau**

L'eau est un ingrédient essentiel dans la formation de la pâte. Elle a un rôle complexe, en déterminant l'état de conformation des biopolymères. L'eau est nécessaire pour la solubilisation des ingrédients, pour l'hydratation des protéines et des hydrates de carbone et pour le développement d'un réseau de gluten. Elle affecte la nature des interactions entre les divers constituants de la formule et contribue à la structuration de la pâte (MAACHE-REZZOUG et *al.*, 1998).

Elle est également un facteur essentiel dans les comportements rhéologiques des pâtes. L'ajout d'eau à la formule réduit la viscosité et l'élasticité de la pâte et augmente son extensibilité. L'augmentation de la quantité d'eau produit également une réduction de la consistance, une augmentation de la fluidité et de l'adhérence de la pâte. En revanche, si la proportion de l'eau est trop basse, la pâte devient fragile et montre une formation marquée de croûte dû à la déshydratation rapide à la surface (MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998).

Ainsi, en fonction de leur teneur en eau, les pâtes biscuitière et de pâtisserie peuvent être classées en :

- Pâtes dures laminées, découpées et moulées, qui ont une teneur en eau faible (16- 20%) et l'amidon est peu gélifié après cuisson ;
- Pâtes molles aérées ou non, qui ont une teneur en eau de 24 à 38%. L'amidon est presque totalement gélifié après cuisson ;
- Pâtes liquides, qui ont une teneur en eau qui peut atteindre jusqu'à 65% et l'amidon est complètement gélifié après cuisson.

Ainsi, en fonction de l'état physique de l'amidon après cuisson, le produit de cuisson aura une plus ou moins grande aptitude à absorber la vapeur d'eau. C'est pourquoi les propriétés barrières à la vapeur d'eau sont parmi les plus importantes dans la détermination de sa durée de vie dans un emballage (COLAS, 1998).

3.1. Critères d'évaluation de la qualité sensorielle du biscuit

Les attributs de la qualité les plus importants dans les aliments sont les caractéristiques sensorielles : la texture ; la flaveur, l'arôme, taille et la couleur. La qualité du biscuit, se traduit par une maîtrise rigoureuse des caractéristiques physiques (dimensions, couleur, humidité), apparence de la surface et de la texture (densité, dureté, résistance aux bris) (FUSTIER, 2006). Cette qualité est gouvernée par la nature et la quantité des ingrédients utilisés (MAACHE-REZZOUG *et al.*, 1998).

Dans le cas des biscuits, la couleur et la texture sont des paramètres importants dont on doit contrôler.

✓ Texture

Elle est déterminée principalement par la teneur en humidité, en gras et le types et les quantités des carbohydrates structurales (cellulose, amidons ; pectines...etc.) et les protéines présentes (FELLOWS, 2000). Elle influe considérablement la perception du consommateur.

L'expansion, un évènement pertinent dans la formation de la texture est déterminé par les propriétés rhéologiques de la pâte, qui dépend du comportement et interactions de ces composants et la solubilité du gaz dans la phase continue. Des grandes expansions produisent une faible densité ce qui résulte en de biscuits de grandes porosité (LARA et *al.*, 2011). La résistance de la croûte du biscuit à la déformation est un attribut textural dont on connaît sous le nom de la dureté et fermeté et c'est un facteur important dans les produits de panification comme elle est fortement corrélée avec la perception de la fraîcheur du biscuit (LARA et *al.*, 2011).

Les dimensions physiques du biscuit sont gouvernées par le développement de la structure poreuse dans le four, et le poids et la teneur en eau du biscuit sont principalement contrôlés par l'évaporation d'eau pendant la cuisson.

La résistance de la croûte du biscuit à la déformation est un attribut textural dont on connaît le nom de la dureté et fermeté et c'est un facteur important dans les produits de panification comme elle est fortement corrélée avec la perception de la fraîcheur du biscuit. Pour cela, la texture est un critère de qualité important, ou la formation d'une miette tendre et flexible est désirée (LARA et *al.*, 2011).

Les propriétés de texture des aliments :

- ✓ Une évaluation initiale de la dureté ; la friabilité.
- ✓ Une perception de la mastication et l'adhésion, l'humidité, si le produit est gras, avec une évaluation de la taille et la géométrie des particules de l'aliment.
- ✓ Une perception de la vitesse de fracturabilité de l'aliment pendant la mastication, la libération de l'eau, etc. (FELLOWS, 2000).

✓ **Couleur**

La couleur est un facteur déterminant dans la définition de la qualité d'un 'importe quel aliment et elle est un trait que le consommateur remarque immédiatement comme elle influence l'impression sensorielle subjective (LARA et *al.*, 2011).

✓ **Goût, flaveur et arôme**

Les attributs du goût sont le salé, le sucré l'amère et l'acidité. Les composants volatiles d'arôme sont produits sous l'effet de la chaleur, l'oxydation, l'activité non enzymatique sur les protéines, la matière grasse et les carbohydrates (ex. réaction de Maillard) (FELLOWS, 2000).

3.4. Composition nutritionnelle

Il existe certaines données intéressantes ailleurs dans le monde. En 2008, Observatoire de la qualité de l'alimentation (OQALI) en France a recensé 891 biscuits et gâteaux dans son étude sectorielle portant sur cette catégorie d'aliments. Bien que la catégorie d'aliments analysée par l'OQALI était plus large et incluait les gâteaux, la composition nutritionnelle moyenne était de 457 kcal, 6,3 g de protéines, 64 g de glucides, 33 g de sucres, 20 g de lipides, 10 g de gras saturés, 3 g de fibres et 250 mg de sodium par 100 g de biscuit ou gâteau.

La distribution en lipides pour la catégorie des biscuits et gâteaux s'étendait entre 0 et 35 g de lipides par 100 g. Les biscuits secs faisaient partie des biscuits ayant les plus hautes teneurs en lipides. Quant aux teneurs en gras saturés, celles-ci variaient entre 0 et 33 g par 100 g de biscuits. Les gaufrettes avaient des teneurs plus élevées tandis que les biscuits fruités fourrés ou nappés avaient des teneurs plus faibles. En ce qui a trait aux teneurs en sucres, elles variaient entre 15 et 60 g par 100 g de biscuits. Les teneurs en fibres variaient entre 0 et 11 g par 100 g de biscuits tandis que les teneurs en sodium variaient entre 0 et 700 mg (ANONYME, 2019).

Ce travail a été réalisé au niveau du laboratoire d'autocontrôle d'AGRODIV de BAGHLIA, pendant une durée d'un mois. Une visite à Isser délice a eu lieu pour avoir une idée sur la préparation du produit fini.

A. Présentation de l'unité

L'unité SMIDE les moulins de BAGHLIA Boumerdes est une entreprise agro-alimentaire sa vocation première est la transformation du blé en produits finis destinés à la consommation (farine, semoule...) (figure 8). Cette activité consiste à faire subir un processus technologique au blé, elle possède une capacité de production totale de 4000Qx/j semoule et 1000Qx/j farine.

L'effectif total de l'unité est de 194 agents répartis comme suite :

- 70% à la production.
- 20% au soutien (maintenance, approvisionnement, hygiène et sécurité).
- 10% à l'administration.



Figure 9: unité de production de Baghlia

B. Situation géographique

L'unité de production est située dans la wilaya de Boumerdes, cercle de BAGHLIA est implantée à route de Baghlia-Naciria à 17km du port du Dellyce et 30km de la filiale de Tizi-Ouzou (figure 10).



Figure 10: situation géographique d'AGRODIV Baghlia.

C. Fiche technique de l'entreprise AGRODIV

Dénomination	Complexe industriel et commercial de Baghlia.
Forme juridique	EPE/SPA.
Siege social	Zone industrielle route de NaciriaBaghlia Boumerdes.
Tél	0 24 76 00 02
Fax	024 76 00 03
E-mail	Cic-Baghlia@agrodiv.com
Activité principale	Transformation des céréales production, commercialisation de semoule et farine, sous-produits (son gros et 3Sf).
Capacité de trituration	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Semoulière 4000 Qx/j. ➤ Minoterie 1000 Qx/j.
Capacité de stockage	➤ 12500Qx.
Type de conditionnement	<ul style="list-style-type: none"> ➤ 01Kg ➤ 05kg ➤ 10kg ➤ 25kg ➤ 50kg

1. Matériel et méthodes

1.1 Objectif du travail

L'objectif de ce travail est la valorisation d'un sous-produit issu de la mouture de blé dur qui est la farine de blé dur (3SF), en l'incorporant dans la fabrication des biscuits, qui sont préparés communément à partir de la farine de blé tendre.

Quatre formulations de biscuits à base de farine de blé dur et de farine de blé tendre, ont été préparées selon les proportions suivantes :

- 100% FT ;
- Mélange 75% FT, 25% 3SF ;
- Mélange 50% FT, 50% 3SF ;
- Mélange 25% FT, 75% 3SF.

Plusieurs analyses physicochimiques ont été effectuées sur les matières premières (blé dur, FT, 3SF), ainsi que sur les produits finis. Une évaluation sensorielle du produit fini a été réalisée avec une fiche de dégustation sensorielle composé de 30 personnes à différents âge et sexe.

1.2. Déroulement de l'étude

Pour atteindre nos objectifs nous avons utilisé les approches expérimentales suivantes :

- Utilisation une quantité de blé dur qui est 100% importé.
- Suivre les étapes de la mouture après la récupération de la semoule et la farine de blé tendre et faire des analyses physico-chimiques au niveau de laboratoire d'AGRODIV sur le blé dur et son produit de mouture (semoule) ainsi que le sous-produit (3SF).
- Enfin préparation de la pâte.
- Dégustation du produit fini.

1.2.1. Analyses physico-chimiques sur le grain de blé dur

A. Poids spécifique (la masse à hectolitre) : selon la norme (NA.1.1.61/1986)

La masse à hectolitre correspond à la masse des grains de blé dur contenus dans un hectolitre rempli de grains, d'impureté et d'air interstitiel. C'est une mesure ancienne qui date de l'époque où l'on mesurait la qualité des grains au volume appelée aussi poids spécifique, elle représente un intérêt commercial.

➤ **Principe**

Dans la pratique, la masse à hectolitre est la masse de grains mesurés en kg, elle est calculée à partir de la masse d'un litre (Nélima-litre) pour le blé dur sur un échantillon débarrassé manuellement de grosses impuretés.

B. Poids de mille grains (PMG) : selon la norme (NA.731/1989)

C'est un critère variétal qui dépend de condition de culture. Le PMG est la détermination en gramme de la masse de 1000 grains entiers. L'analyse est réalisée grâce à un appareil automatique « NUMIGRAL ».

➤ **Expression des résultats**

Les résultats sont exprimés en poids de grain sec (g) :

$$\text{PMG} = M \times \frac{100-H}{100}$$

M : la masse de 1000 grains.

H : l'humidité de grain.

C. Taux de mitadinage : (AFNOR NF V03-705)

On entend par grain de froment dur mitadiné, les grains dont l'amande ne peut être considérée comme pleinement vitreuse. Le mitadinage est directement lié à la quantité de protéines contenues dans le grain, et dépend des conditions de culture et de récolte, il déprécie la qualité des semoules et des produits dérivés.

➤ **Principe**

Un échantillon de 100 g est prélevé, après avoir mélangé le contenu du sac qui contient le blé dur débarrassé de l'ensemble des impuretés. Les grains mitadinés sont appréciés d'une manière visuelle sur 100 g de blé propre.

➤ **Expression des résultats**

$$\text{MIT} (\%) = \frac{M_1}{M_2} \times 100$$

Les résultats sont exprimés en pourcentage de grains mitadinés suivant cette formule :

M1 : masse en gramme de grains mitadinés présents dans 100 g de l'échantillon.

M2 : masse en gramme de l'échantillon prélevé.

MIT : Taux de mitadinage.

D. Taux de moucheture

Les grains mouchetés sont des grains qui présentent, à d'autres endroits que sur le germe même, des colorations situées entre le brun et le noir brunâtre (SCOTTI et MONT, 1997).

➤ Principe

Après avoir mélangé le contenu d'un sac qui contient le blé dur propre, un échantillon de 100 g est prélevé. Les grains mouchetés sont appréciés visuellement sur la prise d'essai de 100 g.

➤ Expression des résultats

Les résultats sont exprimés en gramme de grain mouchetés pour 100g de l'espèce considérée, selon cette formule :

$$\text{MOU (\%)} = \frac{M1}{M2} \times 100$$

M1 : masse en gramme de grains entiers mouchetés présent dans 100g d'échantillon.

M2 : masse en gramme du prélèvement (100g).

MOU : Taux de moucheture.

E. Taux d'échaudage

Sont considérés comme grains échaudés, les grains qui, après élimination de tous les autres éléments de l'échantillon, passent par des tamis à fentes de dimension de 1,9µm pour le blé dur (SCOTTI et MONT, 1997).

➤ Principe

Après avoir mélangé le contenu d'un sac qui contient le blé dur sale, un échantillon de 100g est prélevé, puis passé par un jeu de tamis de diamètre décroissant : 3,5 µm, 1,9 µm et 1 µm.

Après un tamisage manuel par des mouvements de va et vient pendant 1 minutes, le retenu du tamis 1 μ m est pesé par une balance de précision et qui représente le taux de grains échaudés pour les 100g de la prise.

$$\text{Taux d'échaudage (g)} = \text{poids de blé retenu du tamis 1}\mu\text{m}$$

F. La teneur en eau (NF VO3 -707 : 1989)

On entend conventionnellement par teneur en eau, la perte de masse, subie par le produit dans les conditions fixées par la présente norme.

➤ Principe

Après broyage d'un blé sale, on réalise un séchage dans une étuve, d'une prise d'essai de 5g à une température entre 130°C et 133°C (voir la formule dans la page 48).

1.2.2. Analyse physico-chimique des produits de mouture

a) Le taux d'affleurement (la granulométrie)

Définition

La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules. (MELCION, 2000).

On peut aussi la définir comme la qualité de semoule extraite ou refusée par un tamis dont l'ouverture des mailles est choisie en fonction de la finesse de produite. (DUBOIS, 1996)

➤ Principe

Le taux d'affleurement a été réalisé selon la méthode décrite par la norme (AFNOR, NF 11-501). C'est la quantité de refus obtenus après tamisage de 100g de farine pendant 5 min à travers une série de tamis en inox empilés les uns sur les autres avec une ouverture de mailles décroissantes, ensuite les refus de chaque tamis sont pesés.

Ouverture des mailles des tamis utilisés :

- Pour la farine (FT) : 200 μ m.
- Pour la semoule fine et la farine de blé dur (3SF) : 155 μ m.
- Pour la semoule moyenne : 140 μ m.

La masse de refus obtenu est pesée et exprimée en pourcentage.

➤ **Matériels biologiques**

- ✓ Farine de blé dur.
- ✓ Farine de production.
- ✓ Farine de tirage.

➤ **Matériels non biologiques**

- ✓ Récipient.
- ✓ Balance de précision.
- ✓ Tamis granulométriques.
- ✓ Tamiseur (ROTEX).

➤ **Mode opératoire**

- Pesage de 100g d'échantillon à analyser.
- Déposer la prise d'essai sur le tamis supérieur.
- Placer les tamis sur un appareil qui exerce des mouvements circulaires vibratoires uniformes, dont la vitesse est de 60 tr/min pendant 5 min.
- Pesage de refus de chaque tamis (figures 11).

