

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE CONSTANTINE 1
INSTITUT DE LA NUTRITION, DE L'ALIMENTATION ET DES
TECHNOLOGIES AGROALIMENTAIRES
I.N.A.T.A.A.
Département de Technologies Alimentaires

N° d'ordre :
N° de série :

Mémoire présenté en vue de l'obtention du diplôme de Magister en Sciences
Alimentaires

Option : Technologies Alimentaires

Réalisé par **BOUNNECHE Hayette**

Fric : technologie de fabrication et qualité

Soutenu le :14/12/2014

Devant le jury :

Président : BELARIBI M. Professeur : S.N.V.U.C.1

Rapporteur : NAMOUNE H. Professeur I.N.A.T.A.A., U.C.1

Examineurs : KHARROUB K. Professeur : I.N.A.T.A.A., U.C.1

BEKHOUCHE F. Professeur I.N.A.T.A.A., U.C.1

Année : 2014/2015

Remerciements

Au terme de ce travail, je tiens à remercier mon enseignant et Directeur de mémoire, monsieur NAMOUNE H., professeur à l'université de Constantine 1, pour avoir encadré ce travail. Je tiens à vous remercier pour votre aide précieuse, vos conseils, votre objectivité, votre disponibilité, votre rigueur scientifique, et vos précieux conseils qui ont fait progresser ce travail. Il m'est aussi d'un agréable devoir de vous adresser un grand merci pour la sympathie, la confiance et la liberté d'action dont j'ai bénéficié tout au long de ce mémoire. Soyez assuré de ma sincère estime.

Je tiens à exprimer ma respectueuse reconnaissance au monsieur BELARIBI M, professeur à l'université de Constantine 1, pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de jury de ce travail.

Mes reconnaissances vont également au professeur KHAROUB K., université de Constantine 1, qui m'a fait l'honneur de bien vouloir examiner ce travail. Veuillez accepter mes plus vifs remerciements pour votre présence dans ce jury et soyez assuré de tout mon respect et de ma profonde gratitude.

Mes remerciements les plus respectueux vont également au professeur BEKHOUCHE F., Université de Constantine 1, qui m'a fait l'honneur de prendre connaissance de ce travail et d'en participer au jury en tant qu'examinatrice. Qu'elle trouve ici l'expression de ma profonde reconnaissance.

Mes remerciements très particuliers sont présentés à M. RADJAH Abd elwahab, pour sa générosité en offrant un champ du blé pour réaliser ce travail.

Je voudrais adresser mes remerciements au personnel des laboratoires pédagogiques de l'I.N.A.T.A.A.

Mes sentiments de reconnaissance et mes remerciements vont aussi à l'encontre de toute personne qui a participé de près ou de loin, directement ou indirectement à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire :

A la mémoire de mon frère : Zahir

*A mes très chers parents, ma mère et mon père qui m'ont tout appris, pour toutes les
sacrifices qu'ils se sont donnés pour me voir réussir dans la vie*

*A ma belle famille : Taher et Djamilia
pour leur aide
leur encouragement*

*A mon mari : Tarek, remède de mon trac et de mes ennuis
Pour son soutien qui me fait une main-forte
Pour sa présence à mes côtés tout
au long des moments difficiles*

*A ma fille : Hafsa Anane
Pour le sucre apporté
aux moments de détente
et la stimulation à ma persévérance*

A mon frère et mes sœurs.

TABLE DES MATIÈRES

Liste des figures

Liste des tableaux

Liste des abréviations

Liste des annexes

Introduction	1
--------------------	---

Partie I : synthèse bibliographique

Chapitre I : le blé dur.....	3
1-Généralité	3
2-Les types de blé.....	3
3-la morphologie et histologie du grain de blé.....	4
3-1-Les enveloppes	5
3-2-L'albumen.....	6
3-3-Le germe	7
4-Le cycle végétatif.....	7
5- La composition chimique du grain de blé.....	8
5-1-Les glucides	9
5-1-1-Amidon	9
5-1-2-Fibres.....	9
5-1-3- Pentosanes.....	10
5- 1-4-Glucides simples.....	10
5-2-Les protéines	11
5-3-Les lipides.....	12
5-4-Les minéraux.....	13
5-5- Les enzymes	14
5-6- les vitamines.....	14

6-Utilisation du blé dur	15
Chapitre II : le fric	18
1-Définition	18
2-Préparation.....	18
2-1- Préparation du fric en république Arabe Unie.....	18
2-2-préparation du fric en Tunisie	18
2-3- préparation du fric en Égypte.....	18
2-4- Préparation du fric en Algérie.....	19
3-La valeur nutritive du fric.....	20
4-1-Les glucides.....	20
4-2- les protéines	20
4-3- les vitamines.....	21
5- Production du fric.....	22

Partie II : matériels et méthode

1-Enquête sur le fric.....	23
2- Préparation des échantillons.....	23
2-1-Choix d'une parcelle.....	23
2-2- Préparation du blé vert grillé (BVG)	24
2-3-Le blé dur.....	24
3-Étude du rendement	26
3-1-Rendement de 50 épis.....	26
3-2-La masse de 1000 grains.....	26
3-3- Rendement en différents produits de mouture (fric et en semoule).....	26
3-4- Analyses granulométriques des produits de la mouture.....	27

4- Analyses physico-chimiques du blé dur et de blé vert grillé.....	27
4-1- Teneurs en eau.....	27
4-2- Cendres totales.....	27
4.3. Protéines totales.....	28
4-4- Matières grasses libres.....	28
5-préparation de la soupe.....	29
6- Analyse sensorielle de la soupe de fric.....	29
6-1-Les sujets.....	30
6-2- Déroulement de l'analyse.....	30
6-2-1-Test de classement par rang.....	30
Présentation des échantillons :.....	30
Analyse des données	30
6-2-2-Test hédonique.....	31
Analyse des données :.....	32

Partie III : résultats et discussion

1- Enquête.....	33
1.1. Caractéristiques des ménages.....	33
1.1.2. Taille du ménage.....	33
1.1.3. Milieu.....	33
1.1.4. Profession du chef de ménage.....	34
1.2. Connaissance et consommation.....	34
1.3. Occasion et mode de consommation du fric.....	34
1.4. Fréquence de consommation du fric	35
1.5. Méthode d'obtention du fric et quantité consommée	36
1.6. Diagramme de fabrication.....	37
1.7. Diagramme de préparation à la consommation.....	37
1.8. Critères d'appréciation de la qualité du produit non cuit.....	38

1.9. Critères d’appréciations de la qualité du chorba cuit et prêt et être servi.....	38
1.10. Cout du fric	39
Conclusion	39
2. L’étude du rendement des deux échantillons.....	40
2.1. Le rendement de 50 épis et le poids de 1000 grains.....	40
2.2. Le rendement en différents produits de la mouture et leur granulométrie.....	41
2.2.1. Rendement en différents produits de la mouture du BVG et leur granulométrie.....	41
2.2.1. Rendement en différents produits de la mouture du blé dur et leur granulométrie.....	42
2.3. Le rendement économique ou commercial.....	43
CONCLUSION.....	45
3. Composition du blé dur et le BVG.....	45
Conclusion.....	46
4. ANALYSE SENSORIELLE.....	46
4.1. Test de classement par rang.....	47
4.2. Test hédonique.....	48
4.2.1. Profil sensorielle des soupes.....	49
Conclusion.....	51
CONCLUSION GÉNÉRALE.....	52
REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES.....	54
ANNEXES	
RESUMES	

LISTE DES FIGURES

Partie I : Synthèse bibliographique

- Figure 1.** Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé (SURGET & BARRON ,2005).....5
- Figure 02.** Image de la partie centrale de l'albumen obtenue par microscopie électronique à balayage (MEB).présence de deux populations de grains d'amidon morphologiquement différents, les petits (SB) et les gros (SA), englobés dans une matrice protéique (MILLS et *al.*, 2005).....6

Partie II : Matériel et méthodes

- Figure 03.** grains de blé :a) blé vert grillé récolté au stade laiteux, b)blé dur récolté à l'état mur.....24
- Figure 04 :** diagramme de fabrication traditionnelle du fric.....25
- Figure 05 :** Bulletin du test de classement par rang.....31
- Figure 06 :** Bulletin pour le test hédonique avec un barème de notation allant de 1 à 9.....32

Partie III : Résultats et discussion

- Figure 07 :** les différents digrammes de fabrication du fric.....37
- Figure 08 :** rendement en différents produits de la mouture du BVG classés par des tamis traditionnels.....41
- Figure09 :** la granulométrie de différent produits de la mouture du BVG.....41
- Figure 10 :** les proportions de différents produits de la mouture du blé dur classés par des tamis traditionnels..... 42
- Figure 11 : la granulométrie de différents produits de la mouture du blé dur.....43
- Figure 12:** schéma quantitatif de la mouture du BVG.....44
- Figure 13 :** schéma quantitatif de la mouture du blé dur.....45
- Figure 14 : valeurs moyennes des notes d'appréciation hédonique des trois soupes de fric.....48
- Figure 15 : profil sensoriel des trois soupes analysées, (C) soupe Legé, (D) soupe moyennement concentré, (E) soupe concentré.....49

LISTE DES TABLEAUX

Partie I : Synthèse bibliographique

Tableau 01 : les principales parties du grain de blé (%du poids sec) (ALAIS <i>et al.</i> , 2008).....	7
Tableau 2 : Distribution histologique des principaux constituants de grain de blé (FEILLET, 2000).....	9
Tableau 3: les différentes protéines du grain de blé (FREDOT, 2005).....	11
Tableau 4 : composition en acides aminés des protéines de blé (en grammes pour 16 grammes d'azote). (GODON, 1998).....	12
Tableau 5 : La composition en acides gras des lipides des grains de blé (en pourcentage du total des acides gras) (GODON, 1998).....	13
Tableau 6 : Le contenu en élément de trace essentiel du blé dur (moyen et gamme en (µg/g poids sec) de cuivre, fer, de manganèse, de molybdène, de sélénium, et de concentrations en zinc dans le grain du blé dur de différentes régions productrices.....	14
Tableau 7: teneurs en vitamines des différentes parties du grain de blé (en milligrammes pour 100 g de grains) (GODON, 1998).....	15
Tableau8 : Utilisation du blé dur (QUAGLIA, 1988 cité par NAMOUNE, 1996).....	17
Tableau 9 : composition approximative du fric pour 100g de la partie comestible (DAGHER, 1991).....	20

Partie II : Matériel et méthodes

Tableau10 : les quantités de fric ajouté pour chaque soupe du fric.....	29
--	----

Partie III : Résultats et discussion

Tableau 11: Répartition des ménages selon le milieu.....	33
Tableau 12 : taille des ménages de familles enquêtées.....	33
Tableau 13: profession du chef de ménage.....	34
Tableau 14: consommation et connaissance du fric selon les ménages.....	34

Tableau 15: Occasion et mode de consommation du fric selon le nombre de ménages.....	35
Tableau 16 : fréquence de consommation du fric.....	35
Tableau 17 : La méthode d'obtention du fric selon les ménages et quantité consommée par an.....	36
Tableau 18 : Critères d'appréciation de la qualité du fric.....	38
Tableau 19 : Critères d'appréciations de la qualité du fric cuit et prêt et être servi.....	39
Tableau 20 : rendement de 50 épis et poids de 1000 grains.....	40
Tableau 21 : les principaux constituants du blé dur et le BVG (g pour 100g d'échantillon.....	45
Tableau 22 : Résultats du test du classement par rang des trois soupes du fric.....	47
Tableau 23: Représentation des trois soupes analysées en groupes homogènes par le test de Tukey (HSD).....	48
Tableau 24 : Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les trois soupes sur l'odeur, la couleur, le goût, la concentration et l'onctuosité (avec un intervalle de confiance à 95%).....	50

LISTE DES ABRÉVIATIONS

%G : pourcentage du constituant dans le grain

%T : pourcentage du constituant dans tissu

°C : degré Celsius

µg : microgramme

BD : blé dur

BVG : blé vert grillé

C : cuillère

cm : centimètre

CUD : coefficient d'utilisation digestive

db : dry basis

g : gramme

kg : kilogramme

M : nombre de ménage

mm : millimètre

LISTE DES ANNEXES

Annexe 01: Questionnaire sur un produits céréalier traditionnel (Fric)

Annexe 02. Différences des sommes de classement par rang absolu critiques pour les comparaisons de «tous les traitements» à un seuil de signification de 1 %

Annexe 03. Résultats de l'ANOVA intragroupes pour le test hédonique avec un seuil de signification de 5 %.

Annexe 04 : images de la soupe du fric.

INTRODUCTION

INTRODUCTION

Les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation humaine dans la plus part des pays du monde du fait qu'elles apportent la plus grande part calorique et protéique de la ration (GODON., 1981).

Le nord de l'Afrique et peut être tout le bassin méditerranéen est riche de toute une gamme de produits céréaliers obtenus de façon artisanale. Ces produits sont à base de plats locaux typique profondément ancrés dans la tradition culinaire et culturelle. L'art culinaire a également excédé dans l'inversion de modes de préparation des plats savoureux et appétissants à base de céréales ou de produits céréaliers (LARABA, 1989).

La préparation du frik est très ancienne surtout dans les régions d'Asie occidentale et d'Afrique du nord. Il est très populaire dans beaucoup de pays du Proche-Orient, en particulier en Jordanie, Syrie, Égypte. Il est généralement consommé comme plat principal combiné avec de la viande ou avec la sauce tomate ou en tant que bourrage pour les volailles. Le frik vient d'une usine qui est bien adaptée à la région et peut être développée localement tout à fait avec succès et il doit être exporté vers la plus part des pays (DAGHER., 1991).

Dans ce contexte, le travail présenté dans ce mémoire vise meilleure connaissance et analyse des techniques traditionnelles servant pour l'élaboration du *frik* dans la région de l'est Algérien. Ainsi que l'étude de la composition chimique du BVG et la comparer avec celle du blé dur. Étude du rendement du BVG en frik et le faire comparer avec le rendement du blé dur en semoule. La connaissance et la valorisation des produits céréaliers traditionnels. Enfin, l'amélioration de la qualité du produit.

Hormis l'introduction et la conclusion, le manuscrit, résultat de ce travail, est donc organisé en trois grandes parties.

La première partie consiste en une synthèse bibliographique sur le blé dur et le *frik*. En premier lieu, des généralités sur le blé sont représentées, son cycle végétatif, la composition chimique et histologique et les différentes utilisations du blé dur. La définition, la préparation et la valeur nutritionnelle du frik sont ensuite décrites.

Dans la deuxième partie est alors exposé l'éventail des matériels et les méthodes mis en œuvre dans le cadre du travail expérimental. Premièrement, le questionnaire élaboré sur le frik est décrit en détail. Ensuite, les analyses suivies pour l'étude du rendement sont représentés ainsi

que la préparation des échantillons. Les techniques de caractérisation physicochimique du blé dur et le blé vert grillé sont détaillés. Deux tests d'évaluation sensorielle des soupes de fric sont abordés dans cette étude à savoir le test de classement par rang et le test hédonique. Une attention particulière a été portée à la description des principes et des choix qui président chacune des méthodes afin que l'exploitation des données soit facilitée.

Les résultats sont ensuite développés dans une troisième partie où ils sont discutés en quatre étapes. Tout d'abord sont présentés les résultats de l'enquête réalisée sur le fric. Par la suite, les résultats de comparaison des rendements sont décrits. La troisième étape porte sur les résultats obtenus lors des analyses physicochimiques. Enfin, les résultats des analyses sensorielles sont développés.

Partie I: Synthèse bibliographique

Chapitre I : le Blé dur

1-Généralité :

Le blé, genre *Triticum* est une monocotylédone, de l'ordre des graminées de la famille des Poacées ou (Graminées). C'est une plante herbacée annuelle de 75cm à 1,5m de haut (REIS et al., 2006). C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscant appelé caryopse constitué d'une graine et de téguments (FEILLET, 2000).

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

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

Au cours de cette étude, nous nous intéresserons uniquement au blé dur, toutefois on utilise des références sur le blé tendre infiniment plus nombreux que ceux sur le blé dur.

2-Les types de blé

Les deux espèces de blé les plus cultivées au monde sont le blé tendre (*Triticum aestivum.*) qui représente plus de 90% de la production mondiale et le blé dur (*Triticum durum.*) qui constitue 5% de celle-ci et qui est traditionnellement cultivé dans le bassin méditerranéen (GOODING, 2009).

D'un point de vue botanique, le blé est une monocotylédone appartenant à la famille des graminées, divisées génétiquement selon leur nombre de chromosomes ($2n$). Le blé dur, utilisé pour la fabrication de pâtes alimentaires, présente un génome tétraploïde (génome AA BB). Chaque génome est constitué de 7 paires de chromosomes homologues, soit un total de 28 chromosomes ($2n = 28$). Le blé tendre, essentiellement utilisé pour la fabrication du pain, est hexaploïde (génome AA BB DD) avec un total de 42 chromosomes.

Les différentes variétés de blé peuvent être classées d'un point de vue technologique selon la texture de leur albumen et leur teneur en protéines, caractéristiques qui conditionnent le rendement en farine ou en semoule lors de la première transformation et la qualité culinaire des produits de seconde transformation. Les critères de classification sont sous l'influence, à la fois, de facteurs génétiques et environnementaux (KENT & EVERS, 1994).

La dureté, propriété mécanique qui se réfère à la texture, traduit la cohésion du grain (SYMES, 1965, BAKER, 1977 cité par FERREIRA, 2011). Il existe trois classes de dureté qui

séparent les espèces et les variétés de blé : soft et hard pour les hexaploïdes et dur pour les tétraploïdes.

La vitrosité, caractéristique très recherchée chez le blé dur, est une propriété optique fortement influencée par les conditions agro-climatiques et directement liée à la teneur et à la composition en protéines (rapport gliadine/gluténine) (DEXTER *et al.*, 1989, SAMSON *et al.*, 2005).

Sur la base de la vitrosité, on distingue trois catégories de grains : les grains vitreux, présentant une surface translucide et lisse à la coupe avec un albumen compact, pratiquement dépourvu d'espaces vides ; les farineux, présentant un albumen blanc et opaque, lié à la présence des nombreuses poches d'air (CZARNES *et al.*, 1999) qui diffractent et diffusent la lumière (Hoseney, 1994) et les grains mitadinés, caractérisés par la présence de zones adjacentes farineuses et vitreuses (DEXTER *et al.*, 1989) .

3-La morphologie et histologie du grain de blé

Le grain de blé est un fruit sec indéhiscant appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. Sur l'épi, il est entouré d'enveloppes : les glumes et les glumelles qui n'adhèrent pas au grain et sont éliminées lors du battage. Sur le plan morphologique, le grain possède une forme ovoïde et est caractérisé par la présence d'un sillon qui s'étend sur toute la longueur de la face ventrale. Sur la face dorsale, le germe s'étend du pôle basal jusqu'au tiers de la longueur du grain, et à l'opposé, sur le pôle apical le grain est coiffé d'une brosse à peine visible à l'œil nu. La taille du grain (de 5 à 7 mm de long, de 2,5 à 4 mm de large et de 2,5 à 3,5 mm d'épaisseur) et son poids (entre 20 et 50 mg) (SURGET & BARRON, 2005).

