

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

République Algérienne Démocratique et Populaire  
Ministère de l'Enseignement supérieur et de la Recherche

جامعة محمد الصديق بن يحي - جيجل-

Université Mohammed Saddik Ben Yahia -jjjel-

Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie  
Département : Microbiologie Appliquée et  
Sciences Alimentaires



كلية علوم الطبيعة و الحياة  
قسم الميكروبيولوجيا التطبيقية و علوم  
التغذية

**Mémoire De fin d'études**

En vue de l'obtention du diplôme : Master Académique en Biologie

**Filière : Sciences Alimentaires**

**Option : Technologie agroalimentaire et contrôle de qualité**

**Thème**

*Evaluation de la qualité physicochimique du blé tendre destinée aux meuneries*

**Membres du Jury**

Présiden : Pr. Idoui.T  
Examinatrice : M<sup>elle</sup>. Ayad.R  
Encadreur : Mr. Laib .E

**Présenté par**

Bouhouche Dounya  
Boulassel Meriem  
Boutebakh Younes

**Année Universitaire : 2017-2018**

## *Remerciement*

*Nous remercierons tout d'abord ALLAH, le Clément, Miséricordieux le très Miséricordieux de nous avoir guidé et toujours soutenu, volonté et pour son aide à durant toute notre vie et nos années d'étude.*

*Au terme des réalisations de ce mémoire, nous tenons à remercier:*

*Notre encadreur Mr Laib Essaid ,pour avoir dirigé et supervisé ce modeste travail, ainsi que pour son patience avec nous ,son aide, et son grande gentillesse, Ses conseils précieux et son disponibilité entière toute au long de période de Travail.*

*Professeur Idoui tayeb, pour avoir aimablement accepté de présider le jury de soutenance ;*

*M<sup>elle</sup> Ayad Rima, pour avoir aimablement accepté examiner le présent mémoire.*



# *Dédicace*

*Tout d'abord, louange Allah qui ma guide sur le droit chemin tout au  
longue de travail et m'a inspiré le bons pas et les justes réflexes.*

*Au terme de ce travail je tien a exprimer tout ma reconnaissance et  
remerciement*

*A mes très chers grand père Saïd et père Abderrahmane, mon oncle  
Rachid*

*Mon père et mon grand père, mon oncle, les plus généreux et les plus  
compréhensifs de  
Tous les pères.*

*A mes très chères mères Aljia et Nassira*

*Mes mères, qui a œuvré pour ma réussite, l'expression de mes  
sentiments et de mon  
Éternelle gratitude.*

*A mon cher frère*

*Imad Abdelhamide*

*A mes chères sœurs*

*Amina, Nadia*

*A mes chères amies*

*Hadjer, manel, Fatima, Ratiba, Amira, Sabiha, Insaf ,wafia*

*A toute qui m'aiment et que j'aime surtout mes cousins*

## *Dounya*

# اهداء

اهدي ثمرة جهدي

إلى من أبصرت بنوره البرية

إلى من جعل للعرب مجدا وانقده من الظلمات إلى النور

إلى الحبيب المصطفى عليه أفضل الصلوات وازكى التسليم

إلى منبع الحب والحنان والتسامح والعطاء التي أمدتني بالعطف والصفاء وكانت دعواتها مسك حياتي الله أُمي الغالية حفظها الله

إلى روح والدي اسكنه الله فسيح جناته مثلي الأعلى في الوجود الذي كان الشمعة التي أضاءت دربي وتعجز عبارات الشكر والامتنان عن تقديره والذي كان لي سنداً في جميع دروبي

إلى من امتزج دمي بدمهم وتقاسمت معهم أفراحي وأحزاني أخواتي الأعراف كل من أسماء أمينة وداود وعماد الذين

إلى جميع العمات والأعمام والأخوال والخالات كل واحد باسمه وأبنائهم

والى كل من شاركني الحياة الجامعية ولم يبخل علي بكلمة طيبة واطمأن بالذکر وحيدة ونهاد امينة و فهيمة وهاجر و اسماء و حياة و مريم و سعاد و شهرزاد و كريمة

إلى جميع الأصدقاء والأصحاب

إلى جميع المهندسين المشرفين علي إدارة المخابر وبالأخص أسماء

إلى دفعة تحليل و مراقبة النوعية -2018- كما لا انسي جميع أَل أستاذة الدين أمدوني بالمعلومات في جميع الاطوار

إلى كل من ساهم في انجاز هذا العمل المتواضع من القريب أو بعيد ولو بكلمة طيبة والى كل من حملتهم ذاكرتي ولم تأسعهم مذكرتي

مريم



# *Dédicace*

Je dédie ce travail :

Tout d'abord pour mes chers parents le soutien et les sacrifices consentis

pour mon éducation

A mon frère **HOUSSAM**, et toute la famille en reconnaissance de

Leurs encouragements

A tous mes amis pour leur sympathie leur humeur et leur solidarité envers

moi.

**Younes**

## Liste des abbreviations

**AACC**: American Association of Cereal Chemists.

**BSA** : Albumine de Sérum bovin.

**CI** : Capacité d'hydratation.

**CNI** : Conseil National de l'investissement.

**CNIS** : Conseil national de l'information statistique.

**ERIAD** : Entreprise des Industries Alimentaires Céréalières et Dérivés.

**FAO**: Food and Agriculture Organization.

**GH** : Gluten Humide.

**GS** : Gluten Sec.

**H** : Humidité.

**Ha** : hectare.

**HI** : Hectolitre.

**INRA** : Institut national de la recherche agronomique.

**JC** : Jésus Christ.

**MS** : Matière Sèche.

**Mt** : Million de tonne.

**N** : Normalité.

**NA** : Norme Algérienne.

**NSL** : Lipides non amylacés.

**OAIC** : Office Algérien Interprofessionnels des Céréales.

**ONFAA**: Observatoire National des filières Agricoles et Agroalimentaire.

**P** : Poids.

**PH** : Potentiel d'hydrogène

**PHL** : Poids à hectolitres.

**PMG**: Poids de Milles Grains.

**ppm** : Parts Per Million.

**PS** : Poids Spécifique.

**rpm**: tour par minute.

**T** : Tonnes.

**TA** : Blé Tendre de l'argentine.

**TC** : Taux de Cendres.

**TF** : Blé Tendre de la France.

**TU** : Blé Tendre d'Etats-Unis.

**V** : Volume.

**µl** : Micro litre.

## Liste des tableaux

<b>N° de tableau</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Tableau 1</b>	principales caractéristiques physiques des grains de blé	09
<b>Tableau 2</b>	principales machines de nettoyage des blés avant broyage	14
<b>Tableau 3</b>	les types de farine et leur principale utilisation	21
<b>Tableau 4</b>	Mesure des différentes classes de protéines de réserves extraites	26
<b>Tableau 5</b>	gamme d'étalon d'amidon standard	30
<b>Tableau 7</b>	mesure de l'amidon et amylopectine dans farine	30



*Liste des photos*

**Photos 1. Les trois échantillons de blé tendre**

### *Liste des figures*

<b>N° de figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Les principaux producteurs de blé au monde	05
<b>Figure 2</b>	Superficie et le rendement moyen mondial de blé récolté	05
<b>Figure 3</b>	pays fournisseurs de l'Algérie en blé tendre en 2016	07
<b>Figure 4</b>	Composition histologie de graine de blé	10
<b>Figure 5</b>	Schéma générale de mouture du blé tendre	17
<b>Figure 6</b>	Protocole expérimental de l'extraction des différentes classes de protéines de réserve de graines de blé tendre	25
<b>Figure 7</b>	Le Poids hectolitre des trois types de blé tendre	34
<b>Figure 8</b>	Poids de mille graines des trois types de blé tendre	35
<b>Figure 9</b>	Taux des fractions protéiques des trois types de blé tendre	35
<b>Figure10</b>	Teneur en lipides totaux dans les trois types de blé tendre	37
<b>Figure11</b>	Teneur en zinc et cuivre dans les trois types de blé tendre	38
<b>Figure 12</b>	Teneur en eau dans la farine des trois types de blé tendre	39
<b>Figure13</b>	Valeur de pH des trois échantillons de blé tendre	39
<b>Figure14</b>	Taux d'extraction du trois types de blé tendre	40
<b>Figure15</b>	Le taux des cendres dans la farine de trois types de blé tendre	41
<b>Figure16</b>	Teneure en amidon, amylose et amylopectine	42
<b>Figure 17</b>	Gluten humide, sec et capacité d'hydratation	43
<b>Figure 18</b>	Taux d'acidité grasse de trois types de blé tendre	43