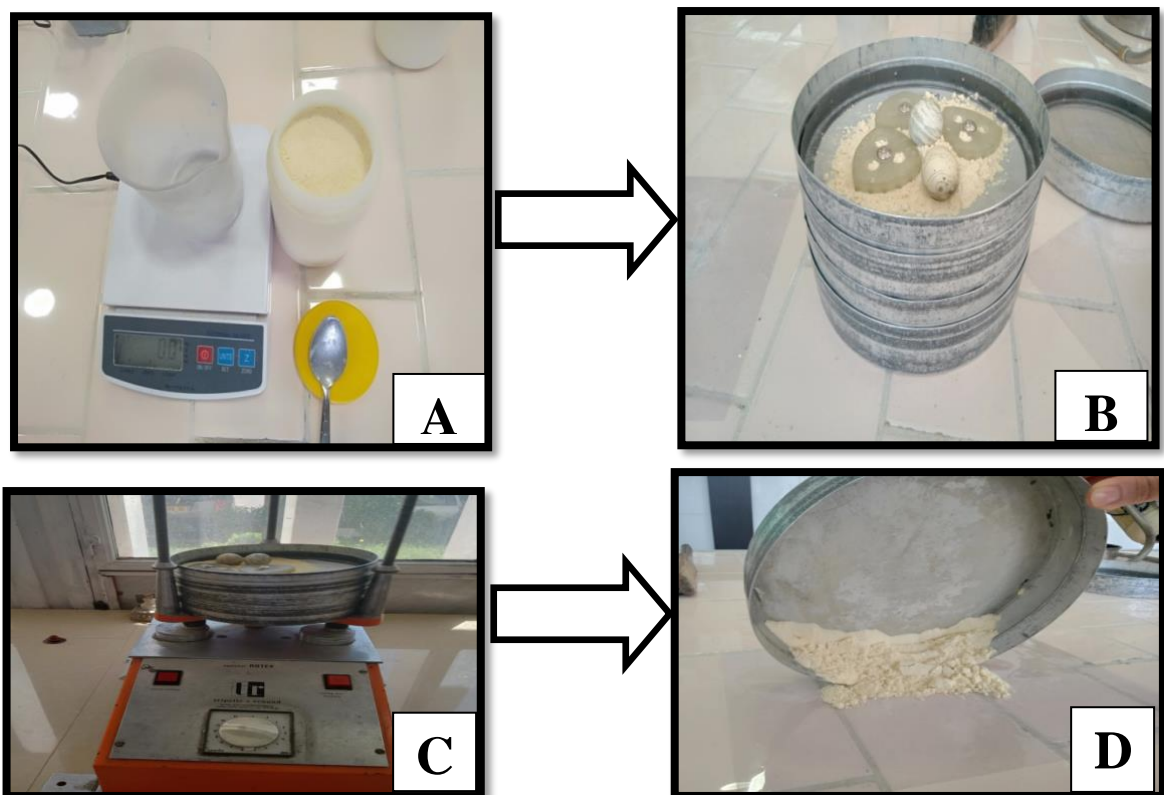


Figure 11 : Analyse de granulation de matière première.

➤ **Expression des résultats**

Les refus obtenus sont pesés et les résultats sont exprimés en pourcentage

$$\text{TA}(\%) = \frac{M0}{M1} \times 100$$

M0 : masse de refus (g).

M1 : masse de l'échantillon (g).

TA : taux d'affleurement.

b) Le taux de cendre

On appelle cendre d'un produit le résidu minéral incombustible résultant de son incinération dans des conditions déterminées et à des températures pratiquement comprises entre 550 et 900°C (LANIESSSE, 1963).

➤ **Principe**

La détermination de la teneur de cendre s'effectue par incinération d'une prise d'essai dans une atmosphère oxydante, à une température de 900°C jusqu'à combustion totale de la matière organique et par pesée du résidu obtenu.

➤ **Matériels**

- ✓ Dessiccateur
- ✓ Les creusées
- ✓ Balance de précision (KERN)
- ✓ Alcool
- ✓ Seringue
- ✓ Four à moufle
- ✓ Spatule
- ✓ Pince

➤ **Mode opératoire**

- Mettre les creusés pendant 15 min dans le four à moufle réglé à 900 °C.

- Laisser refroidir dans un dessiccateur pendant 10 à 15 minutes.
- Peser les creusés vides et mentionner la valeur.
- Peser les creusés avec 3g de l'échantillon.
- On ajoute quelques gouttes d'alcool.
- Placer dans le four à moufle, une fois le flambage des creusets est terminé, on ferme bien le four et on laisse pendant 1h.

On retire ensuite les creusés, on les laisse refroidir dans le dessiccateur, puis on les pèse avec le résidu inclus (figures 12).

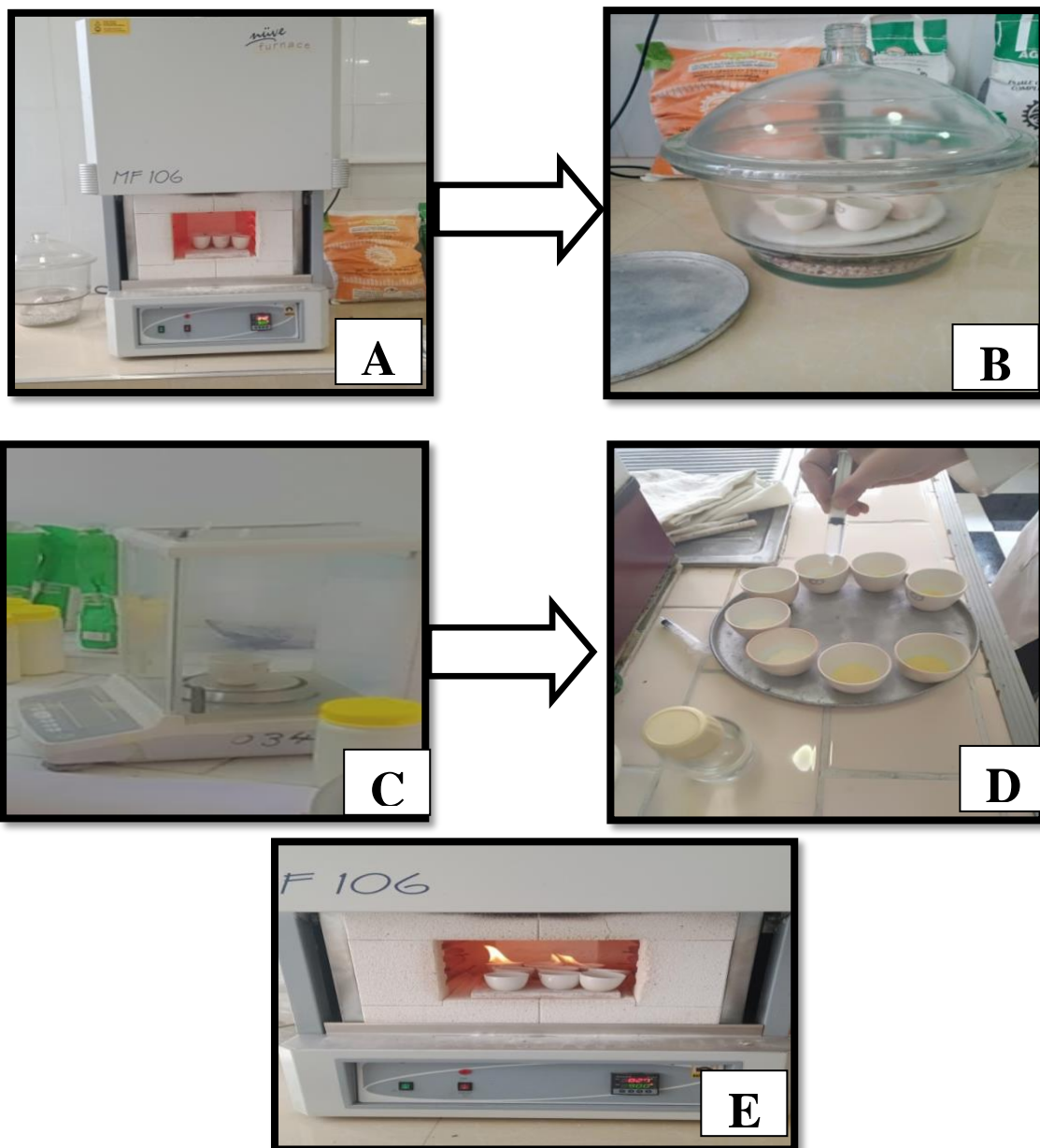


Figure 12 : Analyse de taux de cendre de matière première

c) Le taux d'humidité (AFNOR NF V03-701)**Définition**

L'humidité d'une matière englobe toutes les substances qui s'évaporent par chauffage en entraînant une perte de poids de l'échantillon. La perte de poids est mesurée par une balance et interprétée comme taux d'humidité. Par conséquent, cette notion d'humidité concerne outre l'eau, d'autres pertes de masses comme les solvants organiques, alcools, graisses, huiles, composants aromatiques et produits de décomposition et de combustion, évaporés. (ANONYME, 2002).

➤ Principe

Ce dosage consiste à un séchage dans une étuve d'une prise d'essai de 5g à une température comprise entre 130° et 133°C durant 2h pour la semoule et 1h 30 minutes pour la farine (figure 13)

➤ Mode opératoire

- On chauffe les nacelles dans une Etuve pendant 15 min à 130°C.
- On laisse refroidir dans un dessiccateur.
- On pèse chaque nacelle vide puis on écrit le numéro et le poids de cette dernière.
- On Pèse 5g de l'échantillon (semoule, FT, 3SF...).
- Mettre les nacelles dans une Etuve, à une température 130°C :
 - Pour la farine 1h30.
 - Pour la semoule 2h.
- On retire les nacelles, on les laisse refroidir dans un dessiccateur.

On pèse de nouveau puis on calcule :

➤ Expression des résultats

$$H (\%) = \frac{(P1 + 5g) - P2}{5} \times 100$$

P1 : poids de la nacelle vide.

P2 : poids de la nacelle une fois sorti dans Etuve.

5g : la prise d'essai de l'échantillon

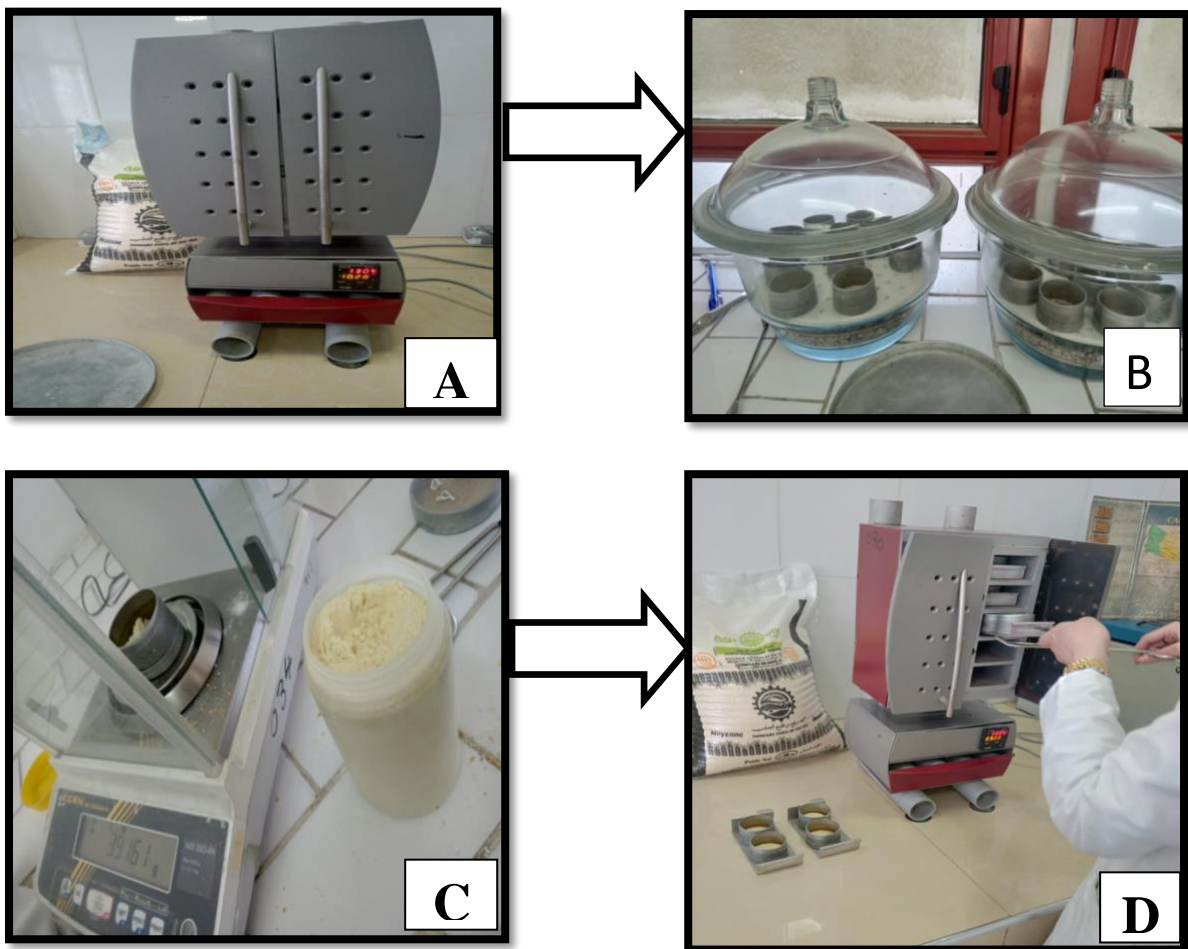


Figure 13: Mesure du taux d'humidité de la matière première

1.2.3. Analyses technologiques des produits de mouture

a) Teneur en gluten : NA-730-1990

Le gluten est la fraction des protéines insoluble dans une solution saline ; il est le responsable majeur de la qualité rhéologique des pâtes. Le dosage de gluten repose sur son insolubilité dans l'eau chargé de sels.