Histologiquement, le grain de blé dur est formé de trois types de tissu (figure I-1) : le germe (3%), les enveloppes (13-16% du grain) et l'albumen (80-85% du grain) (KENT & EVERS, 1994, BARRON *et al.*, 2007).

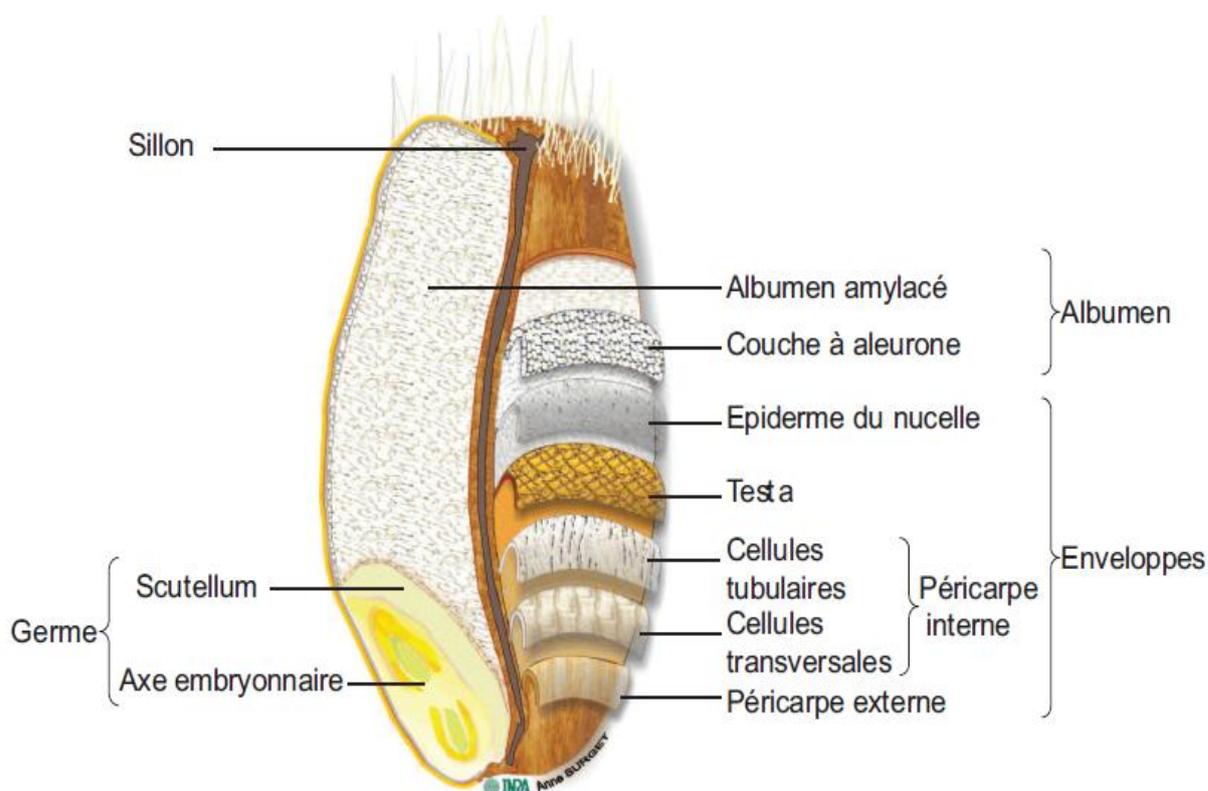


Figure 1 : Schéma histologique d'une coupe longitudinale d'un grain de blé (SURGET & BARRON, 2005)

3-1-Les enveloppes

Les enveloppes (13-15% du grain de blé) comprennent à la fois celles des fruits en périphérie et celle de la graine (JEANTET *et al.*, 2007). Elles sont composées de cinq tissus superposés, chacun de ces tissus possède une épaisseur et une nature différente (BARRON *et al.*, 2007). 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).

3-2-L'albumen

C'est une substance blanche friable constituée de grains d'amidon entourés par un réseau de gluten (FREDOT, 2005).

Selon GODON (1991), cette partie de la graine est très développée dans laquelle s'accumulent les réserves qui servent au développement de la plante lors des premiers stades végétatifs.

Elle est constituée par une section de couches.

-Assis protéique (couche à aleurone) : elle est très riche en protéines (DOUMANDJI *et al.*, 2003). Les cellules de l'aleurone sont d'une extrême importance, d'une part pour le développement du grain car elles se divisent pour former les cellules de l'albumen amylicé, et d'autre part pour la germination car elles sont le siège de la synthèse d'enzymes hydrolytiques responsables de la solubilisation des réserves (KENT & EVERS, 1994).

-cellule de l'albumen avec granules (DOUMANDJI *et al.*, 2003).

Sa partie inférieure est délimitée par le germe (FREDOT., 2005).

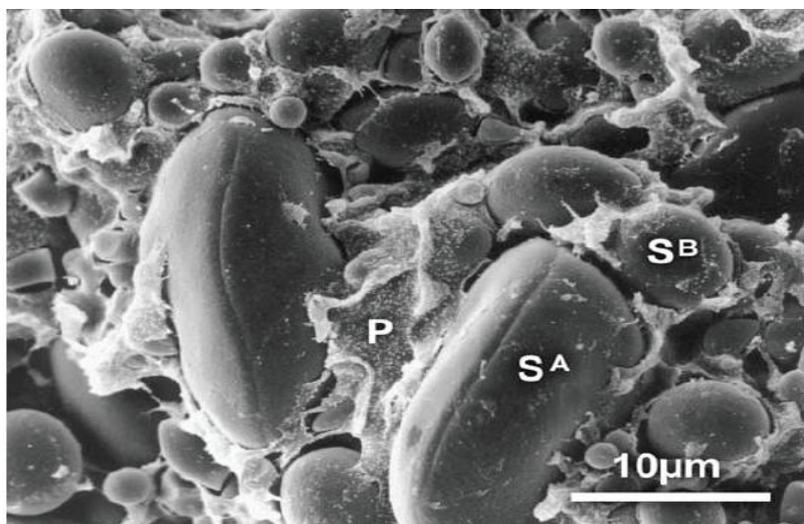


Figure 2 : Image de la partie centrale de l'albumen obtenue par microscopie électronique à balayage (MEB). présence de deux populations de grains d'amidon morphologiquement différents, les petits (SB) et les gros (SA), englobés dans une matrice protéique (MILLS *et al.*, 2005).

3-3-Le germe

Il est composé d'un embryon (lui-même formé coléoptile, de la granule de la radicule, du coléorhize et de la coiffe) et du scutellum (FEILLET, 2000). Il représente 3% du grain du blé, contient une proportion élevée de lipides, protéines, vitamines et éléments minéraux sans oublier les fortes activités enzymatiques.

Il est formé de deux parties principales l'embryon et le scutellum situé à l'interface avec l'albumen amylicé. Le germe est éliminé des farines courantes par des techniques actuelles de la mouture sur cylindre et se trouve dans les issus (son et remoulages) (JEANTET *et al.*, 2007). Les principales parties du grain de blé et leur composition sont représentées dans le tableau(01).

Tableau 1 : les principales parties du grain de blé (%du poids sec) (ALAIS *et al.*, 2008)

	Proportion	Protides	Lipides	Minéraux
Grain entier	-	12	2	2
Albumen (farine)	80	10	1.2	0.6
Aleurone (*)	8	18	8.5	15
Téguments (*)	8.5	6	1	3.5
Germe	3.5	25	10	4.5

(*) Formant le son

4-Le cycle végétatif

Il est utile sans entrer dans le détail des caractéristiques botaniques de la famille des Graminées de suivre le développement de la plante depuis la germination du grain jusqu'à la récolte des épis. Ceci nous permettra de situer à quel stade la matière première est récolté et d'avoir des informations sur la qualité de cette matière première.

La germination du blé nécessite certaines conditions de milieu, hydratation de grain. Celle-ci doit être ou moins de 30%, présence d'oxygène libre et une température d'au moins 2°C (CALVEL, 1984).

La germination désigne l'ensemble des processus qui vont de début de l'hydratation de la graine à la sortie de radicule. Elle consiste d'abord en une intense adsorption d'eau égale 47 grammes d'eau par 100 grammes de graines (HELLER cité par LARABA 1989). Dans ces conditions, le grain gonfle.

Après un certain temps de végétation, un épi se forme au sommet de la chaume montante, après la formation des épillets, les fleurs apparaissent, c'est la floraison (période végétative).

Puis vient la période de reproduction. Cette période est brève après fécondation, les graines se forment sur chaque épillet, chaque graine est enveloppé dans des écailles creuses appelées glumelles (CALVEL, 1968 cité par LARABA, 1989).

Enfin la période de maturation pendant laquelle les grains passent par trois stades :

- **L'état laiteux** : le grain est volumineux et encore vert, l'intérieur du grain est constitué par un lait juteux. A ce stade, le grain n'a pas encore durci (FERCHIOU, 1979 cité par LARABA, 1989).
- **L'état pâteux** : le grain prend une couleur jaune et son intérieur est pâteux (CALVEL, 1984).
- **L'état mur** : le grain prend sa forme et sa texture finale et il est encore mou. C'est le stade où le blé est moissonné.

5-La composition chimique du grain de blé

Le grain est principalement constitué de glucides (amidon et fibres, 65-75%) et de protéines (8 à 17%, selon les variétés et les conditions de culture), mais aussi de lipides (2-6%), d'eau (12-14%) et de micronutriments (POMERANZ, 1988, KENT & EVERS, 1994). Ces constituants se répartissent de manière inégale au sein des différentes fractions histologiques du grain.

L'amidon se retrouve en totalité dans l'albumen amylicé, les protéines et les lipides dans le germe et la couche à aleurone (HEMERY *et al.*, 2007). L'hétérogénéité existe également entre les cellules de ces différents tissus. En particulier, il est bien établi qu'il existe un gradient protéique entre l'albumen amylicé et les cellules externes de la couche à aleurone (subaleurone), ces dernières étant plus riches en protéines avec moins d'amidon que les cellules de l'albumen central (EVERS, 1970, LENDING & LARKINS, 1989).

Le tableau 2 représente la distribution histologique des principaux constituants du grain de blé.

Tableau 2 : Distribution histologique des principaux constituants de grain de blé (FEILLET, 2000).

	Grain	Epicarpe		Aleurone		Albumen		Germe	
	G%	%T	%G	%T	%G	%T	%G	%T	%G
Protéine	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	68.7	0	0	0	0	82	10	0	0
Sucre réducteurs	2.4	0	0	0	0	1.8	62	30	37.3
Pentosanes	7.4	43	35.1	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	12	43.6	0.5	22.6	6	9.7

%G : pourcentage du constituant dans le grain. %T : pourcentage dans le tissu.

5-1-Les glucides

Ils constituent la majeure partie de l'albumen (DOUMANDJI, 2003). La zone interne de l'amande est particulièrement riche en glucides surtout sous leur forme polymérisés, l'amidon (GODON, 1991). FREDOT (2005) rapporte que les glucides sont réparties en deux grands groupes : assimilables et non assimilables.

5-1-1-L'amidon

Le constituant dominant des céréales est toujours l'amidon. La farine de blé contient 12-14% d'eau pour environ 75% d'amidon. C'est l'élément de réserve de grain, un peu comparable aux graisses chez les animaux (ALAIS et al., 2008). Ce glucide est l'élément qui se trouve en grande quantité dans l'albumen et peut être atteindre 82% de la matière sèche de la farine ou de la semoule (BOUDREAU, 1992).

5-1-2-les fibres

L'écorce est principalement riche en fibre, lignine, cellulose et hémicellulose, d'où l'intérêt diététique des pains issus de farine complète, du son et des pains au son (VIERLING, 1999).

D'après FREDOT (2005), elles ont un intérêt dans la régulation du transit intestinal ainsi que dans la prévention du cancer du colon. La cellulose est le principal diholoside de structure des végétaux (CHEFTEL et CHEFTEL., 1984). La proportion la plus fréquente de la cellulose dans les grains est de 2.5% (SCHLENBERGER., 1964 cité par NAMOUNE, 1981).

Le son de blé est constitué par l'ensemble des enveloppes du grain de blé dans lesquelles les fibres sont concentrées. Ce sont ces teneurs élevées en cellulose et hémicellulose, la présence de lignine et d'autres composés phénoliques qui donnent au son ses propriétés de fibres alimentaires. Le son peut fermenter dans le colon mais est capable de retenir l'eau. En effet, la capacité d'adsorption d'eau du son de blé peut aller jusqu'à 300% (ALAIS *et al.*, 2008).

5-1-3- Les pentosanes

Les pentosanes sont des polysaccharides non amyliques constitutifs des parois végétales. Ils représentent les principaux constituants des parois cellulaires de l'albumen 70 à 80%, de 6 à 8% du gluten et de 2 à 3% de la farine (FEILLET, 2000).

Les pentosanes sont formés principalement de sucres en C₅ (pentose). Les associations arabinose-glucose (arabinoxylanes) et arabinose-galactose (arabinoglactanes) sont plus fréquemment rencontrées parmi les pentosanes des céréales et du blé. Les pentosanes du grain, issus principalement des cellules de l'albumen, sont plus solubles que les pentosanes du péricarpe ou enveloppes (JEANTET *et al.*, 2007).

Les pentosanes agissent aussi comme agent de liaison de l'eau au cours du pétrissage, il joue un rôle important dans l'augmentation du volume du pain (BOUDREAU, 1992).

5-1-4- Les glucides simples

Ils sont représentés par le glucose, le fructose, le saccharose, la maltose, et la raffinose (FREDOT, 2005).

A la différence de l'amidon et des fibres, ces sucres sont solubles dans l'alcool. Dans la farine, les sucres préexistants sont composés de glucose, de fructose, de saccharose, de maltose et de petites chaînes de pentoses ou de glucose. Ils représentent environ 1.5 à 2% de la farine par rapport à la matière sèche (JEANTET *et al.*, 2007).

5-2-Les protéines

Le blé possède des protéines dont la composition en acides aminés et la structure leur confèrent des propriétés fonctionnelles différentes de celles des autres céréales (JEANTET *et al.*, 2007). Les protéines du blé sont divisées selon leurs caractéristiques biologiques et leur localisation dans le grain. On distingue ainsi deux classes de protéines : les protéines métaboliques avec les albumines et les globulines (15-20% des protéines) et les protéines de réserve avec les gliadines et les gluténines (80-85% des protéines) (WRIGLEY & BIETZ, 1988). Les albumines-globulines, encore appelées protéines solubles, sont constituées d'un grand nombre de protéines se différenciant par leurs propriétés physico-chimiques (poids moléculaire, point isoélectrique, acides aminés) et fonctionnelles (activités enzymatiques : " α et β -amylase, protéases, oxydoréductases ; inhibiteurs enzymatiques, pouvoir émulsifiant et moussant). On les retrouve dans l'ensemble des différents compartiments de la graine. Les gliadines et les gluténines sont aussi appelées prolamines en raison de leur richesse en proline et en glutamine (Richard *et al.*, 1996). Ces protéines de réserve sont majoritairement localisées au sein de l'albumen amylicé. Elles sont également les principaux constituants du gluten, le complexe protéique viscoélastique obtenu par lavage à l'eau d'une pâte de blé.

Le coefficient d'utilisation digestive (CUD) réel des protéines du grain entier est de l'ordre de $86\pm 5\%$ (OMS). Les protéines du blé (en particulier gluten) comme celles de presque toutes les céréales ; ont pour facteur limitant primaire la lysine (tableau 05) (VIERLING, 2003).

Les différentes protéines du grain de blé sont représentées dans le tableau 3.

Tableau 3: les différents protéines du grain de blé (FREDOT, 2005).

Classes	Propriétés	Dénomination	% de protéines
Albumines	Solubles	-	9
Globulines	Solubles	-	5
Prolamines	Insolubles	Gliadine	40 à 50
Gluténines	Insolubles	Gluténines	40 à 50

La composition en acides aminés des protéines de blé est représentée dans le tableau 4.

Tableau 4 : composition en acides aminés des protéines de blé (en grammes pour 16 grammes d'azote). (GODON, 1998).

	Albumines	Globulines	Gliadines	Gluténines
Acide aspartique	7	8.7	2.5	4.7
Thréonine	3.8	4.2	2.2	3.3
Sérine	4.7	4.9	4.5	5.3
Acide glutamique	19.1	11.6	43.4	29.3
Proline	7.2	4.3	13.9	8.9
Glycine	4.3	5.1	2.2	4.6
Alanine	5.2	5.9	2.1	3.7
Valine	5.9	5.6	3.9	4.9
Isoleucine	3.7	3.8	4.0	3.8
Leucine	7.3	7.7	6.8	7.2
Tyrosine	4.0	3.6	3.2	4.0
Phénylalanine	3.8	3.8	5.7	4.6
Méthionine	2.1	2.0	1.4	1.6
Lysine	4.2	7.6	0.9	3.2
Histidine	2.5	2.2	2.2	2.0
Arginine	6.0	7.8	2.8	4.1

5-3-les lipides

Les grains de blé sans pauvres en lipides : ils en contiennent seulement 2% et ceux-ci sont essentiellement localisés dans le germe et l'assise protéique (FREDOT, 2005).

Ceci se traduit par une augmentation de la teneur en matière grasse avec le taux d'extraction du blé en farine. Leur dosage est un indicateur du taux d'extraction mais aussi des risques de mauvaise conservation de la farine. 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 des céréales ont par contre un rôle important sur les qualités du gluten. Un gluten dé lipide perd une partie des ses propriétés panifiables (VIERLING, 2003).

La composition en acides gras des lipides des grains de blé est représentée dans le tableau 5.

Tableau 5 : La composition en acides gras des lipides des grains de blé (en pourcentage du total des acides gras) (GODON, 1998).

Acide gras	Acide palmitique C ₁₆ (saturé)	Acide oléique C ₁₈ insaturé à une double liaison	Acide linoléique C ₁₈ insaturé à deux doubles liaisons	Acide linoléique C ₁₈ insaturé à trois doubles liaisons
Teneur en %	18	15	63	4

5-4- les minéraux

Le blé dur est une source importante des oligoéléments, car c'est une récolte d'aliment principal qui peut composer une grande proportion de prise diététique dans beaucoup de pays (WELCH et GRAHAM, 1999, 2004, 2005 ; GRAHAM et al., 2007).

