



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
RÉPUBLIQUE ALGÉRIENNE DÉMOCRATIQUE ET POPULAIRE

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE



Université des Frères Mentouri Constantine
Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie

جامعة الاخوة منتوري قسنطينة
كلية علوم الطبيعة و الحياة

Département : Biologie et écologie Végétale

قسم : بيولوجيا و علم البيئة النباتية.

Mémoire présenté en vue de l'obtention du Diplôme de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Sciences Biologiques

Spécialité : Biologie et génomique végétale.

Intitulé :

Le blé : importance, santé et risque

Présenté et soutenu par : ZETTAL Yasmine

Le : 18/06/2017

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme. **GHILOUA-BOUCHTAB Karima.** Maitre assistante - à l'Université des Frères Mentouri Constantine.

Rapporteur : Mme. **KACEM N. Sandra.** Maitre de conférences à l'Université des Frères Mentouri Constantine.

Examineurs : Mr. **TEMAGOULT Mahmoud** Maitre assistant à l'université des Frères Mentouri Constantine.

Année universitaire
2016 - 2017

Remerciements

Le grande merci pour le bon dieu qui m'a donnée la patience, la force pour atteindre mes buts et le courage pour bien mener ce travail.

Je tiens tout d'abords à manifester toute ma gratitude à Madame KACEM Nadia Sandra, Maitre de conférences à l'université des frères Mentouri Constantine pour ses qualités humaines et sa gentillesse. Merci d'avoir accepté de m'encadrer, de m'avoir proposé le thème de mémoire.

Je présente aussi mes remerciements à l'ensemble des jurys qui ont accepté d'examiner de travail :

Madame GHIOUA Karima Maitre assistante à l'université des frères Mentouri Constantine je la remercie de m'avoir fait l'honneur de présider ce jury.

Je voudrais ensuite remercier Monsieur TEMAGOULT Mahmoud Maitre assistant, Merci pour le regard critique sur ce travail.

*Je n'oublierai pas de remercier aussi mon amie ZERBITA Oussama Djallel Eddine
pour sa précieuse aide dans ce travail, merci Oussama.*

*Mes chers amis (es) qui m'ont aidé chaque 'un à sa manière dans la réalisation de
ce travail.*

*J'exprime ma reconnaissance pour tous ceux qui ont contribué par leur aide
morale de près ou de loin.*

Merci.

Dédicace

A ma mère pour tous ces sacrifices.

A mon père pour tous ces encouragements.

A mes très chers frères.

A mes très chères sœurs.

Yasmine.

Liste des tableaux

N°	Titre	Page
01	Différence entre blé tendre et blé dur.	07
02	Les principaux pays producteurs du blé dans le monde.	08
03	Distribution histologique des principaux constituants des grains du blé.	14
04	La composition en acide aminée de la farine du blé exprimé en mg/g de protéine	16
05	Composition minéral du blé.	18
06	Maladie associées à la maladie cœliaque.	30

Liste des figures

N°	Titre	Pages
01	Origine génétique des différentes espèces de blé.	05
02	Histologie du grain de blé.	13
03	Classification des protéines de grain de blé.	21
04	La formation de réseau du gluten.	24

Liste des abréviations

<i>Abréviation</i>	<i>Désignation</i>
AB	Asthme Professionnel de Boulangère
C°	Degré Celsius
CIC	Conseil International de Céréales
CIRIHA	centre d'information et de recherche sur les intolérances et l'hygiène alimentaire
CNUCED	La Conférence des Nations unies sur le commerce et le développement
DA	Dermatite Atopique
DA	Dinar algérien
FAO	Fondation Alimentaire Organisation
FFAS	Fond Français pour l'alimentation et la santé
FOREM	La Fondation Nationale pour la Promotion de la Santé et le Développement de la Recherche
IgA	Immuno-Globuline de type A
KDa	Kilo Dalton
MC	Maladie Cœliaque
Mg/g	Milligramme par Gramme
MMT	Million Metric Tonnes
Mt	Million de Tonne
ONFAA	Observation national des filières Agricoles et Agroalimentaires.
RSG	Régime Sans Gluten
SG-FPM	Sous-unité Gluténique de Faible poids moléculaire
SG-HPM	Sous-unité Gluténique de Haut poids moléculaire
TAHINA	Transition and Health Impact in North Africa,
U	Union Européenne
WDEIA	Wheat-Dependent, Exercise-Induced Anaphylaxis

Sommaire

Introduction	01
---------------------------	----

Chapitre I: La céréale du blé.

I.1. Origine et diffusion du blé.....	03
I.2. La position systématique du blé.....	03
I.2.1 Phylogénie.....	04
I.3 description générale de la plante.....	05
I.3.1 Blé dur (triticum durum).....	05
I-4- I.4 Les différences entre blé dur et blé tendre.....	06
I.5 Production et importance du blé.....	06
I.5.1 Le blé dans le contexte international.....	06
I.5.2 Le blé dans le contexte national.....	09
I.5.2.1 Production et consommation du blé en Algérie.....	09
I.5.2.2 L'importation de blé en Algérie.....	09
I.6 Les utilisation de la céréale du blé.....	10
I.7 Les perspectives pour la production du blé en Algérie.....	11

Chapitre II : La composition protéique et minérale du blé.

II.1 Histologie et structure du grain de blé.....	12
II.1.1 Les enveloppe.....	12
II.1.2 Le germe.....	12
II.1.3 L'albumen.....	13
II.2 La composition des grains du blé.....	13
II.2.1 Composition chimique et biochimique des grains du blé.....	13
II.2.1.1 Les glucides.....	15

II.2.1.2 L'amidon du blé.....	15
II.2.1.3 Les protéines du blé.....	15
II.2.1.4 Les lipides du grain.....	16
II.2.1.5 Autre constituants de grain du blé.....	17
II.2.1.5.1 Les pigments et les vitamines.....	17
II.2.1.5.2 Les enzymes.....	17
II.2.1.5.3 Les minéraux.....	17
II.2.1.5.4 L'eau.....	18
II.3 Les protéines du blé.....	19
II.3.1 Classification des protéines du blé.....	19
II.3.1.1 Classification selon leur solubilité.....	19
II.3.1.2 Classification selon leur composition structure et fonction.....	19
II.3.1.2.1 Les protéines métaboliques.....	19
II.3.1.2.2 Les protéines amphiphiles.....	20
II.3.1.3 Les protéines de réserve du blé.....	20
II.4 Les Propriétés nutritionnelles des molécules du grain du blé.....	21

Chapitre III : la farine du blé est-elle mauvaise pour la santé ?

III.1 Définition de la farine du blé.....	23
III.2 Les types de la farine du blé et leur utilisation.....	23
III.2.1 Farine complète.....	23
III.2.2 Farine entière.....	23
III.2.3 Farine de biscuiterie.....	23
III.2.4 Farine de pâtisserie.....	24

III.3 Définition du gluten.....	24
III.4 Le rôle central du gluten dans la panification.....	25
III.4.1 Lors du pétrissage.....	25
III.4.2 Lors de la fermentation.....	25
III.4.3 Lors de la cuisson.....	25
III.5 L'allergie au blé.....	25
III.5.1 Les molécules impliquées dans l'allergie au blé.....	26
III.5.1.1 Les allergènes de la fraction salino-soluble (albumines/globulines) du grain de blé.....	26
III.5.1.2 Les allergènes du gluten (gliadines et gluténines) du grain de blé.....	26
III.6 La maladie cœliaque.....	27
III.6.1 Définition de la maladie.....	27
III.6.2 La maladie cœliaque en Algérie.....	27
III.6.3 Les symptômes de la maladie cœliaque.....	28
III.6.3.1 Chez l'enfant.....	28
III.6.3.2 Chez l'adulte.....	29
III.6.4 Maladies associées à la maladie cœliaque.....	29
III.6.5 Traitement de la maladie cœliaque.....	30
III.6.5.1 Principe du régime sans gluten (RSG).....	30
III.6.5.2 Aliments autorisés et interdits.....	31
III.6.5.3 A la base des médicaments.....	31
III.7 La maladie de diabète et leur relation avec la consommation de la farine du blé en Algérie.....	31
Conclusion.....	33
Références bibliographiques.....	34

Résumé

Le blé est la céréale la plus cultivée au monde depuis sa domestication dans « le croissant fertile », c'est un produit de large consommation au niveau mondial et constitue en particulier la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens sous toutes ses formes (pain, pâtes alimentaires, couscous, galettes de pain..). Ce travail présente une recherche bibliographique sur la mise au point des différentes molécules de grain du blé présent dans la farine avec des structures et des fonctions bien particulières, et leurs effet sur la santé humain. Les protéines l'une des molécules les plus nécessaire dans les grains du blé qui peut être responsable de diverses maladies allergiques respiratoires, ingérées et provoquer diverses pathologies qui regroupent un large spectre de manifestations cliniques : intolérance au gluten ou maladie cœliaque ou d'autre maladies associées.

Mots clé : Le blé, protéines du blé, maladies allergiques.

Abstract

Wheat (bread wheat and oats) Is cereal The most cultivated in the world Since its domestication In « the fertile crescent » It is a product Of global consumption Is in particular constitute the main basis of the diet for the Algerian consumers in all its forms (Bread, pasta, couscous,...).This work presents a bibliographic search on the development Of the different grain molecules of wheat Present in flour with special structures and functions, And their effect on human health. Proteins one of the most needed molecules in wheat grains Which may be responsible for various respiratory allergic diseases, Ingested and cause various pathologies that encompass a broad spectrum of clinical manifestations Intolerance to gluten or celiac disease or other related diseases.