➤ Mode opératoire

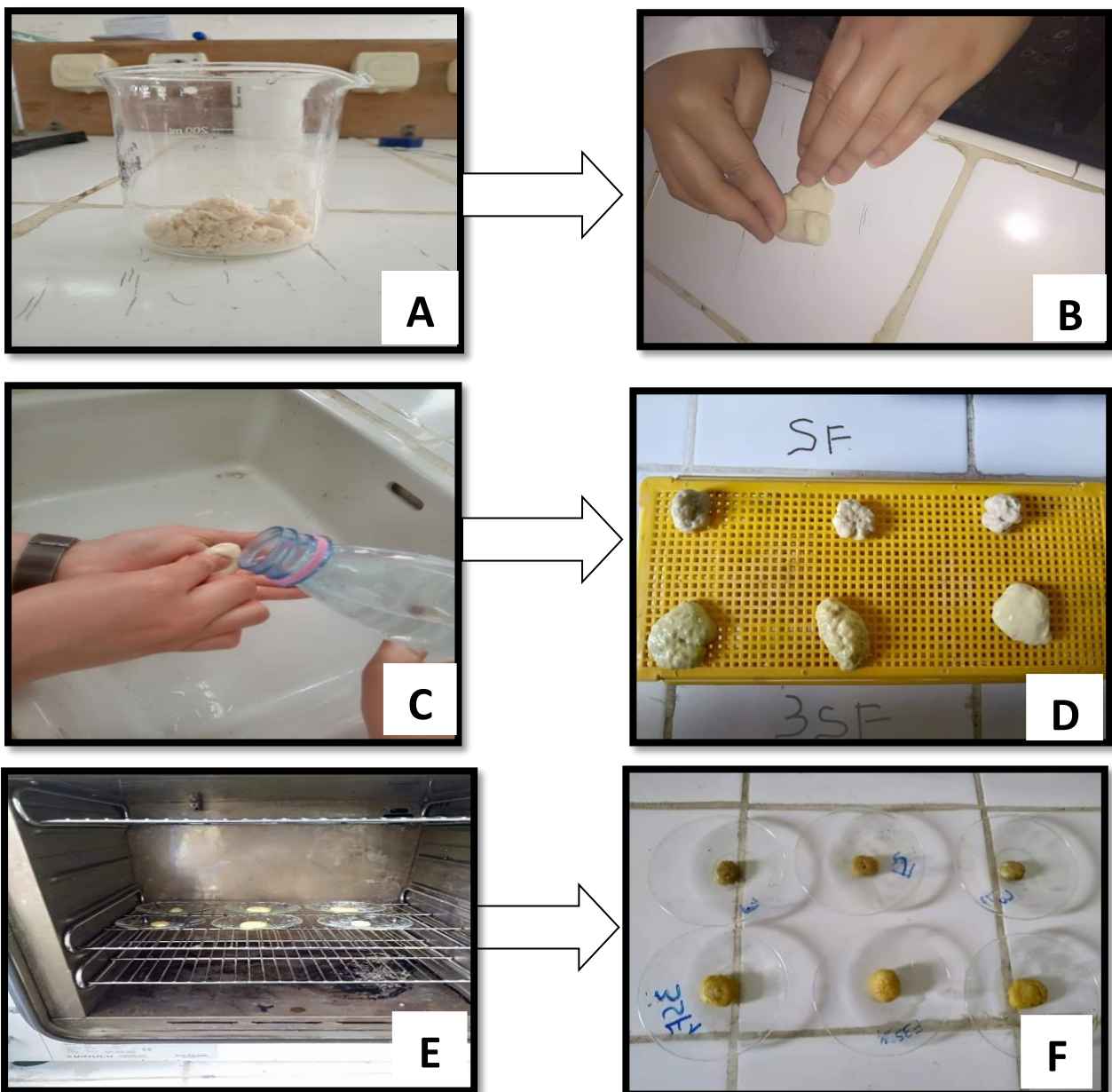
L'extraction est réalisée par la méthode manuelle (figure 14)

- Prendre 10 g de semoule.
- Rajouter 5 ml de solution saline à 2% et pétrir pour obtenir une pâte ferme et homogène.
- La pâte est ensuite lixiviée à l'eau salée 2% en la malaxant sur un tamis déposé sous un filet d'eau jusqu'à disparition complète du lait d'amidon.

- Laisser égoutter le gluten humide extrait puis peser sur une balance de précision.

❖ **Détermination du taux de gluten sec :**

- Mettre la masse du gluten humide obtenue précédemment dans l'étuve à 150°C pendant 4 min.
- Peser le gluten sec.



Figures 14 : Détermination de la teneur en gluten sec et humide

➤ **Expression des résultats**

$$\text{Teneur en gluten sec en \%} = \frac{\text{quantité de gluten pesé après dessiccation}}{10} \times 100$$

$$\text{teneur en gluten humide en \%} = \frac{\text{quantité de gluten pesé après essorage}}{10} \times 100$$

b) Test de sédimentation SDS

Il permet d'estimer la qualité des protéines d'un petit échantillon de semoule, par formation d'agrégats suite au gonflement des protéines dans un milieu à base d'acide lactique et de SDS (sodium- dodecyl sulfate)

Mode opératoire

- Peser 6 g de produit et l'introduire dans une éprouvette graduée de 100 à 200 ml.
- Ajouter 50 ml d'eau distillée avec une agitation rapide pendant 15s.
- Agiter de nouveau manuellement par mouvement long durant 15 s à la 2^{-ème} min, puis à 4^{-ème} min.
- Ajouter 50 ml de la solution SDS à 2 % et 1 ml d'une solution d'acide lactique à 85%.
- Agiter lentement pendant 4 fois à raison de 5 s.
- Fermer l'éprouvette avec un bouchon.
- Répéter l'opération à 2 min puis à 4^{-ème} min puis à la 6^{-ème} min.
- Laisser reposer 20 min.
- Observer la décantation.

➤ **Expression des résultats**

Le volume de dépôt se lit directement sur l'éprouvette graduée en millilitre, ce volume représente l'indice de sédimentation.

1.2.3. Préparation des biscuits

Les biscuits sont des produits résultants d'un mélange de farine, sucre, matières grasses, poudre à lever, aromes, sel, et d'eau. Selon les types de biscuits à préparer

1.2.3.1. Composition de la formule des biscuits

Dans notre cas nous avons procédé à la fabrication de biscuits témoins (T) type biscuit sec selon la formule établie par SUDHA et *al.*, (2007) (Tableau IX). Ces biscuits (T) sont fabriqués à base de farine de blé tendre. Les autres biscuits ont été préparés selon la même formule tout en incorporant la farine de blé dur aux proportions de 25, 50 et 75%, les autres ingrédients restant les mêmes.

Tableau IX : Composition de la formule des biscuits (SUDHA et *al.*, 2007)

Matière première	Taux d'incorporation en (g)
Farine	300
Sucre	90
Graisse végétale	60
Na Cl	3
Bicarbonate de sodium	1.2
Bicarbonate d'ammonium	3
Dextrose monohydrate	6
Lait écrémé	6
Eau	56

Les taux d'incorporation de la 3SF ont été choisis comme suit (tableau X) :

Tableau X : Pourcentage des taux d'incorporation de la 3SF et FT.

L'échantillon	FT (g)	3SF (g)
Témoin (100 % FT)	300	0
1 ^{ère} Formule (25 % 3SF)	225	75
2 ^{ème} Formule (50 % 3SF)	150	150
3 ^{ème} Formule (75 % 3SF)	75	225

1.2.3.2 Procédé de mélange des matières premières

- **Première étape** : Dans un pétrin type ROBUSTE on mélange les matières grasses avec le sucre (figure 15) à la vitesse 1 (61 tours par min) pendant 3 min.



Figure 15: Mélange de la matière grasses et du sucre.

- **Deuxième étape** : on fait dissoudre le sel, le bicarbonate de sodium et d'ammonium dans l'eau qu'on ajoute à la préparation précédente (figure 16) et qu'on mixe pendant 5 à 6 min à la vitesse 2 (125 tours par min) on obtient une crème homogène.



Figure 16: Ajout de l'eau, sel, bicarbonate de sodium et d'ammonium

- **Troisième étape** : On ajoute la farine et le lait au mélange crémeux et on mélange le tout (figure 17) pendant 3 min à la vitesse 1 (61 tours par minute).



Figure 17: Ajout de la farine

- **Moulage des pâtes** : Cette opération est effectuée manuellement avec un rouleau à pâte, les biscuits en fin de moulage (figure 18) ont une épaisseur de 5,5 mm et un diamètre de 63mm.

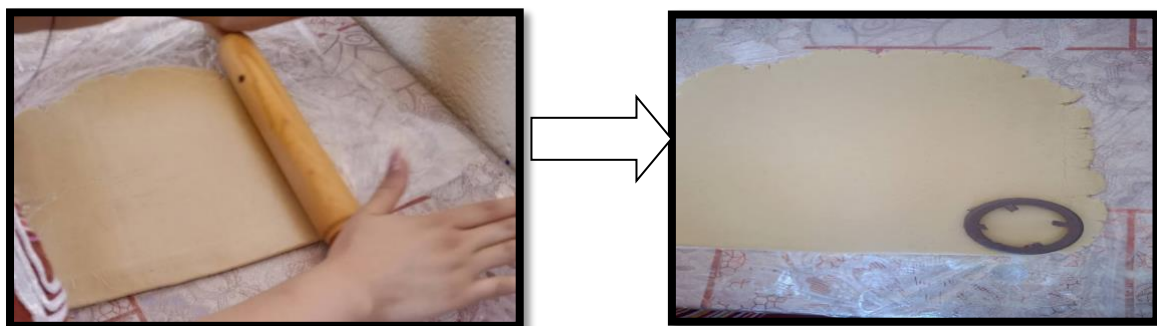


Figure 18 : Moulage de la pâte.

- **Conditions de cuisson** : La cuisson est une opération importante, car d'elle, dépend le goût et l'aspect des biscuits. Le four utilisé est composé de quatre étages, à température indirecte et ventilé (figure 19). La cuisson des biscuits est réalisée à une température de 200 °C pendant 9 à 10 minutes.



Figure 19 : La cuisson

- **Refroidissement et emballage :** A la sortie du four (figure 20), les biscuits sont refroidis totalement à l'air libre pendant une durée de 15 min. Après une durée de refroidissement de 30 min, les biscuits sont pesés puis mis dans des sachets en plastiques bien fermés pour être conservés et étiquetés en fonction du pourcentage de la farine de blé dur



Figure 20: Refroidissement des biscuits.

1.2.4. Evaluation de la qualité organoleptique

1.2.4.1. Définition de l'analyse sensorielle

Selon la norme française NF ISO 5492 l'analyse sensorielle est définie comme étant « l'examen des propriétés organoleptiques d'un produit par les organes des sens ». De part ces cinq sens (vue, ouïe, odorat, goût, toucher) l'être humain est devenu l'instrument de mesure des méthodes d'analyse sensorielle pour caractériser et évaluer des produits.

Elle permet de définir, mesurer, analyser et d'interpréter les caractéristiques sensorielles d'un produit alimentaire, de lui établir un profilage sensoriel, et de déterminer la préférence de consommateur ainsi que le degré d'acceptabilité un produit, perçue par l'intermédiaire des organes des sens (CLAUSTRIAUX, 2001).

1.2.4.2. La salle de dégustation

Le test a été réalisé en deux étapes : Dans un premier temps, à ISSER DELICE le 29 juin 2022 ensuite, le 3 juillet 2022 dans une salle au département d'agronomie de notre faculté à l'université MOULOUD MAMMERI.

La salle est bien éclairée par la lumière du jour sans éclairage d'appoint comme c'est recommandé par les normes et bien aérée pour éviter toute odeur pouvant fausser le test, accueillante, facilement accessible, confortable mais non luxueuse. Les murs peints en blanc donnent plus de clarté et d'espace à la salle et les tables couvertes de nappes blanches apaisent et reposent les sens.

1.2.4.3. La présentation des échantillons

On a mis sur une table des assiettes blanches avec des codes pour les formulations de biscuits, gobelet d'eau minérale, serviettes en papier, fiche d'évaluation sensorielle . Chaque biscuit est divisé en quatre et chaque morceau est piqué par un cure-dent pour faciliter sa consommation, Les échantillons codés sont présentés dans l'ordre préétabli dans le questionnaire pour faciliter le travail des participants au test.

1.2.4.4. Le déroulement de la séance

Au début de la séance des explications concernant le test sont présentées afin d'aider les participants à évaluer les échantillons et répondre à une fiche d'évaluation sensorielle . Le test est organisé en milieu de matinée à 9h30min pour obtenir la meilleure sensibilité des dégustateurs et il s'est déroulé jusqu'à 11h. Cependant, nous n'avons pas fixé une limite de temps aux dégustateurs qui ne sont pas initiés et ils ont pris tout le temps nécessaire pour apprécier les biscuits. Pour conserver une sensibilité constante les dégustateurs boivent de l'eau entre deux dégustations (figure 21).



Figure 21 : le déroulement de la séance de dégustation

Cette partie présente les résultats obtenus et leurs interprétations.

1. Analyses sur les grains

Les différents résultats d'analyses physiques et chimiques des grains de blé sont mentionnés dans le tableau suivant :

Tableau XI: Résumé des analyses effectuées sur le grain de blé

Paramètres mesurés	*M±E
Poids spécifique (PS) (kg/hl)	80.84±0.35
Poids de mille graine (PMG) (g)	36.41±0.39
Taux de mitadinage (%)	13.36±0.93
Taux de moucheture (%)	0.87±0.43
Taux d'échaudage (%)	1.60±0.43
Teneur en eau (H) (%)	9.87±0.62

*M : moyenne des 3 essais

E : Ecart type

1.1. Analyses physiques

a. Poids spécifique (poids à l'hectolitre)

Les résultats du PHL sont présentés dans le tableau XI :

Le poids à l'hectolitre (PHL) se définit comme le poids de grains remplissant un volume donné, résultant de la densité du grain et de l'efficacité de conditionnement (GHADERI et *al.*, 1971).

Le tableau XI montre les résultats que nous avons obtenus avec une moyenne de 80.84±0,35 kg/hl. Ces résultats sont dans la fourchette proposée par la norme algérienne qui est égal ou supérieur à 78 kg/hl.

Selon CALVEL (1984), le PS des blés varie normalement entre 72 et 82 Kg. De très nombreux facteurs qui influencent sur le PS d'un blé :

- Humidité, (plus le grain est sec, plus son PHL augmente)
- Propreté, considérée sous l'angle des impuretés : pailles, balles, graines étrangères,
- Etat de conservation,

Le poids spécifique est positivement corrélé avec le rendement semoulier (MARSHALL et *al.*, 1986).

b. Poids de mille grains(PMG)

Les résultats du PMG sont présentés dans le tableau XI :

Le PMG C'est un caractère important de sélection surtout dans les environnements secs. Le procédé de mouture est largement influencé par le PMG. Il existe souvent une association positive entre le poids de 1000 grains et le rendement semoulier. Plus les grains sont gros, plus l'endosperme est large et plus il y a production de semoule lors de la mouture (SISSONS, 2004).

La moyenne de PMG de notre échantillon est $36.41 \pm 0,39$ g (tableau XI) donc les résultats sont conformes aux normes. Les poids de mille grains sont considérés comme un facteur déterminant du rendement semoulier des grains selon la norme Algérienne 45g pour le blé dur.

Si on compare les résultats obtenus avec les normes ITGC, (1998) on trouve que le blé dur utilisé par l'unité AGRODIVE est classé dans la deuxième catégorie avec des valeurs de 35 à 45 (Élevé).

Le PMG est un critère variétal pouvant subir des fluctuations liées particulièrement à l'échaudage (accident physiologique due à un déficit hydrique ayant pour conséquence un dessèchement du grain avant maturation) (BENNEROT et GALAIS, 1992).

c. Taux de mitadinage

Le mitadinage est défini comme un accident physiologique intervenant pendant la phase de remplissage des grains qui se traduit par une proportion de grains farineux importante et un rendement semoulier plus faible (ROBINSON et *al.*, 1979 ; DESCLAUX, 2005)

La moyenne du taux de mitadinage des blés étudiés est $13.36 \pm 0,93$ (tableau XI). Selon MAHAUT, (1996) le taux MIT des blés restent dans la fourchette qui varie entre 0 à 20 % des

blés faiblement mitadinés, avec un bon rendement et cela est lié aux conditions de culture. Ce point peut être également expliqué, par les bonnes conditions de culture et la présence d'une quantité suffisante de fumure azotée.

Le mitadinage dû, en particulier, à l'excès d'eau dans le sol ou à sa pauvreté en azote, donne des grains gonflés, blanchâtres, à structure partiellement ou entièrement farineuse, en d'autres termes c'est la présence, dans la masse de la cornée de l'albumen, de tâches d'amidon farineux (DESCLAUX, 2005)

d. Taux de moucheture

Les résultats du taux de moucheture sont présentés dans le tableau XI :

Selon la norme NF EN 15587 utilisée officiellement en France et en Europe, les grains mouchetés présentent une coloration située entre le brun et le noir brunâtre ailleurs que sur le germe lui-même et, en particulier, dans le sillon.