Le blé dur est une source significative en magnésium (Mg), manganèse (Mn), Fe, Zn, cuivre (Cu) et molybdène (Mo). Il est également une source significative en sélénium bio-disponible (Se) à moins qu'il soit développé dans des sols pauvre en Se. La teneur du grain de blé dur en sodium est faible (0,01-0,05mg/g). Considérant que les concentrations typiques des autres macroéléments sont 3,8-5,5 mg/g de potassium (K), 1,8-5,2 de phosphore (P), 1,0-1,5 mg/g de Mg, et 0,32-0,47mg/g de calcium (Ca) (ERDMAN et MOUL, 1982 ; MERMUT et al., 1996 ; CUBADDA et al., 2009, 2012a,b ; FICCO et al 2009 ; SPIEGEL et al., 2009) . Le contenu en élément de trace essentiel du blé dur est représenté dans le tableau 06.

Le blé dur est une bonne source d'éléments de traces, mais la mouture diminue leurs concentrations, spécialement dans la case de Mn, Fe, Mg et Zn, due à leur concentration relativement basse dans l'endosperme. Dans plusieurs pays de l'Amérique, l'Europe, le moyen orient et l'Asie, les produits céréaliers, inclure les pâtes, sont fortifié avec du Fe et parfois Ca et vitamines qui sont également perdues dans les produits céréaliers raffinés (MARTORELL ET TROWBRIDGE, 2002, UAUY et al 2002).

Compte tenu du fait que ce sont les parties périphériques de la graine, tégument séminal et assise protéiques (ou couche à aleurone) qui sont les plus riches en matières minérales et qu'à l'inverse, l'albumen amylicé n'en contient qu'environ 0.5%, la teneur en matière minérales d'une farine est utilisée comme marqueur de sa pureté, c'est-à-dire de sa contamination par les parties périphériques du grain (FEILLET, 2000).

Tableau 6 : Le contenu en élément de trace essentiel du blé dur (moyen en (µg/g poids sec) et concentrations de cuivre, fer, de manganèse, de molybdène, de sélénium, et en zinc dans le grain du blé dur de différentes régions productrices.

Zone	Cu	Fe	Mn	Mo	Se	Zn	Référence
7	5.3	-	-	0.49	0.16	31	ERDMAN a et MOUL (1982)
10	6.2	-	-	1.72	3.7	24	MERMUT et al (1996)
84	7.4	44	48	-	-	34	FICCO et al (2009)
45	4.9	33	17	0.80	-	24	SPIEGEL et al (2009)
10	-	33	-	-	0.08	21	ZHAO et al (2009) ^a
6	6.2	41	38	0.93	0.24	37	CUBADDA et al (2009,2012) ^a
60	6.4	38	-	-	0.07	40	CUBADDA et al (2012a) ^a

^a Études indiquant les résultats de l'analyse des documentations de référence certifiées pour le contrôle de qualité analytique

5-5- les enzymes

Les enzymes sont présentés en petites quantités. Les plus courantes sont les protéases, les lipases, les lipoxygénases et les amylases, plus phytases (phosphatases) les peroxydases et les catalases (BOUDREAU, 1992).

5-6- les vitamines

La seule vitamine liposoluble présente est la vitamine E (1.4mg pour 100g). La vitamine C est quasi absente. Le blé est une source intéressante en vitamine de groupe B pour 100g, les teneurs sont : 0.48mg, 0.2mg, 5.1mg et 50µg respectivement pour les vitamines B₁, B₂, niacine ou B₃ et B₆ (VIERLING, 2003).

Les teneurs en vitamines des différentes parties du grain de blé présentées dans le tableau 7.

Tableau 7 : teneurs en vitamines des différentes parties du grain de blé (en milligrammes pour 100 g de grains) (GODON., 1998).

Tissus	Thiamine vitamine B ₁	Riboflavine vitamine B ₂	Niacine vitamine PP	Pyridoxine vitamines B ₆	Acide pantothénique
Péricarpe et tégument séminal	0.06	0.1	2.0	0.6	0.78
Epiderme nucellaire	1.65	1.00	61.3	3.60	4.50
Albumen -périphérique	0.03	0.07	1.5	0.06	0.39
-central	0.01	-	0.50	0.03	-
Germe -embryon	0.84	1.38	5.20	2.11	1.71
-scutellum	15.6	1.27	3.8	2.32	1.41

6-Utilisation du blé dur

Le blé dur, qui est parmi les céréales les plus importantes se cultive dans des régions semi-arides du monde telles que l'Afrique du Nord, l'Europe Méridionale, les plaines de l'Amérique du Nord et le Moyen-Orient (ELIAS, 1995). Son amande dure le rend apte à donner des semoules pendant la mouture. Ces semoules sont valorisées généralement dans la fabrication des pâtes alimentaires et des couscous (JEANTET, 2007).

Grâce à la taille de son grain, sa vigueur et sa couleur d'ambre, le blé dur se prête à une gamme de produits alimentaires uniques et divers dont les pâtes et le couscous sont les plus connus. Les pâtes sont en effet l'un des produits alimentaires de base pour une grande partie de monde, de même pour le couscous en Afrique du Nord. (ELIAS, 1995)

En Europe, l'Italie est l'un des plus grands pays utilisateurs de blé dur essentiellement pour la fabrication des pâtes alimentaires. Mais dans le sud du pays, cette céréale est également utilisée en panification (BOGGINI, 1985 ; MIAZZI, 1989 cité par NAMOUNE, 1996).

Au Moyen-Orient et en Afrique du Nord, il est principalement destiné à la production de pains locaux, de couscous, de burghul, de fric et autres (SKIVASTAVA, 1984. WILLIAMS et al., 1988 ; WILLIAMS et al., 1989 cité par NAMOUNE, 1996).

. Le bulgur est le grain de blé précuit et concassé. Après nettoyage, le grain est d'abord cuit pour gélatiser l'amidon. Puis il est séché, partiellement décortiqué, et broyé en petites fractions pour diminuer le temps de réhydratation à environ 15min (KOKSEL *et al.*, 1999).

On utilise aussi le blé dur dans la production de farine, surtout en Europe et au Moyen-Orient. Le blé dur s'adapte aussi aux céréales en flocons (celles du petit-déjeuner) et aux desserts tels que mamuneh, mushabak, hariseh, halva et kugel (ELIAS, 1995).

Des divers produits céréaliers existent largement tout autour de la zone méditerranéenne. Ces anciens produits traditionnels, qui reposent généralement sur ce qu'on appelle l'agriculture sumérienne, ont été largement décrits par HILLMAN (1985). Néanmoins, de nouveaux produits ont également été élaborés en innovant pour répondre aux attentes des consommateurs.

Un exemple d'une telle innovation est le développement commercial d'un produit nommé Ebly (GRENET *et al.*, 1993). Le procédé permet l'utilisation associée de blé dur que les grains entiers, comme le riz. Dans ce cas, la réhydratation n'est pas facilitée par l'écrasement du grain, mais par un processus spécifique pour contrôler l'expansion du grain. Ce processus crée une structure microporeuse qui permet de réduire le temps de préparation de 10 minutes seulement.

De la même manière que pour le processus de boulgour, les grains sont d'abord précuits (à 100 ° C) pour gélatiser l'amidon et ensuite on sèche pour obtenir un endosperme vitreux très fort. Le grain est décortiqué pour enlever le péricarpe mais pas la couche d'aleurone. Ces couches extérieures donnent au produit final une texture fibreuse désagréable et doivent être éliminées. Au cours de cette opération, une partie du germe est également supprimée car son rancissement serait préjudiciable à la durée de conservation du produit final. Néanmoins, une grande partie de la couche d'aleurone est conservée de telle sorte que le produit est considéré comme une bonne source de fibres sans diminuer la qualité organoleptique. L'extension finale est réalisée par traitement thermique à haute température (200 ° C) pendant une courte période (de la température élevée, méthode de courte durée). Le processus d'expansion contrôlée (le volume des grains n'augmente que 30%) se traduit par un grain précuit avec une structure microporeuse dans un réseau dense, ce qui permet à réhydrater le produit très rapidement (en 10 minutes par immersion dans l'eau bouillante), sans modifier la qualité de cuisson.

En raison d'éventuelle qualité nutritionnelle du grain immature (D'EGIDIO et CECCHINI, 1998), un nouveau grain immature de blé dur avec le nom de marque de Grinn's a été développé par ABECASSIS *et al.* (2005). Ils ont développé un système de récolte appropriée qui a permis la collecte de presque tous les grains verts. A ce stade, les grains entiers sont essentiellement couverts par la coque. Une procédure de nettoyage est désignée pour extraire les graines

Immatures de l'oreille tout en préservant leur intégrité physique. La réalisation de cette extraction sans utiliser la dessiccation a permis au développement de produit végétal semblable au grains de maïs sucré provenant de semences de blé récoltés avant qu'ils étaient mûrs. Puis un traitement hydrothermal a été développé dans le but de conserver la couleur verte des graines, ce qui empêche le développement des saveurs désagréables à cause de l'action des enzymes oxydatives, et l'obtention d'une texture adéquate du produit cuit, en tenant compte de la présence des coques naturellement présente dans les grains entiers. Le produit final est conditionné dans des poches souples et peut être préparée en moins de 2 min dans un four à micro-ondes.

Les principales utilisations du blé dur dans le monde sont représentées dans le tableau 08.

Tableau08 : Utilisation du blé dur (QUAGLIA, 1988 cité par NAMOUNE, 1996).

Pays	Pates	Couscous	Pain	Autres
Italie	60			40
France	60			40
Espagne	70			30
Angleterre	80			20
Benelux	100			
Allemagne de l'ouest	65			
Europe de l'ouest	32			
Amérique du nord	75			
Tunisie	30		15	5
Algérie	30	50	10	20
Maroc	7	40	85	3
Égypte	100	5		
Jordanie	2		95	2
Liban	40	1	20	40
Syrie			40	60
Chypre	10		90	
Turquie	10		60	
Arabie saoudite		30	10	10
Irak	40	80	50	12
Afghanistan	20	10	60	60
Éthiopie	35	8	5	97
Pakistan			3	
Monde	28	16	24	32

Chapitre II : FRIC

1-Définition

Le *fric* ou *freek*, est une nourriture généralement préparée à partir des grains non murs du blé à l'état laiteux (DAGHER, 1991). Où le blé est récolté avant la maturité complète (LARABA., 1989). A ce stade le blé est encore vert. Quant on le presse entre les doigts, il en sort un liquide blanc (FERCHIOU, 1979 cité par LARABA, 1989).

Selon Bayram (2008), Le nom de *frekeh* (ou *Firik* ou *frik*) est donné aux grains verts non mûrés de blé dur, grillés, broyés et tamisés. Le *Frik* est un ancien produit traditionnel de blé entier produit à partir de blé récolté tôt au stade laiteux, généralement par utilisation du blé dur.

2-Préparation

De nombreux modes de préparation du *fric* ont été mis au point dans diverses régions, le *fric* est encore préparé manuellement, bien qu'il y ait quelques efforts en Jordanie de mécaniser et normaliser le processus de fabrication (DAGHER, 1991).

2-1- Préparation du *fric* en république Arabe Unie

En république Arabe Unie, le *fric* est préparé à partir du blé récolté avant maturité complète, grillé pendant une courte durée puis battu de telle sorte que le grain se brise (FAO, 1970 cité par LARABA, 1989).

2-2-Préparation du *fric* en Tunisie

En Tunisie, d'après l'enquête de FERCHIOU (1979) cité par LARABA (1989) la préparation traditionnelle du *fric* consiste à faire bouillir les épis dans l'eau salée, qu'on étale ensuite au soleil pour les faire sécher. Quant ils sont bien secs on les bat à l'aide d'une massue pour faire sortir les grains qu'on ramasse et qu'on fait sécher à nouveau. Lorsqu'ils ont bien séché, les grains sont concassés au moulin et conservés.

2-3- Préparation du *fric* en Égypte

En Égypte, on se sert de blé broyé pour préparer une sorte de bouillie appelée *férik*. Les grains sont récoltés avant la pleine maturité et sont brièvement rôtis avant d'être moulus. Un bâton servant généralement de pilon. Les grains brisés sont alors bouillis avec de l'eau ou du lait de chamelle (FAO, 1991)

2-4- Préparation du fric en Algérie

La méthode traditionnelle appliquée quant à la préparation du *fric* en Algérie s'effectue comme suit :

La récolte du blé vert a lieu avant la moisson du blé mur d'une durée allant de 15 à 30 jours. Les grains de blé grillés, pleins et presque murs sont lavés plusieurs fois, salés, séchés au soleil, broyés grossièrement au moulin et enfin tamisés à travers des tamis à différentes mailles (BOUAYED, 1971 cité par LARABA., 1989).

Il y a une autre préparation selon GAST et GAUT (1979) qui consiste à ramasser les épis de blé dans les champs, bouillis avec du sel puis séchés au soleil. On les bat ensuite avec une massue, les grains sont alors séparés. Ils sont de nouveau séchés au soleil, puis concassés au moulin et mis ainsi en réserve.

Donc traditionnellement, le *frekeh* est préparé à partir de grains non murs de blé dur, surtout à partir de cultivars capables de donner des grains plus verts et de taille plus grande (ELIAS, 1995). L'étape à laquelle le blé dur est récolté est critique. Le temps de la récolte optimale correspond à la phase de remplissage et ne dure pas plus de 10 jours. La récolte du blé se fait manuellement et le dispose en petits tas avec les pointes face au vent. Les piles sont mises à sécher au soleil pendant une journée. Ils sont alors brûlés par les flammes pour brûler les barbes et le matériel feuillu mais pas les graines. Après une autre période de séchage, le blé grillé est encore battu pour séparer le grain de l'ivraie. Les grains subissent une étape de séchage complémentaire, de préférence à l'ombre pour éviter le blanchiment. Les grains sont ensuite concassés en petits morceaux afin qu'ils ressemblent *boulgour* vert et ont une saveur distincte de fumée. Peu d'études ont été consacrées au développement de la mécanisation de la production du *frik*. La plupart d'entre eux ont été entrepris pour améliorer les conditions de séchage et de battage (HUMEID et ALAMARY 1986, UMARY et HUMEID 1986).

La littérature sur les céréales immatures ne fait pas référence aux questions de récolte de ce type de produit. En ce qui concerne le processus de transformation elle-même, la plupart des travaux portent sur les conditions de stabilisation du grain après la récolte. Les conditions de séchage ont été étudiées pour la teneur en humidité du grain compris entre 1,000 et 170 g/kg (sur base sèche) au moment de la récolte. En vertu de leurs conditions expérimentales (couche mince), JAYES et al (1988) ont montré que la vitesse de séchage ne dépend pas de la maturité du grain. CLARK (1986) a comparé les conditions de séchage dans les domaines où la ventilation est simulée à l'air chaud (40 ° C) et d'une chambre simple à température contrôlée. Il a conclu

que le séchage du four a tendance à réduire le niveau et la qualité du grain, en particulier, la valeur de poids à l'hectolitre. Par ailleurs, le pourcentage de grains verts diminue plus rapidement lors du séchage avec ventilation air est utilisé. La perte de la couleur est plus élevée que la date de récolte est antérieure (CLARK, 1989).

3-La valeur nutritive du frik

Les céréales immatures sont traditionnellement considérées comme possédant une bonne valeur nutritive. Comme conséquence ou pas, le *frik* est principalement consommé sous forme de soupe pendant le mois du Ramadan. Plusieurs études ont été menées sur le grain de blé immature pour caractériser la composition changeante au cours de la maturité.

3-1-Les glucides

En utilisant la spectroscopie proche infrarouge, CZUCHAJOWSKA et POMERANZ (1989) ont analysé les différents cultivars à différents stades de maturité (7-42 jours après la floraison). Ils ont montré que les grains immatures sont caractérisés par des spectres infrarouges montrant quatre domaines spécifiques, tandis que les grains de blé matures montrent seulement un pic spécifique. En outre, ces auteurs ont observé que l'évolution de la maturité du grain pourrait être suivie par l'élaboration d'un pic (à 2,276-2,288 nm), probablement associée au développement des polysaccharides non amyliques (ABECASSIS *et al*, 2012). D'APPOLONIA et MACARTHUR (1976) ont confirmé ce résultat en suivant l'évolution des pentosanes dans le grain mûr et précisant que le rapport arabinose -xylose dans l'endosperme diminue avec la maturité. D'EGIDIO *et al* (1996) ont comparé la composition des grains de blé dur au stade laiteux (15 jours après la floraison) et à la maturité. Avec la maturité, la teneur en amidon augmente, alors que l'activité α -amylase a diminué d'environ 40%. Fructanes et, plus spécifiquement, de faible poids moléculaire fructo- oligosaccharides diminuent de façon spectaculaire par un facteur de sept. Dans la mesure où l'extrémité de la maturité correspondant à la synthèse de gros grains d'amidon, KARLSON *et al* (1983) constate que la température de gélatinisation de l'amidon diminue avec l'affinage des grains.

3-2- les protéines

Comme la teneur en protéines est moins concernée, des résultats contrastés ont été observés en raison des variations dans le degré de maturité, mais aussi à la position de grains sur l'épi (HUBNER *et al.*, 1990). La composition en acides aminés varie en fonction de la phase de récolte. En effet, la teneur en proline, acide glutamique et phénylalanine augmente du stade laiteux à la maturité, tandis que la teneur en acide aspartique, lysine et alanine diminue d'une façon significative avec le degré de maturité (HUBNER *et al.*, 1990). La synthèse des protéines

commence avec l'albumine et la globuline, et se poursuit avec les polymères de poids moléculaire plus élevé, de sorte que le poids moléculaire moyen de protéines augmente avec le remplissage des grains (STONE et NICOLAS, 1996). Toutefois, ces changements ne semblent pas causer des différences dans la composition des sous-unités de gluténines du haut poids moléculaire (WATANABE *et al.*, 1996).

3-3- les vitamines

À propos de la teneur en vitamines, WALL et CARPENTER (1988) ont montré que la biodisponibilité de niacine est plus grande dans les grains immatures. TAKRURI *et al* (1990) ont conclu que la valeur nutritionnelle de *frekeh* récolté au stade laiteux est supérieure au produit similaire obtenu à partir de graines matures. Par ailleurs, selon MERENDINO *et al* (2005), l'alimentation des rats avec du blé immature augmente les taux de prolifération des lymphocytes, ce qui indique un effet stimulant sur la réponse immunitaire et diminue les triglycérides du plasma et de cholestérol, ce qui indique un effet positif sur le profil lipidique, mais les concentrations d'antioxydants dans le sang et dans les lymphocytes n'ont pas changé de manière significative.

Puisque le fric est la plus part du temps employé comme produit de remplacement pour le riz sa production et consommation doit être encouragé pour les raisons suivantes : Le *fric* a une valeur nutritive meilleure que le riz en raison de sa plus haute teneur en protéine, en vitamines, en minéraux (DAGHER, 1991).

Le tableau 9 donne la composition approximative de la partie comestible du fric.

Tableau 9 : composition approximative du fric pour 100g de la partie comestible (DAGHER, 1991).