### *Liste des figures*

<b>N° de figure</b>	<b>Titre</b>	<b>Page</b>
<b>Figure 1</b>	Les principaux producteurs de blé au monde	05
<b>Figure 2</b>	Superficie et le rendement moyen mondial de blé récolté	05
<b>Figure 3</b>	pays fournisseurs de l'Algérie en blé tendre en 2016	07
<b>Figure 4</b>	Composition histologie de graine de blé	10
<b>Figure 5</b>	Schéma générale de mouture du blé tendre	17
<b>Figure 6</b>	Protocole expérimental de l'extraction des différentes classes de protéines de réserve de graines de blé tendre	25
<b>Figure 7</b>	Le Poids hectolitre des trois types de blé tendre	34
<b>Figure 8</b>	Poids de mille graines des trois types de blé tendre	35
<b>Figure 9</b>	Taux des fractions protéiques des trois types de blé tendre	35
<b>Figure10</b>	Teneur en lipides totaux dans les trois types de blé tendre	37
<b>Figure11</b>	Teneur en zinc et cuivre dans les trois types de blé tendre	38
<b>Figure 12</b>	Teneur en eau dans la farine des trois types de blé tendre	39
<b>Figure13</b>	Valeur de pH des trois échantillons de blé tendre	39
<b>Figure14</b>	Taux d'extraction du trois types de blé tendre	40
<b>Figure15</b>	Le taux des cendres dans la farine de trois types de blé tendre	41
<b>Figure16</b>	Teneure en amidon, amylose et amylopectine	42
<b>Figure 17</b>	Gluten humide, sec et capacité d'hydratation	43
<b>Figure 18</b>	Taux d'acidité grasse de trois types de blé tendre	43

**Sommaire**

**Liste des abréviations**

**Liste des tableaux**

**Liste des photos**

**Liste des figures**

**Introduction** ..... 1

**PARTIE I : ETUDE BIBLIOGRAPHIQUE**

**Chapitre I : généralité sur le blé**

I.1. Historique et l'origine de blé .....	3
I.2. Production du blé dans le monde .....	4
I.3. Production du blé en Algérie .....	6
I. 4. Différentes caractéristiques du grain de blé .....	7
I.4.1. Caractéristiques botaniques .....	7
I.4.2. Caractéristiques génétique.....	7
I.4.3 Caractéristiques physique et histologique.....	8
I.5. Composition biochimique du grain de blé .....	10
I.5.1. L'eau .....	10
I.5.2. Les glucides .....	10
I.5.3. Les protéines .....	11
I.5.4. Les lipides .....	11
I.5.5 Autre constituants .....	11
I.6. Utilisation de blé .....	12
I.7. les conditions de culture.....	13

## Chapitre II: technologie de transformation du blé

II.1. Nettoyage et préparation à la mouture.....	14
II.1.1. Nettoyage du blé .....	14
II.1. 2. Préparation à la mouture .....	14
II.2. La mouture du blé tendre.....	15
II.2.1.Principe de mouture.....	15
II.2.2. Les étapes de la mouture.....	15
II.2.2.1. Broyage sur cylindres cannelés .....	15
II.2.2.2. Claquage sur cylindres lisses .....	15
II.2.2.3. Sassage ou tamisage ou blutage.....	15
II.2.2.4. Convertissage.....	15.
II.3. Les différents produits de la mouture .....	16
II.4. Définition de farine.....	17
II.5. Composition biochimique de la farine.....	18
II.6. Caractéristiques physico – chimiques .....	19
II.6.1. Teneur en eau.....	19
II.6.2. Teneur en cendre .....	19
II.6.3. Taux en protéine .....	19
II.6.4. Acidité .....	19
II.7.Caractéristique Technologique .....	19
II.7.1.Test de farinographe .....	20
II.7.2. Indice de chute de HAGERG .....	20
II.7.3. Indice de sédimentation (indice de Zéleny).....	20
II.8. les types de farine et leur principale utilisation .....	20

**Partie II : Etude expérimentale.**

**III. Matériel et Méthodes**

III.1 Matériel .....	22
III.1.1 Matériel végétale .....	22
III.1.2. Produits chimiques et réactifs.....	23
III.1.3. Appareillage .....	23
III.2. Méthodes .....	23
III.2.1. Echantillonnage .....	23
III.2.2. Conservation de l'échantillon.....	23
III.2.3. Analyse physicochimique effectuée sur les graines de blé .....	24
III.2.3.1. Masse à l'hectolitre ou Le poids spécifique (PS).....	24
III.2.3.2. Poids de mille graines .....	24
III.2.3.3. Extractions des fractions protéiques.....	24
III.2.3.4. Dosage des protéines par la méthode de Bradford.....	25
III.2.4.5. Dosage des lipides totaux.....	27
III.2.3.6. Dosage des oligoéléments .....	27
III.2.4. Analyse physicochimique effectuée sur la farine.....	28
III.2.4.1. Taux d'humidité (teneur en eau) .....	28
III.2.4.2. Mesure du pH .....	28
III.2.4.3. Détermination de la granulométrie des farines et taux d'extraction .....	28
III.2.4.4. Détermination de taux des cendres.....	29
III.2.4.5. Dosage de l'amidon total.....	29
III.2.4.6. Teneur en gluten humide.....	31
III.2.4.7. Teneur en Gluten sec.....	31
III.2.4.8. Capacité d'hydratation .....	32
III.2.4.9. Détermination de l'acidité grasse.....	32

## VI .Résultats et discussion

VI.1. Masse à l'hectolitre .....	34
VI.2.Poids de mille graines .....	34
VI.3. Fraction protéiques.....	35
VI.4. Lipides totaux.....	37
VI.5.Dosage des oligoéléments .....	37
VI.6. Teneur en eau .....	38
VI.7.Mesure du pH.....	39
VI.8. Détermination de la granulométrie des farines et du taux d'extraction .....	40
VI.9. Taux de cendre .....	40
VI.10.Dosage de l'amidon total .....	41
VI.11 Gluten humide, sec et capacité d'hydratation .....	42
VI.11.1. Teneur en gluten humide.....	42
VI.11.2.Teneur en Gluten sec.....	43
VI.11.3.Capacité d'hydratation .....	43
VI.12.L'acidité Grasse .....	43
Conclusion.....	45
Référence bibliographique .....	46

ANNEXE





# ***Introduction***

## Introduction

A l'heure où les recommandations alimentaires se font de plus en plus nombreuses, il est bon de se tourner vers des aliments présents depuis des millénaires, comme les céréales qui regroupent le blé, le seigle, l'orge et le triticale, etc ( Doukani et *al.*, 2013).

Le blé est l'un des grains les plus importants au monde, avec une production mondiale annuelle d'environ 600 millions de tonnes. Environ 70% du blé est utilisé pour la production alimentaire (Dziki et Laskowski, 2005).

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins. En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale. Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière (Djermoun, 2009).

Malheureusement la production du blé reste faible, par conséquent notre pays a souvent recours à l'importation du produit afin d'atténuer ce déséquilibre. Les faibles productions se justifient principalement pour les faibles rendements récoltés à travers les campagnes (Bellatreche et Gaouar, 2016).

Le blé tendre (*Triticum estivum* L.), représente la première céréale cultivée au monde en termes de surface et qui (Lanouari et *al.*, 2015).

Il est une source majeure d'énergie, de protéines et de fibres alimentaires dans la nutrition humaine et l'alimentation animale. Actuellement, environ 95% du blé cultivé dans le monde est du blé tendre, la plupart des 5 % restants étant du blé dur (Dziki, Laskowski, 2005).

La transformation des blés tendres est un procédé technologique permettant de produire comme matière principale de la farine (Arbouche et *al.*, 2017).

L'objectif de ce travail est l'évaluation de la qualité physico-chimique de blé tendre destinée aux meuneries. Pour atteindre cet objectif, nous avons jugé utile de structurer le manuscrit comme suite : outre l'introduction et la conclusion générale, il est structuré en trois parties.

La première partie est une synthèse bibliographique dans laquelle sont abordés deux chapitres; dans le premier chapitre nous apportons, principalement, des généralités sur le blé; le deuxième chapitre représente la technologie de transformation du blé tendre; tandis que La deuxième partie étude expérimentale qui comporte deux chapitres: le premier chapitre est

## Introduction

---

consacré au matériels et méthodes et le deuxième chapitre présente l'interprétations des résultats et discussion.

.



***Partie I***  
***Synthèse***  
***bibliographique***



***Chapitre I***  
***Généralité sur le blé***

### I.1. Historique et l'origine de blé

Les documents historiques confirment que Le blé est un des cultures agricoles les plus anciennes et les plus cultivées par l'homme (Atwell, 2001). Il est également devenu le premier grain utilisé pour la consommation humaine en raison de son profil nutritif et de sa récolte, de son entreposage, de son transport et de sa transformation relativement faciles, comparativement aux autres céréales (Posner, 2000). Sa première culture remonte à environ 10 000 ans, ce qui fait partie de la « révolution néolithique » qui a vu passer la chasse et la cueillette de nourriture à l'agriculture sédentaire (Shewry, 2009). C'était l'une des cultures agricoles les plus importantes au monde à être domestiqué. On croit que les variétés sauvages du blé ont d'abord grandi au Moyen-Orient, dans le « croissant fertile » (Singh et Upadhyay, 2016).

Les premières formes cultivées étaient engrais (*Triticum monococcum*), et amidonnier (*Triticum turgidum*), qui sont respectivement des espèces diploïdes (génome AA) et tétraploïdes (génomés AABB). Les deux espèces sont probablement originaires de la partie sud-est de la Turquie (Shewry, 2009) l'amidonnier provenant de l'hybridation spontanée de l'ancêtre d'engrais avec une espèce voisine d'herbe sauvage.

La poursuite de la sélection a entraîné le développement de nouvelles variétés dans le monde entier qui sont souvent devenues adaptées à des zones auparavant impropres à la culture du blé (Oleson, 1994).