Cette coloration résulte d'un brunissement enzymatique par oxydation de polyphénols du périscarpe (BRAUN P et *al.*, 2012) :

Les résultats obtenus sont conformes aux normes préconisées, d'après la moyenne 0.87 ± 0.43 figuré le tableau XI.

À partir d'Arvalis – institut du végétal, (2017) la norme est < 1 on peut dire que le blé utilisé par l'unité AGRODIVE est de très bonne qualité.

La moucheture est un critère de qualité du blé dur uniquement. Elle se traduit en revanche par la présence de points noirs sur les produits semis finis (semoules) ou finis (pâtes) que le consommateur serait moins enclin à acheter. La moucheture est donc synonyme de baisse du prix de vente pour le producteur. Le mécanisme de la moucheture n'est pas encore précisément connu, mais sa cause est multifactorielle. Le climat durant la phase de remplissage des grains, l'effet variétal et la pression parasitaire (thrips, notamment) sont autant de facteurs de risques (MELEARD B et *al.*, 2017).

e. Taux d'échaudage

Les résultats obtenus sont figurés dans le tableau XI :

Les grains échaudés sont des grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau. Celui-ci peut être dû à un déséquilibre entre l'arrivée d'eau dans les grains et l'évaporation à la suite d'une très forte chaleur, supérieure à 28°C au cours de la maturation (échaudage physiologique) (BOULALA et *al.*, 2017).

Les blés analysés présentent un taux d'échaudage qui oscille 1.60±43 ces résultats sont conformes à la norme algérienne qui le limite à 5 % au maximum.

1.2. Les analyses chimiques sur les graines de blé

a) Teneur en eau

Les résultats obtenus sont représentés dans le tableau XI

La mesure de l'humidité du blé est une opération capitale dans une semoulerie, car elle permet de déterminer d'une part, la quantité d'eau à ajouter lors du conditionnement ; d'autre part, d'évaluer les risques d'altération par les moisissures lors du stockage (MARTIN, 1998).

Le tableau XI indique que le taux en eau du blé dur est de 9.874±0,63. Nos résultats sont conformes à la norme Algérienne. Donc le blé peut être stocké sans risque d'altération.

Les variations de l'humidité d'un échantillon à un autre, peuvent être attribuées aux conditions climatiques, à la région de culture, au lieu et aux conditions de stockage plus particulièrement, lorsque l'environnement est chaud entraînent une déshydratation des grains, et l'enceinte de stockage dans laquelle les conditions sont peu maîtrisées (LACENE, 1991).

2. Analyses des produits de mouture

2.1. Les analyses physiques

A. La granulométrie (taux d'affleurement)

La granulométrie elle est définie comme la quantité de farine ou de semoule extraite ou refusée par un tamis, dont l'ouverture de maille est choisie en fonction de la finesse du produit (DUBOIS, 1996).

En ce qui concerne la granulométrie de la 3SF et la farine de blé tendre les résultats sont présentés dans la (figure 22).

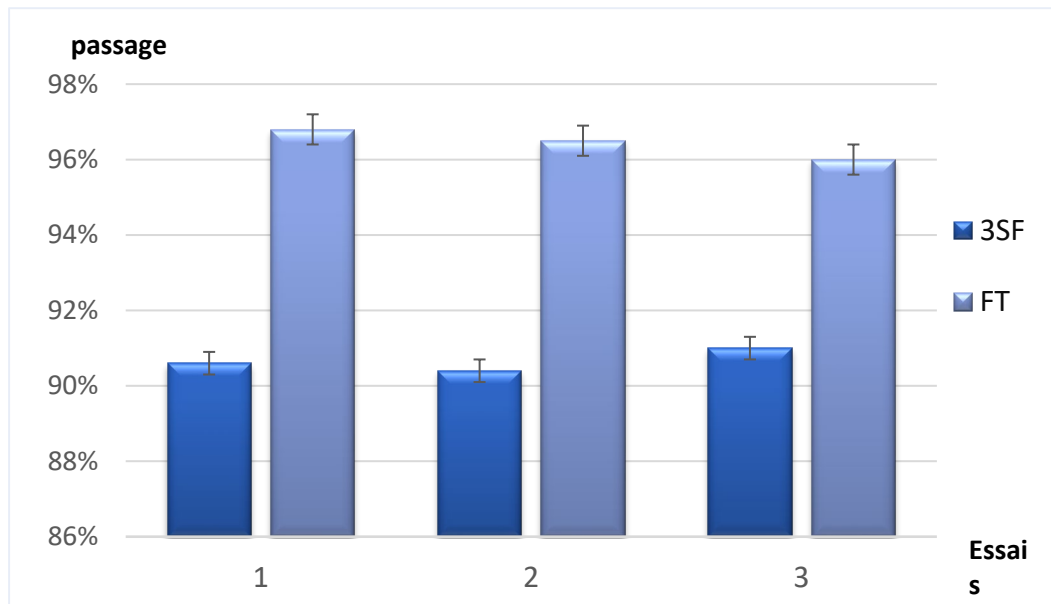


Figure 22: variation de la granulométrie de la farine et 3SF

Notre farine présente une granulométrie inférieure à 200, qui correspond à la granulométrie d'une farine de blé tendre.

La comparaison des valeurs mesurées montre que la distribution granulométrique de la farine de blé dur est proche de celle d'une farine de blé tendre selon les résultats $90,67 \pm 0,003$ pour la 3SF (annexe 6) et $96,43 \pm 0,004$ pour la farine de blé tendre (annexe 5)

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 (FEILLET, 2000).

La détermination de la distribution granulométrique des farines permet d'avoir une idée sur la finesse des particules sachant que celle-ci joue un rôle important sur la vitesse d'hydratation et la quantité d'eau absorbée (COLAS et THARRAULT, 1997).

Elle joue aussi un rôle important dans le comportement de la pâte lors de son hydratation, ce qui influence sur l'aspect et sur la fermeté du produit fini (PETITOT *et al.*, 2009).

2.2. Analyses chimiques

A. Teneur en eau

La teneur en eau est importante sur le plan économique, pour la détermination des taux d'hydratation et de la durée de conservation (DUBOIS, 1997)

Les valeurs de la teneur en eau obtenus sont conformes aux normes (figure 23).

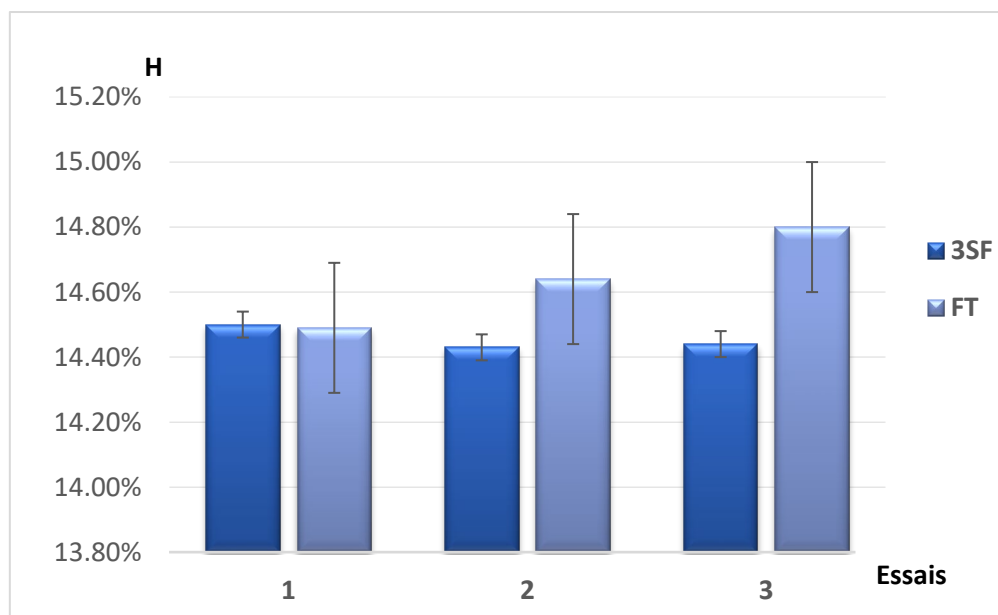


Figure 23: variation de la teneur en eau de 3SF et FT.

La moyenne de la teneur en eau de la farine de blé dur importé $14.46 \pm 0,0003$ est inférieure par rapport au teneur en eau de la farine de blé tendre $14.64 \pm 0,001$ (annexe 5) et (annexe 6).

Si on fait la comparaison avec les normes :

- Selon la norme CODEX STAN 152-1985 (Rév. 1-1995) concernant la farine de blé tendre, l'humidité maximale est de 15,5%.
- Selon les normes CODEX *alimentarius* 178-1991 la teneur en eau pour la farine de blé dur est 14.5 %. Donc les résultats obtenus sont conformes aux normes ce qui permet une bonne conservation de ces farines.

En effet, l'humidité est très variable, elle dépend à la fois de la saison et de la quantité d'eau ajoutée au blé avant mouture (les grains sont humidifiés jusqu'à 16 ou 17%) (AZUDIN, 1988).

En biscuiterie, cette teneur en eau est variable selon le type de produit. Pour la gaufrette, on utilise des suspensions pouvant atteindre jusqu'à 100 % d'hydratation. Dans le cas de certaines pâtes à biscuit faiblement hydratées, cette humidité peut entraîner des perturbations en fabrication, si elle n'est pas corrigée au cours du pétrissage (GODON et WILLIM, 1991).

B. Taux de cendres

Le taux de cendres est le moyen officiel utilisé pour caractériser la pureté des farines (ABECASSIS, 1993). La détermination des cendres offre la possibilité de connaître la teneur en matière minérale globale de blé et de ses dérivés

La pureté de la semoule se juge d'après sa teneur en résidus minéraux, les matières minérales de la semoule sont le potassium, le phosphore, le magnésium et le soufre, après incinération, les résidus se retrouvent sous la forme de cendres.

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 (CALVEL, 1984). 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 culturelles et l'année de récolte (ABECASSIS, 1993).

Les résultats obtenus pour le dosage du taux de cendre des farines analysées (3SF et FT) sont présentés dans le diagramme. (figure 24)

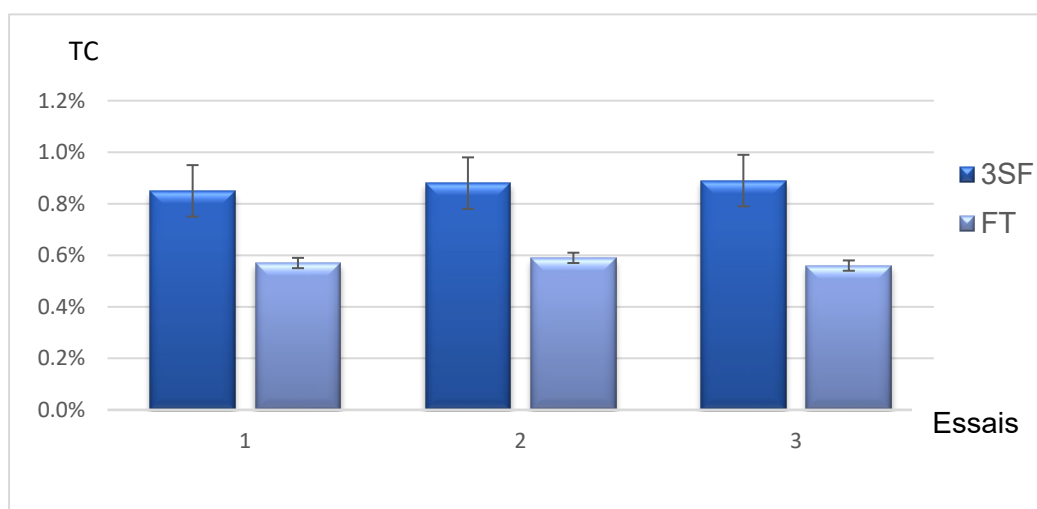


Figure 24 : variation de taux de cendre pour la farine et 3SF.

Ces résultats montrent une teneur moyenne de $0.87 \pm 0,0002$ pour la 3SF (annexe 6) et de $0.57 \pm 0,0001$ pour la FT (annexe 5). Nous remarquons que les deux types de farine sont confus en évidence une conformité de taux de cendre par rapport à la norme algérienne de l'année 2007, exigeant une teneur qui ne dépasse pas 1% ms. Selon le codex *alimentarius* 178-1991 la norme de la farine de blé dur est 1,75 % ms.

2.3. Analyses technologiques

A. Teneur en gluten

Le gluten, constitué essentiellement par la fraction insoluble des protéines, présente la caractéristique de pouvoir former un réseau viscoélastique dont les propriétés d'extensibilité, d'élasticité et de ténacité ont une influence sur le comportement des pâtes en cours de fabrication et sur la qualité du produit fini (pain, biscuit, pâte...)(ITFC, 2001).

La figure 25 montre les valeurs de gluten humide pour FT et 3SF.

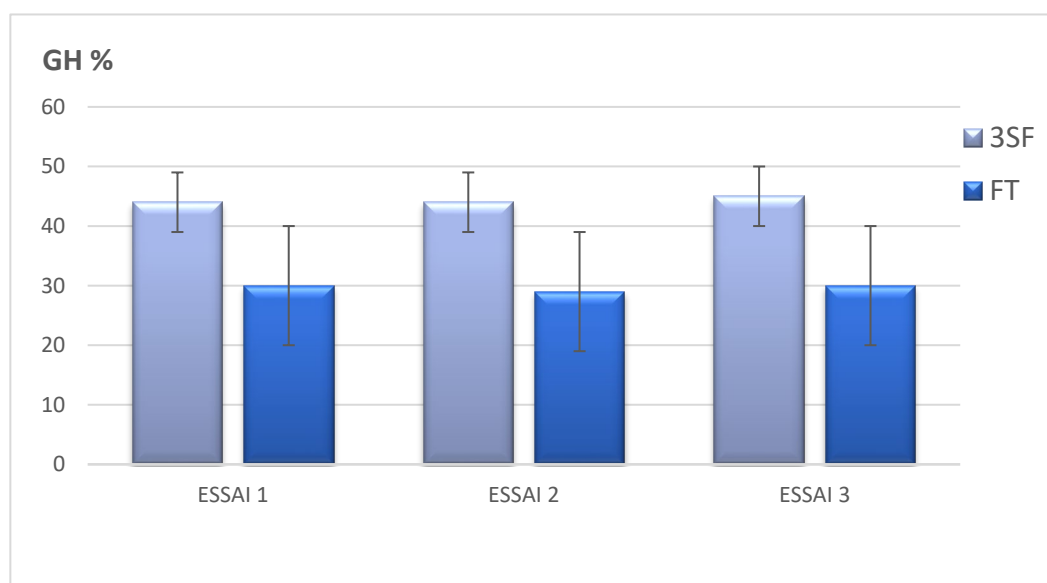


Figure 25 : variation de la teneur en gluten humide pour la farine et 3SF.

On a remarqué que le gluten humide pour la 3SF est supérieure à celui de la farine avec une valeur de $43.33 \pm 0,6$ pour la 3SF (annexe 6) et $30 \pm 0,6$ pour FT (annexe 5). Ces teneurs en gluten humide sont conformes à celle de (GREZEL, 1999), qui a rapporté que cette teneur doit être supérieure à 26 %.

On décrit la force des farines selon leur gluten humide. Les farines usuelles ont des teneurs de l'ordre de 27% à 37%. Les farines provenant de blé très fort peuvent présenter des teneurs allant jusqu'à 45% alors que des % inférieurs à 25% signalent une farine faible (farine pour biscuit par exemple) (UGRINOVITS et *al.*, 2004).