Key words: Wheat, protein of wheat, allergic diseases.

المخلص

القمح (اللين الصلب) من الحبوب الاكثر زراعة في العالم منذ ترويضه في الهلال الخصيب فهو انتاج واسع الاستهلاك على المستوى العالمي وبشكل خاص يشكل القاعدة الاساسية للحمية الغذائية بالنسبة للمستهلكين الجزائري بكل اشكاله (خبز عجائن غذائية كسكس...) هذا العمل يركز على مختلف جزيئات حبة القمح المتواجدة في الطحين بالتحديد الجيد لهيكلها ووظائفها وتأثيرها على صحة الانسان البروتينات احد اهم الجزيئات في حبة القمح المسؤولة عن العديد من امراض الحساسية التنفسية التي تسبب بدورها عدة امراض السريرية التعصب الغلوتيني مرض الصطرابات الهضمية وغيرها.

الكلمات المفتاحية: القمح- بروتينات القمح- امراض الحساسية.

Depuis longtemps, les céréales, notamment le blé est devenu un produit de première nécessité à l'échelle mondiale. Son importance dépasse le rôle traditionnel considéré comme aliment (**Ammar, 2015**), appartiennent à la famille des Poacées. Parmi eux on retrouve les: le blé, l'orge, l'avoine, le seigle, le maïs, le riz, le millet, le sorgho. Ce sont des espèces généralement cultivées pour leur grain, dont l'albumen amylicé, réduit en farine, est consommable par l'homme ou par les animaux domestiques (**Moule, 1971**).

De nos jours, les céréales en général, le blé (dur et tendre) en particulier constituent la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens. Il présente, un rôle social, économique et politique dans la plupart des pays dans le monde (**Ammar, 2015**).

Leur utilisation est très différent principalement en semoulerie et en meunerie, pour produire la semoule à partir du blé dur et la farine à partir du blé tendre (**Djelti, 2014**), Et aussi le blé utilisé depuis plusieurs années comme matière première pour la fabrication de biocarburants (**Debiton, 2010**).

Le blé est en effet la seule céréale donnant une farine panifiable grâce à la nature unique de ces protéines de réserve qui permettent la formation du réseau de gluten (**Lesage, 2011**). Si le gluten est consommé quotidiennement par des millions d'individus depuis des millénaires et reconnu depuis longtemps pour ses qualités viscoélastiques essentielles à la panification, il est aujourd'hui associé à plusieurs problèmes de santé : maladie cœliaque, allergie au blé, hypersensibilité non cœliaque au gluten (**FFAS, 2016**).

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre travail. Nous avons ainsi pour objectif, à travers cette synthèse bibliographique, de décrire et de montrer l'importance la céréale du blé qui fera l'objet d'un **premier chapitre**. Dans le **deuxième chapitre** se propose de faire le point sur la composition histologique et biochimique du grain de blé. Dans un **dernier chapitre** seront développés les phénomènes et les symptômes d'une réaction allergique. Les différentes molécules responsables de réactions

allergiques seront identifiées et le cas du gluten sera particulièrement développé avec ses symptômes associés tels la maladie cœliaque.

I.1 Origine et diffusion du blé

En ce qui concerne la localisation de la domestication des blés, on considérait jusqu'à aujourd'hui qu'elle avait eu lieu dans le Croissant fertile, vaste territoire comprenant, selon les auteurs, la vallée du Jourdain et des zones adjacentes de Palestine, de l'Irak, voire de la bordure ouest de l'Iran **(Doussinault et al. 1992)**.

La diffusion des blés vers l'Afrique par la route la plus ancienne gagna l'Égypte vers – 6 000 avant aujourd'hui et se poursuivit vers le Soudan et l'Éthiopie, au sud, et vers la Libye à l'est. D'autres voies d'introduction furent maritimes : à partir de la Grèce et de la Crète, certains blés rejoignirent également la Libye ; d'autres, en provenance du Sud de la péninsule italienne et de la Sicile, parvinrent aux côtes de la Tunisie, du Maroc et de l'Algérie **(Bonjean, 2001)**.

I.2. La position systématique du blé

Le blé est une monocotylédone appartenant au genre *Triticum*, tribu des *Triticeae* famille des *Poaceae*. Trois groupes de *Triticum* sont connus, répartis selon le nombre de leurs chromosomes **(Lesage, 2011)**:

Le groupe diploïde (2 x 7 chromosomes) comprend *Triticum monococcum* (engrain) et *T. spontaneum*, qui font partie des formes les plus anciennement cultivées, caractérisées par des épis grêles où les grains restent enveloppés par les glumelles.

Le groupe tétraploïde (4 x 7 chromosomes) comprend *T. dicoccoïde* (amidonnier sauvage), *T. dicoccum* (amidonnier), *T. turgidum* et *T. durum* (blé dur), à épis denses dont les graines riches en gluten servent à fabriquer les pâtes alimentaires.

Le groupe hexaploïde (6 x 7 chromosomes), représenté par *T. vulgare*, ou *T. aestivum* (blé tendre) et *T. spelta* (épeautre), comprend la majorité des blés à épis assez larges et aux graines riches en amidon nécessaires à la

fabrication du pain. Le froment ou blé tendre (*Triticum aestivum*), est de loin l'espèce la plus cultivée de ce genre avec le blé dur (*T. durum*), qui sert à préparer la semoule pour fabriquer des pâtes alimentaires (**Benseddik et Benabdelli, 2000**).

La classification botanique de cette plante est donnée selon Linné comme suit :

Famille	<i>Gramineae</i>
Sous-famille	<i>Festucoideae</i>
Tribu	<i>Triticeae Aveneae</i>
Sous-Tribu	<i>Triticineae</i>
Genre	<i>Triticum</i>
Nom commun	Blé tendre (<i>Triticum aestivum</i> L.) Blé dur (<i>Triticum durum</i> Desf.) (Feillet, 2000)

I.2.1 Phylogénie

Les différentes espèces de blé ont été générées par des événements successifs de polyploïdisation intervenant après des croisements interspécifique entre toute espèces ancestrales diploïdes, le premier événement impliquant *Triticum urartu* de génome AA et *Aegilops speltoides* de génome BB ; a eu lieu il ya environ 500 000 ans et a conduit à l'apparition du blé dur tétraploïde AABB : *Triticum turgidum* (ou blé à pates).

Le deuxième événement de polyploïdisation a eu lieu au cours de la domestication il y a environ 9000-12 000 ans entre le blé dur cultivé (tétraploïde) et un autre blé diploïde de génome DD (*Aegilops tauschii*) et a donné *Triticum aestivum* le blé tendre panifiable actuel, possédant un génome hexaploïde AABBDD (**Lesage, 2011**).

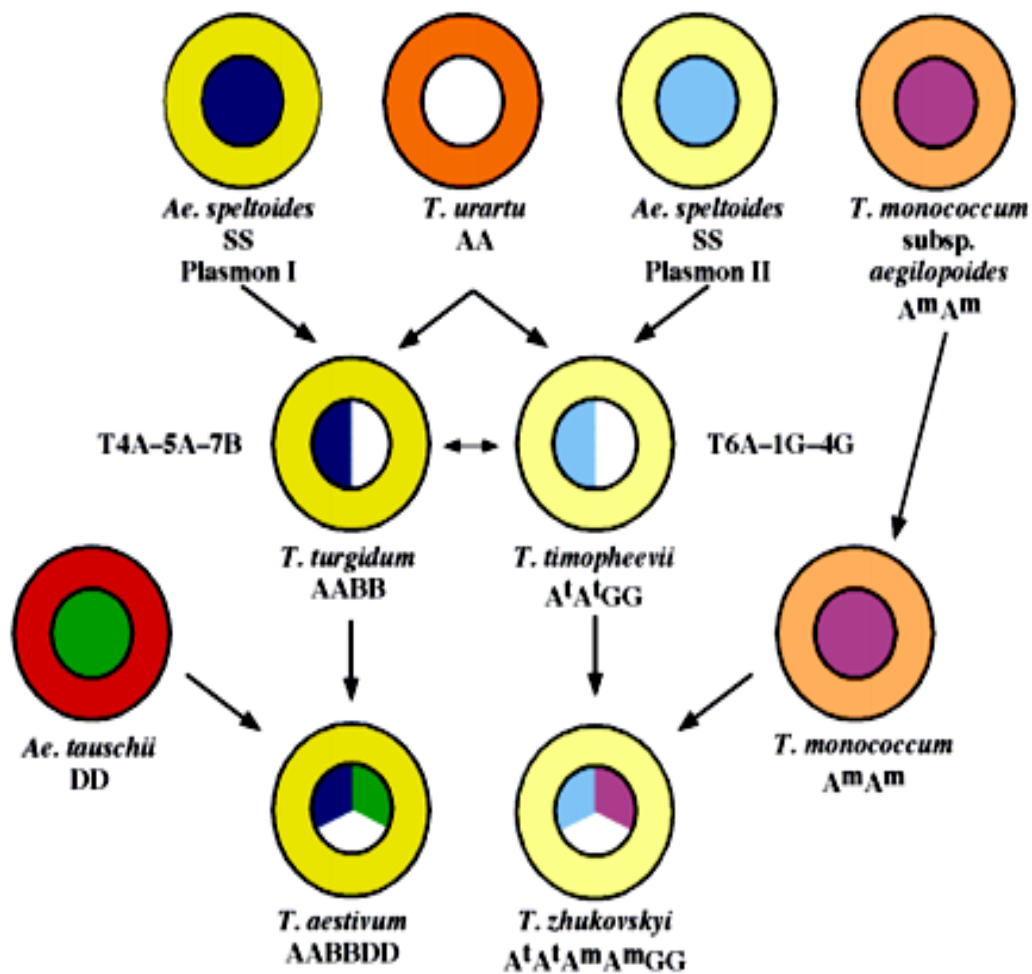


Figure 1 : Origines génétiques des différentes espèces de blés (Feldman et Sears, 1981).