Le blé amidonnier a été fondamentalement remplacé par des blés tétraploïdes et hexaploïdes cultivés au cours des 5000 dernières années, et actuellement il s'agit d'une culture relictuelle cultivée pour l'alimentation uniquement dans quelques pays méditerranéens (Singh et Upadhyaya, 2016).

Les blés durs améliorés génétiquement se sont développés à partir du même ancêtre sauvage que l'amidonnier et le durum sont maintenant considérés comme des formes de la même espèce (*Triticum turgidum*) (Shewry, 2017).

Les blés tendre n'ont pas de progénitures sauvages et ne se trouvent que sous forme cultivée dans les champs des agriculteurs qu'il a environ 9000 ans par hybridation entre le blé tétraploïde cultivé et espèces diploïdes sauvage (*Triticum tauschii*) (Singh et Upadhyay, 2016).

En 4000 avant JC, la culture du blé s'est étendue à l'Asie, l'Europe et l'Afrique du nord. De nouvelles espèces de blé se sont développées parce que les premiers agriculteurs ont sélectionné les grains de leurs meilleures plantes de blé pour les utiliser comme semences pour planter la récolte de l'année suivante. De cette façon, seules les meilleures qualités de blé ont été transmises d'une génération à l'autre. Bientôt le blé est devenu une culture mondiale importante (Uthayakumaran et Wrigley, 2017).

## **I.2. Production du blé dans le monde**

La production mondiale de blé est passée de 580 millions de tonnes en 2000/2001 à 735 millions de tonnes en 2015/2016. Le développement de la production mondiale de blé et les principaux pays producteurs sont illustrés à la figure (1). Alors que la Chine et l'Inde produisent principalement pour leur propre consommation, l'Union européenne, la Russie, les États-Unis, Le Canada et l'Ukraine exportent de grandes quantités. De 2000/2001 à 2015/2016, la Russie et l'Ukraine ont augmenté leur production de 26.5 millions de tonnes (77%) et de 17 millions de tonnes (167%), respectivement. En revanche, la production des États-Unis même a diminué de près de 5 millions de tonnes (8%) au cours de la même période. L'augmentation de la production est principalement due à l'augmentation des rendements alors que la superficie récoltée n'a que légèrement augmenté entre 2000 et 2015 (figure 2). Parmi les principaux pays producteurs, seules l'Inde et la Russie ont augmenté leur superficie de blé entre le début des années 2000 et 2015. L'Union européenne avec des conditions de croissance favorables et une production intensive systèmes atteint globalement les rendements moyens les plus élevés, avec 6 t/ha en 2015 par exemple, la Russie n'a obtenu que des rendements de 2,4 t/ha en raison de conditions de croissance moins favorables et de systèmes de production moins intensifs (Wolf et *al.*, 2018).

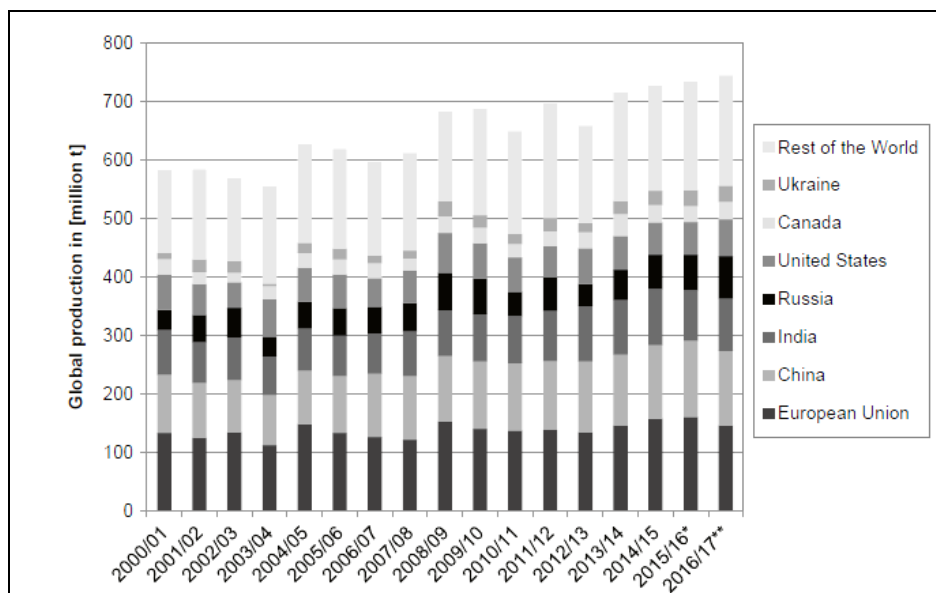


Figure 1. Les principaux producteurs de blé au monde (Wolf et al., 2018) .

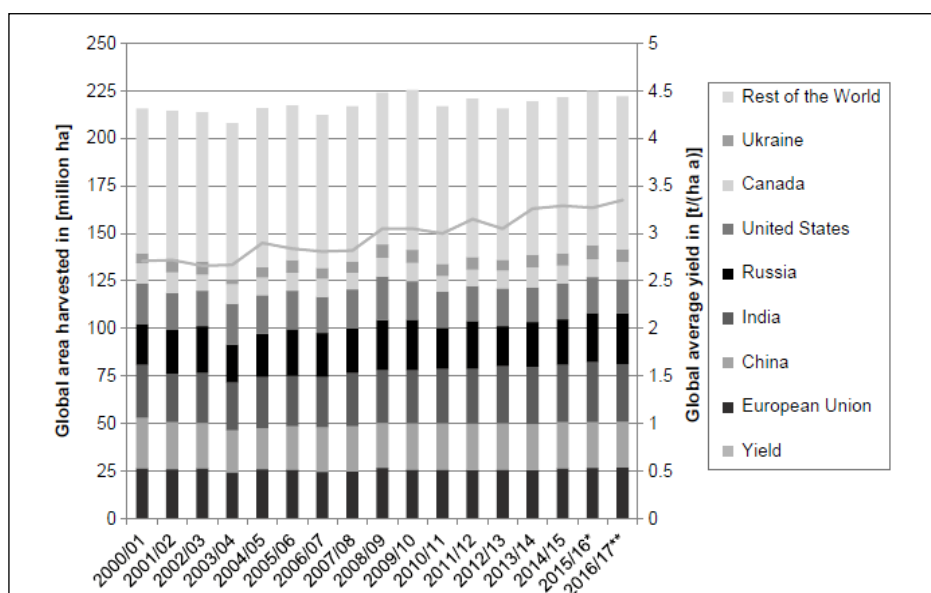


Figure 2. Superficie et la rendement moyens mondiaux de blé récoltée (Wolf et al., 2018).

La production mondiale du blé tendre en 2016/2017 est de 713 millions de tonnes, soit une augmentation de 2.3% par rapport à la même période de 2015/2016. La consommation ainsi que les stocks mondiaux du blé tendre ont augmenté respectivement de 2.4% et 6.7% en 2016/2017 par rapport à la même période de l'année écoulée. Quant aux échanges, ces



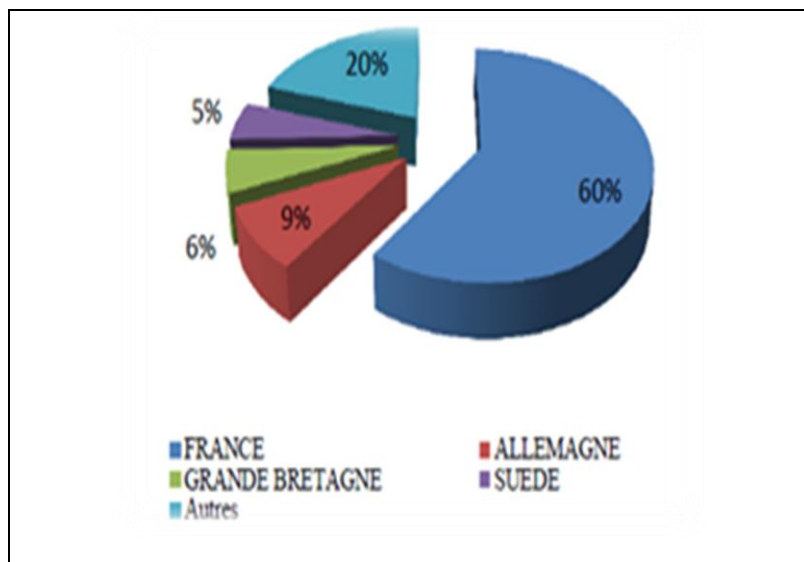
derniers ont augmenté de 3.6% en 2016/2017 par rapport à la même période de l'an dernier (ONFAA, 2017).

### **I.3. Production du blé en Algérie**

Les céréales occupent une place dominante dans l'agriculture en Algérie. Elles constituent avec leurs dérivés l'épine dorsale du système alimentaire Algérien. Les céréales fournissent 54 % des apports énergétiques et 62 % des apports protéiques du ratio alimentaire journalier. Ceci a situé l'Algérie au premier rang mondial pour la consommation de blé par tête d'habitant avec plus de 200 kg devant l'Égypte (131 kg) et la France (98 kg) (Hattab et *al.*, 2016). L'Algérie importe de plus en plus de céréales pour couvrir les besoins alimentaires de sa population, alors que la production locale diminue d'année en année et qu'augmentent sans cesse les quantités importées de l'étranger (Smadhi et Zella, 2009). La production est loin de satisfaire les besoins nationaux malgré l'utilisation des semences sélectionnées. (Arbouche et *al.*, 2017)

La relation entre l'agriculture et le climat en Afrique du Nord, spécifiquement en Algérie, est complexe et compliqué par des facteurs. La sécheresse est un facteur naturel principal de déclin production de blé. L'Algérie, avec une population de 35 millions, est l'un des plus grands importateurs de céréales au monde. Sur En moyenne, 5 millions de tonnes de céréales ont été importées au cours des cinq dernières années; les pics d'importations ont atteint 7.4 millions de tonnes en 2011 et 6.9 millions tonnes en 2012. L'autosuffisance en céréales a chuté de 91% à l'indépendance, en 1962, à 18% en 1990 (Touchan et *al.*, 2016).