Les tenures élevées en gluten humide pourraient être due à une forte absorption d'eau, car plus le gluten est de bonne qualité, plus il absorbe de l'eau et plus la différence est grande entre le poids du gluten sec et humide (FEILLET, 2000).

Le gluten joue un rôle multiple grâce à ses propriétés rhéologiques qui ont un comportement lors du pétrissage (KLEIJER, 2002).

La figure 26 montre les valeurs gluten sec pour la 3SF et FT.

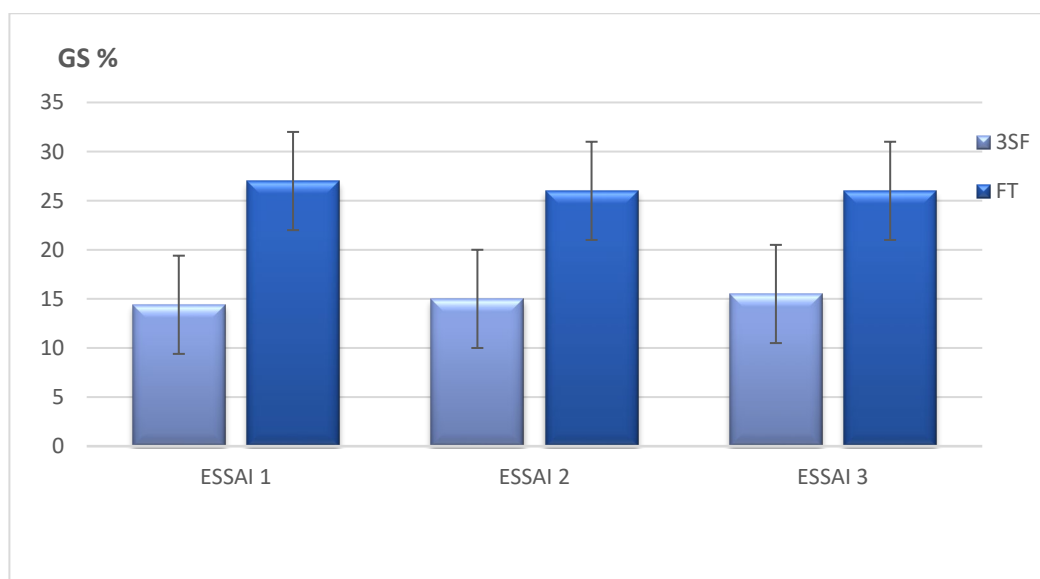


Figure 26 : variation de la teneur en GS pour la farine et 3SF.

Les valeurs trouvées dans le gluten sec sont $14.96 \pm 0,6$ pour la 3SF (annexe 6) et $26.3 \pm 0,6$ pour la FT (annexe 5).

Selon GEOFEROY(1950), note qu'un gluten doit répondre qualitativement et quantitativement aux exigences attendues et qu'une bonne pâte exige un taux de GS supérieure à 8 %.

B. Test de sédimentation

SDS est un test qui a pour objet de donner une indication générale sur la qualité du gluten, il classe les blés selon l'aptitude boulangère et caractérise la qualité des protéines et leur pouvoir de gonflement (GODON *et al.*, 1998).

Les volumes de sédimentation en milieu SDS obtenus pour notre farine (figure 27).

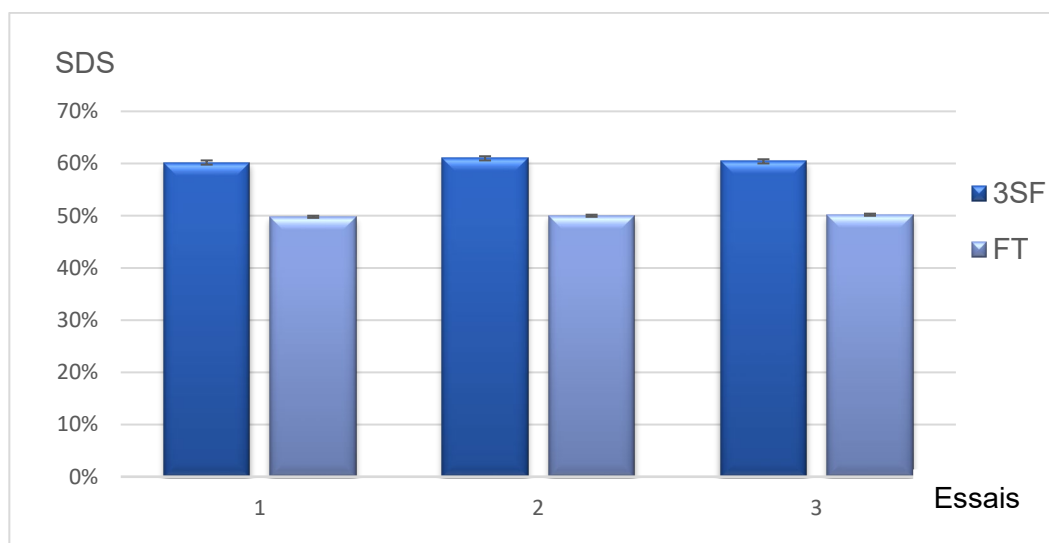


Figure 27:variation de volume de SDS

Ces volumes montrent des valeurs de $60.54 \pm 0,004$ pour la 3SF (annexe 6) et de $50 \pm 0,002$ pour la FT (annexe 5). Pour la 3SF, le test SDS révèle des valeurs de sédimentation élevées par rapport à la FT.

D'après PAYNE *et al.*, (1984), les farines dont les volumes inférieures à 60 ml sont de qualité gluten que médiocre, contrairement à celles dont les valeurs sont supérieures à 60 ml qui sont de bonne qualité. Donc on peut considérer que les protéines de la 3SF sont de bonne qualité (gluten fort).

3. Caractéristiques sensorielles

L'évaluation de la qualité sensorielle est un aspect important à prendre en compte dans l'élaboration d'un nouveau produit.

Des tests sur les propriétés sensorielles des biscuits préparés ont été réalisés en vue de connaître leurs préférences par les consommateurs, et le niveau d'acceptation en se basant sur leurs réponses à une fiche d'évaluation du produit préalablement expliquée.

Après avoir réalisé ces analyses sensorielles avec un panel de consommateurs 30 personnes à différents âge et sexe, les résultats obtenus sont illustrés dans l'annexe 7.

3.1. La couleur

La couleur est le premier paramètre à évaluer sachant que l'observateur lui accorde une grande importance et ceci pour apprécier la qualité et la fraîcheur d'un produit (LARA et *al.*, 2011).

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 28.

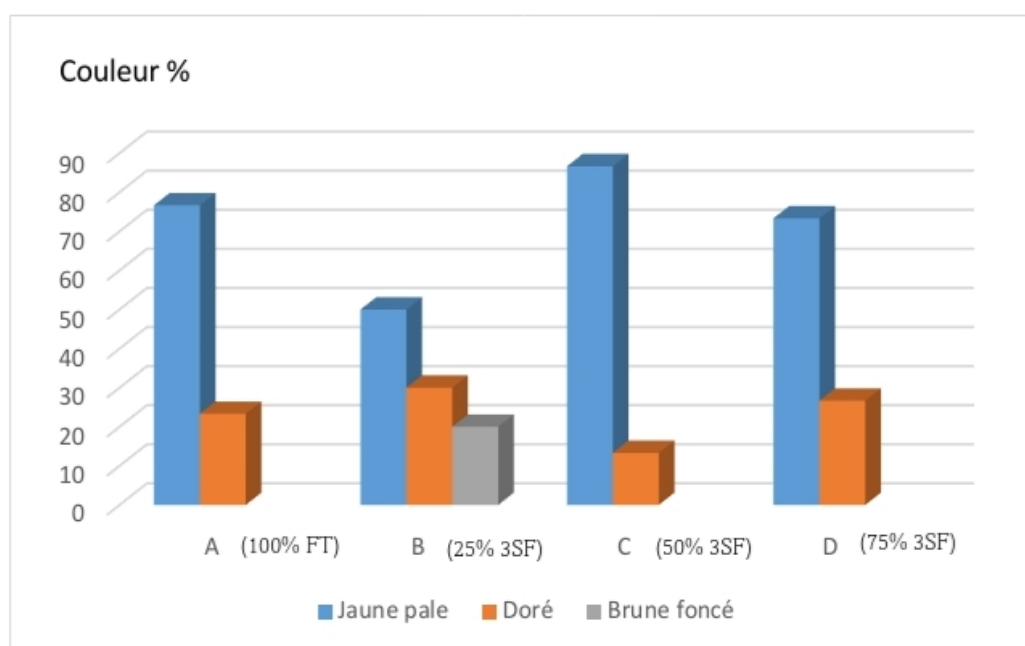


Figure 28 : Appréciation de la couleur des formulations de biscuit par les dégustateurs.

Selon les résultats obtenus (figure 28), les trois formules ont à peu près le même profil, la couleur (Jaune pâle) avec un pourcentage élevé de 86.66% pour la formule C et qui dépasse un peu le pourcentage de A (témoin) de 76.66%, la formule D de 73.33% qui est proche de la

formule A (témoin) et B avec un pourcentage de 50%. Par contre, la couleur Doré/Brune foncée, ont de faibles pourcentages qui varie entre 12.33% à 30%.

- ✦ On pense que la 3SF a joué son rôle sur la couleur des biscuits selon le pourcentage de son incorporation dans la pâte.
- ✦ Ainsi que le développement de la couleur est influencé par la réaction de Maillard c'est-à-dire que la réaction entre les sucres et les protéines du produit lors de la cuisson se traduit par une couleur brune. Ce développement dépend également du temps, de la température de cuisson et de l'humidité dans le four (SINGH *et al.*, 1993).
- ✦ En outre, le sucre joue un rôle important dans le développement de la couleur de biscuit pendant la cuisson, sa caramélisation à une température supérieure à 149° donne la couleur recherchée de la face extérieure (MENARD *et al.*, 1992).

La couleur la plus choisie par les dégustateurs est jaune pale avec un grand pourcentage pour la formule C.

3.2. L'épaisseur

Les résultats obtenus dans la figure 29.

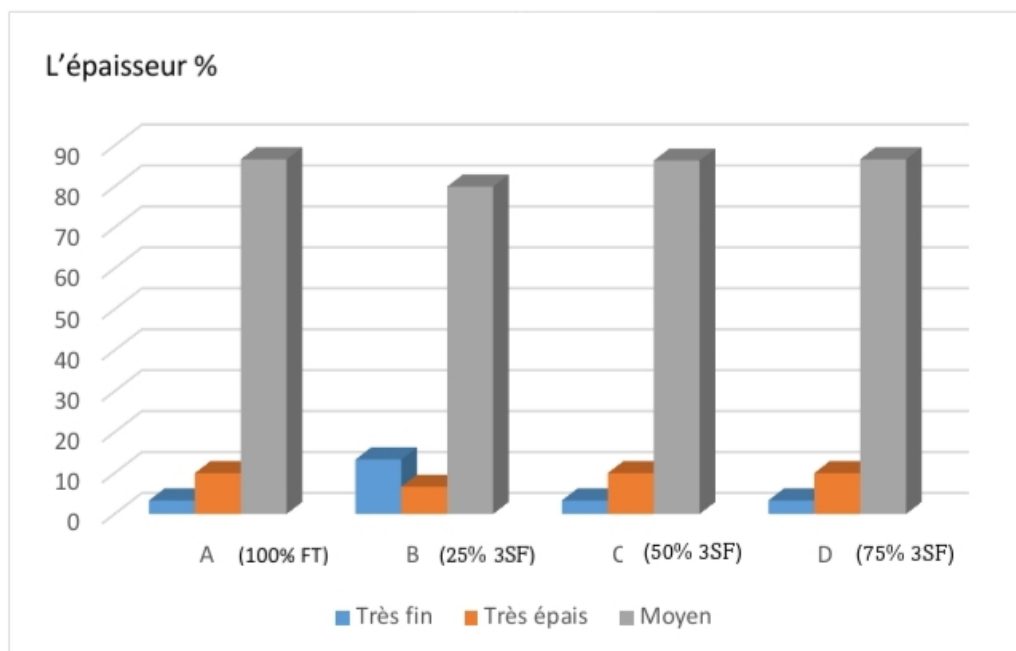


Figure 29 : Appréciation de l'épaisseur des formulations de biscuit par les dégustateurs.

D'après ces résultats l'épaisseur est généralement acceptable avec des pourcentages élevés pour les formules A, C et D (86.66%), B (80%) de profil (Moyen), ces pourcentages sont proches, ceci explique que le changement de la forme classique de certains biscuits a été très apprécié par les dégustateurs. Par contre, pour le profil Très fin / Epais, les pourcentages sont très faibles entre 3.33% à 10.33%.

- ✦ Malgré que les biscuits ont la même forme, mais les résultats obtenus de l'évaluation de l'acceptabilité des biscuits sont différents.

3.3. L'odeur

L'odeur possède un impact considérable sur l'appréciation finale du produit fini, l'imperceptibilité de l'odeur est en partie due à la cuisson en raison de l'élévation de la température qui provoque la volatilité des composés aromatiques (FELLOWS, 2000).

Les résultats sont présentés dans la figure 30.

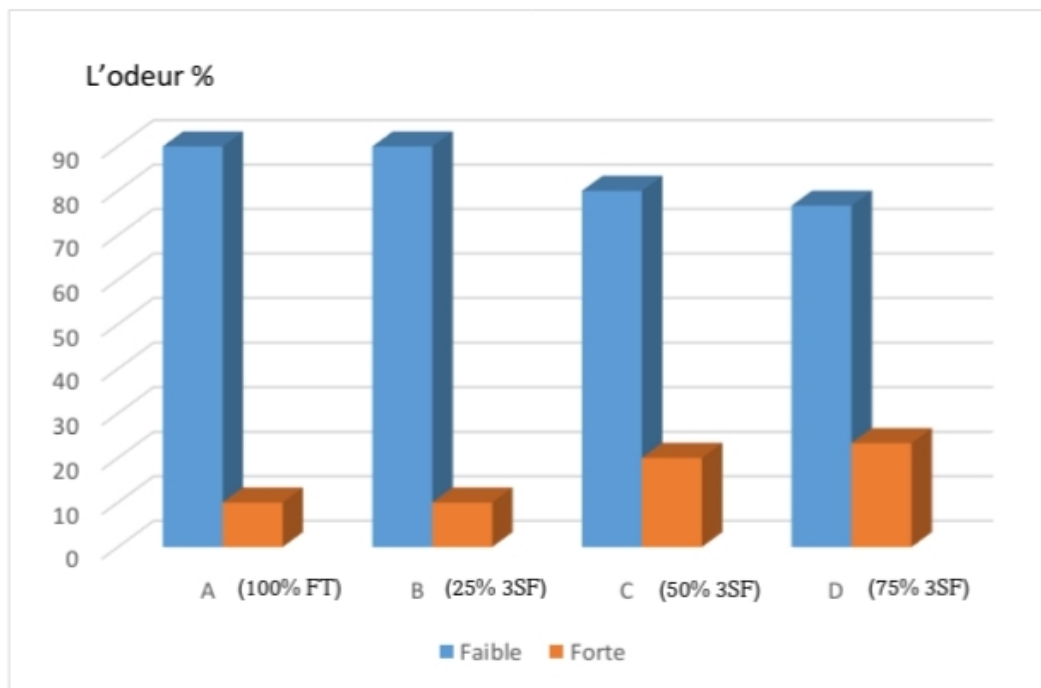


Figure30: Appréciation de l'odeur des formulations de biscuit par les dégustateurs.

D'après les résultats obtenus (figure 30), la majorité des dégustateurs ont trouvé que l'odeur des quatre formulations de biscuits (A, B, C, D) est faible.