Composants	Valeurs
Valeur énergétique	391
Protéines (g)	13
Lipides (g)	2
Cendre (g)	1.8
Glucides (g)	70
Humidité	9.5

5- Production du fric

Contrairement au boulgour qui est préparé à l'échelle industrielle, la préparation du frekeh est localisée à l'échelle artisanale. Néanmoins, selon WILLIAMS et JAY-El HARAMEIN (1985), environ 300.000 t du frekeh sont préparés chaque année au Moyen-Orient. Ce produit est également très populaire dans le Maghreb, où un kilogramme de frekeh peut coûter cinq à six fois le prix d'un kilogramme de semoule.

Partie II: matériel et méthodes

II-Méthode d'étude

Dans cette partie sont décrites d'une part l'enquête sur le fric et d'autre part la préparation des échantillons, l'étude du rendement du blé dur et du fric, leur caractérisation physico-chimique ainsi que l'analyse sensorielle de la soupe de fric.

1-Enquête sur le fric

L'enquête consiste à rassembler le maximum d'informations sur la consommation, occasions et mode de consommation, diagramme de préparation à la consommation et critères d'appréciation du fric.

Cette enquête est réalisée par interview directe de 170 étudiants. Ces étudiants sont de la région de l'est algérien.

Le questionnaire élaboré comprend cinq volets :

- 1^{er} volet : a pour objectif de déterminer les caractéristiques des ménages enquêtés.
- 2^{ème} volet : il vise à déterminer la consommation du fric.
- 3^{ème} volet : consiste à déterminer le processus de fabrication.
- 4^{ème} volet : a pour objectif de déterminer la qualité du fric.
- 5^{ème} volet : vise à comparer le prix du fric par rapport les soupes vendues dans le marché.

Le dépouillement des questionnaires est réalisé manuellement.

2- Préparation des échantillons

L'étude a porté sur le blé dur et le blé vert grillé d'une variété locale qui sont récoltés d'un même champ dans la région de Grarem Gouga.

2-1-Choix d'une parcelle

Une parcelle est choisie d'un champ et partagée en deux parcelles, le blé d'une parcelle est récolté au stade laiteux-pâteux pour préparer le fric. Et le blé de l'autre parcelle est laissé continuer la maturation pour le blé dur.

-Le blé vert est récolté au 30 mai 2013.

-Le blé dur est récolté plus tard du même champ au 04 juillet 2013.

2-2- Préparation du blé vert grillé (BVG)

Les épis sont récoltés au stade laiteux-pâteux (les épis prend une couleur noir), après sont grillés sur feu jusqu'à le brulement complet de la barbe, séchés à l'ombre et enfin battus (figure 04).

Un triage manuel des graines dans le but d'éliminer celles endommagées, les grains vêtues, les pierres ainsi que les corps étrangers (cailloux, graines étrangères, débris de plantes, etc..).

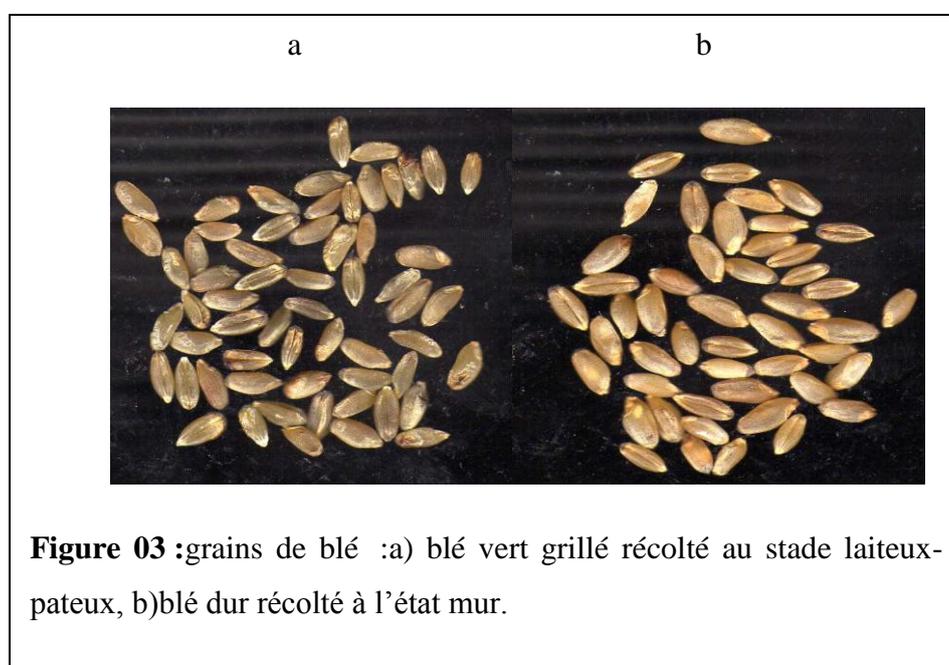
Une partie des épis grillés est laissés entiers pour la détermination du rendement de 50 épis.

10 Kg du blé vert grillé sont concassés et classés par des tamis traditionnels pour faire le calcul du rendement en fric.

2-3-Le blé dur

Quand les épis sont murs, ils sont récoltés, battus et triés manuellement.

10kg du blé dur sont broyés et classés pour faire le calcul du rendement en semoule.



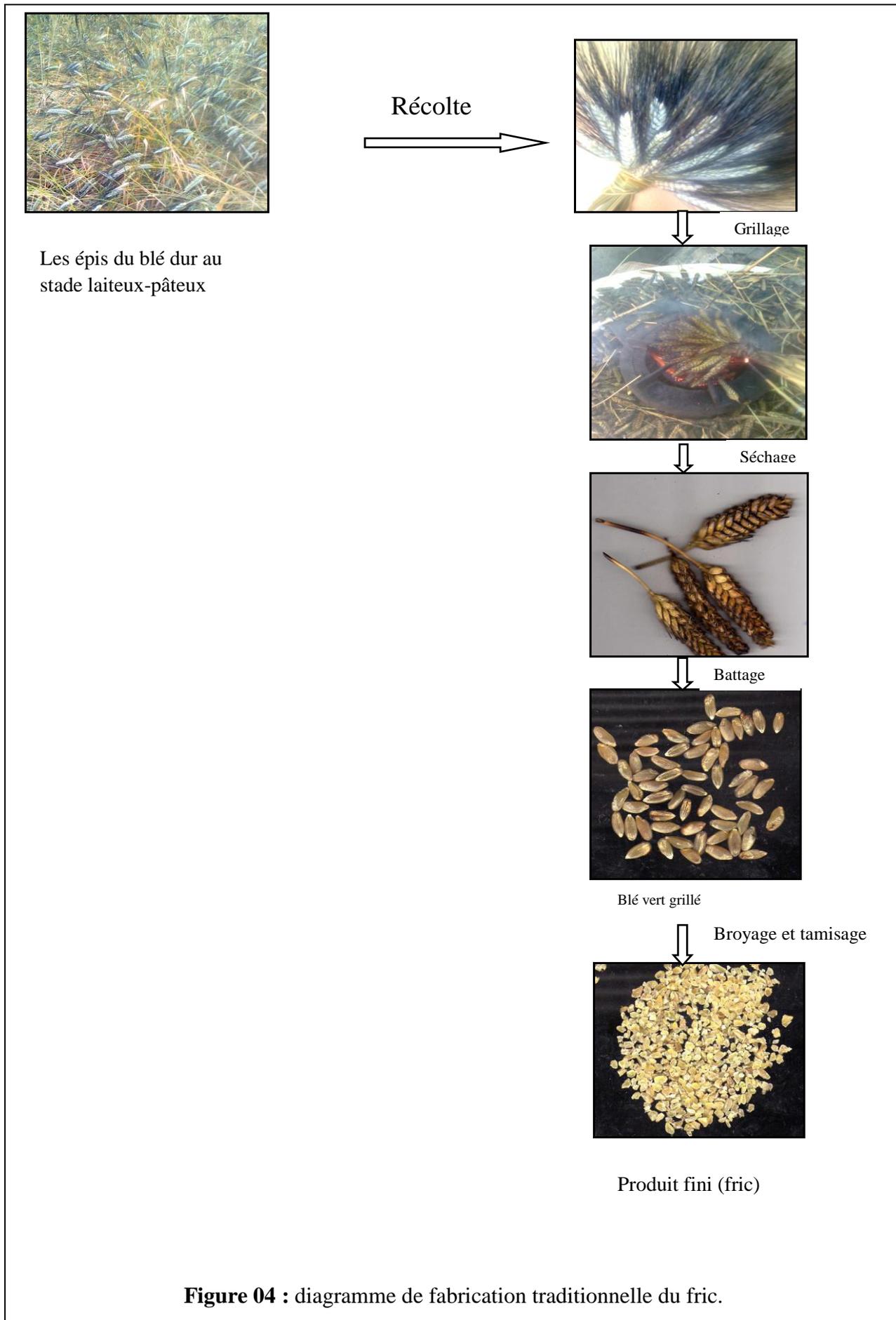


Figure 04 : diagramme de fabrication traditionnelle du frijol.

3-Étude du rendement

Le but de cette étude est de faire une comparaison des rendements en semoule et en fric et faire une comparaison des prix au niveau du marché entre le blé vert grillé et le blé dur.

3-1-Rendement de 50 épis

Le rendement de 50 épis est déterminé par la méthode suivante : 50 épis des deux échantillons sont choisis au hasard ensuite sont battus et enfin les grains de blé qui sont issus des épis sont pesés.

3-2-La masse de 1000 grains

La masse de 1000grains tels quels est déterminée selon la norme AFNOR N.F.V03-702 de décembre 1981(AFNOR 1991).le prélèvement est effectué au hasard d'une quantité approximativement égale à la masse de 500 grains de l'échantillon tel quel. La peser à 0,01g près. Puis la sélection des grains entiers de blé. Peser le reste à 0,01g et en déduire par différence la masse des grains entiers, puis compter ces derniers manuellement. La masse m_H , en grammes de 1000 grains tels quels, est donnée par la formule suivante :

$$m_H = \frac{m_0 \times 1000}{N}$$

Où : m_0 est la masse, en grammes, des grains entiers ;

N est le nombre de grains entiers contenus dans la masse m_0

3-3- Rendement en différents produits de mouture (fric et en semoule)

Le rendement en différents produits est fait comme suit : broyage des deux échantillons par un moulin ordinaire, classement par des tamis traditionnels et la granulométrie de différents produits de la mouture.

- **blé vert grillé** : 8 kg du blé vert grillé sont broyés grossièrement et le produit obtenu est ensuite classer par des tamis traditionnels en différentes parties : son, fric, semoule et farine.
- **blé dur** : 10 kg du blé dur sont concassés et ensuite classés par des tamis traditionnels en trois parties principale : son, grosse semoule, semoule moyenne et semoule fine.

La granulométrie de différents produits est caractérisée par une série de tamis de 125,250 ,500 et 710 μ_m .

3-4- Analyses granulométriques des produits de la mouture

L'analyse granulométriques des produits de la mouture est réalisée à l'aide de séries des tamis suivantes : 710, 500, 250 et 125 μ_m .

4- Analyses physico-chimiques du blé dur et de blé vert grillé

4-1- Teneurs en eau

La teneur en eau est déterminée selon la norme AFNOR N.F. V03-707 de juin 1989 (AFNOR 1991). La dessiccation est effectuée sous un vide partiel dans une étuve isotherme de marque MEMMERT. La prise d'essai est de $5 \pm 0,001$ g. Elle est séchée à 130°C pendant 2 heures environ sous une légère vide de 0,95 bar, jusqu'à obtention d'un poids constant de l'échantillon. Le taux en humidité (H) est exprimé en grammes pour 100 g de produit :

$$H = \frac{P_0 - P_1}{P_0} \times 100$$

Où : P_1 : Masse du résidu après séchage ; P_0 : Masse de la prise d'essai avant séchage.

Les grandeurs sont exprimées sur base humide.

4-2- Cendres totales

Les cendres totales sont obtenues par différence de pesée de l'échantillon avant et après incinération dans un four à moufle de marque HERAMS M110.

Le taux de cendres totales (C) est exprimé en grammes pour 100 g de produit humide :

$$C = \frac{P_1}{P_0} \times 100$$

Où : P_0 : Masse de la prise d'essai avant incinération ; P_1 : Masse de la prise d'essai après incinération.

4-3- Protéines totales

La teneur en protéines totales est déterminée selon la norme AFNOR N.F. V03-050 de septembre 1970 (AFNOR 1991) par la méthode de KJELDAHL. Le coefficient de conversion de l'azote en protéines totales est de 5,70 le blé dur.

Le principe consiste à minéraliser l'azote de la matière organique par de l'acide sulfurique concentré à chaud en présence d'un catalyseur. L'azote minéralisé se trouve alors sous forme de sulfate d'ammonium qui sera déplacé par la lessive de soude ; L'ammoniac produit est titré par de l'acide sulfurique 0,01 N. La méthode comporte essentiellement trois étapes :

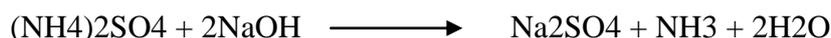
a. Minéralisation

De l'acide sulfurique (96 %, d = 1,84) concentré et à chaud, oxyde et détruit la matière organique. L'azote organique se minéralise.



b. Distillation

L'ammoniac est déplacé de son sel par de la lessive de soude :



L'ammoniac libéré est déplacé par les vapeurs d'eau de la distillation. Le distillat est récupéré dans un volume connu d'acide borique (4 %). Il se forme alors du borate d'ammonium.

c. Titration

L'ammoniac récupéré sous forme de borate d'ammonium est titré par de l'acide sulfurique 0,01 N en présence d'un indicateur coloré le rouge de méthyle. La titration s'achève au virage du milieu du vert au violet.

La teneur en azote total (A) est exprimée en grammes pour 100 g de matière humide :

$$A = \frac{N \times 14 \times D \times V}{1000 \times P_e}$$

Où : N : Normalité de l'acide titrant ; 14 : Masse d'un atome gramme d'azote ; V : Volume en ml de l'acide sulfurique utilisé pour la titration ; D : Coefficient de dilution de l'échantillon ; P_e : Prise d'essai

4-4- Matières grasses libres

La teneur en matières grasses libres est déterminée par un appareil de type SOXTEC

. La mesure se fait en étapes :

1. Extraction de la matière grasse libre par le n-hexane ;

2. Élimination de l'hexane par évaporation à 60°C pendant une heure et 30 minutes jusqu'à poids constant.

La teneur en matières grasses libres (MGL) est exprimée en % de la masse d'échantillon initiale :

$$MG = \frac{P1}{P0} \times 100$$

Où : P0 : Masse de la prise d'essai ; P1 : Masse du résidu lipidique.

5-Préparation de la soupe du fric

L'objectif de la préparation de la soupe du fric est connaître la quantité à ajouter dans un litre de sauce et la quantité de farine valorisé.

Tous d'abord une sauce est préparée avec les ingrédients suivants : la viande rouge, l'ognon, la tomate concentrée, la tomate fraîche, paprika, poivre noir, sel, huile, une tige de céleri et coriandre.

Ensuite à partir de cette dernière sauce on prépare trois soupes de différentes concentrations en fric (concentration insuffisante, moyenne, excessive), pour chaque soupe on ajoute une ½ cuillère de farine du fric, la durée de cuisson est de 30 minutes sur feu doux pour les trois soupes. Le tableau suivant donne les quantités de fric ajouté pour chaque soupe.

Tableau 10 : les quantités de fric ajouté pour chaque soupe.

Concentration de soupe	Concentration insuffisante	Concentration moyenne	Concentration excessive
Quantité de fric ajouté en cuillère par litre de sauce	2	3	4

Une cuillère à soupe = 24,67 g de fric.

Enfin de cuisson la soupe est garnie avec du piment et coriandre.

6- Analyse sensorielle de la soupe de fric

Le but de cette analyse sensorielle est de connaître la quantité de fric à mettre dans un litre de sauce pour obtenir des meilleures qualités d'une soupe de fric.

6-1-Les sujets pour analyse sensorielle

On constitue un jury composé de 9 sujets Il leur est montré la façon dont les bulletins seront remplis. Nous avons évité de discuter de l'aliment qui sera soumis aux essais, en expliquant la méthode et les protocoles d'analyses utilisées, pour réduire la confusion et rendre la tâche plus facile aux dégustateurs. Il est important qu'ils comprennent bien les procédures utilisées et la façon de remplir les cartes de notation afin de participer aux essais sur la même base.

Il faut recommander aux dégustateurs d'éviter l'utilisation de produits à forte odeur.

6-2- Déroulement de l'analyse

Les analyses sensorielles ont été réalisées en deux tests ; test de classement et test hédonique.

6-2-1-Test de classement par rang

On cherche à connaître parmi les 03 soupes codées, la soupe présentant la concentration en fric la plus préféré par le consommateur. On demande aux dégustateurs de classer par rang des échantillons codés en fonction de la préférence en allant du moins acceptable au plus acceptable. En règle générale, on ne permet pas les égalités

Présentation des échantillons : Les trois échantillons sont présentés au dégustateur dans des contenants identiques (assiettes en porcelaine), codés aux codes aléatoires (C, D, E). Chaque échantillon a un code différent. Tous les échantillons sont présentés simultanément à chaque dégustateur dans un ordre qui a été prévu ou choisi au hasard.

Les dégustateurs ont le droit de goûter aussi souvent que nécessaire les échantillons pour établir les comparaisons nécessaires entre eux.

Analyse des données : Aux fins de l'analyse des données, on fait le total des classements attribués à chaque échantillon. On procède ensuite à la détermination de la signification des différences en comparant les totaux des classements pour toutes les paires possibles des échantillons en se servant du test de Friedman. Les différences entre toutes les paires possibles des classements totalisés sont comparées à la valeur critique du tableau donnée dans l'annexe 02, pour un niveau de signification de 5%.

Nom :	Date :
Prénom :	
Essai de classement par rang de 3 soupes	
Trois soupes codées C. D. E. vous sont présentées.	
Faites l'évaluation des échantillons dans l'ordre suivant, du haut vers le bas, puis mettez les échantillons dans l'ordre de la concentration préférée. Attribuez à l'échantillon ayant la concentration préférée une cote de 1, puis de 2 aux suivants et enfin de 3 à l'échantillon ayant la concentration en fric la moins préférée.	
NB : Rincez-vous la bouche après chaque dégustation.	
Code	Rang attribué
_____	_____
_____	_____
_____	_____

Figure 05 : Bulletin du test de classement par rang.

6-3-2-Test hédonique

Dans cette étude, nous avons suivi une démarche de réalisation des profils sensoriels, et nous nous sommes intéressés à l'analyse réelle des échantillons et connaître l'effet de la variation de concentration sur les autres caractéristiques sensorielles tels que la couleur rouge, l'odeur du fric, gout et onctuosité.

Bulletin de réponse pour l'essai de classement par notation

Nom : _____ Date : _____

Prénom : _____

Essai de classement par notation de 3 soupes

Trois soupes codées C. D. E. vous sont présentées.

Pour chacune des critères : couleur, odeur, gout, concentration en fric, onctuosité, gout fric. Il vous est demandé de donner une note de 1 à 9 selon l'intensité du caractère.