La filière blé en Algérie est très fortement dépendante du marché international pour ses importations de matières premières. De plus l'Algérie n'est pas exportatrice de produits céréaliers (Rastoin et Ghersi, 2010). La France est le premier ainsi que le principal fournisseur de l'Algérie en blé tendre avec 3.8 millions de tonnes en 2016, suivi de l'Allemagne (558 261 tonnes en 2016) (ONFAA, 2016).



**Figure 3** : pays fournisseurs de l'Algérie en blé tendre en 2016 (ONFAA, 2016)

Les importations du blé tendre ont atteint 1.49 millions de tonnes (300 millions USD) lors des trois premiers mois de l'année 2017 contre 1,6 millions de tonne (321 millions USD) à la même période de l'année dernière, soit une diminution de 7% en quantité et 6.3% en valeur (ONFAA, 2016).

#### **I.4. Différentes caractéristiques du grain de blé**

##### **I.4.1. Caractéristiques botaniques**

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de famille des *Gramineae*. Tribu *Triticeae* et de la sous-famille des *Pooideae*. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscant, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments (Feillet, 2000). Ce caractère indéhiscant de ces fruits secs appelés akènes (Jeantet et *al.*, 2007).

##### **I.4.2. Caractéristiques génétique**

Le genre *Triticum* comprend des espèces qui se différencient par leur degré de ploïdes (blés (Diploïdes (AA), tétraploïdes (BB AA) et hexaploïdes (AA BB DD) et par leur nombre de chromosomes (14, 28 ou 42)(TiwarietShoran, 2017).Mais seulement deux espèces sont commercialisées dans une large mesure (Feillet, 2000 ; Wrigley, 2010 ;):

- *Triticum aestivum* - pain ou blé tendre, génétiquement hexaploïde avec les génomes A, B et D qui seraient issus d'un croisement naturel entre *T. turgidum ssp. dicoccoides* (AA BB) et *Aegilops squarrosa* (DD).

▪ *Triticum durum* - macaroni ou blé dur, génétiquement tétraploïde, avec les génomes A et B qui provient d'un croisement, également naturel entre *T.monococcum* × *Aegilops* (porteur du génome B) a permis l'apparition d'un blé dur sauvage de type AABB (*Triticum turgidum ssp. dicocoides*) qui a ensuite progressivement évolué vers *T. turgidum ssp. dicocum* puis vers *T.durum* (blé dur cultivé).

#### I.4.3. Caractéristiques physique et histologique

Le grain de blé est un fruit sec indéhiscant (caryopse) constitué d'un unique grain intimement soudé à l'enveloppe qui la contient. Elle a la forme d'un ovale. Le grain peut également varier dans sa longueur de poils de brosse, longs ou courts. Le blé cultivé est le plus souvent cultivé avec des caractéristiques physiques connues (tableau 1). Quant à la structure histologique trois régions distinguant (**figure 4**) étendent la zone de l'extérieur jusqu'au centre de la graine. : Les enveloppes, l'albumen ou l'endosperme et le germe (Valerie, 2008 ; Barron et al., 2012).

##### ✓ Les enveloppes

Comprennent à la fois celles du fruit en périphérie et celles du grain, lié aux premières (Jeantet et al., 2007). Elles ont un rôle de protection de la graine et du fruit (Doumandji et al., 2003), formées de six tissus différents : épiderme du nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe de la graine), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe (Feillet, 2000).

##### ✓ L'Albumen

Se représente 83% du poids du grain (Vaclavik et al., 2008), constitué de l'albumen amylicé (au sein duquel des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois celluloses sont peu visibles) et de la couche à aleurone (Feillet, 2000). L'albumen peut être :

- vitreux (Cas de blé dur)  $\longrightarrow$  Semoule.

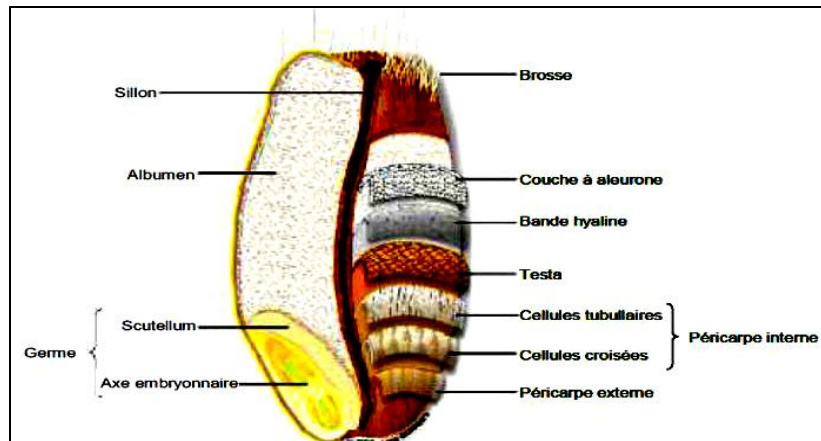
- Il peut être aussi farineux (cas de blé tendre)  $\longrightarrow$  farine.

##### ✓ Le germe

Il compose environ 2.5% de la graine, située à l'extrémité inférieure, composée d'un embryon qui est la section de germination de la graine (qui est lui-même formé de la coléoptile, de la gemmule, de la radicule, du coléorhize et de la coiffe) et du scutellum qui est un organe de transport de la nutrition à l'embryon pendant la germination (Feillet, 2000; Karel, 2000 ; Vaclavik et al., 2008).

**Tableau 1. principales caractéristiques physiques des grains de blé (Jeantet et al., 2007).**

Caractéristiques	Blé dur	Blé tendre
<b>Espèce</b>	<i>Triticum durum</i>	<i>Triticum aestivum</i> ou <i>vulgare</i>
<b>Poids spécifique (kg.hl<sup>1</sup>)</b>	75-85 (souvent >80)	70-80
<b>Masse de mille grains</b>	35 à 50g	25 à 60g
<b>Aspect</b>	Allongée, sillon ouvert, enveloppe blanches, ambrées, épis barbus	Forme ronde, peu allongée sillon fermé, enveloppes rousses, épis peu barbus
<b>Longueur</b>	6 à 9 mm	5 à 8mm
<b>Largeur</b>	2.5 à 4.0 mm	3 à 4mm
<b>Epaisseur</b>	2.2 à 3.2 mm	2.5 à 3.5mm
<b>Caractéristiques physiques de l'amande</b>	Vitreuse, résistante à l'écrasement	Farineuse, peu résistante à l'écrasement
<b>Rendements mouture</b>	Semoule : 70-75% Issues : 18-22% Gruaux D (farine) :5-10%	Farine : 75-80% Son : 12-15% Remoulages : 5-7%
<b>Minéralisation de l'amande (% cendre)</b>	≈0,70%	≈0,30-0,35 %



**Figure 4 : Composition histologie de graine de blé** (Surget et Barron, 2005)

### I.5. Composition biochimique du grain de blé

Les grains de blé sont principalement composés de glucides (65-75% d'amidon et de fibres) et de protéines (7-12%), mais aussi contiennent des lipides (2-6%), de l'eau (12-14%) et des micronutriments.

Les grains de blé sont une bonne source de les minéraux (en particulier le magnésium) et les vitamines B, et contenir un certain nombre de molécules présentant intéressante activités: vitamine E, antioxydant compounds (phénolique acides, caroténoïdes, etc.) et des composés actifs tels que les lignanes (Hemery et *al.*, 2007).

#### I.5.1. L'eau

Le pourcentage du blé en eau varie selon la variété et le temps de récolte. Il est d'environ 13,5%, ce pourcentage a deux effets différentes : Il permet d'une part une aptitude de stockage à long durée et inhibe d'autre part le développement des micro-organismes notamment les moisissures (Fredot, 2005).

#### I.5.2. Les glucides

L'amidon est l'élément le plus abondant (environ 63-72 %) blé est présent dans l'endosperme (Šramková et *al.*, 2009).

L'amidon se produit dans graine sous forme de granules. Le blé a deux types de graine d'amidon: grand (25-40  $\mu\text{m}$ ) lenticulaire et petit (5-10 $\mu\text{m}$ ) sphériques. Les petits granules, représentant environ 88% du total des les granules.

L'amidon est essentiellement un polymère de glucose. Chimiquement, au moins deux types de polymères sont distinguables: amylose et amylopectine (Der Borghet et *al.*, 2004).

### I.5.3. Les protéines

La protéine est considérée comme le nutriment le plus important pour les humains et les animaux, comme le l'origine de son nom, du grec *proteios* pour primaire (Van Der Borghet *al.*, 2004). Le grain de blé contient environ 12% de protéines, qui se trouvent dans l'endosperme (Šramková *et al.*, 2009).