I.3 description générale de la plante

I.3.1 Blé dur (*triticum durum*)

Le blé dur (*Triticum durum ssp. Durum*) est une graminée annuelle de hauteur moyenne dont le limbe des feuilles est aplati. L'inflorescence en épi terminal se compose de fleurs parfaites (Soltner, 1998). Le système racinaire comprend des racines séminales produites par la plantule durant la levée, ainsi que des racines adventives qui se forment plus tard à partir des nœuds à la

base de la plante et constituent le système racinaire permanent (**Bozzini, 1988**).

I.4 Différences entre blé dur et blé tendre

Par ailleurs, le blé tendre et le blé dur se différencient au niveau de la forme, l'aspect de la plante, leurs utilisations etc., les différences qui existent entre un blé tendre et un blé dur sont résumées dans le tableau (**Tableau 01**).

I.5 Production et importance du blé

I.5.1 Le blé dans le contexte international

La production mondiale de blé dur en 2015/16 au cours de mois de février 2016 est en hausse de 1,7 million de tonnes par rapport au mois de janvier de la même année, atteignant 39,7 millions de tonnes, un bond de 15 % par rapport au résultat de l'année précédente.

La production mondiale de blé tendre en 2015/16 est de 731,8 millions de tonnes, soit une augmentation de 5% par rapport à la campagne 2014/15. Quant à la consommation et aux échanges, ils ont augmenté respectivement en 2015/16 (soit 719,6 Mt et 152,3 Mt) (**ONFAA, 2016**).

Tableau 01 : Différences entre un blé tendre et un blé dur (**Aidani, 2015**).

Caractère	Blé tendre	Blé dur
Aspect génétique	3 génome A.B et D $2n = 42 = 3x (2x7)$	2 génomes A et B $2n = 28 = 2x (2x7)$
Prédominance	De l'amidon	Des protéines
Aspect de la plante	<ul style="list-style-type: none"> • Feuilles très étroite • Maturation rapide 	<ul style="list-style-type: none"> • Feuilles large • Maturation très longue • Moisson tardive exigeante du point de vue sol et climat.
Forme	<ul style="list-style-type: none"> • Texture opaque • Structure de l'amande farineuse 	<ul style="list-style-type: none"> • Texture vitreuse
Utilisation	<ul style="list-style-type: none"> • Obtention de la farine utilisée dans la fabrication du pain et des biscuits. 	<ul style="list-style-type: none"> • Obtention de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous et des pâtes alimentaires.

Tableau 02 : Les principaux pays producteurs du blé dans le monde (FAO, 2015)

(producteurs en millions de tonnes)			
	Moyenne		
	2012-2014	2014 estim.	2015 prévis.
UE	143.9	155.6	147.0
Chine continentale	123.0	126.2	126.0
Inde	94.7	95.8	94.5
Etats-Unis	58.2	55.1	56.0
Fédération de Russie	49.6	59.0	55.0
Canada	31.3	29.3	30.0
Australie	24.5	23.6	26.0
Pakistan	24.3	25.3	25.5
Turquie	20.4	19.0	21.0
Ukraine	20.7	24.0	22.0
Rép. Islamique d'Iran	13.6	13.0	13.0
Kazakhstan	21.1	12.5	13.5
Argentine	10.4	13.9	12.0
Egypte	8.8	8.8	8.5
Ouzbékistan	6.9	7.2	7.5
Total mondial	701.1	727.2	720.0

Le classement de l'année 2015 des principaux premiers producteurs du blé indique que l'UE est toujours en première position. Et la Chine en deuxième position. Par contre les Etats unis se situent en quatrième position après l'Inde (FAO, 2015).

L'UE et le continent américain sont excédentaires en blé, ce qui leur confère un avantage économique et géopolitique indéniable. Au contraire, l'Asie et l'Afrique apparaissent déficitaires, ce qui renforce leur dépendance à l'égard des grands pays exportateurs. Le marché mondial du blé est segmenté en différents groupes de pays qui ont diverses capacités de production et de consommation de blé, ce qui rend ce marché plus propice à la volatilité des

prix. Seulement 19% de la production mondiale du blé est échangée et il s'agit d'un marché de surplus et d'excédent **(Charvet, 2012)**.

I.5.2 Le blé dans le contexte national

I.5.2.1 Production et consommation du blé en Algérie

Chaque année, environ 3,3 millions d'hectares sont consacrés à des cultures céréalières dont environ 1,5 million d'hectares sont plantés de blé dur, 600 000 hectares de blé tendre, la récolte de céréales a atteint 4 MMT dont le blé panifié représentait 1% de la production totale. Le blé étant le produit de consommation de base, les habitants des pays magrébins sont les plus gros consommateurs de cette denrée au monde notamment l'Algérie avec près de 600 grammes par personne et par jour **(Abis, 2012)**.

Cette consommation de blé a légèrement augmenté ces dernières années en raison de l'urbanisation accrue, de la croissance de la population et de l'augmentation de la capacité de broyage, mais devrait rester plus ou moins stagnante **(Hales et Rush, 2016)**.

Selon la FAO durant l'année 2014 l'Algérie est classée en quatrième position au niveaux Africaines et à la dix-septième position au niveaux mondial avec une production du blé de 2.4 millions de tonnes, colletée est constituée en moyenne de blé dur 58,7%, blé tendre 33% **(FAO, 2014)**.

I.1.5.2.2 L'importation de blé en Algérie

Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales (en particulier le blé dur et le blé tendre) du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population **(Ammar, 2014)**.

L'Algérie a importé de 6 à 7 Mt par an de blé total au cours des cinq dernières années, le blé tendre représentait environ 80 pour cent du blé total

importé en 2015, tandis que les importations de blé dur représentaient seulement 20 pour cent, car elle est produite moins de blé tendre que de blé dur et que la production domestique est encore principalement axée sur le temps et ne répond pas encore à la demande malgré l'augmentation des rendements due à la stratégie agricole.

La France reste le principal fournisseur de blé en Algérie représentant 54 pour cent des importations en 2015 principalement en blé tendre. Et elle est importe le blé dur du Canada, du Mexique et des États-Unis **(Hales et Rush, 2016)**.

I.6 Les utilisation de la céréale du blé

La céréale du blé cultivées principalement pour leur grain, aussi pour leur paille (litière et fumier, alimentation); également elles sont fréquemment cultivées pour récolte en vert (en épis) **(Moule, 1971)**.

La majorité des utilisations du blé concerne l'alimentation humaine et animale. Dans l'alimentation humaine, le blé dur est destiné à la biscuiterie, la fabrication de semoule, ou de pâtes. Le blé tendre quant à lui est utilisé principalement en meunerie pour obtenir de la farine nécessaire à la production de pain, de viennoiseries ou de pâtisseries.

Outre ces utilisations classiques du blé, des nouvelles utilisations à échelle industrielle apparaissent depuis quelques années telles que la fabrication de bioplastiques à base de gluten ou d'amidon. Les principaux débouchés sont les sacs plastiques, les plastiques agricoles, les emballages et certains produits d'hygiène. Ces bioplastiques ont l'avantage par rapport à leurs homologues d'origine fossile d'être biodégradables et renouvelables.

L'amidonnerie, troisième secteur valorisant le blé en France, utilise l'amidon pour faire des épaississants alimentaires. Par l'intermédiaire de la chimie, l'amidon a de multiples usages. Par exemple dans l'industrie pharmaceutique, il est utilisé en tant que dragéifiant, liant ou encore principe

actif tel que le sorbitol. Dans de moindres proportions, l'amidon transformé peut être employé dans la fabrication de papier, de carton mais aussi de détergents.

L'amidon du blé tendre est également utilisé depuis plusieurs années comme matière première pour la fabrication de biocarburants **(Debiton, 2010)**.

I.7 Les perspectives pour la production du blé en Algérie

L'Algérie cherche à augmenter sa production de céréales, principalement la production de blé dur à environ 7 MMT par an, pour 2015-2019, pour atteindre l'autosuffisance en blé dur d'ici 2019 **(Hales et Rush, 2016)**.

Les conjectures futures n'indiquent pas d'amélioration. D'après les prévisions du secrétariat de la CNUCED, la demande des céréales (en particulier le blé) en Algérie, connaîtra une augmentation de plus de 60% d'ici 2020. Cette situation risque d'accentuer plus si on prend en considération la spécification de la consommation alimentaire en Algérie qui est déterminée essentiellement par deux facteurs. D'abord par le changement des régimes alimentaires de la population et ensuite par l'augmentation des quantités consommées **(Boussard et Chabane, 2011)**.