- ✦ L'odeur est influencée par les ingrédients appliqués dans la formulation du biscuit, ce profil (Faible) peut être expliqué par l'absence des arômes.
- ✦ La 3SF n'a pas influencé sur l'odeur.

3.4. Dureté/ croquant

À partir des résultats obtenus dans la figure 31

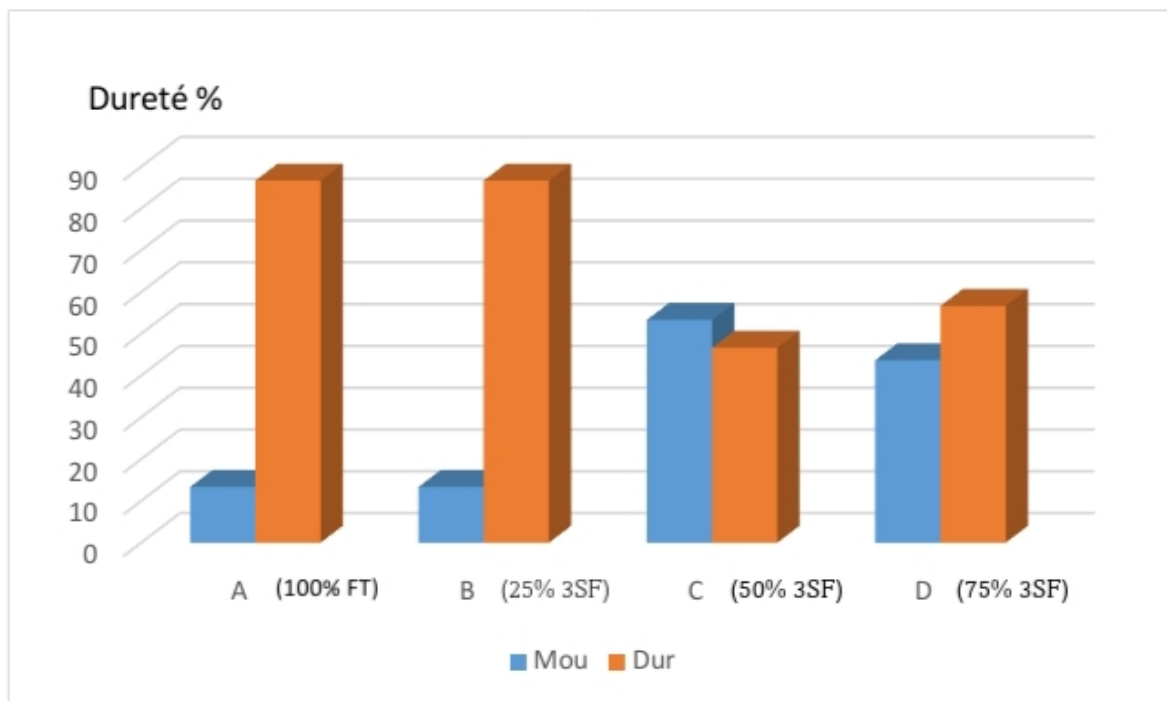


Figure 31 : Appréciation de dureté des formulations de biscuit par les dégustateurs.

La dureté des trois formules B et A (témoin) de biscuit ont été jugées (Dur) avec un pourcentage de 86.66%, la formule d'est de 56.66%. Par contre le (Mou) a été choisi pour la formule C de 53.33%.

- ✦ Il s'agit peut-être du sucre qui agit en tant qu'agent durcissant en se cristallisant pendant le refroidissement du biscuit ce qui rend le produit dur/ croquant.
- ✦ Le biscuit le plus apprécié est la formule B.

3.5. La friabilité

D'après les résultats obtenus dans la figure 32

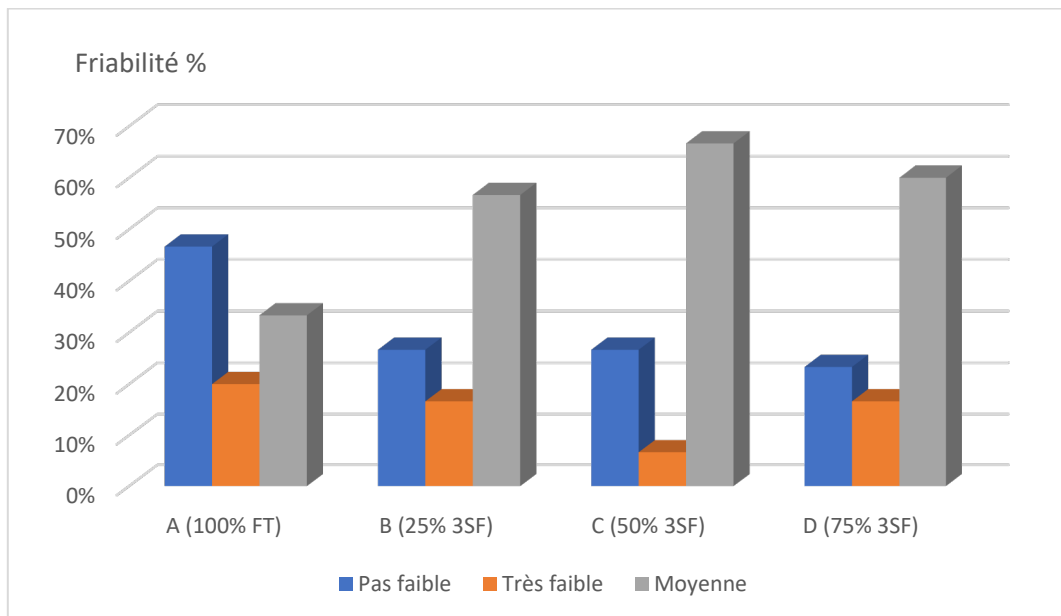


Figure 32 : Appréciation de la friabilité des formulations de biscuit par les dégustateurs

Le profil (Moyenne) a été le plus choisi par les dégustateurs pour les formules B, D et C respectivement les pourcentages 56.66%, 60% et 66.66% par contre la formule A (témoin) à un faible pourcentage de 33.33%.

Pour les deux profils : Pas faible/Très faible ont un faible pourcentage varie entre 6.66% et 46.66%.

3.6. Goût sucré

Le goût est un paramètre essentiel pour l'évaluation de la qualité gustative du biscuit, il dépend principalement des ingrédients entrants dans la préparation. Les ingrédients ayant la plus forte influence sont la farine, la matière sucrante et la matière grasse (FELLOWS, 2000).

Les résultats obtenus sont présentés dans la figure 33.

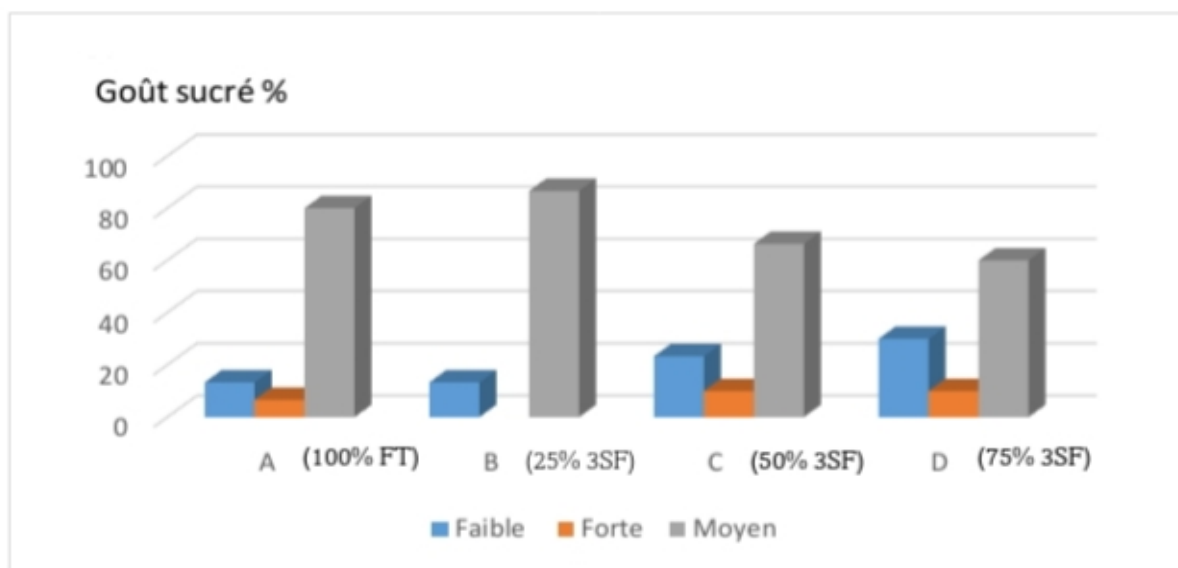


Figure 33 : Appréciation de goût des formulations de biscuit par les dégustateurs

À partir des résultats obtenus, les dégustateurs ont apprécié le goût de la formule B que celle de biscuit A (témoin), car ils ont tous trouvé que le goût était moyennement sucré avec un pourcentage élevé de 86.66%. Par contre il y avait un faible pourcentage de dégustateurs allant de 6.66% à 10%, qui ont trouvé le produit (Trop sucré). Cette petite portion peut correspondre à la catégorie des personnes âgées.

On voit que la formule B d'incorporation de 25% de la 3SF a été le meilleur choisie (goût sucré moyen).

Les analyses sensorielles réalisées ont montré que les biscuits ont des caractéristiques organoleptiques satisfaisantes. En effet, il est à noter que les biscuits ont une couleur acceptable et une sensation en bouche agréable.

D'après les dégustateurs le produit le plus équilibré c'est le biscuit de la formule B (avec un pourcentage d'incorporation 25% de la 3SF et 75% de FT), il est acceptable avec un peu de modifications, en ajoutant des arômes et d'améliorer la technique de cuisson en vue d'homogénéiser la couleur des biscuits.

L'objectif de notre travail consiste à valoriser la farine de blé dur par son incorporation dans la fabrication de biscuits. La préparation de la pâte a été réalisée à différents pourcentages de farine de blé dur. L'effet de cette dernière sur les propriétés organoleptiques du produit fini a été étudié.

Après la réalisation d'un agréage physique sur les grains de blé (100% importés), on a obtenu des résultats qui sont dans les normes algériennes concernant : PS, PMG, MIT, MOU... Par conséquent, on peut dire que le blé importé est de bonne qualité et stocké dans les meilleures conditions.

Ensuite on a déterminé la qualité des produits de la première transformation de blé (dur et tendre), ainsi que le sous-produit de blé dur «3SF », en réalisant des analyses physico-chimiques, technologiques et organoleptiques (test humidité, la granulométrie, taux de gluten, cendre...). Nous avons relevé que les résultats dégagés sont proches à la norme généralement admise.

Puis, nous avons essayé de comparer la qualité des biscuits obtenues après les essais réalisés avec les trois coupages de FT et 3SF, en se référant à une pâte préparée avec une FT à 100% (pâte de référence). Les conclusions auxquelles nous avons pu aboutir sont les suivantes :

- Le coupage (25% 3SF - 75% FT), a donné un biscuit d'une bonne qualité, avec une couleur jaune pâle, supportait bien la cuisson en gardant sa forme, il est presque identique à celui de formulation témoin.
- Le coupage (50% 3SF -50% FT), a donné un biscuit d'une qualité moyenne et d'une couleur jaune pâle.
- Le coupage (75% 3SF- 25% FT), a donné un biscuit d'une qualité médiocre, qui laisse un arrière-goût de farine dans la bouche.

Enfin avec les analyses sensorielles effectuées, les dégustateurs ont donné leurs avis par rapport aux différents critères des quatre formulations de notre biscuits et la majorité ont préféré la formule B (25% 3SF-75% FT), qui a donné un biscuit croquant et bon.

Ce résultat confirme que la 3SF ainsi que son taux d'incorporation dans la formulation de la pâte a un effet sur la qualité du biscuit et sur son acceptabilité par les consommateurs. Elle peut toutefois être associée à une farine de blé commerciale pour produire des biscuits de qualité acceptable.

En perspective, à partir de cette étude et pour valoriser nos résultats nous proposons de :

- Réaliser des analyses statistiques pour évaluer les différentes caractéristiques sensorielles
- Réaliser d'autres formulations en ajoutant des arômes pour améliorer le goût en donnant un arôme particulier.

Annexe1 :Tableau deconversiondu poids àl'hectolitre(PHL).

doucement de travail de laboratoire de contrôle de la qualité de l'upc de baghlia

Tableau de conversion des g/l en kg/h

g/l	kg/h	g/l	kg/h	g/l	kg/h	g/l	kg/h	g/l	kg/h	g/l	kg/h
610	61,55	659	66,55	708	71,45	757	76,35	806	81,30	855	86,20
611	61,75	660	66,65	709	71,55	758	76,45	807	81,40	856	86,30
612	61,85	661	66,75	710	71,65	759	76,55	808	81,50	857	86,40
613	61,95	662	66,85	711	71,75	760	76,65	809	81,60	858	86,50
614	62,05	663	66,95	712	71,85	761	76,75	810	81,70	859	86,60
615	62,15	664	67,05	713	71,95	762	76,85	811	81,80	860	68,70
616	62,25	665	67,15	714	72,05	763	76,95	812	81,90	861	68,80
617	62,35	666	67,25	715	72,15	764	77,05	813	82,00	862	68,90
618	62,45	667	67,35	716	72,25	765	77,15	814	82,10	863	87,00
619	62,55	668	67,45	717	72,35	766	77,25	815	82,20	864	87,10
620	62,65	669	67,55	718	72,45	767	77,40	816	82,30	865	87,20
621	62,75	670	67,65	719	72,55	768	77,50	817	82,40	866	87,30
622	62,85	671	67,75	720	72,65	769	77,60	818	82,50	867	87,40
623	62,95	672	67,85	721	72,75	770	77,70	819	82,60	868	87,50
624	63,05	673	67,95	722	72,85	771	77,80	820	82,70	869	87,60
625	63,15	674	68,05	723	72,95	772	77,90	821	82,80	870	87,70
626	63,25	675	68,15	724	73,05	773	78,00	822	82,90	871	87,80
627	63,35	676	68,25	725	73,15	774	78,10	823	83,00	872	87,90
628	63,45	677	68,35	726	73,25	775	78,20	824	83,10	873	88,00
629	63,55	678	68,45	727	73,35	776	78,30	825	83,20	874	88,10
630	63,65	679	68,55	728	73,45	777	78,40	826	83,30		
631	63,75	680	68,65	729	73,55	778	78,50	827	83,40		
632	63,85	681	68,75	730	73,56	779	78,60	828	83,50		
633	63,95	682	68,85	731	73,75	780	78,70	829	83,60		
634	64,05	683	68,95	732	73,85	781	78,80	830	83,70		
635	64,15	684	69,05	733	73,95	782	78,90	831	83,80		
636	64,25	685	69,15	734	94,05	783	79,00	832	83,90		
637	64,35	686	69,25	735	74,15	784	79,10	833	84,00		
638	64,45	687	69,35	736	74,25	785	79,20	834	84,10		
639	64,55	688	69,45	737	74,35	786	79,30	835	84,20		
640	64,65	689	69,55	738	74,45	787	79,40	836	84,30		
641	64,75	690	69,65	739	74,55	788	79,50	837	84,40		
642	64,85	691	69,75	740	74,56	789	79,60	838	84,50		
643	64,95	692	69,85	741	74,75	790	79,70	839	84,60		
644	65,05	693	69,95	742	74,85	791	79,80	840	84,70		
645	65,15	694	70,05	743	74,95	792	79,90	841	84,80		
646	65,25	695	70,15	744	75,05	793	80,00	842	84,90		
647	65,35	696	70,25	745	75,15	794	80,10	843	85,00		
648	65,45	697	70,35	746	75,25	795	80,20	844	85,10		
649	65,55	698	70,45	747	75,35	796	80,30	845	85,20		
650	65,65	699	70,55	748	75,45	797	80,40	846	85,30		
651	65,75	700	70,65	749	75,55	798	80,50	847	85,40		
652	65,85	701	70,75	750	75,56	799	80,60	848	85,50		
653	65,95	702	70,85	751	75,75	800	80,70	849	85,60		
654	66,05	703	70,95	752	75,85	801	80,80	850	85,70		
655	66,15	704	71,05	753	75,95	802	80,90	851	85,80		
656	66,25	705	71,15	754	76,05	803	81,00	852	85,90		
657	66,35	706	71,25	755	76,15	804	81,10	853	86,00		
658	66,45	707	71,35	756	76,25	805	81,20	854	86,10		

Annexe2 :Qualité du blédur

QUALITE DU BLE DUR ET SEUILS DE TOLERANCE

1-CARACTERISTIQUES DU BLE DUR

Poids Spécifique	> ou = à 74 kg/hl
Taux d'Humidité	< ou = à 17 %
Présence de graines nuisibles	< ou = à 0,25 %
Présence d'Ergot	< ou = à 1 ‰
Impuretés de 1 ^{ère} catégorie	1%
Impuretés de 2 ^{ème} catégorie dont :	10%
* Grains Cassés	3%
* Grains boutés	4%

2-SEUILS DE TOLERANCE

CARACTERISTIQUES	SEUILS DE TOLERANCE
Poids Spécifique	74 kg/ hl (minimum)
Impuretés Diverses	1 % (maximum)
Gains Maigres	3 % (maximum)
Grains Cassés	3 % (maximum)
Grains Echaudés	5 % (maximum)
Grains Fusariés	1,5 % (maximum)
Grains Boutés	4 % (maximum)
Grains Piqués	1 % (maximum)

N.B : Les critères de qualité sont déterminés conformément au manuel d'agréege du blé diffusé par le JO n° 32 du 10 Août 1988.