Critère	C	D	E
Couleur			
Odeur			
Gout			
Concentration			
Onctuosité			
Cuisson			

NB : Rincez-vous la bouche après chaque dégustation.

Figure 06 : Bulletin pour le test hédonique avec un barème de notation allant de 1 à 9.

Analyse des données : Les résultats ont été traités à l'aide d'un logiciel statistique XLSTAT (2008). L'analyse permet de déterminer par la méthode de l'ANOVA la signification des différences (le seuil de signification a été fixé à 0,05) d'une soupe à une autre, et d'une caractéristique sensorielle à une autre au sein d'une même soupe.

Partie III : Résultats et discussion

III. RESULTATS ET DISCUSSIONS

Cette étude a été conduite dans le but de rassembler le maximum d'information sur le fric (technologie de fabrication et qualité). Dans un premier temps une enquête était faite dans le but de voir l'importance du fric chez les ménages de la région de l'est algérien. Dans un deuxième temps une étude comparative des rendements pour voir la valeur du fric par rapport le blé dur. Ensuite, une caractérisation physicochimique du blé dur et le BVG était faite. Enfin, nous avons fait l'analyse sensorielle de la soupe du fric pour but de connaître la quantité du fric dans un litre de bouillon pour avoir une soupe de meilleur qualité organoleptique.

1. Partie enquête

1.1. Caractéristiques des ménages

1.1.1. Milieu

Le tableau 11 représente la répartition des ménages selon le milieu habité

Tableau 11: Répartition des ménages selon le milieu

Milieu	Urbain	Rural
Réponse	145	25

La majorité des ménages (85%) habitent en milieu urbain. A l'opposé de 15% seulement habitent en milieu rural.

1.1.2. Taille du ménage

Les ménages enquêtés sont des tailles différentes. La taille de ménage est représentée dans le tableau 12.

Tableau 12 : taille des ménages de familles enquêtées

Taille de ménage	2-3	4-6	7 et plus
Réponse	5	63	102

- 60% des ménages ont 7 personnes dans la famille et plus.
- 37% des ménages ont la taille de 4-6 personnes.

La grande proportion des familles enquêtées compte 7 personnes et plus.

1.1.3. Profession du chef de ménage

Le niveau de vie de familles selon la profession du chef de famille est représenté dans le tableau 13.

Tableau 13 : profession du chef de ménage

Profession	Sans travail	Cadre supérieur	Retraité	Cadre moyen-employé
Réponse	11	46	45	68

- 6,4% des chefs de ménage sont sans activité.
- 27,05% sont des cadres supérieurs.
- 26,4% sont des retraités.
- 40% sont des cadres moyens ou employés.

Environ 90% des ménages présentent des revenus pour leurs familles. Près la moitié des chefs de ménages est constituée de cadres moyens et employés.

1.2. Connaissance et consommation du produit

Les résultats pour les ménages qui consomment et connaissent le fric sont représentés dans le tableau 14.

Tableau 14: consommation et connaissance du fric selon les ménages

Question	Réponse	
	OUI	NON
Connaissez-vous le fric ?	170	0
Consommez-vous ce produit	170	0

100% des ménages enquêtés connaissent et consomment le fric. Donc le fric occupe une place importante dans la ration alimentaire algérienne.

1.3. Occasions et mode de consommation du fric

Les plats préparés à partir du fric selon les ménages et leurs occasions sont représentées dans le tableau 15.

Tableau 15: Occasions et mode de consommation du fric selon le nombre de ménages

Plats	Chorba	Kefta et Dolma	Salade	Dchicha
Nombre de ménages	170	05	03	02
Occasion de consommation	-Ramadhan (170) -fêtes de mariage (118) -Aid (05) -Occasion familiales (06)	-Ramadhan et autres jours	Sans occasion	Sans occasion

Selon le tableau 15, on remarque que tous les ménages enquêtés consomment le fric comme une soupe appelée Chorba ou Djari pendant le mois de Ramadhan.

La majorité d'eux (70%) le consomment pendant les fêtes de mariages et certains d'autres pendant le jour de Aid et occasions familiales. Une faible proportion des ménages le consomment avec Kefta et Dolma ou salade ou bien le préparant comme un Dchicha.

1.4. Fréquence de consommation du fric

La fréquence de la consommation du fric est représentée dans le tableau 16.

Tableau 16: fréquence de consommation du fric

Fréquence	Une fois par jour	Une journée sur deux	Une journée sur trois	Une fois par semaine	Une fois par mois	De temps en temps
Hors du mois de ramadhan	02	32	-	95	32	09
Pendant le mois de ramadhan	144	20	04	02	-	-

- 55,8% des ménages consomment le fric une fois par semaine.
- 18,8% des ménages le consomment une journée sur deux.
- 18,8% des ménages le consomment une fois par mois.
- 5,2% des ménages le consomment de temps en temps.

Pendant le mois de ramadhan 84,7% des ménages consomment le fric tous les soirs et 11,7% des familles le consomment une journée sur deux.

Discussion

La moitié des familles consomme le fric au moins une fois par semaine.

Près de 20% des ménages le consomment une journée sur deux.

Pendant le mois de ramadhan la majorité des ménages consomme le fric tous les soirs.

1.5. Méthode d'obtention du fric et quantité consommée

Certaines familles achètent le fric et d'autre le préparent à La maison. La quantité achetée ou fabriquée diffère selon les ménages comme le représente le tableau 17.

Tableau 17 : La méthode d'obtention du fric selon les ménages et quantité consommée par an.

Questions	Nombre de réponse	Quantité par an		
		1-5 (kg)	6-9 (kg)	10 (kg) et plus
Achetez-vous le fric ?	119			
Vous l'achetez sous forme de grain ?	28	85	29	31
Vous le préparez vous-même ?	23	9	4	10

- 86,4% des ménages achètent le fric à partir du marché dont 15,29% d'eux l'achètent sous forme des grains.
- 13,52% des ménages le préparent à la maison.
- 24,11% des ménages consomment 10 kg et plus.
- 55,29% des ménages consomment 1 à 5 kg par an.
- 19,41% des ménages consomment 6 à 9 kg par an

La majorité des ménages achète le fric à partir du marché. Près de 15% des ménages le préparent à la maison et la majorité de ces familles sont rurales.

Presque la moitié des ménages consomment de 1 à 5 kg par an.

1.6. Diagramme de fabrication

Selon l'enquête il ya trois diagrammes de fabrications du fric résumés dans la figure 07.

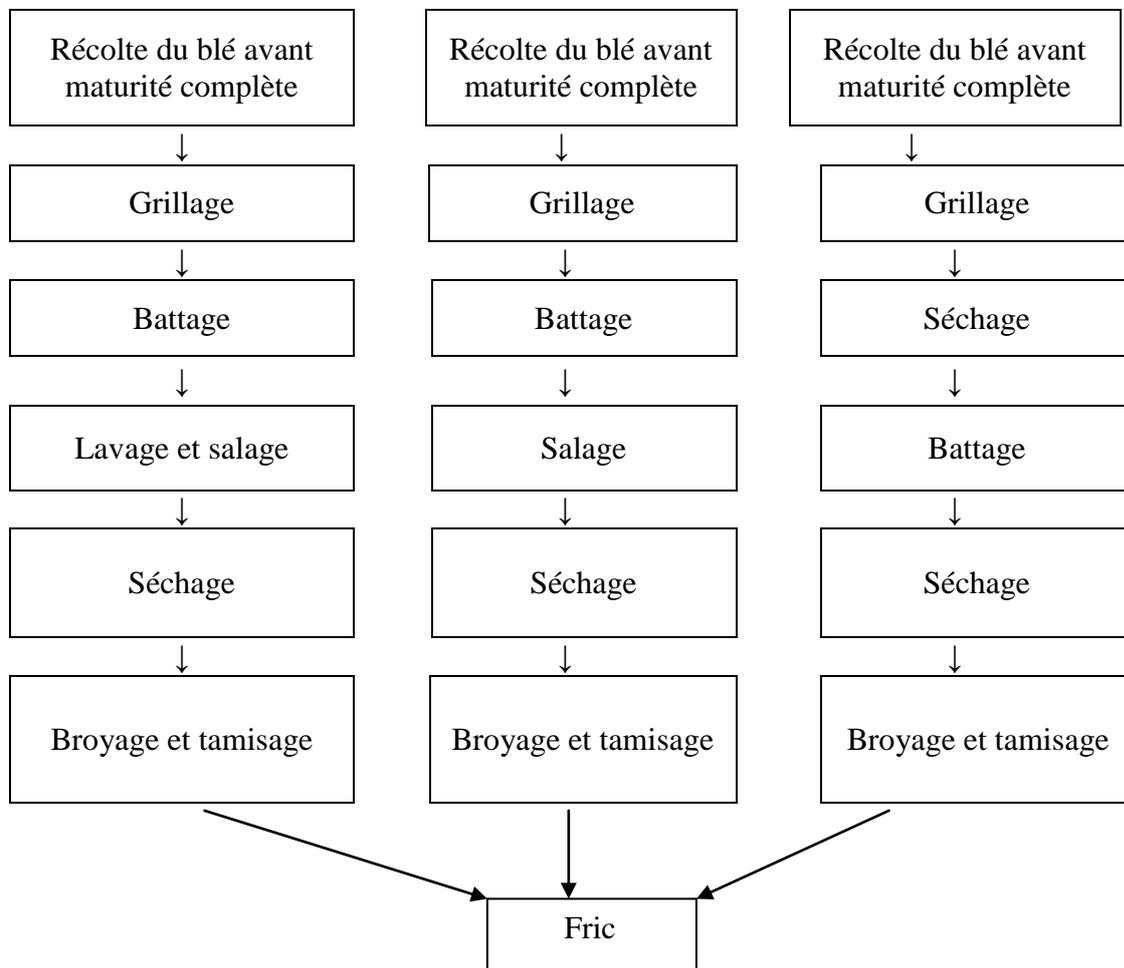


Figure 07 : les différents digrammes de fabrication du fric.

Les trois fabrications passent par les mêmes étapes principales de fabrication qui sont : récolte, battage, séchage, broyage et tamisage. La différence entre les trois fabrications c'est lavage et salage du fric dans la première, salage seulement dans la deuxième et deux opérations de séchage dans la troisième.

1.7. Diagramme de préparation à la consommation

La méthode de préparation à la consommation de chorba fric ou djari est presque la même pour tous les ménages. Préparer une sauce avec la viande rouge ou blanche, ou le mélange des deux, l'oignon, tomate, paprika, coriandre, poivron noir, céleri et piment.

Après obtention du bouillon, ajouter le fric puis laisser cuire jusqu'à gonflement des particules du fric.

-Certains ménages (28%) lavent le fric avant de l'ajouter à la sauce, d'autres (117sujets) ne font pas cette opération. Il ya des ménages (05 sujets) qui cuisent le fric à la vapeur puis l'ajoutent à la sauce.

-Il y a des ménages (06) qui préparent une sauce blanche puis ajoutent le fric et à la fin ils ajoutent le concentré de tomate.

-Certains familles ajoutent du pois-chiche au chorba.

1.8. Critères d'appréciation de la qualité du produit non cuit

Les critères d'appréciation de la qualité du fric avant la cuisson sont représentés dans le tableau 18.

Tableau 18 : Critères d'appréciation de la qualité du fric

Critères	Couleur verte	Gout salé	Gout du grillage	Odeur de fumée	Particules moyennes
Nombre de personnes	170	08	29	28	40
pourcentage	100%	4,7%	17,05%	16,47%	23,52%

D'après le tableau 17, le premier critère d'appréciation de la qualité du fric est la couleur verte. Près d'un quart de ménages choisissent le fric sur la taille de ses particules après broyage.

Environ 20% des familles apprécient selon le goût du grillage et le goût salé.

1.9. Critères d'appréciations de la qualité du chorba cuit et prêt et être servi.

Les critères d'appréciations de la qualité du produit cuit et prêt et être servi sont représentés dans le tableau 19.

Tableau 19: Critères d’appréciations de la qualité du fric cuit et prêt et être servi.

Critères	Épais	Moyennement épais	Legé	Granules bien gonflé	Homogène*	Couleur rouge
Nombre de ménages	90	60	20	170	170	170
pourcentage	52,94%	35,29%	11,76%	100%	100%	100%

(*) : Les grains du fric restent en suspension.

Tous les ménages interrogés préfèrent la soupe bien cuite (particules bien gonflés) et la soupe homogène de couleur rouge.

La moitié des ménages préfèrent une soupe épaisse.

1.10. Cout du fric

Le coût du produit par rapport aux soupes vendues sur le marché (vermicelle, langue d’oiseau).selon tous les ménages enquêtés disent que le fric est plus cher.

Conclusion

Les résultats de l’enquête font apparaître que :

Tous les ménages enquêtés connaissent et consomment le fric comme une soupe appelée chorba ou djari pendant le mois de Ramadhan et la majorité d’eux le consomment pendant les occasions familiales spécialement dans les fêtes de mariage. Une faible proportion le consomme comme dchicha.

La fréquence de consommation est plus élevée pendant le mois de Ramadhan et la moitié des ménages le consomment au moins une fois par semaine avec un taux de consommation de 1 à 5 kg par an.

Les résultats de l’enquête indiquent que les critères d’appréciation de la qualité du fric non cuit sont la couleur verte, la taille des particules doit être moyenne et goût de grillé. Les critères

d'appréciation de la qualité de chorba sont : les particules du fric bien gonflé, l'homogénéité et la couleur rouge.

Le diagramme de fabrication du fric est représenté dans la figure 07.

2. L'étude du rendement des deux échantillons

Les mesures au laboratoire ont mis en évidence le poids de 1000 grains, le rendement de 50 épis, le rendement en différents produits de mouture des deux échantillons, la granulométrie de différents produits de mouture des deux échantillons. A partir des deux dernières mesures le rendement économique est calculé.

2.1. Le rendement de 50 épis et le poids de 1000 grains

Dans le tableau 20 sont représentés les résultats de la mesure du rendement de 50 épis et la masse de 1000 grains.

Tableau 20: rendement de 50 épis et poids de 1000 grains.

Échantillon	Rendement de 50 épis (g)	Poids de 1000 grains (g)	Humidité (%)
Blé dur (BD)	101,75 ± 3,5	55 ± 1,03	11,02±0,12
Blé vert grillé (BVG)	89,61 ± 2,12	47 ± 0,33	11,63±0,88

La comparaison du rendement de 50 épis et le poids de 1000 grains des deux échantillons peut être faite parce que les deux échantillons ont le même taux d'humidité comme le représente le tableau21.

-le rendement de 50 épis : Le blé dur qui est récolté à l'état mature et sec donne le rendement de 50 épis le plus élevé parce qu'il est récolté au stade final de maturation alors que le fric qui est récolté au stade laiteux donne le rendement de 50 épis le plus bas et le remplissage du grain de blé avec les nutriment (les glucides) n'est pas entièrement formé.

Le rapport : $\frac{\text{rendement de 50 épis deBVG}}{\text{rendement de 50 épis de BD}} \times 100 = 88 \%$

Donc il ya une perte de pois de 12% quand on récolte le blé au stade laiteux-pâteux.

-le poids de 1000 grains : parce qu'il est récolté à l'état mûr, le blé dur a le poids de 1000 grains le plus élevé. Le BVG est récolté au stade laiteux-pâteux donc il a le poids de 1000 grain le plus bas.

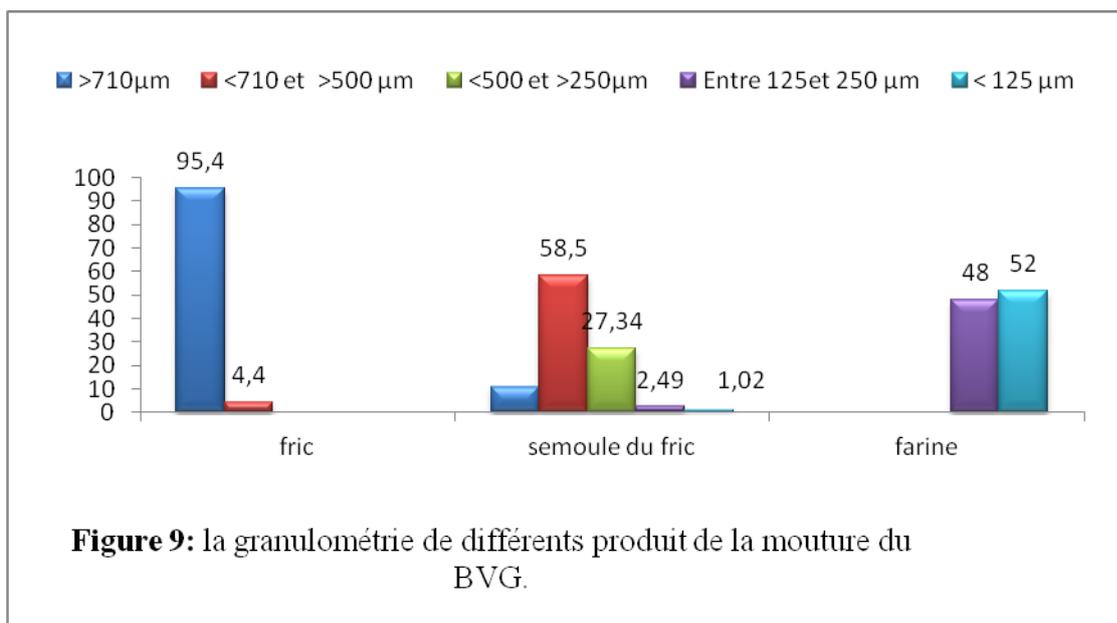
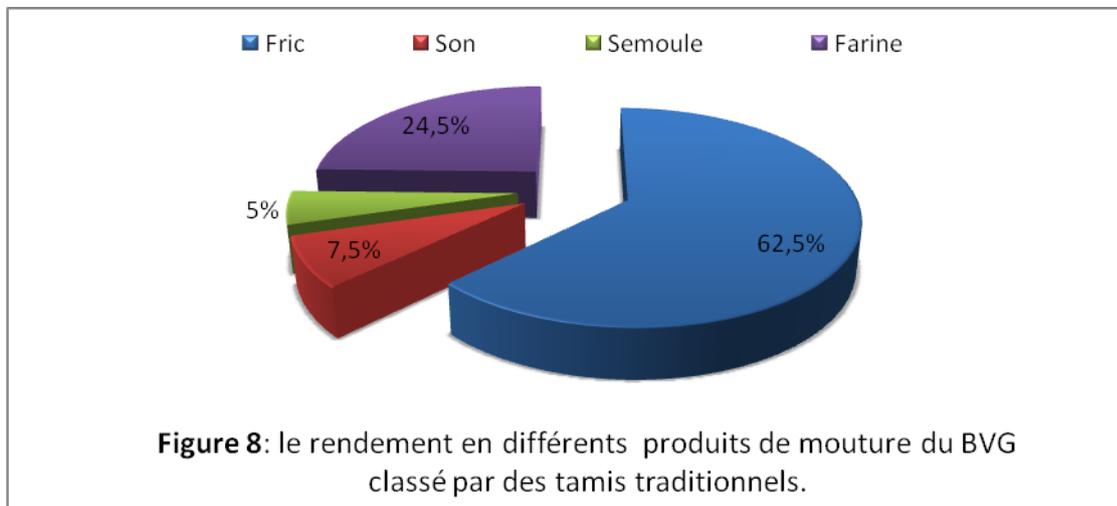
Le rapport : $\frac{\text{le poids de 1000 grains du BVG}}{\text{le poids de 1000 grains du BD}} \times 100 = 85,45\%$.