Les blés fournissent une part importante des besoins énergétiques et protéiques de la population. Elles demeurent un aliment indispensable à l'équilibre alimentaire et leur consommation est largement recommandée pour améliorer l'effet prévention de la santé par l'alimentation **(Taupier-letage, 2005)** ; le chapitre suivant se propose de faire le point sur la composition histologique et biochimique du grain de blé.

II.1 Histologie et structure du grain de blé

Aujourd'hui plus que jamais le fractionnement du grain de blé fait l'objet de nombreuses recherches. Afin d'améliorer les procédés de fractionnement et de mieux valoriser les différentes fractions issues du grain ; il est nécessaire d'avoir une bonne connaissance de sa structure.

Le grain de blé est un caryopse ce fruit sec indéhiscence est constitué d'une unique graine intimement soudée à l'enveloppe du fruit qui la contient. Sur l'épi le grain est entouré d'enveloppes : les glumes et les glumelles. Au niveau morphologique le grain de blé est ovoïde et présente sur la face ventrale un sillon qui s'étend sur toute sa longueur **(Surget et Barron, 2005)**.

Le grain de blé est constitué de trois grandes parties le germe, l'albumen et les enveloppes.

II.1.1 Les enveloppes

Les enveloppes sont composées de cinq tissus différents : Le péricarpe externe, le péricarpe interne, formé par la couche de cellules tubulaires et la couche de cellules croisées, la testa ou tégument séminal et la bande hyaline ou épiderme du nucelle **(Lesage, 2011)**.

II.1.2 Le germe

Le germe provient de la fusion des gamètes mâles et femelles, C'est l'ébauche de la future plante, il est riche en protéines (se sont des albumines et globulines) et en lipides et contient également des minéraux, des vitamines et des sucres solubles, Le germe se décompose en deux parties : L'axe embryonnaire dont la région supérieure est constituée de la gemmule ébauche de la future tige entourée de la coléoptile alors que la radicule recouverte du coléorhize se situe à l'opposé **(Surget et Barron, 2005)**.

II.1.3 L'albumen

L'albumen constitue le plus important compartiment du grain et représente environ 80% de son poids (**Pomeranz, 1988**), Il correspond au tissu de réserve. L'albumen amylicé est essentiellement constitué des granules d'amidon enchâssés dans une matrice protéique composée en grande partie de prolamines (gliadines, gluténines de hauts et faibles poids moléculaires) mais aussi d'albumines et de globulines (**Debiton, 2010**).

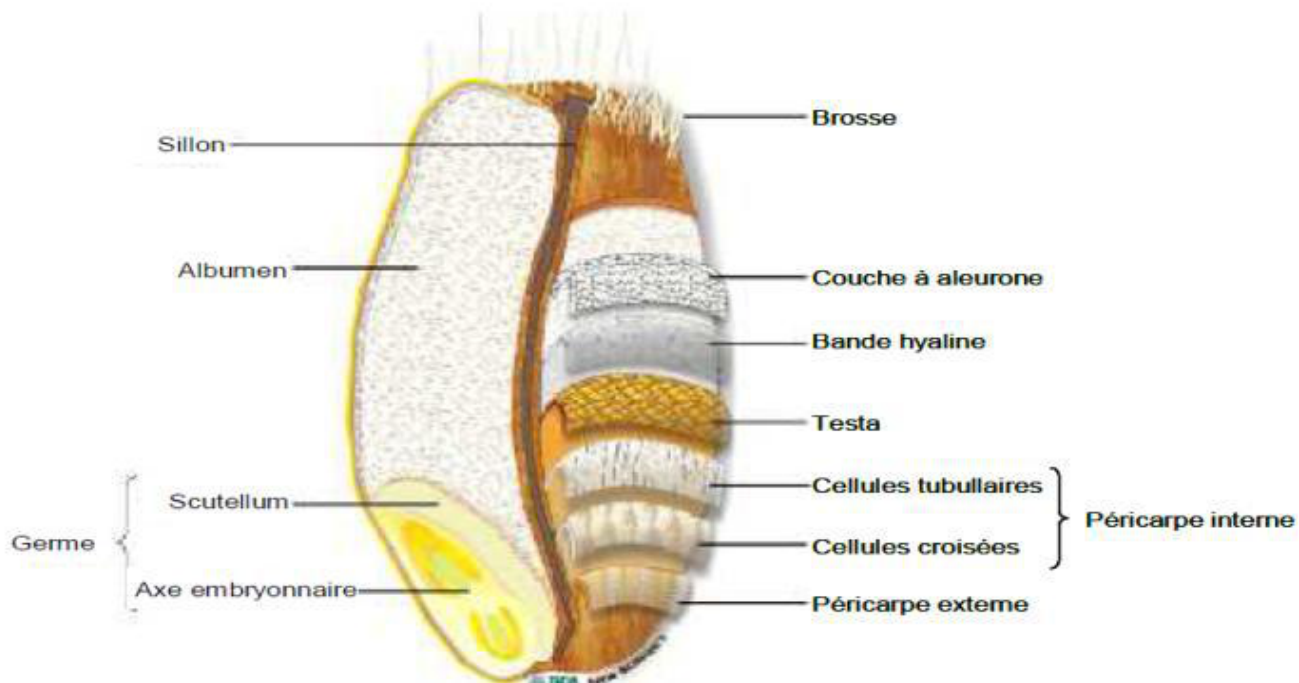


Figure 2 : Histologie du grain de blé (Surget et Barron, 2005).

II.2 La composition des grains du blé

II.2.1 Composition chimique et biochimique des grains du blé

Le grain est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%), les autres constituants, pondéralement mineures

(quelques % seulement), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines **(Tableau 3) (Djelti, 2014)**.

Tableaux03 : Distribution histologique des principaux constituants des grains du blé **(Feillet, 2000)**.

	%grain	% péricarpe	%aleurone	%albumen	%germe
Amidon	69	0	0	82	0
Protéine	13.7	10	30	12	31
Lipides	2.7	0	9	2	12
Sucres réducteurs	2.4	0	0	1.8	30
Pentosanes	7.4	43	46	1.6	7
Cellulose	2.8	40	3	0.1	2
Minéraux	1.9	7	12	0.5	6

Ces constituants se répartissent de manière inégale au sein des différentes fractions histologiques du grain. L'albumen amylicé contient la totalité de l'amidon ; la couche à aleurone est particulièrement riche en protéines, en matières minérales et en pentosanes ; qui sont les constituants dominants de ses parois cellulaires, le péricarpe est essentiellement constitué de ces pentosanes et de cellulose, le germe est riche en protéines, en lipides et en sucres libres **(Lesage, 2011)**.

L'albumen du grain du blé tendre (ou amande) représente 84 % du poids de la graine, en moyenne. Cet albumen est farineux et se compose en moyenne de 76 % d'amidon, de 14 % de protéines et de 2% de lipides **(Zahid, 2010)**.

II.2.1.1 Les glucides

Les glucides sont présents sous la forme de sucre simple, mais surtout compose de l'amidon et substance énergétique par excellence facilement digestible, c'est le constituant majeur des céréales 60 à 65% du poids du blé (Djelti, 2014).

II.2.1.2 L'amidon du blé

L'amidon (amylum, fleur de la farine) est un glucide de réserve utilisé par les végétaux supérieurs pour stocker de l'énergie. Il est aussi appelé sucre lent ou complexe. Les granules d'amidon possèdent une cohésion radiale covalente correspondant à l'axe longitudinal des molécules constitutives et une cohésion tangentielle résultant de la formation de liaisons hydrogènes intermoléculaires qui contribuent à l'agrégation d'un grand nombre de chaînes et donc à la formation de zones cristallines.

Les granules d'amidon de blé sont en effet des entités semi-cristallines formées principalement de deux types de molécules, l'amylose (en général, 26 à 28%) et l'amylopectine (72 à 74%), jouent chacune un rôle déterminant dans la fonctionnalité finale de l'amidon naturel et des dérivés: viscosité, résistance au cisaillement, gélatinisation, solubilité, pouvoir adhésif, ...etc. (Zahid, 2010).

II.2.1.3 Les protéines du blé

Ce sont des composés d'azote que l'on rencontre sous forme simple (acide amine) et sous forme plus complexe (protéine). Les protéines ne sont pas réparties de façon uniforme dans le grain, un gradient naturel de distribution au sein du grain peut être mis en évidence. Ainsi, le rapport amidon/protéines augmente de façon significative des régions périphériques aux régions centrales du grain. La couche à aleurone est constituée de 30 à 35% des protéines. De même, le germe en comporte 35 à 40% alors que le péricarpe, tout comme le centre de l'albumen ne contiennent que 6 à 9% de

protéines seulement, 70 à 80% des protéines se trouvent dans l'albumen **(Zahid, 2010)**.

Tableau 04 : Composition en acide aminée de la farine du blé exprimé en mg/g de protéine **(Louisot, 1997)**.