Les protéines de blé ont été classées traditionnellement en fonction de leur solubilité Propriétés. Le premier schéma de fractionnement complet pour les protéines de blé a été développé par Osborne (1907). Il était basé sur la solubilité différente des protéines dans divers solvants:

- Albumine: soluble dans l'eau.
  - Globuline: soluble dans une solution de sel.
  - Gliadine: soluble dans l'éthanol aqueux à 70%.
  - Glutenin: soluble dans l'acide dilué ou alcalin (Wrigley *et al.*, 2017).
- Les albumines sont les plus petites protéines de blé, suivies en taille par les globulines.
- Les gliadines et les gluténines sont des protéines complexes à haute masse moléculaire. La fraction d'albumine et de globuline couvre environ 25% des protéines totales des grains, Les gliadines et les gluténines sont des protéines de réserve et couvrent environ 75% du contenu protéine totale (Šramková *et al.*, 2009).

### I.5.4. Les lipides

Contrairement aux fractions amidon et protéine, la fraction lipidique est mineure composant de la graine de blé, constituant environ 3-4% du poids blé complet (Arendt et zannini, 2013). Les lipides des grains de blé Basé sur la solubilité sous spécifique conditions d'extraction. Les lipides sont classés comme lipides d'amidon, libres et liés, et lipides non amyliacés (NSL) (Malik *et al.*, 2009).

### I.5.5. Autres constituants

#### ❖ Minéraux

Les minéraux forment une petite partie du grain de blé et une proportion encore plus petite de l'endosperme (environ 1%). Principaux constituants du la fraction minérale sont les phosphates et les sulfates de K, Mg et Ca. Là sont également des quantités significatives de Fe, Mn, Zn et Cu, ainsi que des traces de nombreux autres éléments (Arendt et zannini, 2013).

Un rapport indique les teneurs suivantes, en mg par kg, fer 18-31, zinc 21-63, cuivre 1.8-6.2, manganèse, 24-37 et sélénium 0.04-0.71 (Posner, 2000).

#### ❖ Vitamines

Les chiffres publiés concernant la teneur en vitamines du blé varient considérablement, mais le grain est considéré comme une source importante de vitamine thiamine, de niacine et de vitamine B6 (Posner, 2000).

#### ❖ Enzymes

Il y a certainement des centaines, peut-être des milliers, de différents types d'enzymes dans le blé, puisque pratiquement toutes les réactions qui constituent les activités métaboliques de la plante sont expulsées et guidées par ces catalyseurs organiques. Parmi ces enzymes on trouve les amylases, les B-amylases, les enzymes débranchâtes, les cellulases, les B-glucanases et de nombreuses glucosidases (Posner, 2000).

### I.6. Utilisation de blé

Près de 80% de la production mondiale de blé est consommée dans le pays où il est cultivé; la balance doit être stockée ou exportée. Utilisation ou disparition du blé peut être décomposée en quatre catégories: la nourriture, aliments, semences et autres (principalement industriels) (Oleson, 1994).

#### ❖ Dans l'alimentation humaine

De nombreux pays, le blé est la principale composante de l'alimentation. Il a un bon profil nutritionnel et permet la fabrication d'une grande variété de produits agréables et satisfaisants. Ces produits nécessitent la farine de caractéristiques sélectionnées qui sont atteintes grâce à un bon équilibre de la dureté des grains et la teneur en protéines. Donc pour la production de gâteaux, biscuits et pâtisserie, la farine de blé tendre contenant moins de 10% de protéines est suffisante d'autre part, la farine de blé dur à teneur en protéines 4 et 15% sont requis pour la production de pâtes. Pour la production de pain, La farine de blé contenant entre 12 et 13% de protéines est nécessaire afin d'obtenir un produit final avec un volume, une texture et une structure élevés (Arendt et Zannini, 2013).

#### ❖ Dans l'alimentation animale

Environ 17-20% de la production mondiale de blé est utilisée pour nourrir les animaux et la volaille. Bien que le blé ne soit pas l'ingrédient principal dans le monde entier, La demande croissante de viande, en particulier dans la région Asie-Pacifique, a conduit à un besoin

croissant de protéines pour nourrir la volaille, les porcs et les bovins. En conséquence, une augmentation du cheptel nécessite une augmentation de la production de grain d'alimentation (FAO, 2009).

#### ❖ Dans industrie

Les autres utilisations, principalement industrielles, du blé représentent environ 6% de la production. Cela comprend le traitement du blé en amidon et en gluten, qui ont un large éventail d'usages et d'autres utilisations telles que l'enrichissement en protéines de farine; un agent de liaison ou de renforcement dans certains produits alimentaires transformés; et la production d'alcool éthylique, de plastiques, de vernis, de savons, de caoutchouc, cosmétiques, etc.... (Oleson, 1994).

### I.7. Les Conditions de culture

Le blé est une culture robuste et peut être cultivé dans un large éventail de conditions environnementales (Atwell, 2001). Elle est très adaptable, et différentes variétés de blé sont adaptées pour cultiver à des altitudes allant du niveau de la mer à 3500 m et entre les latitudes 60 Nord et Sud; il est cultivé dans pratiquement toutes les zones climatiques à l'exception des tropiques des basses terres (Winch, 2006). L'Ukraine, la province de Buenos Aires en Argentine, les plaines d'Europe, les États du sud-est et du sud-ouest de l'Australie, ainsi que les grandes plaines des États-Unis et du Canada comptent parmi les régions de blé les plus réputées au monde (Atwell, 2001).

Sa période de croissance varie entre 95 et 150 jours environ, avec une moyenne approximative de 130 jours. Parfois, il est possible de cultiver deux récoltes de blé par an, mais cela est dangereux et peut conduire à une accumulation de rouille et d'autres maladies (Winch, 2006).

Le blé montre des exigences élevées en termes de température et de besoins en eau ou elle est généralement moins tolérante à la sécheresse ou à des précipitations irrégulières, mais peut parfois produire une récolte avec seulement 200-500 mm au cours de sa période de croissance.

En outre, les sols riches en nutriments devraient être favorisés pour la culture intensive afin d'obtenir des rendements élevés (Winch, 2006 ; Wolf *et al.*, 2018).





***Chapitre II***  
***Technologie de***  
***transformation du blé***  
***tendre***

## Objectif

La transformation du blé a pour objectif principal de le rendre plus apte (aspects nutritionnels, sécurité alimentaire, praticité, etc...) et plus agréable à la consommation humaine tout en assurant une aptitude à la conservation (Jeantet et *al.*, 2007).

### II.1. Nettoyage et préparation à la mouture

#### II .1.1. Nettoyage du blé

Les grains de blé doivent être débarrassés de toute leur impureté avant d'être envoyés sur le premier broyeur : grains étrangères, grains d'autres céréales, pailles, pierres, pièces métallique, d'animaux (rongeurs, insectes).il est également souhaitable d'éliminer les blés mal venus (grains échaudés, ergotés et fusariés) dont la présence pourrait nuire à la qualité des farines (Feillet, 2000).

**Tableau 2. Principales machines de nettoyage des blés avant broyage (Feillet, 2000).**

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

#### II .1.2. Préparation à la mouture

Selon Doumandji et *al.* (2003), cette préparation répond à un double objectif :

1. Assouplir l'écorce du grain et faire en sorte que son humidité soit légèrement supérieure à celle de l'amande.
2. Amener l'amande farineuse dans un état physique tel que sa transformation en farine sera obtenue de la manière la plus rapidement possible.

Cette préparation du blé à la mouture se compose de plusieurs étapes :

- **Mouillage (humidification du grain)** : au départ le grain de blé possède une teneur en eau égale à 11 ou 12 % .le grain est humidifié jusqu' a 16 ou 17 %. Cette action se fait simplement par adition d'une certaine quantité d'eau au blé.

- **Le conditionnement (temps de repos)** : cette opération a pour but de permettre à l'eau de pénétrer dans le grain et de bien se répartir dans l'amande farineuse.
- **Brossage** : identique à celui qui prend place après triage .la brosse qui se trouve ici fonctionne à la cadence du moulin et parfait le nettoyage des grains juste avant le broyage.
- **Pesage** : le deuxième pesage intervient grâce à une bascule automatique .cette opération donne le poids du blé propre avant sa mise en mouture

## **II .2. La mouture du blé tendre**

### **II .2.1. Principe de mouture**

La mouture consiste à écraser le grain de blé pour transformer son amande en farine et en éliminant le plus possible les enveloppes et le germe. Cinq opérations sont nécessaires pour obtenir la mouture : broyage, blutage, sassage, claquage et convertissage (Bourson, 2009).

### **II .2.2. Etapes de la mouture**

Selon (Boudreau et Ménard (1992), la mouture de blé tendre comprend les étapes suivant :

#### **II .2.2.1. Broyage sur cylindres cannelés**

L'amande est séparée de ses enveloppes, puis broyée en passant dans plusieurs cylindres successifs. On obtient de la farine de broyage (amande écrasée en semoule) et de son qui est éjecté de circuit.

#### **II .2.2.2. Claquage sur cylindres lisses**

La farine de broyage passe sur les rouleaux lisses qui écrasent de plus en plus finement et la séparent du germe; on obtient la farine de claquage.