Annexe3 : Bulletin d'agrément de blé dur (importé)

Agrodiv
 HOULding GROUP AGRODIV
 FILIALE CEREALE CENTRE
 COMPLEXE INDUSTRIEL ET COMMERCIALE BAGHLIA

Service du laboratoire : Baghliia le 07/04/2022

**BULLETIN D'AGREAGE DE BLE DUR -
"IMPORTE"**

NOM DE L'ORGANISME LIVREUR : C.C.L.S /O.A.L.C
 PROVENANCE DU BLE DUR IMPORTE: PORT D'ALGER

LIEU DE PRELEVEMENT : TREMIE SILOS - CIC BAGHLIA
 DATE DE RECEPTION : 09/05/2022
 DATE PRELEVEMENT : 09/05/2022
 DATE FIN ANALYSES : 09/05/2022

> Les caractéristiques physiques (déterminées conformément au Décret 88-152 du 26-07-1988 diffusé par le JORAP n°32 du 10 août 1988), sont les suivantes :

RESULTATS DE L'AGREAGE

Critères	Résultats	Normes
Poids spécifique en Kg/hl	81.7	> ou = à 74kg/hl
Humidité, (%)	9.2	< ou = à 17%
Poids de 1000 grains (m.s), en g:	36.0	-
Indice Nottin, (%)	10.6	< ou = à 20%
> dont % Blé tendre	-	< ou = 2,5%
Impuretés diverses, (%)	0.3	< ou = à 1%
Grains mouchetés, (%)	0.4	< ou = à 5%
Grains cassés, (%)	2.4	< ou = à 3%
Grains maigres, (%)	0.2	< ou = à 3%
Orge, (%)	0.1	< ou = à 3%
Grains germés, (%)	-	< ou = à 2%
Grains fusariés, (%)	-	< ou = à 1,5%
Grains piqués/punaisés (insectes), (%)	-	< ou = à 2%
Grains échaudés, (%)	0.6	< ou = à 5%
TOTAL IMPURETES, (%) =	4.0	

Annexe4:laboratoire des analyses physico-chimiques



Annexe5 :Les analyses de la farine de blé tendre.

	Granulométrie %	Teneur en eau%	Teneur en cendre%	Teste SDS %	Teneur en gluten %	
					GH	GS
Essais1	96.80	14.49	0.57	49.80	30	27
Essais2	96.50	14.46	0.59	50	29	26
Essais3	96.00	14.80	0.56	50.20	31	26
Moyenne	96.43	14.64	0.57	50	30	26.33
Ecart type	0.004	0.001	0.0001	0.002	0.6	0.6

Annexe6 :Les résultats de la farine de blé dur.

	Granulométrie %	Teneur en eau%	Teneur en cendre%	Teste SDS %	Teneur en gluten	
					GH	GS
Essais1	90.60	14.50	0.85	60.20	44	14.4
Essais2	90.40	14.43	0.88	61	41	15
Essais3	91.00	14.46	0.89	60.42	45	15.5
Moyenne	90.67	14.46	0.87	60.54	43.33	14.96
Ecart type	0.003	0.0003	0.0002	0.004	0.6	0.6

Annexe 7 : Résultats d'évaluation sensorielle des différentes formulations de biscuit.

Descripteurs	Echelle	A (100% FT)	B (25% 3SF)	C (50%3SF)	D (75% 3SF)
Couleur	Jaune pale	76.66	50	86.66	73.33
	Doré	23.33	30	13.33	26.66
	Brune foncé		20		
Epaisseur	Très fin	3.33	13.33	3.33	3.33
	Très épais	10	6.66	10	10
	Moyen	86.66	80	86.66	86.66
Odeur	Faible	90	90	80	76.66
	Forte	10	10	20	23.33
Dureté / Croquant	Mou	13.33	13.33	53.33	43.33
	Dur	86.66	86.66	46.66	56.66
Friabilité	Pas faible	46.66	26.66	26.66	23.33
	Très faible	20	16.66	6.66	16.66
	Moyenne	33.33	56.66	66.66	60
Goût sucré	Faible	13.33	13.33	23.33	30
	Forte	6.66		10	10
	Moyen	80	86.66	66.33	60

A

- ❖ **ABECASSIS, J. (1987).** La Mouture d'essai du blé dur : recherches et applications industrielles (Doctoral dissertation, Ecole nationale supérieure de meunerie et des industries céréalières) ;p146
- ❖ **ABECASSIS, J. (1993).** Nouvelles possibilités d'apprécier la valeur meunière et la valeur semoulière des blés. *Industries des céréales*, (81), 25-37.
- ❖ **ABECASSIS, J. (1996).** Comprendre la qualité : La valeur semoulière. Comment s'explique-t-elle ? I.N.R.A. Montpellier France: 37-57
- ❖ **ABECASSIS J ET FEILLET, P. (1985).** Pureté des semoules de blé dur, taux de cendres et réglementation. *Industrie des céréales* 36:13-18.
- ❖ **ADRIAN, J. (1995).** La science alimentaire de A à Z, 2ème édition, Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. 477 pages.
- ❖ **ABECASSIS, J., &SAMSON, M. F. (2015).** Pasta and gluten: facts and fakes In Word pasta Day scientific Consensus Conference
- ❖ **AMMAR, M. (2014).** Organisation de la chaine logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective, Thèse de doctorat de CIHEAM Montpellier : p17-20.
- ❖ **ARDENT, E. K., RENZETTI, S. & FABIO, D.B. (2009).**Dough Microstructure and Textural Aspects of Gluten-Free Yeast Bread and Biscuits. In *Gluten-Free Food Science and Technology*, GALLAGHER, E. Wiley-Blackwell. UK. : 107 – 125.
- ❖ **AZUDIN, N. (1988).** The milling process in Omeranz Y. *Wheat Chemistry and Bacillus cereus in some Nigerian flour-based foods.* *Food Control.* 3, 149-15

B

- ❖ **BARTOLUCCI, J. C. (1997).** Comportement rhéologique des pâtes et qualité des farines de blés tendres Français en panification et en biscuiterie. Thèse de doctorat. Ecole nationale supérieure des industries agricoles et alimentaires, Massy, France. 300 p.
- ❖ **BELAID, D. (1996).** Aspects de la céréaliculture Algérienne. Office des publications universitaires .Alger, 208 p
- ❖ **BENBELKACEM, A. BRINIS, L. et SADLI, F. (1995).** La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. In: DiFonzo, N. (ed.), Kaan, F. (ed.), Nachit, M. (Ed.). *Durum wheat quality in the Mediterranean region* Zaragoza : CIHEAM. 61-65 p.
- ❖ **BOUDREAU, A. et MENARD, G. (1992).** Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Ed. Les presses de l'université de LAVAL. Québec, P 29, 32, 34, 101, 102, 131, 173, 197.
- ❖ **BOUGHAZZI, M. (1990).** Contribution à la détermination de l'incidence de l'incorporation de la sssf dans les farines panifiables. Mémoire d'ingénieur (Blida)
- ❖ **BOULALA, Z. ROUABEH, A. (2017).** Appréciation de la qualité technologique de 8 variétés homologuées de blé dur cultivées dans la région de Constantine

- ❖ **BOYACIOGLU, M.H. et D'APPOLONIA, B.L. (1994).** Durum wheat for bread making: Comparison of chemical, rheological and baking properties between bread wheat flours and durum wheat flours. *Cereal Chemistry* 71(1): 21 – 27
- ❖ **BRAUN, P. LEYGUE, J. VALLADE, S. (2012).** Qualité du blé dur le climat et la variété paramètrent le taux de moucheture ARVALIS-Institut du végétal Geoffroy de La Panouse, INP Toulouse-EI Purpan p 9-11
- ❖ **BUSHUK, W. (1986).** Wheat: Chemistry and uses. *Cereal Foods World* 31 (3): 258-262.

C

- ❖ **CALVEL, R. (1984).** La boulangerie moderne (Eyrolles Ed. 9ème ed.). Paris, FRANCE.
- ❖ **CHERET, R. MOREL, M.H. et SAMSON, M.F. (2003).** Caractérisation physico-chimique du mitadinage chez le blé dur (*Triticum durum Des/*). *Ind. Céréales*. 131 : 14-15.
- ❖ **CODEX STAN 178. (1991).** Norme Codex Pour La Semoule Et La Farine De Blé Dur. *Codex Stan*. Pp 03
- ❖ **COLAS, (1997).** Dosage des cendre et matières minérales in guide pratique d'analyse dans les industries des céréales, p305
- ❖ **COLAS, A. (1998).** Définition de la qualité des farines pour les différentes utilisations. In, GODON, B., WILLM, C. Les industries de première transformation des céréales. Lavoisier. Tec et Doc/Apria. Paris : 679. 579- 589.
- ❖ **COLAS, A. et THARRAULT, J. F. (1997).** Granulométrie des particules. In Guide pratiqued'analyses dans les industries des céréales. Ed. GODON B. & LOISEL W. Lavoisier. Tec et Doc. Paris : 42-49. 819 p.

D

- ❖ **DARRIGOL, J.L. (1978).** Les céréales pour votre santé : propriétés et usages diététiques et thérapeutique des céréales complètes du germe de blé et du son édition D'angles, page 45.
- ❖ **DESCLAUX, D. (2005).** Amélioration de la valeur technologique et commerciale du blé dur : vers une réduction des taux de moucheture et de mitadin. Rapport du projet de recherche. INRA. Montpellier. France, 120.
- ❖ **DEXTER, J. E., PRESTON, K.R., MARTIN, D.G. et GANDER, E.J. (1994).** The effect of protein content and starch damage on the physical dough properties and bread making quality of Canadian durum wheat. *Journal of Cereal Science* 20:139-151.
- ❖ **DEXTER, J.E., EDWARDS, N.M. (1998).** Incidence des facteurs de classement fréquemment détectés sur l'aptitude technologique du blé dur p12.
- ❖ **DJELTI, H. (2014).** Etude de la qualité du blé tendre utilise en meunière algérienne. Mémoire de magistère présenté à l'Université Abou BekrBelkaid-Tlemcen. 25-27 p.

- ❖ **DUBOIS, M. (1996).** Les farines : caractéristiques des farines et des pâtes. In : Industries des céréales. N°97. Ed : Lavoisier, Paris. 19-29.
- ❖ **DUBOIS, M. (1997).** La dureté des blés : les amidons endommagés. In : Industries des céréales. P 3, 4

F

- ❖ **FARES, R., BOUCHAIB, A., (2017).** Recherche de bactéries développant une activité antagoniste vis -à- vis des agents de la pourriture racinaire de blé dur. Mémoire de Master : Biotechnologie des Mycètes / Fermentation et production de substances fongiques. Constantine : Université des Frères Mentouri Constantine, 101p.
- ❖ **FEILLET, P. (2000).** Le grain de blé, composition et utilisation. Edition; INRA. Paris. 308 pages.
- ❖ **FELDMAN, M. SEARS, ER. (1981).** the Wild gene resources if wheat. Sci Amer Jan: 101-12
- ❖ **FELDMEN, (2001).** Evolution of Wild Emmer and Wheat Improvement p 232.
- ❖ **FELLOWS, P. (2000).** Food Processing Technology Principles and Practice. 2 nd Edition. Woodhead Publishing, Cambridge England. 575 p.
- ❖ **FREDOT, E. (2012).** Connaissance des aliments bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique, Ed Lavoisier Tec et doc Paris, Pp.159.
- ❖ **FUSTIER, P.J. (2006).** Influence des fractions de mouture de blé tendre (farine patente, De coupure et basse) sur les propriétés rhéologiques des pâtes et caractéristiques des biscuits. Thèse de Doctorat, Option Sciences en Technologies des Aliments, Département des Sciences des aliments et de Nutrition, Faculté des sciences de l'Agriculture et de l'Alimentation, Université Laval, Québec : 54 p

G

- ❖ **GALLAGHER, E. (2008).** Formulation and nutritional aspects of gluten-free cereal products and infant foods. In Gluten-free cereal products and beverages (pp. 321-346). Academic Press.
- ❖ **GHADERI, A., EVERSON, E. H., & YAMAZAKI, W. T. (1971).** Test weight in relation to the physical and quality characteristics of soft winter wheat (*Triticum aestivum* L. em Thell) 1. Crop Science, 11(4), 515-518.
- ❖ **GODON, B. et WILM, C. (1991).** Les industries de premières transformations des céréales. Ed. Tec et Doc. LAVOISIER .paris, ISBN : 2-7430-0123-2, p 122-154. Article
- ❖ **GODON, (1991).** Biotransformation des produits céréaliers. Ed : pria/Inra : techniques et documentations Lavoisier : Paris pp 221.
- ❖ **GODON, B. WILLM, C. (1998).** Les industries de première transformation des céréales, Ed. Tec & Doc, Lavoisier. Paris, pp. 66- 68.
- ❖ **GRIGNAC, P. H. (1981).** Rendement et composantes du rendement du blé d'hiver dans l'environnement méditerranéen français

- ❖ **GUEZLANE, L. (1993).** Mise au point de méthode de caractérisation et étude de modification physico-chimique sur l'effet de traitements hydro-thermique en vue d'optimiser la qualité du couscous du blé dur. Mémoire SAAD Dahlab de Blida.