Acide aminée (mg/g de protéines).	Le grain du blé	farine du blé
Histidine	21	19
Isoleucine	34	38
Leucine	69	66
Lysine	23	24
Méthionine + Cystéine	36	34
Phénylalanine + Tyrosine	77	80
Thréonine	28	28
Tryptophane	10	12
Valine	38	42

II.2.1.4 Les lipides du grain

Les lipides sont des biomolécules pratiquement insolubles dans l'eau, solubles dans les solvants apolaires tels que chloroforme, le benzène ou l'éther, Ils sont localisés surtout dans le germe et les enveloppes, la matière grasse qu'ils renferment est de 12,5% dans le germe, 5,6% dans les enveloppes, et 0.8 à 1% dans l'albumen. Les lipides sont des constituants mineurs du blé, ils représentent de 2 à 3% du grain sec. C'est pour cela que le germe est éliminé de la farine pour éviter le vieillissement qui sera accéléré à cause de l'évolution des lipides, les lipides des céréales sont riches en acides gras insaturé **(Djelti, 2014)**.

II.2.1.5 Autre constituants de grain du blé

II.2.1.5.1 Les pigments et les vitamines

Ce sont des composés chimiques très complexes, concentre surtout dans le péricarpe et le germe à des teneurs très faibles. Ils sont parfois associés à des vitamines (pigment caroténoïde). Ainsi, les grains de blé contiennent principalement trois vitamines, la vitamine B1, B2 et PP, les autres vitamines sont aussi présent mais avec une faible teneur **(Djelti, 2014)**.

II.2.1.5.2 Les enzymes

Ils sont présents en faible quantité dans le grain, les plus importants sont:

-Les protéases trouvées en quantité relativement faible, dont l'une d'elles coupe les chaînes polypeptidiques en leur milieu avec une production de molécules de masses encore élevée.

-Les amylases sont des hydrolases capables de dégrader spécifiquement les liaisons glucosidiques de l'amidon (amylase et amylopectine) qui vont être utilisées par les levures durant le processus de la fermentation panair.

-La lipase qui est une enzyme lipolytique trouve son activité concentrée dans la couche à aleurone et augmente au cours de la germination. Dans la farine elle croit avec le taux d'extraction puisqu'elle augmente la production d'acides gras insaturés lors de la mouture et la conservation.

II.2.1.5.3 Les minéraux

Ils sont présents dans le grain en faible quantité à raison de 2 à 3% de la matière fraîche du grain. Les principaux minéraux sont le potassium, le

magnésium, le cuivre souvent associé à des sels (phosphate, chlorure ou sulfate) (Djelti, 2014).

Tableau 05 : Composition minérale du blé (Rawn, 1990)

Présence de minéraux et vitamines suivant le type de farines forment					
Sels Minéraux et Vitamines B en mg.	T 55	T 80	T 110	T 150	Utile à la transformation enzymatique pour...
Phosphore	120	175	208	320	Kinase (ATP → ← ADT)
Magnésium	28	50	65	92	énolase (retrait moléculaire eau)
Calcium	15	18	24	35	amylase
Fer	1,2	1,8	2,3	3,9	
Zinc	0,9	1,6	1,9	2,9	déshydrogénase
Cuivre	0,2	0,3		0,45	
Vitamine B	0,961	1,830	2,455	4,350	Hydrogénase (AND ↔ NADH)

II.2.1.5.4 L'eau

L'eau dans le blé représente 8 à 9 % avec une valeur moyenne de 14%. Les caractéristiques de siccité des blés permettent de faciliter les opérations de transport, de conservation et la possibilité de traitement par voie sèche. Du point de vue physique et chimique son action de solvant favorise les réactions enzymatiques et les attaques microbiennes lorsque sa teneur dans le grain dépasse un certain seuil (Djelti, 2010).

II.3 Les protéines du blé

II.3.1 Classification des protéines du blé

Les protéines des grains peuvent être classées en trois groupes selon leur fonction. On citera ainsi les protéines structurelles, les protéines fonctionnelles, et enfin les protéines de réserve. Le système de classification des protéines de céréales repose toujours en grande partie sur les travaux historiques d'**Osborne (1907)**.

II.3.1.1 Classification selon leur solubilité

Les protéines des graines du blé peuvent être classées sur des différences de solubilité en quatre groupes :

- Les albumines, solubles dans l'eau,
- Les globulines, solubles dans les solutions salines neutres,
- Les prolamines, solubles dans l'alcool à 70 %,
- Les glutélines, solubles dans les milieux acides.

Ces fractions restent composées d'un mélange de plusieurs types de protéines (**Louisot, 1997**).

II.3.1.2 Classification selon leur composition structure et fonction

Shewry et al. (1986), ont proposé deux grandes catégories :

- les protéines métaboliques : les albumines et globulines, les amphiphiles ;
- les protéines de réserves : les gliadines et les gluténines.

II.3.1.2.1 Les protéines métaboliques

Se sont les protéines de structure et fonctionnement, les albumines et globulines :

Les albumines et globulines représentent 15 à 20% des protéines présentes dans la farine de blé et sont solubles respectivement dans l'eau et les tampons salins. Ces protéines participent à la formation du grain et à l'accumulation des réserves dans l'albumen.

II.3.1.2.2 Les protéines amphiphiles

Les protéines amphiphiles représentent entre 5 et 9% des protéines présentes dans la farine de blé. Elles possèdent un pôle hydrophobe et un pôle hydrophile. Elles jouent un rôle important dans la qualité, notamment les puroindolines qui sont connues pour avoir un effet sur les propriétés technologiques de la pâte.

II.3.1.3 Les protéines de réserve du blé

Les protéines de réserves font partie des prolamines et sont constituées par un mélange complexe de protéines (**Debiton, 2010**) elles sont riches en proline et glutamine sont aussi appelées prolamines, La classification des prolamines fait appel à différents critères : composition en acides aminés, taille, association, qui permettent de séparer les prolamines en deux grands groupes, les gliadines monomériques ; et les gluténines polymériques (association de monomères par des ponts disulfures) (**Zahid, 2010**).

Les gluténines elle-même formant deux sous groupe les sous unités de faible poids moléculaires (SG-FPM) représentent environ les deux tiers de l'ensemble des gluténines 40%, L'autre tiers est constitué par les sous unités de gluténines de haut poids moléculaire (SG-HPM) 20% (**Louisot, 1997**).

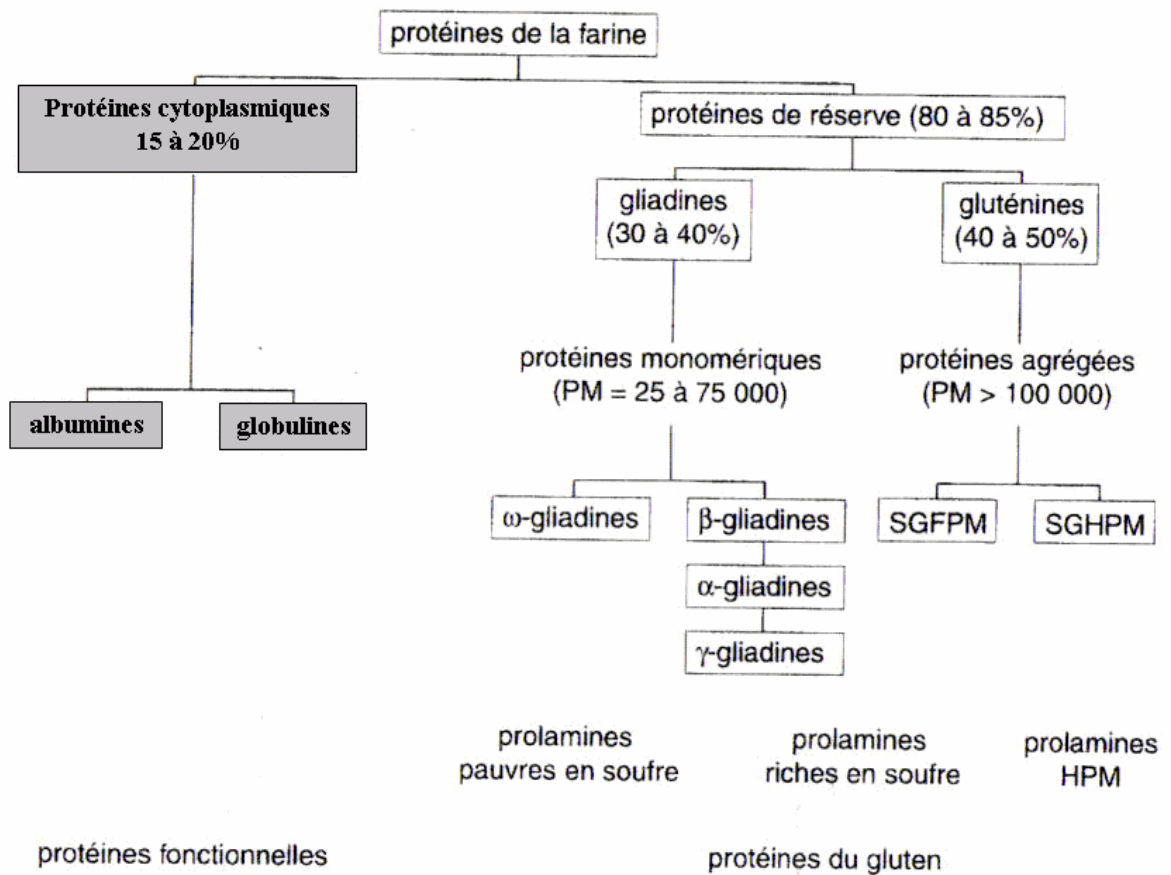


Figure 3 : Classification des protéines de grain de blé (Osborne, 1907; Shewry et al. 1987).