#### **II .2.2.3. Sassage ou tamisage ou blutage**

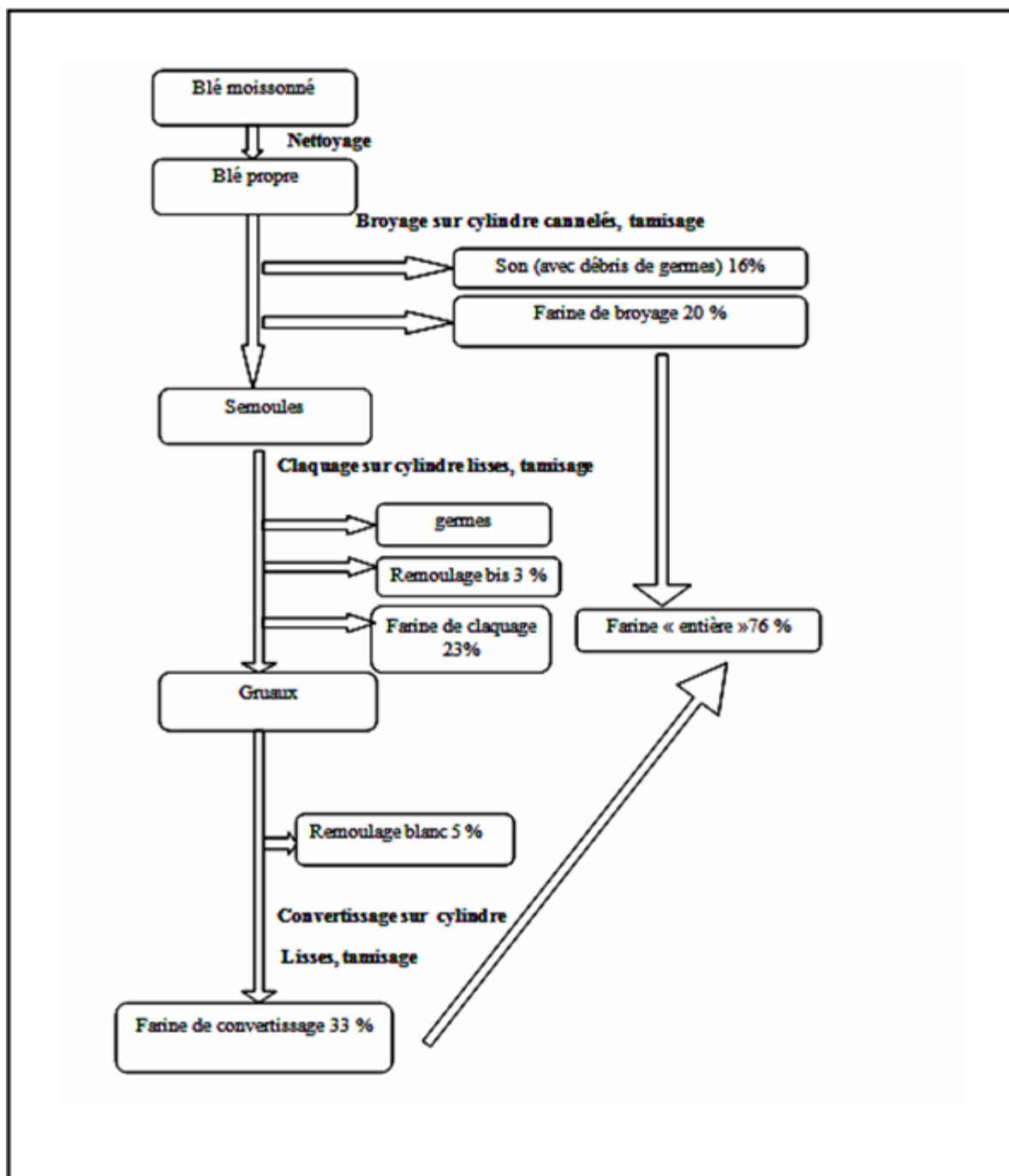
Les farines sont tamisées (blutées) sur des grilles de plus en plus finesse (Roudaut et Lefrancq, 2016).

#### **II .2.2.4. Convertissage**

La même opération est répétée jusqu' à obtenir des particules  $< 100 \mu\text{m}$  ; on obtient la farine de convertissage (farine très fine et très blanche).

### II .3. Les différents produits de la mouture

- **La farine :** Le principal produit de la mouture, constituée par des particules très fines de l'amande de grains de blé.
- **La semoule :** Elle correspond à des morceaux d'amande qui sont plus ou moins vertus d'enveloppes.
- **Les finots :** Sont des semoules très fines et très pures, ils proviennent des passages du broyage.
- **Les gruaux :** Sont des produits analogues aux finots. Ils proviennent de réduction des semoules en tété du claquage et du convertissage.
- **Les issues :** Sont des produits finis autres que la farine, parmi les issues on distingue différents types.
- **Les sons :** Sont des couches externes grossières du grain de blé qui sont séparées du grain nettoyé et récuré. Il s'agit principalement des gros morceaux de son qui restent après l'extraction de la farine du blé (Posner, 2009).
- **Les remoulages :** Appelés parfois farine deuxième, sont constitués de fragments d'enveloppes de couleur rougeâtre et des couches d'aleurone. On peut distinguer le remoulage blanc qui représente le refus en fin de claquage qui est riche en farine et le remoulage bis de couleur rougeâtre, formé de fragments d'enveloppes.
- **Les farines basses :** Le produit de la mouture de l'amande périphérique, à couleur plus sombre que la farine panifiable et contient des traces d'enveloppes brisées finement. Sa texture est toutefois plus grossière et est appelée aussi farine troisième (Arbouche et *al.*, 2017).



**Figure 5:** Schéma générale de mouture du blé tendre (Roudaut et Lefrancq, 2005)

#### II .4. Définition de farine

Selon le codex alimentarius, la farine de blé est le produit élaboré à partir des grains de blé ordinaire, *Triticum aestivum* L. ou blé ramifié, *Triticum compactum* Host., ou tous mélanges de ces derniers, par procédés de mouture ou de broyage dans lesquels le son et le germe sont partiellement éliminés et le reste réduit en poudre suffisamment fine.

## II .5. Composition biochimique de la farine

### ▪ Eau

La farine du blé tendre est l'ingrédient de base dans la panification, elle est principalement constituée (14 %) de l'eau (Goesaert et *al.*, 2005).

### ▪ Amidon

Ce glucide est l'élément qui se trouve en plus grande quantité dans l'albumen et peut atteindre 82% de la matière sèche de la farine (Boudreau et Ménard, 1992).

### ▪ Protéines

Du point de vue quantitatif, les protéines sont le deuxième élément en importance dans la farine. Leur teneur varie de 8 % à 16 % (base sèche) .dans la farine de blé de 70 à 80 protéines différentes ont été identifiés dont les quatre classes principales sont les albumines, les globulines, les prolamines (gliadines) et les glutamines (glutamines) (Boudreau et Ménard, 1992).

### ▪ Lipides

Les principales matières grasses de farine sont des acides gras (acides palmitique, stéarique, oléique, linoléique et linoléique), des glycérides simples (principalement des triglycérides, mais également des mono et des di glycérides), des glycolipides et des phospholipides.

On Estime que 20 à 30 % des lipides de la farine, selon le mode de conduite de la mouture, sont issus de germe et de la couche à aleurone, les 70 à 80 % résiduels provenant de l'albumen (Feillet, 2000).

### ▪ Matières minérales

Représentant 0.45 à 0.60 %, les teneurs en matières minérales sont peu importantes. La pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidu minéral. Les Matières minérales de la farine apparaissent après calcination, les résidus se retrouvent sous la forme de cendres.

Le taux de sels minéraux de la farine est en fonction du degré de minéralisation du grain surtout des paramètres du conditionnement et du diagramme de mouture (taux d'extraction), mise en œuvre par le meunier (Feillet, 2000).

### ▪ **Enzymes**

Les enzymes sont présentes en petite quantité dans farine. Les plus courantes sont des les protéases les lipases, les lipooxygénases et amylases quoique la documentation aussi la présence de phytases (une phosphatase), de peroxydases et de catalases (Boudreau et Ménard, 1992).

### ▪ **Vitamines**

Le blé contient une quantité appréciable de vitamines que l'on retrouve surtout dans le son et le germe. On retrouve les vitamines du groupe B avec une teneur d'environ 4.6 mg /kg de grain et la riboflavine avec 1.3 mg/kg. La mouture détruit une partie d'entre eux. Les vitamines C et D sont absentes du grain ; par contre le blé est riche en vitamine E qui peut agir comme agent antioxydant (Feillet, 2000).

## **II .6. Caractéristiques physico–chimiques**

**II .6.1. Teneur en eau :** Le taux d'humidité de la farine est un facteur important de conservation et de stockage (inférieur ou égal à 15.5 % (NA 11 –32 –199).

**II.6.2. Teneur en cendre :** La détermination du taux des matières minérales, principalement réparties dans les enveloppes et les germes, qui donne une indication sur le taux d'extraction pour le meunier (0.67 % Tolérance 0.00 (NA 733)).

**II .6.3. Taux en protéine :** La teneur en protéines, par son intérêt technologique et nutritionnel, est un élément de la valeur d'utilisation du blé.

Le gluten est un principal élément de la farine qui se trouve en proportion beaucoup plus grande, c'est à leurs propriétés fonctionnelles très particulières que la farine doit son aptitude à la panification. Dans les farines, l'accroissement de la teneur en protéines se traduit par une augmentation de la pression P et du gonflement G des alvéogrammes, (Feillet, 2000).