Selon le poids de 1000 grains, quand la récolte du blé se fait au stade entre laiteux et pâteux la perte du poids est environ de 15%.

2.2. Le rendement en différents produits de la mouture et leur granulométrie

2.2.1. Rendement en différents produits de la mouture du BVG et leur granulométrie

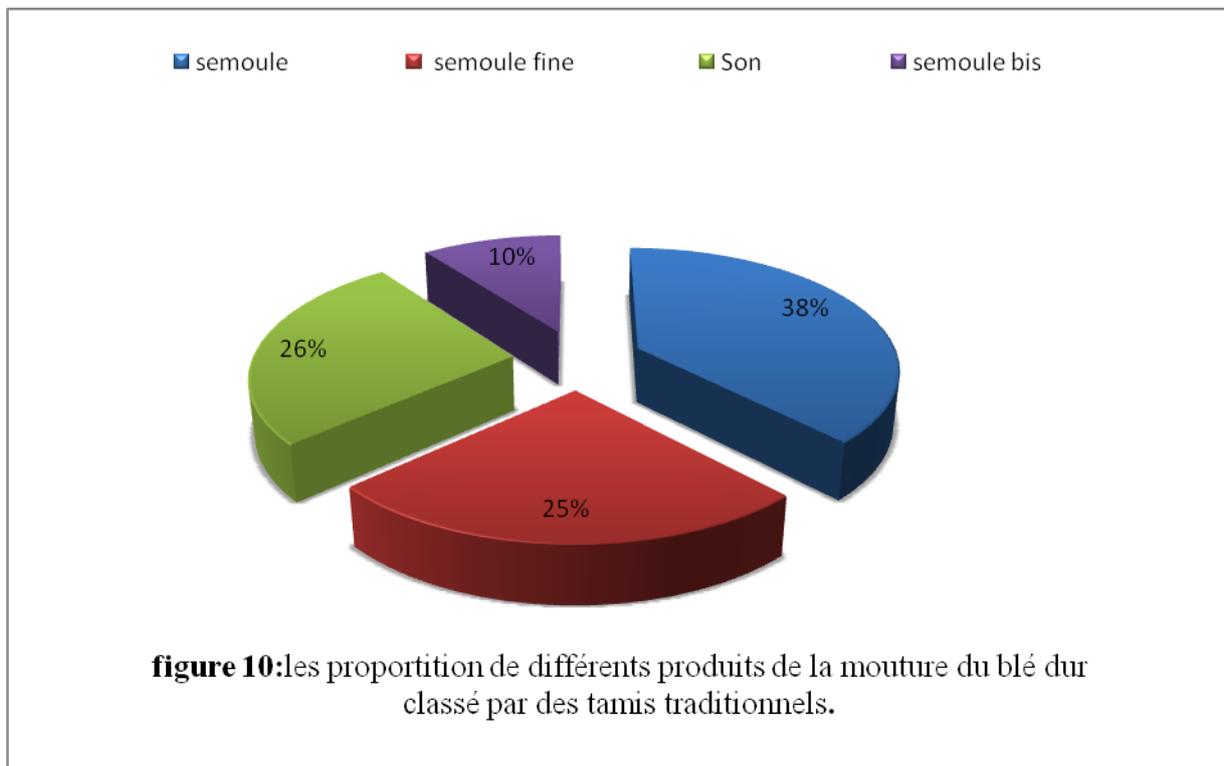
Les figures 8 et 9 suivantes représentent successivement les résultats du rendement en différents produits de la mouture du blé vert grillé (BVG) et leur granulométrie.

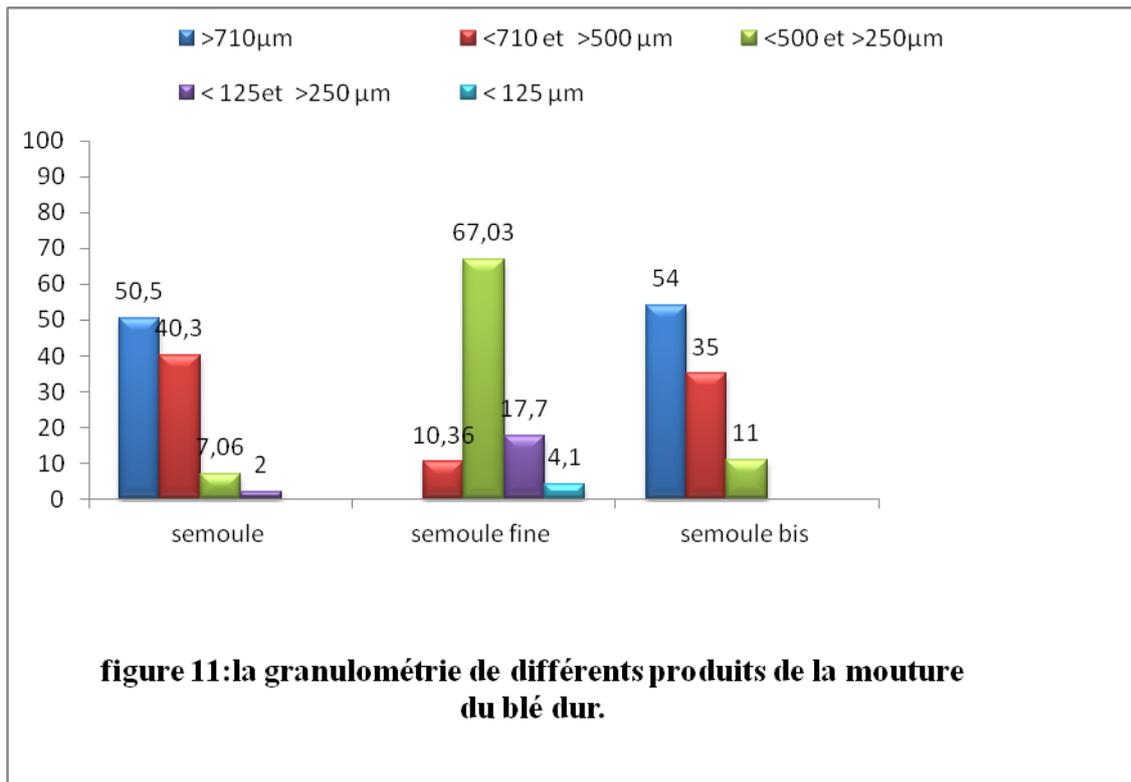


Les résultats représentés dans la figure 8 montre que le fric représente la grande partie des produits de la mouture (62,5%) suivie par la farine (24,5%) avec une granulométrie $< 250 \mu_m$ parce que le blé vert grillé est moulu grossièrement alors que le son qui est un sous produit représente seulement 8% des produits de la mouture parce que à ce stade de maturation (stade laiteux) l'enveloppe n'est pas entièrement formé. La plus grande partie des granules du fric (95,4%) ne passe pas au tamis d'ouverture de maille de $710 \mu_m$ alors que la semoule du fric représente seulement 4,4% des produits de la mouture du BVG. Son analyse granulométrique donne des refus sur toute la série des tamis utilisé mais les granules qui ont la taille entre 500 et $710 \mu_m$ représentent la grande proportion (58,5%).

2.2.1. Rendement en différents produits de la mouture du blé dur et leur granulométrie

Les résultats du rendement en différents produits de la mouture du blé dur et leur granulométrie sont représentés successivement dans les figures 10 et 11.





*La somme des proportions des produits de la mouture n'égal pas à 100% parce que il ya des pertes pendant la mouture et le classement des produits.

Le tamisage du broyat du blé dur avec les tamis traditionnels donne quatre produits, la grosse semoule qui représente la grande proportion des produits moulus (38%). La plus part de ces granules sont supérieur à 500 µ_m, la semoule fine représente 25% du broyat total et 67% de ces granules ont une taille situé entre 250 et 500 µ_m et 17,7% est situé entre 125 et 250 µ_m. Ensuite, la semoule bis qui représente seulement 10 % du totale broyé avec des gros granules (54 % sont > 710 µ_m et 35 % sont situé entre 500 et 710 µ_m). D'après ces résultat on constate que la plus part des granules du broyat sont > 250 µ_m a cause du caractère vitreux du blé dur. Le son qui est considérés un sous produit représente 26% du broyat cette quantité est très élevée par rapport au son donné par le BVG parce qu'il est récolté au stade final de maturation et le développement de l'enveloppe est à son maximum.

2.3. Le rendement économique ou commercial

- **Le rendement en fric** : d'après les analyses granulométrique des produits de la mouture du BVG (figure 9) le rendement économique en *fric* est calculé comme suit : on a 62,5 % du fric en l'ajoutant 5% de la semoule sera égale à 67,5% et comme la farine est utilisé pour épaissir la soupe de raison de ½ cuillère à soupe (12g) pour 3 cuillère à soupe du fric

(75g) donc la farine est ajoutée à raison de 16% alors pour 6,75 kg de *fric* on ajoute environ 1080g de la farine qui représente 10,8% du totale du blé vert grillé broyé.

Donc le rendement total en *fric* est d'environ 78.1% et 21,9% de sous produit.

Le schéma quantitatif de la mouture du BVG est représenté dans la figure 12.

- **Le rendement en semoule :** pour le calcul du rendement en semoule on élimine le son et la semoule qui a des granules $< 125 \mu_m$ (figure 11) qui représente 4,1% de la semoule fine et 0,1% (considéré négligeable) pour le total broyé donc le rendement total en semoule est de 74%.

Le schéma quantitatif de la mouture du blé dur est représenté dans la figure 13.

- **Comparaison des prix au niveau du marché algérien :**

Un quintal du BVG donne 78.1 kg du *fric* à l'opposé de 74 kg pour un quintal du blé dur donc le rendement en produit final du BVG est un peu supérieur à celui du blé dur.

Le prix d'un kg de la semoule de blé dur dans le marché est de 40 DA alors que celui du blé vert grillé est 200 DA donc le BVG est cinq fois plus cher que le blé dur.

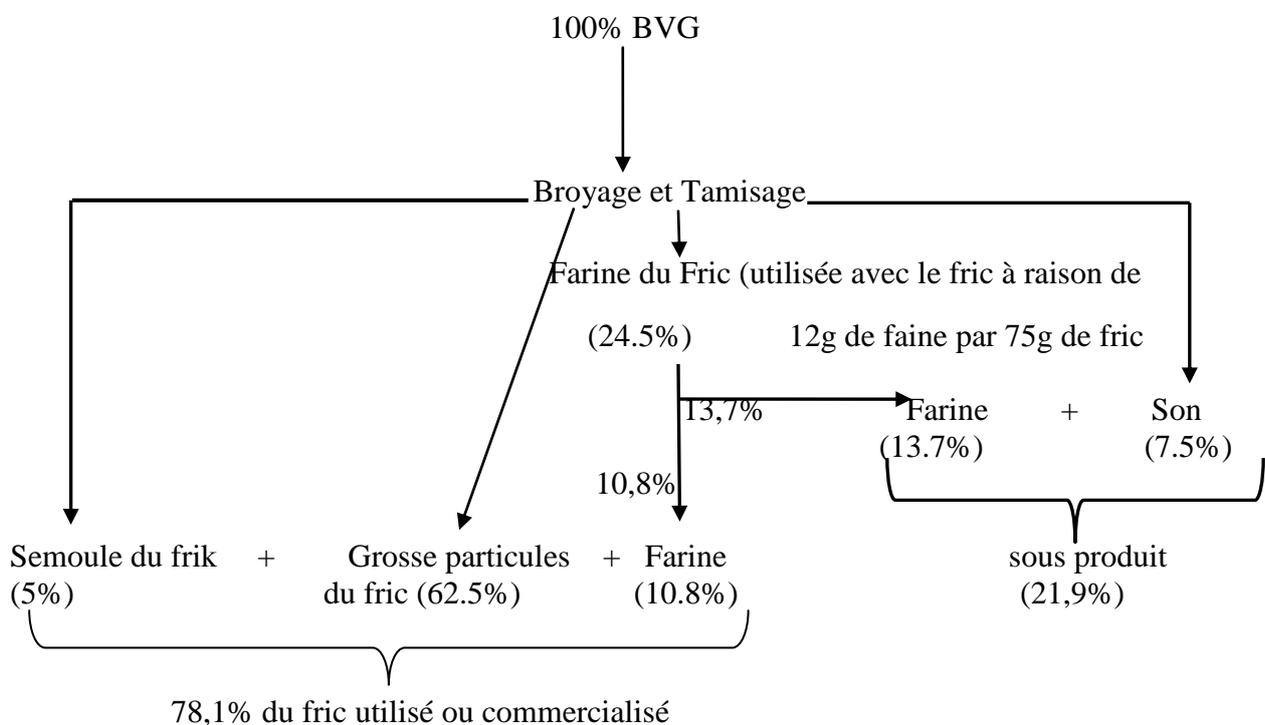


Figure 12: schéma quantitatif de la mouture du BVG.

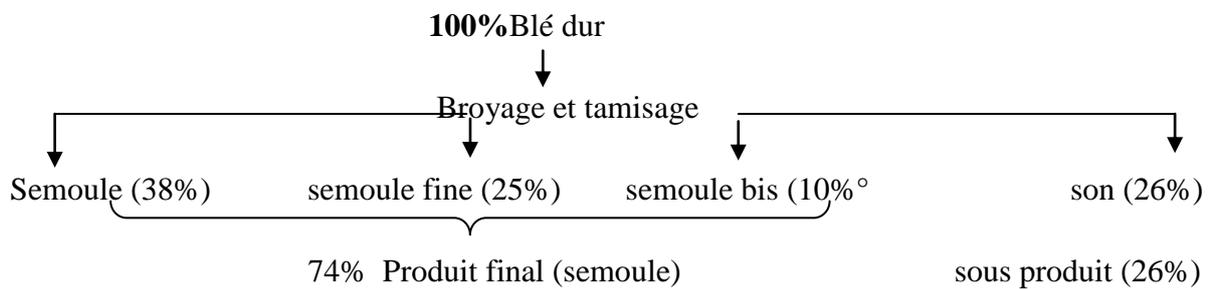


Figure 13 : schéma quantitatif de la mouture du blé dur.

CONCLUSION

La comparaison du rendement des deux produits montre qu'il y a une perte de masse entre 12 et 15% quand la récolte du blé se fait au stade laiteux alors que les rendements en produit final sont presque les mêmes (78,1% pour le BVG et 74%), la comparaison des prix des deux produits montre que le BVG est cinq fois plus cher que le blé dur.

3. Composition du blé dur et du BVG

Les valeurs expérimentales des constituants major du blé dur et du BVG sont représentées dans le tableau 21.

Tableau 21 : les principaux constituants du blé dur et le BVG (g pour 100g d'échantillon).

Produits	humidité	taux de cendre	matière grasse libre**	protéines totales	glucide*
blé dur	11,02±0,12	1,63± 0,06	1,00±0,26	13,96± 0,57	72,39
Fric	11,63±0,88	1,59±0,13	1,60±0,6	14 ,86±0,46	70,93

*valeurs des glucides totaux obtenus par différence. **la quantité des lipides liés est considéré négligeable

D'après le tableau 21, les valeurs de la teneur en eau des deux échantillons ne présentent pas de grande différence, elle varie entre 11 et 12%. Ces résultats concordent avec ceux obtenu par MERENDINO *et al* (2005), cette quantité d'eau des deux échantillons, donne l'aptitude à être

concassés. De même pour le taux de cendres, il n'y a pas de différence entre les deux échantillons et, cette teneur en cendres ne se varie pas beaucoup du stade laiteux au stade maturité complète et elle conforme à la norme du blé (elle varie 1,5 à 2,5% (FEILLET, 2000)). Les valeurs du tableau 21 montre que la teneur en protéines du BVG est légèrement supérieure à celle du blé dur. Ces résultats s'opposent à ceux obtenus par MERENDINO *et al* (2005). Ceci peut être justifié par la température élevée pour une longue durée dont il était justifié par l'étude qui était faite par FERREIRA *et al* (2011). La température élevée et modérée (25C à 35C) et très courtes périodes de température élevée (> 35C) pendant la phase de remplissage de grain ont été fréquemment associés à une augmentation de concentration en protéine de grain (Correll *et al.*, 1994, PANOZZO & EAGLES, 1999, TRIBOÏ *et al.*, 2006). Bien que toute la quantité de N accumulée par grain généralement soit peu affectée par l'augmentation de la température (RANDALL et MOSS, 1990, CIAFFI *et al.*, 1999, WARDLAW *et al.*, 2002). Pour la teneur en glucides, celle du blé dur est plus élevée que celle du BVG parce que la teneur en amidon augmente pendant le développement du grain atteignant le niveau maximum à la maturité (MERENDINO *et al*, 2005).

Conclusion

La comparaison de la composition physicochimique des deux échantillons ne montre pas de grande différence pour la teneur en eau, les cendres et les lipides libres sauf que pour les protéines, les résultats obtenus montrent que les protéines du BVG sont plus élevées que celle du blé dur et ça peut être à cause de la température élevée pour longue durée pendant la période de maturation selon l'étude faite par Ferreira *et al* (2011). Alors que pour les glucides, sont plus élevés dans le blé dur.

4. ANALYSE SENSORIELLE

Après la préparation de la sauce rouge (ou bouillon) et à partir de cette sauce nous avons préparé trois soupes de fric à des concentrations en fric différentes (concentration faible, moyenne et élevée), nous nous sommes intéressés à déterminer la quantité en fric dans un litre de sauce pour obtenir une soupe de meilleure qualité organoleptique. Par la suite, nous avons soumis ces soupes à une appréciation sensorielle. Dans un premier temps, un test de classement par rang a été effectué dans le but de classer nos soupes de la plus préférée à la moins préférée, et enfin un test hédonique qui permet de déterminer l'effet de variation de la concentration en fric sur les autres qualités organoleptiques.

4.1. Test de classement par rang

Nous avons demandé aux dégustateurs de classer le goût des échantillons en termes d'acceptabilité sans donner d'égalité, en donnant à chaque échantillon une note différente même s'il semblait comparable. L'échantillon auquel on accordait le goût le plus acceptable se voyait donner la cote 1, le suivant la cote 2 et celui qui paraissait le moins acceptable la cote 3 et le dernier la cote 4. Les cotes de classement données à chaque échantillon par les 09 dégustateurs ont été regroupées sous forme de tableau (Tableau 22).