II.4 Les propriétés nutritionnelle des molécules du grain du blé

-Gluten (protides ou protéines) : le gluten se trouve uniquement dans le grain de blé. A L'état naturel, dans L'amande, il ne s'appelle pas gluten : ce sont deux matières la gliadine et la glutamiques qui associées à l'eau produisent le gluten.

-Amidon (glucides) : Lorsque l'amidon est chauffé à 60 C°, il se présente sous la forme d'une masse gélatineuse transparente et collante. L'amidon ne se dissout pas dans l'eau froide, ni dans l'alcool ni dans l'éther.

-La pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidus minéraux ; les matières minérales de la farine sont le potassium, le phosphore, le magnésium et soufre, moins qu'il y a de cendres, plus que la farine est pure.

-La présence des matières grasses influe sur les protéines mécaniques de La farine : plus une farine contient de matière grasse, moins sa force boulangère est importante.

-La teneur en vitamine B et notamment en vitamine B décroît très rapidement à mesure que la farine devient plus blanche

-Les enzymes sont présentes en petites quantités dans la farine les plus courantes sont les protéases, les lipases, les lipoïdoses, les amylases, les peroxydases et les catalases sont rôle est :

- Les protéases : Enzymes agissant sur la structure des protéines leur présence dans la farine est liée à la germination du grain qui n'est pas souhaitable.
- Les lipases : distribuent les caroténoïdes sous une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanche.
- Les amylases : contrôlent la fermentation panaire (**Bornet, 1992**).

Certains composés du grain du blé auraient des effets néfastes sur la santé humaine, dans le chapitre suivant sont développés les phénomènes et les symptômes d'une réaction allergique ainsi que les molécules responsables.

III.1 Définition de la farine de blé

La dénomination de la farine, désigne la farine de blé tendre exclusivement la farine. Ce produit que l'on obtient avec la mouture de l'amande du grain de froment que l'on a broyée et nettoyée.

La farine est le produit de la mouture de grain de céréale apte à la panification et préalablement nettoyé sans autre modification que la soustraction partielle ou totale des grains et enveloppe (**Djelti, 2014**).

III.2 Les types de la farine de blé et leur utilisation

D'après Lockoowd (1950), les farines spéciales sont:

III.2.1 Farine complète

La véritable farine complète contient la totalité du grain de blé mais elle fournit un pain grossier et indigeste. La farine complète est généralement extraite vers 95 % après élimination de 5 % du son grossier. Elle donne un pain de faible volume, parce que les grosses particules de son empêchent une bonne rétention des gaz au cours de la panification.

III.2.2 Farine entière

Une farine complète dont on a éliminé une certaine proportion de son devrait être appelé plus exactement farine entière mais leur couleur sont très différentes et leurs taux d'extraction varie.

III.2.3 Farine de biscuiterie

Les farines de biscuiterie sont d'ordinaire fabrique à partir de blé très tendre et peut glutineux, les variétés qui convient le mieux sont les blés anglais, les farines doit être très fines, elles doivent contenir peu de gluten et être très extensible. L'humidité doit être assez importante pour la plupart des types de biscuits.

III.2.4 Farine de pâtisserie

Les farines de force moyenne où supérieur conviennent à la pâtisserie, les farines pour cakes à aération chimique doivent être fabriquées à partir des blés australiens, anglais et des blés de côté américain du pacifique où à l'aide des blés de force moyennes où faible extraction à fine granulation, on préfère des farines tirées à faible extraction à fine granulation (Djelti, 2014).

III.3 Définition du gluten

Le gluten est une fraction protéique des grains de céréales, notamment du blé, de l'orge et du seigle. Le gluten de blé est composé de gliadines, protéines monomériques de faible poids moléculaire et de gluténines, protéines polymériques de poids moléculaire élevé. Ces protéines s'associent pour former un réseau qui confère extensibilité et élasticité à toute matrice alimentaire en contenant (Guzylack, 2003).

Le gluten n'existe pas à l'état natif dans le grain de blé. Il se forme par hydratation de la farine, à partir des prolamines (FFAS, 2016).

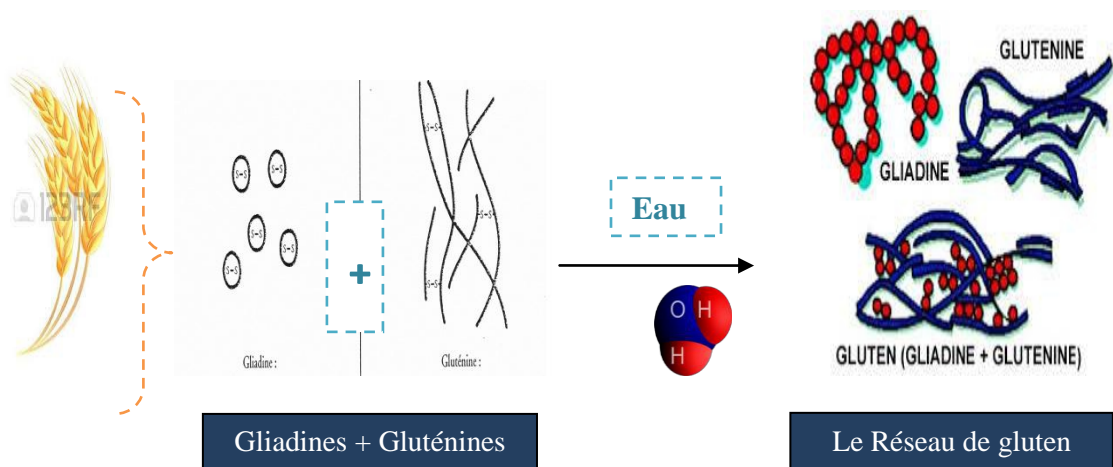


Figure 04 : La formation de réseau du gluten (FFAS, 2016).

Le gluten n'est pas un composant toxique pour l'homme : il est bien toléré par la majorité des consommateurs, qui peuvent manger sans danger les produits contenant du gluten (pain, pâtes, biscuits, *etc.*). À l'exception le cas de sensibilisation à certain protéine du blé (**FFAS, 2016**).

III.4 Le rôle central du gluten dans la panification

III.4.1 Lors du pétrissage

- Réorganisation des protéines de la farine formant le réseau de gluten
- Obtention d'une pâte visco-élastique capable de retenir les gaz.

III.4.2 Lors de la fermentation

- Rétention du gaz carbonique produit par l'activité fermentaire
- Gonflement de la pâte.

III.4.3 Lors de la cuisson

- Formation rapide de la croûte, limitant la fuite des gaz
- Nouvelles organisations des protéines du gluten, sous l'effet de la chaleur (**FFAS, 2016**).

III.5 L'allergie au blé

L'allergie en générale alimentaire se caractérise par une hypersensibilité spécifique envers des substances étrangères à l'organisme. Une consommation répétée d'un aliment ou de ses constituants provoque une réaction antigènes-anticorps.

L'allergie alimentaire peut être de blé à deux formes:

La sensibilité du blé lui-même, impliquant des inhibiteurs de l'albumine de l'alpha-amylase, et la sensibilité au gluten de blé implique la gliadine, (Le blé contient au moins 27 composants allergéniques dont la gliadine et la gluténine qui compose le gluten) (**Sotkovsky et al. 2011**). 4 à 8 % de la population

mondiale déclare suivre un régime sans gluten et 26 % déclare essayer d'éviter le gluten sans avis médical (**FFAS, 2016**).

Les symptômes d'allergie à la fois pour le blé et le gluten, sont les suivants:

- Le type de peau totale (dermatite atopique, urticaire localisée ou généralisée, érythème et l'eczéma), surtout chez les enfants.

- Respiratoire (asthme, des démangeaisons, le gonflement par la bouche).

- Parfois, être un symptôme de l'appareil digestif (vomissements, diarrhée et douleurs abdominales) (**Saadoun, 2002**).

III.5.1 Les molécules impliquées dans l'allergie au blé

III.5.1.1 Les allergènes de la fraction salino-soluble (albumines/globulines) du grain de blé

Plusieurs protéines de la fraction albumines/globulines ont été décrites comme allergènes : regroupant des protéines entre 12 et 18 kDa, sont considérés comme des allergènes relevant pour les individus souffrant d'asthme professionnel de boulangère (AB) et ont été impliquées dans des cas d'allergie alimentaire au blé, Une étude est montrée également sur des individus comprennent 60 patients souffrant d'allergie alimentaire confirmée par test de provocation orale, que des protéines de cette fraction étaient reconnues avec une fréquence de 72% (**Battais et al. 2007**).

III.5.1.2 Les allergènes du gluten (gliadines et gluténines) du grain de blé

Les travaux de **Palosuo et al. (2001)** ont montré que les ω gliadines du blé sont responsables des allergies liées aux chocs anaphylactiques (WDEIA), de même que les γ -gliadines, qui sont en plus impliquées dans d'autres réactions allergiques comme les allergies urticaires alors que les α -gliadines sont considérées comme le facteur principal de toxicité dans les maladies cœliaques.