**II.6.4. Acidité :** Les mauvaises conditions de conservation s'accompagnent par d'autres phénomènes, d'une dégradation enzymatique des lipides se traduisant par un accroissement de l'acidité du milieu cette acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique (0.045 % tolérance 0.015).

## **II .7. Caractéristique Technologique**

### **II .7.1. Test de farinographe**

Le Farinographe est l'un des tests de qualité de la farine les plus couramment utilisés dans le monde. Les résultats sont utilisés comme paramètres dans la formulation pour estimer la quantité d'eau nécessaire pour faire une pâte, pour évaluer les effets des ingrédients sur les propriétés de

mélange, pour évaluer les exigences de mélange et pour vérifier l'uniformité de la farine. Les résultats sont également utilisés pour prédire les effets du traitement, y compris les exigences de mélange pour le développement de la pâte, la tolérance au mélange excessif et la consistance de la pâte pendant la production. Les résultats du farinographe sont également utiles pour prédire les caractéristiques de la texture du produit fini (Shelton, 2004).

### **II .7.2. Indice de chute de Hagerg**

Cette méthode est basée sur la capacité de l' $\alpha$ -amylase à liquéfier un gel d'amidon. L'activité de l'enzyme est mesurée par le nombre de chutes, défini comme le temps nécessaire pour agiter et laisser l'agitateur tomber à une distance mesurée à travers une farine aqueuse chaude ou un gel de farine en cours de liquéfaction (AACC, 1999).

### **II .7.3. Indice de sédimentation (indice de Zélény)**

Cet indice est Basé sur la capacité des protéines du gluten à gonfler sous l'influence de l'acide lactique, cette méthode mesure la force relative du gluten dans la farine de blé. Les volumes de sédimentation (valeurs) reflètent les différences de quantité de protéines et de qualité des protéines. Il existe une corrélation positive entre le volume de sédimentation et la force du gluten, ou le volume du pain (Pinckney et *al.*, 1957).

La valeur de la sédimentation ou indice de Zélény peut varier entre 15 ml pour les farines les plus faible à 80ml pour les valeurs les plus fortes pour les blés destinés à la boulangerie courante, la plage de 30 à 40 ml est souhaitable. Les blés dont l'indice est inférieur à 20 ml sont acceptés pour la commercialisation et destinés à la biscuiterie (Jeantet et *al.*, 2007).

### **II .8. Types de farine et leur principale utilisation**

La classification des farine en France est basée sur la teneur en cendres ou matières minérales (Jeantet et *al.*, 2007).



**Tableau 3. Les types de farine et leurs principales utilisations** (Roudaut et Lefrancq, 2005).

Types	Taux d'extraction (%)	Taux de cendre ( % matière sèche)	Utilisation
<b>Type 150 (farine complète)</b>	94 à 96	>1.40	Pain complet.
<b>Type 110 (farine bise)</b>	85 à 90	1 à 1.20	Pain bis
<b>Type 80</b>	80 à 85	0.75 à 0.90	Pains spéciaux.
<b>Type 65</b>	78	0.62 à 0.75	Biscuiterie.
<b>Type 55 (farine blanche usuelle)</b>	74	0.50 à 0.60	Pains courants, biscottes, biscuits, viennoiserie, pâtisserie.
<b>Type 45 (farine très blanche)</b>	68	< 0.50	Pâtisserie, farine de gruau (plus riche en gluten), sauces.



***Partie II***

***Etude Expérimentale***



***Chapitre III***  
***Matériel et méthodes***

### III. Matériel et Méthodes

#### III.1. Matériel

Notre travail a été réalisé au niveau des laboratoires du département de microbiologie appliquée et des sciences alimentaires de la faculté des sciences de la nature et de la vie, de l'université de Jijel.

##### III.1.1. Matériel végétale

Notre étude a porté sur trois échantillons de blé tendre importé de trois payses (Française TF, Argentine TA, et Etats-Unis TU). Ces échantillons nous ont été délivrés par l'OAIC au niveau du port Djen-Djen de Jijel en 2018.



**Photos 1. Les trois échantillons de blé tendre**

**TU:** blé tendre des Etats-Unis, **TF** : blé tendre Française, **TA:** blé tendre Argentine

##### III.1.2. Produits chimiques et réactifs

Pour la réalisation de ce travail nous avons utilise ce qui suit :

- Acide acétique 0,2 N ;
- Acide nitrique ;
- Acide chlorique (HCl) 0,5 M ;
- Solution d isopropanol à 55 % ;
- Tris HCl 100mM, NaCl 0,5 M ;
- Bleu de coomassie ;
- Acide orthophosphorique à 85 % ;
- Chloroforme
- Méthanol
- Solution d'éthanol à 95 %
- Solution salée de NaCl 25 %
- Réactif I<sub>2</sub>/KI

### III.1.3. Appareillage

Nous avons utilisé ce qui suit :

- Appareil agitateur électrique muni d'un barreau magnétique ;
- Appareil de rotavapor (L'évaporateur rotatif) (BUCHI) ;
- Balance analytique ;
- Vortex
- Bain Marie (Mettler) ;
- Dessiccateur ;
- Moulin traditionnelle;
- Centrifugeuse électrique (MAX) (Hettich);
- Etuve électriques (Mettler) ;
- Four à moufle pour le dosage des cendres (Furnace) ;
- Mortier ;
- Micropipettes (Microlitre)
- pH-mètre (HANNA) ;
- Tamis normalisés de 100  $\mu\text{m}$  , 250  $\mu\text{m}$ ,
- Tamis normalisés de 250  $\mu\text{m}$  ;
- Verrerie courante de laboratoire ;
- Spectrophotomètre UV-visible (Jenway).

### III.2. Méthodes

#### III.2.1. Échantillonnage

On a pris trois échantillons représentatifs de chaque type de blé tendre

#### III.2.2. Conservation de l'échantillon

Après le prélèvement dans échantillons, on les met dans des sachets propres, secs et fermés.

La température de conservation est celle du laboratoire.

### III.2.3. Analyse physicochimique effectuée sur les graines de blé

#### III.2.3.1. Masse à l'hectolitre ou Le poids spécifique (PS)

➤ **Mode opératoire**

La valeur de 1 d'hectolitre égal 100L, donc La masse à l'hectolitre est calculée à partir d'une masse des graines de blé tendre, qui on a déposé dans une éprouvette de 500 ml, puis le poids est déterminé par la pesée et exprimé en kilogramme par hectolitre .

#### III.2.3.2. Poids de mille graines

➤ **Mode opératoire**

Pesée d'une quantité de l'échantillon ( $m_0 = 30g$ ), séparation des graines entiers, suivie du comptage des graines entières (journal officiel de la république algérienne N° 1, 2013)

➤ **Expression des résultats**

Le poids, en gramme, de 1000 graines est donné par la formule suivant :

$$\text{Poids de mille grains (g)} := (m_0 \times 1000) / N$$

Où :

P : poids de grains entier

N : Nombre de grains entiers.

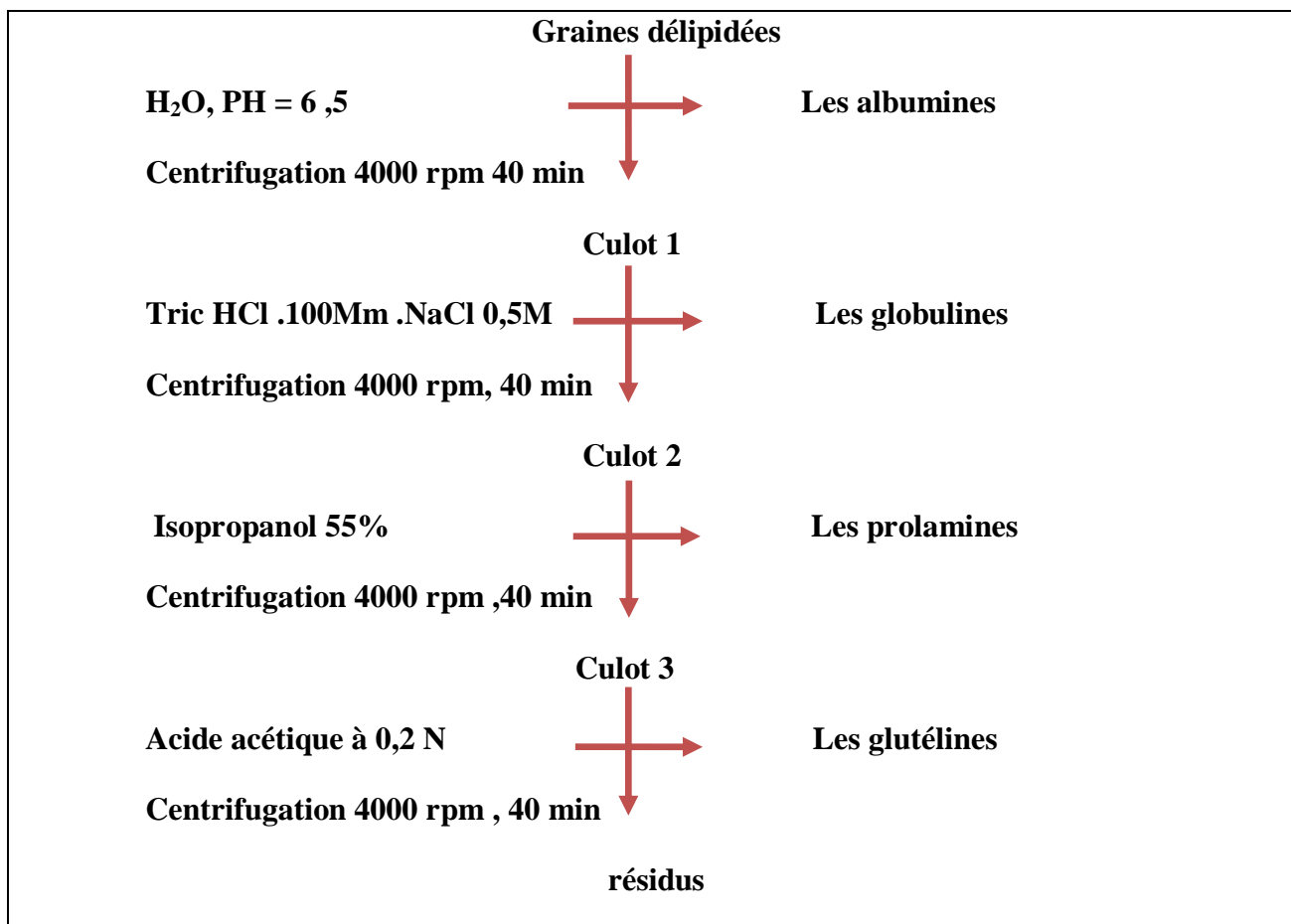
#### III.2.3.4. Extraction des fractions protéiques