Tableau 22 : Résultats du test du classement par rang des trois soupes du fric.

dégustateur	échantillons		
	C	D	E
1	2	1	3
2	2	1	3
3	3	1	2
4	2	1	3
5	2	1	3
6	1	2	3
7	1	2	3
8	2	1	3
9	2	3	1
total classement	17	13	24
classement	2	1	3

Les différences entre les totaux de classement par paires étaient les suivantes :

$$E - C = 24 - 17 = 7$$

$$E - D = 24 - 13 = 11$$

$$C - D = 17 - 13 = 4$$

La valeur critique calculée pour $p \leq 0,05$, (09 dégustateurs et trois échantillons) est de 10 d'après le tableau de l'annexe 02.

Les différences entre les totaux de classement par paire, montre qu'il y a absence de différences significatives (différences < 10) entre les goûts des soupes (E et C) et (C et D). Pour l'autre paire (E et D), il s'avère que la différence entre ces deux soupes est significative, c'est-à-dire ≥ 10 .

Nous concluons que les dégustateurs ont classé les trois soupes par ordre de préférence en attribuant le premier rang pour la soupe moyennement concentrée qui est codée par la lettre D, suivie par la lettre C qui a une concentration insuffisante, et enfin la soupe codé par la lettre E qui a une concentration excessive.

4.2. Test hédonique

Les résultats du test hédonique sont représentés dans la figure 14 les résultats de l'ANOVA (les détails de l'ANOVA sont donnés dans l'annexe 03) mettent en évidence la présence de différence significative ($p < 0,05$) entre la soupe C et la soupe E, ils sont regroupés dans deux groupes différents alors que la soupe D ne présente pas de différence significative ($p < 0,05$) par rapport aux autres soupes parce qu'elle est regroupé dans les deux groupes (tableau 23).

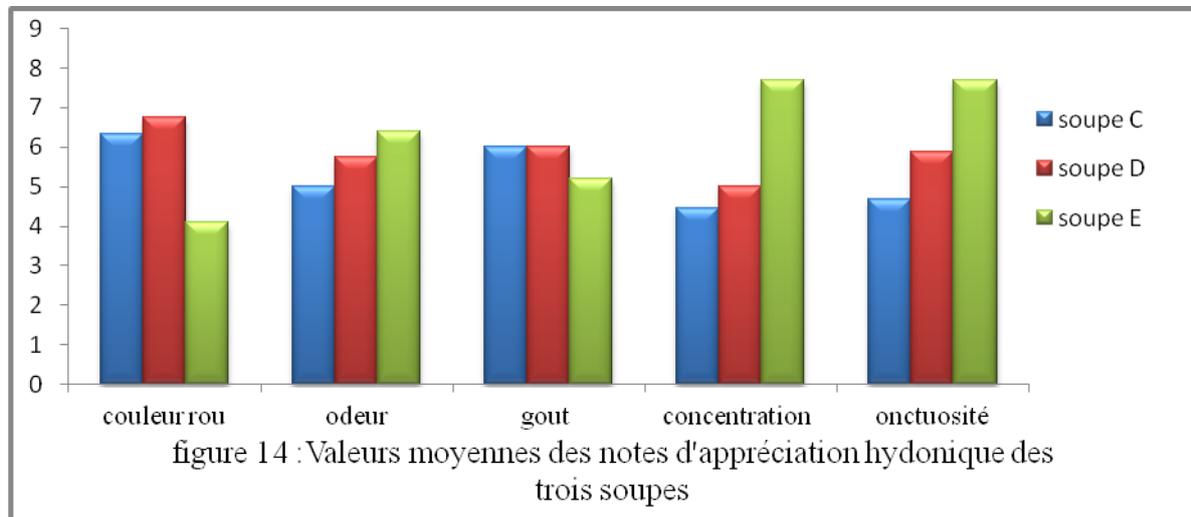


Tableau 23: Représentation des trois soupes analysées en groupes homogènes par le test de Tukey (HSD)

Soupes	Moyenne estimée	Groupes	
SE	7,700	A	
SD	5,875	A	B
SC	4,667		B

4.2.1. Profil sensorielle des soupes

La figure 15, rassemble les profils sensoriels des trois soupes concernées par l'analyse sensorielle. Il apparaît clairement que la soupe E a la concentration, l'onctuosité et l'odeur les plus intenses mais elle a la couleur et le goût les plus mauvais. Par contre la soupe C a la concentration, l'onctuosité et l'odeur les plus faible et une couleur intense. Les zones d'acceptabilité indiquées dans les séries de données des profils sensoriels par le goût, indiquent que la soupe D est plus appréciée par les dégustateurs grâce à ces caractéristiques organoleptiques (concentration, onctuosité et odeur) moyennes.

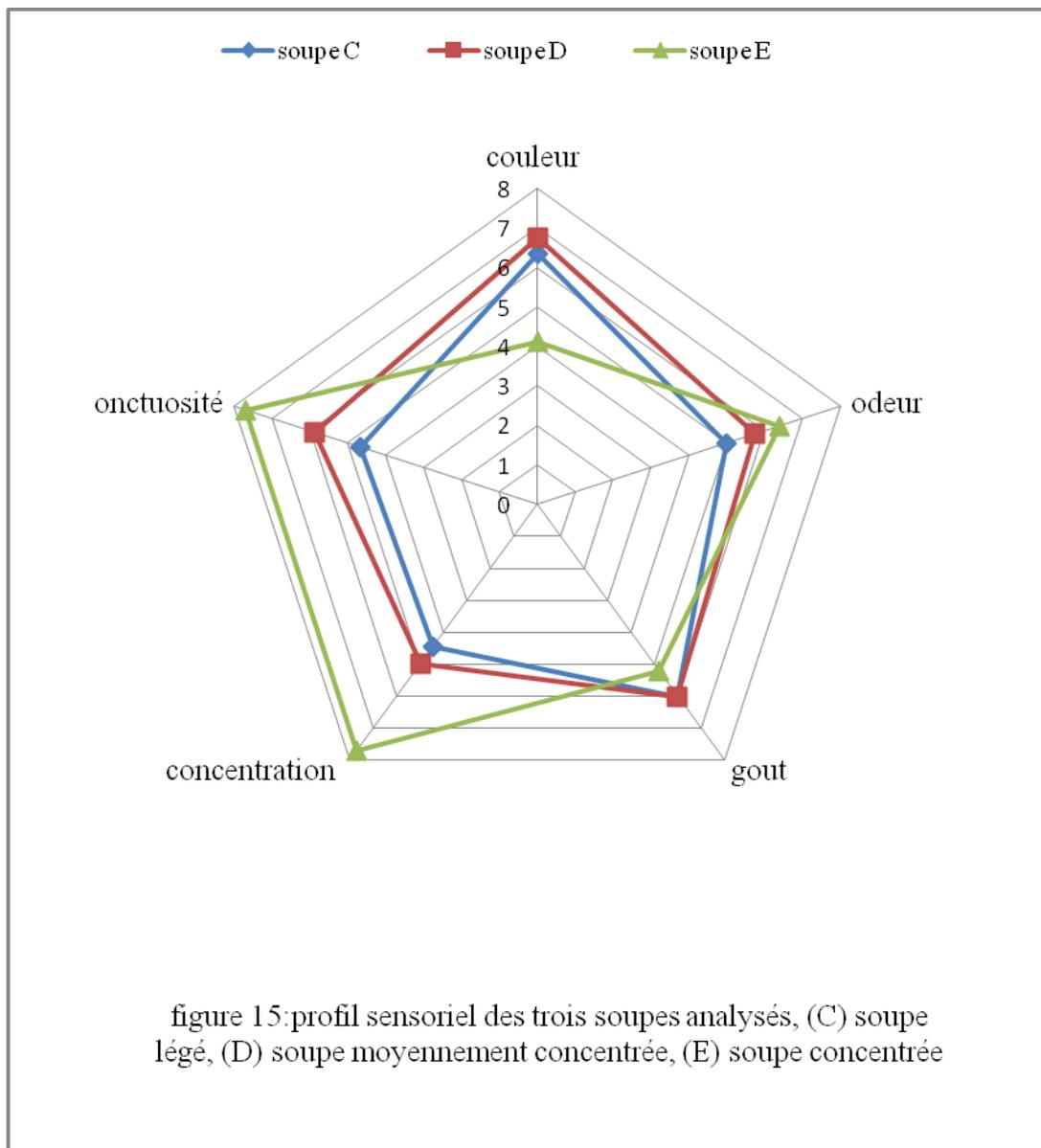


Tableau 24 : Analyse des différences par le test de Tukey (HSD) entre les trois soupes sur l'odeur, la couleur, le goût, la concentration et l'onctuosité (avec un intervalle de confiance à 95%)

Attribut	Moyenne estimée	Groupes
Couleur SD	6,750	A
Couleur SC	6,333	A
Couleur SE	4,100	B
Odeur SE	6,400	A
Odeur SD	5,750	A
Odeur SC	5,000	A
Gout SC	6,000	A
Gout SD	6,000	A
Gout SE	5,200	A
Concentration SE	7,700	A
Concentration SD	5,000	B
Concentration SC	4,444	B
onctuosité SE	7,700	A
onctuosité SD	5,875	B
onctuosité SC	4,667	B

L'ANOVA sur les notations de la concentration et la couleur confirme la différence significative ($p < 0,05$) entre la soupe E et les deux autres soupes et les membres du panel se mettaient en accord pour attribuer les meilleures notes pour la soupe D. Cette dernière présentait une couleur et une concentration qui étaient appréciées et jugées meilleures par la plus part des membres du panel (tableau 24). Pour les notations de l'odeur et le goût, le tableau de l'analyse de la variance (ANOVA) montre que la différence n'est pas significative d'une soupe à une autre. Ceci peut s'expliquer par de faibles différences entre soupes sur ces perceptions. Ces deux caractéristiques organoleptiques (olfactive et gustative) peuvent être confondues sur les trois soupes analysées, et cela peut être confirmé par le tableau 24, qui donne la répartition en un seul groupe homogène des avis des dégustateurs.

Conclusion

Le test de classement par rang a révélé que la soupe D (qui est moyennement concentrée à concentration de 87g de fric par litre de sauce), est la plus préférée par les dégustateurs en vue de ces qualités sensorielles appréciables. Quant aux résultats de l'ANOVA, ils laissent apparaître que l'augmentation de la concentration en fric pourrait influencer sensiblement l'onctuosité, en rendant la soupe plus onctueuse et la couleur, en diminuant l'intensité de la couleur rouge de la soupe.

CONCLUSION GÉNÉRALE

Conclusion générale

Cette étude a été conduite dans le but d'établir le diagramme traditionnel de fabrication du fric et de déterminer le taux de consommation, la fréquence et les occasions de consommation du fric. Ainsi que l'identification des différents types de préparation et les critères d'appréciation de la qualité de ce produit. D'autre part, voir la valeur du fric par rapport le blé dur par la comparaison des rendements et la composition du blé dur et le blé vert grillé et déterminer les paramètres influençant les qualités organoleptiques de la soupe du fric.

Au cours de cette étude, nous avons atteint un certain nombre des objectifs que nous avons fixés au début de notre travail.

Nous avons pu d'une part réaliser une enquête sur le fric avec des ménages de la région de l'est Algérien. Les résultats de ce travail déterminent le diagramme traditionnel de fabrication du fric qui est représenté dans la figure 07.

Les résultats de l'enquête font apparaître aussi que :

Tous les ménages enquêtés connaissent et consomment le fric comme une soupe appelé chorba ou djari pendant le mois de Ramadhan et la majorité d'eux le consomment pendant les fêtes de mariages et les occasions familiales et une faible proportion le consomme comme dchicha.

La fréquence de consommation est plus élevée pendant le mois de Ramadhan et certains ménages le consomment au moins une fois par semaine avec un taux de consommation de 1 à 5 kg par an.

Les résultats de l'enquête indiquent que les critères d'appréciation de la qualité du fric non cuit sont la couleur verte, la taille de ces particules qui doit être moyenne et le goût du grillage. Les critères d'appréciation du chorba sont : les particules du fric doit être bien gonflé et l'homogénéité.

La comparaison du rendement des deux produits montre qu'il y a une perte de poids entre 12 et 15% quand la récolte du blé se fait au stade laiteux alors que les rendements en produit final sont presque les mêmes (78,1% pour le BVG et 74%), la comparaison des prix des deux produits montre que le BVG est cinq fois plus cher que le blé dur.

La comparaison de la composition physicochimique des deux échantillons ne montre pas de grande différence pour la teneur en eau, les cendres et les lipides libres sauf que les protéines, les résultats obtenus montrent que les protéines du BVG sont un peu plus élevées que celles du blé

dur et ça peut être à cause de la température élevée pour langue dure pendant la période de maturation. Alors que pour les glucides, sont plus élevés dans le blé dur parce qu'il est récolté au stade final de maturation.

Les résultats des analyses sensorielles, ont montré par le biais du test de classement par rang a révélé que la soupe qui est moyennement concentré (87 g de fric par un litre de sauce), est la plus préférée par les dégustateurs en vue de ces qualités sensorielles appréciables. Quant aux résultats de l'ANOVA, ils laissent apparaître que l'augmentation de la concentration en fric pourrait influencer sensiblement l'onctuosité, en rendant la soupe plus onctueuse et la couleur, en diminuant l'intensité de la couleur rouge de la soupe.

Au cours de ce travail, les approches expérimentales ont touché à différents axes. Nous avons conscience de la modeste part de cette contribution, elle sera complétée par d'autre étude sur les produits céréaliers traditionnels Algériens à base du blé dur.

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

RÉFÉRENCES BIBLIOGRAPHIQUES

ABECASSIS J., BOUNIOL A., et CHAURAND M. 2005. Method for obtaining monocotyledon plant grains for human or animal food. European patent 052574.

ABECASSIS J., CUQ B., BOGGINI G., and NAMOUNE H., 2012. "Other traditional durum-wheat product" PP 177-199 in Durum wheat: Chemistry and technology **SISSON M., ABECASSIS J., MARCHYLO B., and CARCEA M.** Edition AACC International, Inc. 300 pages.

ADRIAN J., 1995. La science alimentaire de A à Z, 2^{ème} édition, Techniques et documentation. Lavoisier. Paris. 477 pages.

AFNOR., 1991. Contrôle de la qualité des produits alimentaires: céréales et produits céréaliers. Afnor 3^{ème} édition. 360 pages. agronomiques de Montpellier, France. 283 pages.

ALAIS C., 2008. Les céréales-le pain in aliment PP-133 in "biochimie alimentaire" **ALAIS C., LINDENG, MICLOL ; TEC et DOC Dunod, Paris. 260 pages.**

BARRON C., SURGET A., ROUAU X., 2007. Relative amounts of tissues in mature wheat (*Triticum aestivum* L.) grain and their carbohydrate and phenolic acid composition. *Journal of Cereal Science* 45, 88-96.

BAYRAM M., 2008. An analysis of scorched immature wheat: frekeh. *Cereal Foods World* 53: 134- 186.

BOUDREAU A., 1992. Le blé. PP. 25-49 in "le blé éléments fondamentaux et transformation". **BOUDREAU A., MENARD G.** les presses de l'université LAVAL. Paris. 439 pages.

CALVEL R., 1984. La boulangerie moderne. Edition : Eyrolles. Paris. 459 pages.

CHEFTEL J. C. et CHEFTEL H., 1984. Introduction à la biochimie et technologie des aliments. Tome 1. Tec et DOC ; Lavoisier, Paris, 381 pages.

- CIAFFI M., TOZZI L., BORGHI B., CORBELLINI M, LAFIANDRA D.** 1996a. Effect of heat shock during grain filling on the gluten protein composition of bread wheat. *Journal of Cereal Science* 24, 91-100.
- CORRELL R., BUTLER J., SPOUNCER L., WRIGLEY C.** 1994. The relationship between grain protein content of wheat and barley and temperatures during grain filling. *Australian Journal of Plant Physiology*.21, 869-873.
- CUBADDA F., AURELI F., RAGGI A., et CARCEA M., 2009.** Eefect of milling, pasta making and cooking on minerals in durum wheat. *J. Cereal Sci.* 49:92-97.
- CUBADDA F., AURELI F., RAGGI A., et CARCEA M., 2012a** .Iron, zinc, copper, selenium and selenium species in Italian wheat. *J.Cereals Sci.* In press.
- CUBBADA F., RAGGI A., RUFFO G., et MARCONI E., 2012B.** Effect of technological processing on twenty major and trace elements in durum wheat. *J.Cereals Sci.* In press.
- CZARNES S, HILLER S, DEXTER AR, HALLETT PD, BARTOLI F., 1999.** Root: soil adhesion in the maize rhizosphere: the rheological approach. *Plant and Soil* 211, 69-86.
- CZUCHAJOWSKA Z., AND POMERANZ Y., 1989.**Changes in maturing wheat as determined by near-infrared reflectance spectroscopy. *Cereal Chem.* 66:432-435.
- D’APPOLINIA B. L., AND MACARTHER L. A. 1976.** Comparison of bran and endosperm pentosans in immature and mature wheat. *Cereal Chem.*66:432-435.
- D’EGIDIO M. G., CECCHINI C., PAGANI, M. A., AND LUCISANO, M., 1996.** Caratterizzazione physico-chemical characterisation of immature grains of durum wheat. *Tec. Molit.* 49:1304-1310.
- D’EGIDIO M. G., et CECCHINI., 1998.** Cariossidi di grono immature come alimentofunzionale: Immature wheat grains as functional food. (In Italian) *tec. Molit.* 49:1304-1310.
- DAGHER S. M., 1991.** Traditional foods in the near east, F.A.O, in "food and nutrition" PP 15-19-50, Rome, 161 pages.

-DEXTER JE, MARCHYLO BA, MACGREGOR AW, TKACHUK R. 1989. The structure and protein composition of vitreous piebald and starchy durum wheat kernels. . *Journal of Cereal Science* 10, 19-32.

-DOUMANDJI A, DOUMANDJI S, DOUMANDJI M.B. 2003. Technologie de transformations des blés et problèmes dus aux insectes au stock "cours de technologie des céréales" Ed office des publications universitaires, Alger. Algérie.67 pages.

ELIAS E. M., 1995. Durum wheat products. Options Méditerranéennes. Série A, Séminaires méditerranéens 22:23-31.

ERDMAN J. A., ET MOUL, R.C., 1982 . Mineral composition in small-grain cultivars from a uniform test plot in South Dakota.*J. Agric. Food Chem.*30:169-174.

FAO., 1990. Utilization des aliments tropicaux: céréales. FAO.1990. 120 pages.

FEILLET P., 2000. Le grain de blé, composition et utilisation. Edition ; INRA. Paris. 308 pages.

FERREIRA. M. S. L., 2011. Dynamique d'assemblage des protéines de réserve et du remplissage du grain de blé dur, thèse de doctorat du centre international d'études supérieures en sciences agronomiques de Montpellier, France. 261 pages.