L'implication des gliadines dans des réactions allergiques déclenche plusieurs types de réponses immunitaires comme par exemple dans le cas des maladies cœliaques, où les gliadines sont reconnues par des anticorps IgA, alors que dans le cas d'un choc anaphylactique ou d'autres allergies (**Zahid, 2010**).

III.6 La maladie cœliaque

III.6.1 Définition de la maladie

Le mot cœliaque signifie littéralement l'abdomen. Cœliaque vient du mot latin *coeliacus*, qui vient du mot grec *koiliakos*. *Koilia* en Grec signifie l'abdomen, Qui appartient aux intestins, est également appelée sprue et entéropathie au gluten (**Thompson, 2008**).

La Maladie Cœliaque (MC) est une intolérance permanente à une ou plusieurs fractions protéiques du gluten. C'est une maladie chronique qui empêche l'absorption des nutriments, des vitamines et des minéraux par l'intestin. Elle se manifeste au niveau de la partie supérieure de l'intestin grêle et provoque une atrophie villositaire (destruction des villosités de l'intestin). Il s'ensuit une malabsorption des nutriments : fer, calcium et acide folique en particulier (**AFDIAG, 2003**).

Elle affecte entre une personne sur 350 et une personne sur 2000 en Europe et est parfois appelée maladie cœliaque ou entéropathie au gluten (**CIRIHA, 2004**).

III.6.2 La maladie cœliaque en Algérie

Il existe en Algérie quelques 500000 personnes souffrant d'une intolérance au gluten la maladie cœliaque, qui n'est pas reconnue comme une maladie chronique par les autorités concernées, reste très handicapante et dangereuse pour la santé du malade si ce dernier ne respect pas un régime alimentaire stricte.

Si, il y a quelques années, les farines et autres produits alimentaires sans gluten étaient très rares sur le marché algérien, rendant le quotidien des malades cœliaques très difficile, aujourd'hui, les magasins, supérettes et autres grandes surfaces proposent de larges gammes de produits et de farines sans gluten (**Karim, 2014**).

III.6.3 Les symptômes de la maladie cœliaque

III.6.3.1 Chez l'enfant

La maladie se déclare par des troubles digestifs, qui débutent dès l'introduction des farines dans l'alimentation (**Boudjerda et Boukhebbouz, 2009**), c'est-à-dire entre 4 et 6 mois:

- L'apparition de stéatorrées (diarrhées graisseuses).
- Un abdomen ballonné, présentant une tension plus ou moins importante et parfois une douleur tous les jours.
- Une perte de poids.
- Des troubles de la croissance.
- Une pâleur traduisant une anémie.
- Une modification du caractère (irritabilité, tristesse).
- Des troubles neurologiques.
- L'apparition de perturbations psychologiques parfois graves.
- Une dermatose (maladie de peau) se caractérisant par l'apparition de vésicules (lésions de la peau présentant de petites gouttelettes contenant un liquide).

III.6.3.2 Chez l'adulte

Les débuts, qui s'accompagnent ou pas de troubles intestinaux, apparaissant entre 35 et 65 ans. Quand les symptômes existent, c'est symptômes (**Boudjerda et Boukhebbouz, 2009**) correspondent à :

- Des diarrhées
- Un météorisme (accumulation de gaz dans l'intestin)
- Des douleurs au niveau de l'abdomen
- Des troubles osseux de type ostéomalacie (ramollissement général du tissu osseux, secondaire à la carence en calcium et en phosphore, ou à une carence en vitamine D2).
- Des douleurs osseuses
- Un amaigrissement, Une asthénie (fatigue importante), Une anorexie (perte d'appétit)
- Des hémorragies liées à la carence en calcium
- Un diabète insulino-dépendant (nécessitant de l'insuline pour être équilibré)
- Une atteinte de la rate.
- Une autre maladie inflammatoire de l'intestin.

III.6.4 Maladies associées à la maladie cœliaque

LA maladie cœliaque est associée de manière statistiquement significative à d'autres maladies auto-immunitaires, qui sont indiqués dans le tableau suivant (**Tableau 6**).

Tableau 06 : Maladies associées à la maladie cœliaque (Powell, 2008)

Maladies gastro-intestinales	Maladies du foie : Cirrhose biliaire primaire ; Hépatite auto-immune ; Cholangite auto-immune ; Amino transférases élevées. Autres : Syndrome de l'intestin irritable ; Colite microscopique ; Gastrite ; Maladie de Crohn ; Colite ulcéreuse.
Désordres endocrines	Diabète de type I ; Thyroïdie auto-immune ; Maladie d'Addison.
Désordres neurologiques	Neuropathie ; Ataxie cérébelleuse ; Epilepsie (avec des calcifications occipitales).
Maladies de la peau	Dermatite herpétiforme ; Alopecie.
Troubles musculo squelettiques	Syndrome de Sjögren ; Arthrite ; Ostéoporose/hypoplasie dentaire d'émail ; Syndrome chronique de fatigue.
Maladies cardiaques	Cardiomyopathie dilatée idiopathique ; Myocardite auto-immune.
Désordres hématologiques	Insuffisance de fer.
Désordres génétiques	Syndrome de Down ; Syndrome de Turner.

III.6.5 Traitement de la maladie cœliaque

III.6.5.1 Principe du régime sans gluten (RSG)

Un régime sans gluten doit être appliqué strictement et définitivement. Il consiste en l'élimination des farines à base de blé, ainsi que des aliments qui en contiennent comme le pain, les pâtes, les biscottes, etc.

Il s'agit là d'un régime contraignant mais il apporte une amélioration rapide **(AFDIAG, 2003)**.

III.6.5.2 Aliments autorisés et interdits

Les symptômes décrits, diminuent rapidement puis disparaissent. L'aide d'une diététicienne est indispensable. En effet, les aliments autorisés et interdits doivent être bien connus de la famille et de l'enfant.

III.6.5.3 A la base des médicaments

D'autre part, certains excipients utilisés dans le commerce et participant à la constitution des médicaments comme additif contiennent également des composants interdits.

En début de traitement, il est habituel de prescrire de la vitamine B12, de l'acide folique et du fer sous forme de comprimés. En ce qui concerne la vitamine D2, elle sera apportée avec prudence et seulement quand le taux de calcium dans le sang est normal après le régime sans gluten **(Boudjerda et Boukhebbouz, 2009)**.

III.7 La maladie de diabète et leur relation avec la consommation de la farine du blé en Algérie

Le diabète menace sérieusement la santé des Algériens. Le pays compte aujourd'hui près de 5 millions de diabétiques et le taux de prévalence a augmenté de 8 à 16% durant les 15 dernières années. Des Chiffres en deçà de la réalité, si l'on considère qu'un diabétique sur 3 ignore être affecté par cette pathologie, a indiqué le président de la Fondation nationale pour la promotion de la santé et le développement de la recherche (FOREM) **(Khiati, 2016)**.

Et aussi les difficultés économiques suivies de la dévaluation du dinar algérien (DA) ont provoqué une augmentation significative du prix des aliments de base, notamment la céréale de blé, La relation entre le niveau des

ressources financières et la consommation est apparue déterminante dans les conduites alimentaires des diabétiques.

Selon l'enquête TAHINA « les Algériens mangent mal », la consommation alimentaire quotidienne ne respecte pas les recommandations internationales de santé :

L'histoire alimentaire algérienne témoigne d'une très ancienne expérience agronomique et d'une riche tradition culinaire. Malgré l'avènement de l'industrie agroalimentaire, les Algériens restent très attachés aux plats traditionnels comme le couscous, le berkoukes, la chakhchoukha et les différentes soupes et pâtes, Les plats autochtones associés aux apports extérieurs constituent la cuisine algérienne actuelle, changeante d'une région à une autre (**Salemi, 2010**).

Le blé est une des céréales les plus cultivées et consommées, constitue l'aliment de base de l'humanité. Le blé dur, utilisé pour la fabrication de pâtes alimentaires, présente un génome tétraploïde. Le blé tendre, essentiellement utilisé pour la fabrication du pain, est hexaploïde.

Dans le monde, le blé représente une place importante sur le plan économique. En Algérie les chiffres des importations de blé dur est moins que de blé tendre, car la production locale du blé dur est plus que la culture du blé tendre.

Le blé est en effet la seule céréale donnant une farine panifiable grâce à la nature unique de ses protéines de réserve qui permettent la formation de réseau de gluten, il restait à découvrir la fonction biologique de ces petites protéines exprimées dans le grain du blé.

Le blé et ses produits céréaliers dérivés ont longtemps constitué le socle de notre alimentation. Leurs effets sur la santé sont aujourd'hui remis en question du fait de leur composition en certaines protéines spécifiques : les protéines du gluten (gliadines et gluténines). Ce sont elles qui permettent, après hydratation, l'obtention d'une pâte souple et élastique, indispensable à la panification.

La consommation quotidienne de gluten induit par exemple de manière indirecte des troubles tels que des anémies (déficit de globules rouges), diarrhées chroniques. Les albumines/globulines et les gliadines du blé, constituent les plus importants éléments allergènes des produits alimentaires à base de blé.