H

- ❖ **HAMADACHE, A. MAKHLOUF, M. et HARKATI, N. (2002).** Effet de la date et de l'outil de travail de sol sur le comportement des bromes (*Bromus* sp) et le rendement de blé dure (*Triticum durum*). Dans la région de Sétif. Dans : Céréaliculture, 37, pp. 24-29
- ❖ **HAMMAMI, R, B. AYADI, B. BARGAOUI, M. MNAJJA, MME GHARBI., (2017).** Etude de la diversité génétique des paramètres de qualité de quatorze variétés de blé dur (*Triticum durum*) cultivé en Tunisie La Société Meunière Tunisienne-RANDA
- ❖ **HEBRARD, J.P. (1996).** Blé dur : objectif qualité, NUTRITION : des pâtes épatantes. Document édité à l'occasion du colloque : perspectives blé dur, Toulouse, Labège, 26 Novembre 1996 organisé par : ITCF-ONIC-INRA- ITCF, 6-7 p.
- ❖ **HEMERY, Y. ROUAU, X. LULLIEN-PELLERIN, V. BARRON, C. ABECASSIS, J. (2007).** Dry processes to develop wheat fractions and products with enhanced nutritional quality. Journal of Cereal Science, Pp.46. 327.347

I

- ❖ **ITGC, (1998).** Catalogue variétal de l'institut technique de grande culture de blé dur ouad semar
- ❖ **ITFC, (2001).** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux. Guide pratique ITFC. Laboratoire qualité des céréales. Pp : 165-219

J

- ❖ **JEANTET, R. CROGUENNEC, T. SCHUK P et BRULE, G. (2007).** Du blé au pain et aux pâtes alimentaires. In « sciences des aliments biochimie, Microbiologie, procédés, produits » Vol 2 : Technologie des produits Alimentaires. Ed Tec et Doc. LAVOISIER. Paris. P 137-180.

K

- ❖ **KELLOU, R. (2008).** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerranée: le cas des coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif occitan et Audecoop. CIHEAM-IAM Montpellier.

- ❖ **KIGER, J. L. & KIGER, J. G. (1967).** Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserie boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Tome 1. Ed. Dunod. Paris. 696 p.
- ❖ **KLEIJER, G. (2002) :** Sélection des variétés de blé pour la qualité boulangère. Revue suisse d'agriculture, 34(6), 253-259.

L

- ❖ **LABBANI, Z. (2007).** Réorientation Androgénique Des Microspores De Triticum Turgidum Subsp. Durum (desf) Husn. L'albinisme Peut-il Etre Partiellement Maitrisé ? Thèse Doc. D'Etat Bio. Université Frère Mentouri, Constantine 1, p 130.
- ❖ **LACENE, (1991) :** influences du conditionnement des blé tendre sur la composition biochimique et des aptitudes technologique de la farine. Mémoire d'ingénieure UMMTO
- ❖ **LANIESSE, P.** Déterminations du taux de cendres des céréales et produits de mouture. Bull. ENSMIC, mars-avri11 963194 : 83-90.
- ❖ **LARA, E., CORTES, P., BRIONES, V. & PEREZ, M. (2011).** Structural and physical modification of corn biscuits during baking process. LWT- Food Science and Technology. 44, 622-630.
- ❖ **LINDHAL, L. et ELIASSON, A C. (1992):** A comparison of some rheological properties of durum and wheat flour dough. Cereal chemistry 69: 30-34

M

- ❖ **MAACHE-REZZOUG, Z., BOUVIER, J. M., ALLEF, K. & PATRASC. (1998 a).** Effect of Principal Ingredients on Rheological Behavior of Biscuit Dough and on Quality of Biscuits. Journal of Food Engineering. 35, 23-42.
- ❖ **MAACHE-REZZOUG, Z., BOUVIER, J. M., PATRAS, C. & ALLAF, K. (1998 B).** Study of mixing in Connection with the Rheological Properties of Biscuit Dough and Dimensional Characteristics of Biscuits. Journal of Food Engineering. 35, 43-56.
- ❖ **MAHAUT, B. (1996).** Comment évalue-t-on la qualité d'un blé dur ? In colloque « perspectives blé dur ». Ed. ONIC, ITCF. France, pp.29-31
- ❖ **MANOHAR, S. & RAO, P. H. (2002).** Interrelationship between rheological characteristics of dough and quality of biscuits; use of elastic recovery of dough to predict biscuit quality. Food Research International. 35, 807-813.
- ❖ **MADR, (2009).** Statistiques agricoles, série B. Ministère de l'Agriculture et du Développement rural.
- ❖ **MARSHALL, DR. MARES, DJ. MOSS, HJ. ELISON FW. (1986).** Effet de la forme et de la taille des grains sur les rendements de mouture dans le blé II. Etudes expérimentales. Journal australien de la recherche agricole 37 : 331-342 in Etude de la diversité génétique des paramètres de qualité de quatorze variétés de blé dur (Triticum dur) cultivé en Tunisie.

- ❖ **MARTIN, (1998).** L'eau dans les céréales in les industries de première transformation des céréales. Collection sciences et technique agroalimentaire 2ème édition TEC et DOC Lavoisier. Paris
- ❖ **MELCION, J.P. (2000).** La granulométrie de l'aliment: principe, mesure et obtention. INRA Prod.Anim. Paris.13(2) .81-89p.
- ❖ **MELEARD, B., GRIGNON, G., LEYGUE, J. P., AUSSENAC, T., & RHAZI, L. (2017).**Déterminismes de la qualité : des phénomènes sous-jacents très complexes. Perspectives agricoles, (440), 40-44.
- ❖ **MENARD, G., EMOND, S., SEGIN, R., BOLDUCC, R., BOUDREAU, A., MARCOUS, D.,**
- ❖ **PAINCHAUD, M. & POIRIER, D. (1992).** La biscuiterie industrielle. In, **BOUDREAU A., MENARDG. (1992).** Le blé : éléments fondamentaux et transformation. Les presses de l'université Laval. Sainte-Foy. Canada. 287, 348. 439.
- ❖ **MIRAD, Z. (1985).** Incidence de l'incorporation de deux échantillons de 3SF à la farine panifiable. C.E.R.E.A.L, pp. 11-19.
- ❖ **MOHTADJI-LAMBALAI, C., (1989).** Les aliments. Ed Maloine. Paris. 203 p.
- ❖ **MOULE, C. (1971).** Phytotechnie Spéciale CÉRÉALES, Tom II, pp:1-2
- ❖ **MOLL, M. MOLL, N. (2008).** Précis des risques alimentaires. Ed Lavoisier Tec et doc., Paris, Pp.104.345

N

- ❖ **NIQUE, G. et LASSERAN, J.C. (1989).** Stockage et conservation des grains à la ferme Guides pratiques. 50 p.

O

- ❖ **OUKEMOUM, D. (2001).** Caractérisations et utilisation de blé dur. Comparaison des propriétés rhéologique et boulangères entre la FDB et FBT. Mémoire Ingénieure UMMTO

P

- ❖ **PATRICK, F. (2006).** Influence des fractions de mouture de blé tendre (farines patente, de coupure et basse) sur les propriétés rhéologiques des pâtes et caractéristiques des biscuits. (Thèse de doctorat), Université Laval-Québec, CANADA.293 p
- ❖ **Payne, P. I., Jackson, E. A., & Holt, L. M. (1984).** The association between γ -gliadin 45 and gluten strength in durum wheat varieties: a direct causal effect or the result of genetic linkage? Journal of cereal science, 2(2), 73-81.
- ❖ **PETITOT, M. ABECASSIS, J. & MICARD, V. (2009).** Structuring of pasta components during processing: impact on starch and protein digestibility and allergenicity. *Trends in Food Science & Technology*, 20(11-12), 521-532
- ❖ **POMERANZ, Y. (1983).** molecular approach to bread making an update and new perspectives. The bakers diges. 72-86. Pp. 12-20.

- ❖ **PNNS, 2007.** rapport du groupe de travail pnns sur les glucides etapes 1 et 2 du mandat.

Q

- ❖ **QUAGLIA, G. B. (1988).** Other durum wheat products. In: Durum wheat. Chemistry and Technology: 263- 282

R

- ❖ **REIS, D. (2006) :** « Fibre dans l'alimentation » PP 277-288 in le monde des fibres REIS D., VIAN B, BAJON C. Edition Belin 2006, 351 pages.
- ❖ **ROBINSON, F. E., CUDNEY, D. W., & LEHMAN, W. F. (1979).** Nitrate Fertilizer Timing, Irrigation, Protein, and Yellow Berry in Durum Wheat 1. Agronomy Journal, 71(2), 304-308. In Effet de la fertilisation et des pourritures racinaires sur la qualité des grains du blé dur Ourgh. Proceeding du symposium sur la gestion phytosanitaire.
- ❖ **RUEL, T. (2006).** Document sur la culture du blé, Ed .Educagri.18p.

S

- ❖ **SLAMA, A., BEN SALEM, M., BEN NACEUR, M., & ZID, E. (2005).** Les céréales en Tunisie : production, effet de la sécheresse et mécanismes de résistance. Sécheresse, 16(3), 225-229.
- ❖ **SALL KHALY., (1998).** Contrôle de qualité des farines céréalières mises sur le marché au Sénégal. Thèse de doctorat, Pp.14.17
- ❖ **SAMSON, M.F., MABILLE, F., CHERET, R., ABECASSIS, J. ET MOREL, M.H. (2005).** Mechanical and physicochemical characterization of vitreous and mealy durum wheat endosperm. Cereal Chemistry.
- ❖ **SCOTTI, G. et MONT, JM. (1997).** Analyses physiques des graines : blé tendre et blé dur ; In : guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. Ed. Tes Doc Lavoisier. Paris, P 79, 88,110.
- ❖ **SELSELET-ATTOU, G. (1991).** Technologie des céréales et produits dérivés, document à l'usage desétudiants, Option T.A.A., 150 p
- ❖ **SINGH J., 1993.** Influence of heat treatment of milk and incubation temperatures on Streptococcus thermophilus and Lactobacillus acidophilus. Milchwissenschaft, 38 : 347-348 p.
- ❖ **SISSONS, MJ. (2004).** Pâtes. Wrigly, C., Corke, H., Walker, C. (Eds) Encyclopaedia of Grain Science, Elsevier, Australie: 409-418
- ❖ **ŠRAMKOVA, Z. GREGOVA, E. STURDIK, E. (2009).** Chemical composition and Nutritional Quality of Wheat Grain. *actachimicaslovaca*, vol.2, no.1, 115-138.
- ❖ **STAUFFER, C. E. (1998).** Fats and oils in bakery products. Cereal Foods World. 43,3, 120-126.
- ❖ **SUDHA, M. L., SRIVASTAVA, A. K. & LEELAVATHI, K. (2007a).** Studies on pasting and structural characteristics of thermally treated wheat germ. Eur Food Res Technol. 225, 351-357
- ❖ **SURGENT, A. BARRON, C. (2005).** Histologie du grain de blé. Industrie des céréales, Pp.3.7.

T

- ❖ **THARRAULT, J. F. (1997).** Qualité biscuitière des farines de blé tendre : des blés biscuitiers pour une bonne maîtrise de la texture des biscuits. In, GODON, B. & LOISEL, W. Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales. Lavoisier. Tec. & doc. Paris. 819 p.
- ❖ **TROCCOLI, A. BORRELLI, G.M. DE-VITA, P. FARES, C. DI-FONZOET, N. (2000).** Mini review: durum wheat quality: a multidisciplinary concept. Journal of Cereal Science, 32: 99-113 p.

U

- ❖ **UTHAYAKUMARAN, S. LAFIANDRA, D. et GIANIBELLI, M.C. (2004).** Evaluation of durum wheat quality using micro-scale and basic rheological tests. In. the proceedings of the 8th gluten workshop, 8-10 September 2003. Viterbo (Italy). The gluten proteins. Cambridge, the Royal Society of Chemistry, 192-195

V

- ❖ **VIERLING, E. (2008).** Aliments et boissons: filières et produits. 271p (Doin Ed.).
- ❖ **YVES, H. et BUYER, J. (2000).** L'origine des blés. Pour les sciences hors-série (26).60-62 p

Z

- ❖ **ZAGHOUANE, O., ABDELLAOUI, Z., & HOUASSINE, D. (2006).** Quelles perspectives pour l'agriculture de conservation dans les zones céréalières en conditions algériennes. Options

Webographie

- ❖ **ANNONYME, (2015).** génétiques et physico-chimiques et valeur d'utilisation du blé tendre et du blé durPublié par Webmaster FDMF le 1 avril 2005 <https://fdmf.fr/caracteristiques-genetiques-et-physico-chimiques-et-valeur-d-utilisation-du-ble-tendre-et-du-ble-dur/> Consulter le 10-09-2022.
- ❖ **ANONYME, (2018).** Semoule et Couscous, leurs secrets de fabrication posté le 8 octobre 2018 par Le Renard.<https://www.le-renard.fr/ce-que-vous-devez-savoir/semoule-et-couscous-leurs-secrets-de-fabrication/> consulter le 22-06-2022.
- ❖ **ANONYME, (2021).** Marché du blé dur France, Union européenne, Monde (2019-2020) <https://www.franceagrimer.fr/fam/content/download/63307/document/Bilan%20BI%C3%A9%20dur%202019-2020.pdf?version=1> consulter le 06-06-2022.

- ❖ **ANONYME, (2021).** Blé les propriétés nutritives du blé <https://www.creapharma.ch/ble.htm>.
consulter le 22-06.2022

- ❖ **ANONYME, (2022).** Le point sur le marché du blé à la veille des moissons Mercredi
22/06/2022 <https://www.pleinchamp.com/actualite/le-point-sur-le-marche-du-ble-a-la-veille-des-moissons>. Consulter le 19-05-2022.

Résumé

L'objectif de notre travail était de valoriser ce sous-produit (3SF) en le mélangeant avec la farine de blé tendre par son incorporation à trois pourcentages différents 25 %, 50 % et 75 % dans la préparation des biscuits. Des analyses physico-chimiques (taux d'affleurement, teneur en eau, taux de cendre, taux de gluten...) ont été réalisées, ainsi qu'une évaluation des propriétés sensorielle. Les résultats ont révélé que l'ensemble des formulations de biscuits est acceptable par le panel de dégustation, pour la formule A : la couleur est la même avec les autres formules B ,C ,D à un pourcentage entre 76.66 % et 86.66 % (jaune pâle) ; tout comme l'épaisseur c'est presque le même avec la formule B ,C,D avec un pourcentage entre 80% et 86.66% (moyen) par contre la dureté des formules A,B le résultat est 86.66% (Dure) et pour C le critère le plus choisis c'était (Mou) avec un pourcentage de 53.33%.

D'après ces différents résultats, les dégustateurs ont préféré la formule B à base de 25% de farine de blé dur.

Mots clés : le blé dur, valorisation, la farine de blé dur, analyse sensorielle, biscuits.

Abstract

The objective of our work was to valorize this by-product (3SF) by mixing it with soft wheat flour by its incorporation at three different percentages 25%, 50% and 75% in the preparation of cookies. Physico-chemical analyses (flaking rate, water content, ash rate, gluten rate...) were performed, as well as an evaluation of the sensory properties. The results revealed that all the cookie formulations are acceptable by the tasting panel, for formula A: the color is the same with the other formulas B, C ,D at a percentage between 76.66 % and 86.66% (pale yellow); as well as the thickness is almost the same with the formula B, C, D with a percentage between 80% and 86.66% (average) against the hardness of the formulas A, B the result is 86.66% (Hard) and for C the criterion most chosen was (Soft) with a percentage of 53.33%.

According to these different results, the tasters preferred formula B with 25% durum wheat flour.

Keywords: durum wheat, recovery, durum wheat flour, sensory analysis, biscuits.