FICCO. D. B.M., RIEFOLO C., NICASTRO G., DESIMONE V., DIGESU. A.M., BELIGGIA R., CATTIVELLI L., P., 2009. Phytate and mineral elements concentration in a collection of Italian durum wheat cultivars. *Field Crops Res.*111:235-242.

FREDOT E., 2005. Connaissance des aliments. Bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Ed. Tec et DOC. 397 pages.

GODON B., 1991. Les constituants des céréales: nature, propriétés et teneurs PP2-19 in "biotransformation des produits céréaliers" GODON B. Tec et DOC. Lavoisier. Paris. 221 pages.

GODON B., 1998. Les industries de première transformation des céréales. Ed. Tec et DOC. Lavoisier. Paris. 656 pages.

GODON B., 1981. Le pain pour la science, 50. Paris.

GRAHAM. R. D., ET WELCH. R.M., SAUNDERS. D.A., ORTIZ-MONASTERIO I., BOUIS H.E., BONIERBALE M., DE HAAN, S., Nutrious subsistence food systems. *Adv. Agron.* 92:1-74.

GRENET C., ABECASSIS J., et FEILLET P. 1993. Process for the preparation parboiled wheat grains for human consumption. EU patent 5240728.

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* 46, 327-347.

HILLMAN. G. C., 1985. Traditional husbandry and processing of archaic cereals in recent times: The operations products and equipment that might feature in Sumerian texts. Part II: The free threshing cereals. *Bull. Sumerian Agric.* 2:1-31.

HOSENEY R. C., 1994. *Principles of Cereal Science and Technology.* St. Paul, Minnasota, USA: American Association of Cereal Chemistry.

HUBNER F. R., KACZHOWSKI J., AND BIETZ J. A., 1990. Quantitative variation wheat proteins from grain at different stages of maturity and different spike locations. *Cereal Chem.* 67:464-470.

HUMEID M., AND AL-AMARY M., 1986. A stady on mechanization of frekeh production in Jordan. 2. Stady of some nutrients and cooking time of frekeh produced mechanically at different maturity stages of wheat heads. *Dirasat* 13(8): 73-86.

JEANTET R., CROGUNNEC T., SCHUCK P. et BRULEG. 2007. science des aliments. Volume 2. Ed. TEC et DOC. Lavoisier. Paris. 453pages.

KARSSON R., OLERED R., et ELIASSON. A. C., 1983. Changes in starch granule size distribution and starch gelatinization properties during developpement and maturation of wheat, barley and rye. *Starch/Staerke* 35:335-340.

KENT N., EVERS A., 1994. *Technology of Cereals*. Oxford: Pergamon Press Ltd.

KOKSEL H., EDNEY M. J., and OSKAYA B., 1999. Barley bulgur: Effect of processing and cooking on chemical composition. *J. Cereal. Sci.* 29:185-190.

LARABA D., 1989. Contribution à la composition du blé vert concassé et grillé "fric" d'une variété locale BIDI 17.Mémoire d'ingénieur d'état I.N.A.T.A.A. Université des frères Mentouri, Constantine. 86 pages.

LENDING CR, LARKINS BA. 1989. Changes in the zein composition of protein bodies during maize endosperm development. *Plant Cell* 1, 1011-1023.

MARTORELL R., ET TROWBIDGE, F.2002. Forgin effective strategies to combat iron deficiency: Forword.*J.Nutr.*132:789S.

MERENDINO N., D'AQUINO M., MOLINARI R., DEGARA L., D'EGIDIO M. G., PARADISO A., CECCHINI C., CORRADINI C., AND TOMMASSI G.2005.chemecal characterization and biological effects of immature durum wheat in rates. *J. Cereal. Sci.* 43:129-136.

MERMUT A.R., JAIN J.C., SONG L., KERRICH R., KOZAK L., et JANA S.1996 .Trace element concentration of selected soils and fertilizers in Saskatchewan, Canada. *J. Environ. Qual.*25:845-853.

MILLS ENC, PARKER ML., WELLNER N., TOOLE G., FEENEY K, SHEWRY PR., 2005. Chemical imaging: the distribution of ions and molecules in developing and mature wheat grain. *Journal of Cereal Science* 41, 193-201.

MOHTADJI L., 1989.Les aliments. Ed Maloine. Paris 203 pages.

- NAMOUNE H., 1996.** Panification du blé dur : mise au point des techniques de fermentation. Thèse de doctorat d'état université de Constantine, Algérie. 263 pages
- NAMOUNE H., 1981.** Influence de taux d'extraction sur la composition biochimique des semoules et la qualité des pâtes alimentaires de deux variétés de blé dur algériens, mémoire d'ingénieur agronome, département de technologie des IAA et de nutrition humaine, Alger, Algérie, 79 pages.
- PANOZZO J., EAGLES H., CAWOOD R., WOOTTON M., 1999.** Wheat spike temperatures in relation to varying environmental conditions. *Australian Journal of Agricultural Research* 50, 997-1005.
- POMERANZ Y., 1988.** Chemical composition of kernel structures. In: *Wheat: Chemistry and Technology*, POMERANZ Y, ed. Vol. 4. St. Paul, MN: AACC, 97-158.
- RANDALL PJ, MOSS HJ.** 1990. Some effects of temperature regime during grain filling on wheat quality. *Aust J Agr Res* 41, 603-617.
- 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.
- RICHARD G., TURNER P., NAPIER J., SHEWRY P. 1996.** Transport and deposition of cereal prolamins. *Plant Physiology and Biochemistry* 34, 237-243.
- SAMSON M.F., MABILLE F., CHÉRET R., ABÉCASSIS J., MOREL M.H., 2005.** Mechanical and physiological characterization of vitreous and mealy durum wheat endosperm. *Cereal Chemistry* 82, 81-87.
- SPIEGEL H., SAGER M., OBERFOSTER M., MECHTLER K., STUGER. H. P., et BAUMGARTEN A., 2009.** Nutritionally relevant elements in staple foods: Influence of arabe site versus choice of variety. *Environ.Geochem. Health* 31:549-560.
- STONE P. R., HUMEID M. A., et UMARI M. A. H. 1990.** Varietal differences in mature protein composition of wheat resulted from different rates of polymer accumulation during grain filling. *Aust. J. Plant physiol.* 23:727-727.

Surget A., Barron C. 2005. Histologie du grain de blé. *Industrie des céréales*, 3-7.

TAKRURI H. R., HUMEID, M. A., et UMARI, M. A. H., 1990. Protein quality of parched immature durum wheat (frekeh). *J. Sci. Food Agric.* 50:319-327.

TRIBOÏ E., MARTRE P., GIROUSSE C., RAVEL C., TRIBOÏ-BLONDEL A-M., 2006. Unravelling environmental and genetic relationships between grain yield and nitrogen concentration for wheat. *European Journal of Agronomy* 25, 108-118.

UAUY R., HERTRAMPF E., ET REDDY M., 2002. Iron fortification of foods: Overcoming technical and practical barriers. *J. Nutr.* 132:849S-852S.

UMARY M. A., AND HUMEID M. A., 1986. A study on mechanization of frekeh production in Jordan. 1. Parching and threshing mechanical equipment design. *Dirasat* 13:31-50.

VIERLING G., 1999. Aliments et boissons "filières et produits". Ed. DOIN. Paris. 257 pages.

WALL J. S., AND CARPENTER, K. J. 1988. Variation in availability of niacin in grain products. *Food Technol.* 42(10):198-204.

WARDLAW I., BLUMENTHAL C., LARROQUE O, WRIGLEY C., 2002. Contrasting effects of chronic heat stress and heat shock on kernel weight and flour quality in wheat. *Functional Plant Biology* 29, 25-34.

WATANABE M., TOKUYASU K., AND SATO, A., 1996. Analysis of the HMW glutenin subunits in immature seeds for selection of bread- making lines in wheat (*triticum aestivum L.*). *Breed. Sci.* 46:103-105.

WATTS B.M., YLIMAKI G.L., JEFFERY L.E., ELIAS L.G., 1991. Méthodes de base pour l'évaluation sensorielle des aliments. Ed. Centre de recherches pour le développement international, Amérique, 145 p.

WELCH R.M., ET GRAHAM R. D.2004. Breeding for micronutrients in staple food crops from a human nutrition perspective. *J.Exp. Bot.* 55:353-364.

WELCH R.M., ET GRAHAM R. D., 2005. Agriculture: the real nexus for enhancing bioavailable micronutrients in food crops. *J. Trace Elem. Med. Biol.* 18:299-307.

WELCH R.M., ET GRAHAM R. D., 1999. A new paradigm for world agriculture: meeting human needs: productive, sustainable, nutritious. *Field Crops Res.* 60:1-10.

WRIGLEY CW., BIETZ JA., 1988. Proteins and amino acids. *Wheat Chemistry and Technology* eYP, ed. Vol. I. St Paul, MN: AACC, 159-275.

ZHAO F.J., SU Y. H., DUNHAM S. J., RAKSZEGI M., BEDO Z., MCGRATH S.P., ET SHEWRY, P. R., 2009. Variation in mineral micronutrients concentrations in grain of wheat lines of divers origin. *J. Cereal Sci.* 49:290-295.

ANNEXES

Annexe 01: Questionnaire sur un produits céréalier traditionnel (Fric)**Identification**

-Nom et prénom :

-Milieu : urbain rural

-Wilaya :

-Taille de ménage :

-Profession du chef de ménage :

Question**I-Fric**1. Connaissez-vous le fric? Oui non 2. Consommez –vous ce produit ? Oui non 3. Comment vous le consommez ?.....
.....4. Occasion de consommation :.....
.....**5. Fréquence de consommation***une fois par jour *une fois par semaine *une journée sur deux *de temps en temps

*pendant le mois de ramadhan

-tous les soirs -une journée sur deux -une journée sur trois 6. Vous l'achetez du marché ? Oui non

Quelle est la quantité ?

–par mois :.....kg

–par an :.....kg

7. Vous le préparez vous-même ? Oui non

–quelle est la quantité ?.....kg/an

–diagramme de fabrication :.....

.....
.....

–diagramme de préparation à la consommation :.....

.....
.....
.....

8. Critères d'appréciation de la qualité du produit non cuit.....

.....
.....

9. Critères d'appréciation de la qualité du produit cuit et prêt à être servi.....

.....
.....

10. Cout du produit par rapport aux soupes vendues dans le marché.....

.....
.....

Annexe 02. Différences des sommes de classement par rang absolu critiques pour les comparaisons de «tous les traitements» à un seuil de signification de 1 % (WATTS, 1991).

Nombre d'échantillons										
Dégustateur	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
3	6	8	11	13	15	18	20	23	25	28
4	7	10	13	15	18	21	24	27	30	33
5	8	11	14	17	21	24	27	30	34	37
6	9	12	15	19	22	26	30	34	37	42
7	10	13	17	20	24	28	32	36	40	44
8	10	14	18	22	26	30	34	39	43	47
9	10	15	19	23	27	32	36	41	46	50
10	11	15	20	24	29	34	38	43	48	53
11	11	16	21	26	30	35	40	45	51	56
12	12	17	22	27	32	37	42	48	53	58
13	12	18	23	28	33	39	44	50	55	61
14	13	18	24	29	34	40	46	52	57	63
15	13	19	24	30	36	42	47	53	59	65
16	14	19	25	31	37	42	49	55	61	67
17	14	20	26	32	38	44	50	56	63	69
18	15	20	26	32	39	45	51	58	65	71
19	15	21	27	33	40	46	53	60	66	73
20	15	21	28	34	41	47	54	61	68	75
21	16	22	28	35	42	49	56	63	70	77
22	16	22	29	36	43	50	57	64	71	79
23	16	23	30	37	44	51	58	65	73	80
24	17	23	30	37	45	52	59	67	74	82
25	17	24	31	38	46	53	61	68	76	84
26	17	24	32	39	46	54	62	70	77	85
27	18	25	32	40	47	55	63	71	79	87
28	18	25	33	40	48	56	64	72	80	89
29	18	26	33	41	49	57	65	73	82	90
30	19	26	34	42	50	58	66	75	83	92
31	19	27	34	42	51	59	67	76	85	93
32	19	27	35	43	51	60	68	77	86	95
33	20	27	36	44	52	61	70	78	87	96
34	20	28	36	44	53	62	71	79	89	98
35	20	28	37	45	54	63	72	81	90	99
36	20	29	37	46	55	63	73	82	91	100
37	21	29	38	46	55	64	74	83	92	102
38	21	29	38	47	56	65	75	84	94	103
39	21	30	39	48	57	66	76	85	95	105
40	21	30	39	48	57	67	76	86	96	106
41	22	31	40	49	58	68	77	87	97	107
42	22	31	40	49	59	69	78	88	98	109
43	22	31	41	50	60	69	79	89	99	110
44	22	32	41	51	60	70	80	90	101	111
45	23	32	41	51	61	71	81	91	102	112
46	23	32	42	52	62	72	82	92	103	114
47	23	33	42	52	62	72	83	93	104	115
48	23	33	43	53	63	73	84	94	105	116
49	24	33	43	53	64	74	85	95	106	117
50	24	34	44	54	64	75	85	96	107	118
55	25	35	46	56	67	78	90	101	112	124
60	26	37	48	59	70	82	94	105	117	130
65	27	38	50	61	73	85	97	110	122	135
70	28	40	52	64	76	88	101	114	127	140
75	29	41	53	66	79	91	105	118	131	145
80	30	42	55	68	81	94	108	122	136	150
85	31	44	57	70	84	97	111	125	140	154
90	32	45	58	72	86	100	114	129	144	159
95	33	46	60	74	88	103	118	133	148	163
100	34	47	61	76	91	105	121	136	151	167

Annexe 03. Résultats de l'ANOVA intragroupes pour le test hédonique avec un seuil de signification de 5 %.

	Source	DDL	Somme des carrés	Moyenne des carrés	F	Pr > F
Couleur	Modèle	2	37,896	18,948	8,063	0,002
	Erreur	24	56,400	2,350		
	Total corrigé	26	94,296			
Odeur	Modèle	2	9,285	4,643	1,508	0,242
	Erreur	24	73,900	3,079		
	Total corrigé	26	83,185			
Gout	Modèle	2	4,030	2,015	0,578	0,568
	Erreur	24	83,600	3,483		
	Total corrigé	26	87,630			
concentration	Modèle	2	57,752	28,876	8,628	0,002
	Erreur	24	80,322	3,347		
	Total corrigé	26	138,074			
onctuosité	Modèle	2	44,432	22,216	9,041	0,001
	Erreur	24	58,975	2,457		
	Total corrigé	26	103,407			

Annexe 04 : images de la soupe du fric.



Abstract

This study was conducted in order to establish through a survey diagram traditional manufacturing frik and determine the rate of consumption, frequency of consumption occasions in eastern Algeria. And the identification of different types of preparation and the criteria for assessing the quality of this product. On the other hand, see the economic and nutritional value of frik compared to durum wheat by comparing the yields and composition of durum wheat and grilled green wheat and determine the concentration frik per liter of sauce for soup best organoleptic qualities.

The frik is consumed by all households (5 kg per year) as a soup called *Chorba* or *Djari* for a frequency of once a week in ordinary days and once a day in the month of Ramadan for the majority of households. The first criterion of frik quality is the color green of grain. The assessment criteria of the frik soup are the consistency and frik particles cooked. Comparison of yield and composition of durum wheat toast and green shows that there is a weight loss between 12 and 15% if the wheat harvest is milky and dough stage, this loss is offset by the cost of frik that is five times more expensive than semolina. For the chemical composition, the results show no significant difference between the two samples. Concentration in the soup frik affects other sensory qualities.

Keywords: *frik, durum wheat, roasted green wheat, process flow diagram, performance, soup, type of preparation and quality.*

ملخص

قد أجريت هذه الدراسة من أجل تحديد من خلال رسم تخطيطي للصناعة التقليدية للفريك وتحديد معدل استهلاكه وتواتر مناسبات استهلاكه في الشرق الجزائري. والتعرف على الأنواع المختلفة من طرق إعداد ومعايير تقييم جودة هذا المنتج. من ناحية أخرى، ندرس القيمة الاقتصادية والغذائية للفريك بالمقارنة مع القمح الصلب وذلك بمقارنة العوائد ومكونات القمح الصلب و القمح الأخضر المشوي وتحديد كمية الفريك لكل لتر من المرق للحصول على شربة فريك ذات خصائص و صفات حسية جيدة.

يتم استهلاك شربة الفريك لدى جميع الأسر (5 كغم سنويا) عبارة عن حساء يسمى الشربة او الجاري و ذلك مرة في الأسبوع في الأيام العادية ومرة واحدة يوميا في شهر رمضان بالنسبة لغالبية الأسر. المعيار الأول للجودة هي اللون الأخضر للفريك. معايير تقييم الحساء هو تجانس الشربة وحببيات الفريك المطبوخة جيدا. المقارنة بين عائد مكونات القمح الصلب والأخضر يدل على أن هناك نقص في الوزن بنسبة 12٪ حتى 15٪ إذا كان جني محصول القمح يتم في مرحلة حليبي-عجيني، وتعوض هذه الخسارة من خلال السعر المرتفع للفريك الذي يمثل خمسة اضعاف سعر السميد. اما عن التركيب الكيميائي فقد بينت النتائج انه لا يوجد فرق كبير بين العينتين. اما التركيز في حساء الفريك فيؤثر على الخصائص الحسية الأخرى.

الكلمات الرئيسية: الفريك, القمح الصلب, القمح الأخضر المشوي, رسم تخطيطي, الحساء, نوع من التحضير, العائد والجودة.

Résumé

Cette étude a été conduite dans le but d'établir par le biais d'une enquête le diagramme de fabrication traditionnel du fric et de déterminer le taux de consommation, la fréquence et les occasions de consommation du fric dans l'est algérien. Ainsi que l'identification des différents types de préparation et les critères d'appréciation de la qualité de ce produit. D'autre part, voir la valeur économique et nutritionnelle du fric par rapport au blé dur par la comparaison des rendements et la composition du blé dur et le blé vert grillé et déterminer la concentration en fric par litre de sauce pour obtenir une soupe de meilleures qualités organoleptiques.

Le fric est consommé par tous les ménages (5 kg par an) comme une soupe appelée chorba ou djari pour une fréquence d'une fois par semaine dans les jours ordinaire et une fois par jour dans le mois de Ramadhan pour la majorité des ménages. Le premier critère de qualité du fric est la couleur verte. Les critères d'appréciation de la soupe du fric est l'homogénéité et les particules du fric bien cuit. La comparaison des rendements et la composition du blé dur et blé vert grillé montre qu'il y a une perte du poids entre 12 et 15% si la récolte du blé se fait au stade laiteux et pâteux, cette perte est compensé par le prix du fric qui est trois fois plus cher que la semoule. Pour la composition chimique, les résultats obtenus ne montrent pas de grande différence entre les deux échantillons. La concentration en fric dans la soupe influent sur les autres qualités organoleptiques.

Mots clés : *fric, blé dur, blé vert grillé, diagramme de fabrication, rendement, soupe, type de préparation, qualité.*