-
- Abis S (2012) Le blé en Méditerranée sociétés, commerce et stratégies. Économie et territoire relations commerciales CIHEAM Paris : 241-247.
 - AFDIAG (2003) Association Française Des Intolérants Au Gluten In L'Église en Alsace : p49-52.
 - Aidani H (2015) Effet des attaques de Capucin des grains (*Rhizopertha dominica*) sur les céréales stockées « Estimation sur la perte pondérale et le pouvoir germinatif Cas de blé dur dans la région de Tlemcen ». Mémoire de master en Agronomie Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen : 15p.
 - Ammar M (2014) Organisation de la chaîne logistique dans la filière céréales en Algérie états des lieux et perspective. thèse de doctorat de CIHEAM Montpellier : p17-20.
 - Battais F, Richard C, Leduc V (2007) Les allergènes du grain de blé Wheat grain allergens. *Van deuil France* Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique 47 : 171–174.
 - Benseddik B, Benabdelli K. (2000) Impact du risque climatique sur le rendement du blé dur en zone semi-aride Approche éco- physiologique Sécheresse. Vol 11(1) : 45-51.
 - Bonjean A (2001) Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Dossier de l'environnement d'INRA 21 : 29-37.
 - Bozzini A (1988) Origin distribution and production of durum wheat in the world In Fabriani G, et Lintas C. (Ed) Durum chemistry and technology. AACC (Minnesota). Etats-Unis : p1-16.
 - Bornet F (1992) Le pain et produit céréaliers alimentaire et nutrition humaines. (Ed) ESF Paris 1533 : 45-72.
 - Boudjerda E, Boukhebbouz AN (2009) Maladie cœliaque étude du comportement alimentaire chez 200 sujet comparaison entre les wilayas de Bouira et Constantine. Mémoire de Magistère de l'université Mentouri constantine : p11-14.
 - Buchanan BB, Adamidic C, Lozano RM, Yee BC, Momma M, Kobrehel K, Ermel R, et Frick OL (1997) Thioredoxin linked mitigation of allergic responses to wheat. Proc Wheat Acad Sci USA 94 :5372-5377.
 - Chabane M, Boussard JM (2011) La problématique des céréales en Algérie Défis, enjeux et perspectives. Communication dans le cadre de la

5èmes Journées de recherches en sciences sociales à AgroSup Dijon le 8 et 9 décembre 2011 : p2-16.

- Charvet JP (2012) Claire Levasseur. Atlas de l'agriculture: 14p.
- CIC (2016) Le marché des céréales. Chambres d'agriculture des Pays de la Loire C (Ed) LIBEER 1 : 1-5.
- CIRIHA (2004) Qu'est-ce que la coeliaquie ? Centre d'Information et de Recherche sur les Intolérances et l'Hygiène Alimentaires. Document disponible en ligne sur <http://www.ciriha.org/> (Page visitée le 05/12/2004).
- Debiton C (2010) Identification des critères du grain de blé (*Triticum aestivum* L.) Favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniques waxy. Thèse de doctorat Présentée à l'Université Blaise Pascal pour l'obtention du grade de docteur d'université,Clermont-Ferrand France : p1-132.
- Djelti H (2014) Etude de la qualité du blé tendre utilise en meunière algérienne. Mémoire de magistère présenté à l'Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen : 25-27p.
- Doussinault G, Kaan F, Lecomte C, Monneveux P (1992) Les céréales à paille présentation générale In Gallais A, et Bannerot H Amélioration des espèces végétales cultivées. (Ed) INRA Paris: 13-21p.
- FAO (2015) Perspectives de récolte et situation alimentaire 1 : 7p.
- FAO (2014) Afrique classement des pays producteurs de matières premières : 2p.
- Feillet P (2000) Le grain de blé : composition et utilisation. Paris, FRA : Editions INRA : 308p.
- FFAS (2016) Fond Français pour l'alimentation et la santé. Source Etat des lieux « Le gluten » : p1-7.
- Guzylack DN (2003) Contribution à l'identification expérimentale du gluten dans les aliments pour carnivores conséquences pratiques pour le suivi du risque d'allergie. Thèse pour l'obtention de grade docteur vétérinaire la faculté de médecine de Créteil : 13p.
- Hales N, Rush C (2016) Algeria Grain and Feed Annual 9: 1-11.
- Karim B (2014) Maladie coeliaque des produits sans gluten disponibles. <http://algerielle.com/sante/sante-pratique/1026-maladie-coeliaque-des->

[produits-sans-gluten-disponibles.html](#) (Publié mercredi 30 juillet 2014 10:23, 2876).

- Khiati M (2016) Prise en charge du diabète en Algérie traitements lourds et coûts élevés. www.radioalgerie.dz (Consulté le 07/04/2016 - 09:44).
- Lesage V (2011) Contribution à la validation fonctionnelle du gène majeur contrôlant la dureté/tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignées quasi-isogéniques. Thèse de doctorat présentée à l'université Blaise Pascal pour l'obtention du grade de docteur d'université : p17-18.
- Lockoowd JF (1950) La meunerie : 145. In Djelti H (2014) Etude de la qualité du blé tendre utilise en meunière algérienne. Mémoire de magistère présenté à l'Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen : p25-27.
- Louisot P (1997) Les protéines Caractéristique des différentes sources de protéines alimentaire. Dossier scientifique de l'IFN 9 : 6-7.
- Moule C (1971) Caractères généraux des céréales. la maison rustique Paris : 10p.
- ONFAA (2016) Observation national des filières Agricoles et Agroalimentaires. Le commerce international des céréales 7 : 1-2 onfaa.inraa.dz.
- Palosuo K, Varjonen E, Kekki OM, Klemola T, Kalkkinen N, Alenius H, Reunala T (2001) Wheat omega-5 gliadin is a major allergen in children with immediate allergy to ingested wheat 108(4): 634-8.
- Pomerayn Z (1988) Wheat chemistry and technology. Am Assoc Cereal Chem St Paul : p47-94.
- Powell DW (2008) Approach to the patient with diarrhea In Yamada T, Alpers DH, Kalloo AN, Kaplowitz N, Owyang C, Powell DW Principles of clinical gastroenterology. Wely-Blackwell (Ed) UK 662: 323-324.
- Rawn D (1990) Traité de biochimie. (Ed) De Boeck : 72p.
- Saadoun C, Paty E, Scheinmann, P (2002) Revue française d'allergologie et d'immunologie clinique Allergie au blé. (Ed) scientifiques et médicales Elsevier SAS 42 : 583-594.
- Salemi O (2010) Pratiques alimentaires des diabétiques Étude de quelques cas à Oran (Algérie) Food practices of the diabetics Study of some cases in Oran (Algeria). Économie rurale : p80-83.

- Shewry PR, Tatham AS (1997) Disulphide in wheat gluten proteins. *J. cereal Sci*-25 :207-227.
- Soltner D (1998) Les grandes productions végétales céréales plantes sarclées prairies. Sainte-gemme-sur-Loire sciences et Techniques Agricoles In ADRAA.
- Sotkovsky P, Sklenář J, Halada P, Cinová J, Setinová I, Kainarová A, Goliáš J, Pavlásková K, Honzová S, Tučková L (2011) A new approach to the isolation and characterization of wheat flour allergens. *Clin Exp Allergy* 41(7): 1031-43.
- Surget A, Barron C (2005) Histologie du grain de blé. *industrie des céréales* 145 : 3-7.
- Taupier-Létage B (2005) La qualité des blés panifiables en agriculture biologique. *Alter Agri* 71 :10-14.
- Teissier T, Madet N (2005) Les allergies alimentaire cas de l'allergie aux céréales. 61 avenue du Gal De Gaulle 94010 Créteil Cedex : p1-41.
- Thompson T (2008) *The gluten-free nutrition guide*. McGraw-Hill (Ed) USA : p245.
- Zahid A (2010) Mécanismes cellulaires et moléculaires régissant le métabolisme des semences de céréales Rôle du réseau rédoxines-Système antioxydant dans la prédiction de la qualité germinative. thèse de doctorat présenté à l'université de Toulouse pour l'obtention du grade de Docteur universitaire : p18-45.

Thème : Le blé : importance, santé et risque

Mémoire de fin de cycle pour l'obtention du diplôme de Master en Biologie et Génomique Végétale

Résumé

Le blé est la céréale la plus cultivée au monde depuis sa domestication dans « le croissant fertile », c'est un produit de large consommation au niveau mondial et constitue en particulier la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs algériens sous toutes ses formes (pain, pâtes alimentaires, couscous, galettes de pain..). Ce travail présente une recherche bibliographique sur la mise au point des différentes molécules de grain du blé présent dans la farine avec des structures et des fonctions bien particulières, et leurs effet sur la santé humain. Les protéines l'une des molécules les plus nécessaire dans les grains du blé qui peut être responsable de diverses maladies allergiques respiratoires, ingérées et provoquer diverses pathologies qui regroupent un large spectre de manifestations cliniques : intolérance au gluten ou maladie cœliaque ou d'autre maladies associées.

Mots clés : Le Blé, protéine du blé, Maladies allergiques.

Laboratoire de recherche : Génétique, Biochimie et Biotechnologie Végétale-UFM

Jury d'évaluation :

Président du jury : Mme. **GHIOUA-BOUCHTAB Karima.** Maitre assistante - à l'Université des Frères Mentouri Constantine.

Rapporteur : Mme. **KACEM N. Sandra.** Maitre de conférences à l'Université des Frères Mentouri Constantine.

Examineurs : Mr. **TEMAGOULT Mahmoud** Maitre assistant à l'université des Frères Mentouri Constantine.

Date de soutenance : 18/06/2017