Afin d'extraire toutes les classes des protéines de réserve du grain de blé tendre, nous avons mis au point un protocole de fractionnement des différentes catégories de protéines, se basant sur leurs différences de solubilité (Osborne, 1924). Puis la concentration en protéines de chaque fraction est déterminée par la méthode de Bradford.

➤ **Mode opératoire**

L'ensemble des étapes du fractionnement est résumé dans la Figure. Les graines, préalablement délipidées par la méthode du Tsen et *al.* (1962), sont broyées énergétiquement dans de l'eau distillée à raison de 0,1 g/10 ml de tampon. L'homogénat est centrifugé à 4000 rpm pendant 40 min.

Un aliquote (50 $\mu$ L) du surnageant, qui contient les albumines solubles, est récupéré pour le dosage des protéines. Ensuite, le premier culot est homogénéisé de nouveau dans une solution de Tris HCl 100 mM, NaCl 0,5 M de pH=8,1, pour l'extraction de la fraction globulines, après centrifugation dans les mêmes conditions que précédemment. De même, le culot 2 est repris dans une solution d'isopropanol à 55 %; après homogénéisation et centrifugation, les prolamines sont récupérées. Enfin, le culot 3 servira pour l'extraction des gluténines par une solution d'acide acétique 0,2 N



**Figure 6.** Protocole expérimental de l'extraction des différentes classes de protéines de réserve de graines de blé tendre (Nasri et Triki, 2007).

### III.2.3.5. Dosage des protéines par la méthode de Bradford

L'estimation des quantités de chaque catégorie de protéines est réalisée selon la méthode de dosage de Bradford (1976).

➤ **Mode opératoire**

• **Préparation de bleu de coomassie**

Le bleu de coomassie a été préparé comme suit : 100 mg de poudre de bleu de Coomassie G 250 sont dissous dans 50 ml d'éthanol, puis on y ajoute 100 ml d'acide ortho phosphorique à 85 %. Le mélange résultant est ajusté avec de l'eau distillée à un volume final de 1000 ml, puis filtré par papier filtre et conservé à froid (4 °C).

• **Préparation des dilutions**

Au début, on a préparé la solution mère de BSA à raison de 2 mg/ml. A Partir de la solution mère préparée on réalise des dilutions on prend 0,5 ml et on met dans un tube contient 0,5 ml de l'eau distillée puis a partir de cet tube on prend 0,5 ml et on le met dans 2<sup>ème</sup> tube contient 0,5 ml de l'eau distillée donc, on obtient une concentration de 0,25 mg/ml et on continue comme ça jusqu'à une concentration de 0,015 mg/ml.

• **Préparation de la gamme d'étalonnage**

Cette méthode est une méthode relative c'est à dire que l'on réalise d'abord une gamme (ou étalon) à partir de quelques tubes de concentrations connues. On utilise généralement de la BSA (Bovine Sérum Albumine) comme protéine standard. Cette gamme permet d'établir un courbe étalon de la concentration en fonction de l'absorbance mesurée. Les concentrations utilisées pour cette gamme doivent être comprises dans la zone linéaire du colorant utilisé.

Nous avons choisir 4 points pour tracé le droite pour un volume réactionnelle total de 2,1 ml par échantillon.

Après illustration de la couleur pendant 5 min, la densité optique du mélange est déterminée 595 nm à l'aide d'un spectrophotomètre UV-visible

• **Traçage de la courbe d'étalonnage**

On a tracé la droite  $[\text{protéine}] = f(\text{ABC})$  d'approximation linéaire (passant par l'origine)

• **Mesure des différentes classes de protéines de réserves extraites**

Pour déterminer la concentration de différents classes de protéines de réserve de graines de blé tendre on a préparée une cuve avec 2 ml et on a ajouté 0,05 ml (50 µl) de l'échantillon



(les 4 fractions protéiques extrait) et 0,05 ml de l'eau distillée puis on effectue la lecture de l'absorbance à 595 nm (tableau 5)

**Tableau 4 :** Mesure des différentes classes de protéines de réserves extraites (Nasri et Triki, 2007).

Classes protéiques extraites	Albumine	Globulines	Prolamines	Glutélines
<b>Volume d'échantillon (ml)</b>	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>H<sub>2</sub>O (ml)</b>	0.05	0.05	0.05	0.05
<b>Réactifs de Bradford (ml)</b>	2	2	2	2
<b>Absorbance à 595 nm</b>				

### III.2.3.6. Dosage des lipides totaux

On a utilisé une méthode gravimétrique qui a été décrite par Tsen et *al.* (1962). Cette méthode est une adaptation aux produits céréaliers du procédé classique de purification de Folch et *al.* (1957) mis au point par Bligh et Dyer (1959) dans le cas des lipides de tissus animaux.

#### ➤ Mode opératoire

On a dispersé 4g des graines de blé tendre bien broyées à l'aide d'un mixeur dans un mélange (A) de méthanol (16,66 ml), de chloroforme (8,33 ml) et d'eau (6,66 ml). Après 2 min, 8,33 ml de chloroforme est ajouté (mélange B) et la dispersion est poursuivie pendant 30s. Après addition de 8,33 ml d'eau (mélange C), l'homogénéisation finale est effectuée pendant 30 s. Le mélange est centrifugé pendant 30 min à 5000 g.

On a prélevé la phase chloroformique que l'on introduit dans un ballon taré ; après distillation du solvant à l'aide d'une évaporation rotative sous vide, on détermine la quantité de lipides par gravimétrie.

### III.2.3.7. Dosage des oligoéléments

La technique de digestion humide et totale consiste à peser 1g de graine de blé broyée et tamisée, lui ajouter un mélange de 6ml d'acide chlorhydrique (HCl) et 2 ml d'acide nitrique (HNO<sub>3</sub>), à chaud (100 °C pendant 1 heure) au bain de sable. Après évaporation quasi-totale, ajouter à chaud à 100 °C une autre quantité d'eau régale (12 ml). Lorsque tout le solide a disparu, évaporer l'excès d'acide, et introduire 5 ml d'eau déminéralisée afin de solubiliser les métaux et ajuster à 25 ml et cette solution obtenue a été utilisée pour la détermination des éléments minéraux (Hoenig et de Kersabiec, 1996).

Deux éléments (Zn, Cu) ont été déterminés, par spectrométrie d'absorption à flamme qui est obtenue par la combustion d'un mélange de l'air/acétylène après digestion humide. Les mesures d'absorption ont été effectuées conformément aux instructions du fabricant sur les longueurs d'onde, la lampe et d'autres spécifications.

### III.2.4. Les analyses physicochimiques effectuées sur la farine

#### III 2.4.1.Taux d'humidité (teneur en eau) : AFNOR NF ISO 711

##### ➤ Mode opératoire

La méthode est très simple une quantité de 5g de farine est placée dans des creusée, après on a les placée dans un étuve électrique à 130-135°C pendant 90 min. Une fois L'échantillon est refroidi à température ambiante le résidu est pesé. La quantité de perte de poids est la teneur en humidité.

Les résultats de teneur en humidité sont exprimés en pourcentage.

$$\text{Teneur en eau(\%)} = (m_0 - m_1 / m_0) \times 100.$$

$m_0$  : masse de prise d'essai (en gramme)

$m_1$  : masse de prise d'essai après étuvage (en gramme)

#### III.2.4.2. Mesure du pH

Pour l'estimation de l'acidité ou l'alcalinité de nos échantillons, une solution est préparée à base de 45 ml d'eau distillée additionnée à 5g de farine. Après une heure de repos avec une agitation continue, la mesure du pH est réalisée à l'aide du pH mètre (Multon, 1982).

#### III.2.4.3.Détermination de la granulométrie des farines et taux d'extraction

Le but de ce test est de définir le taux de rendement de la farine et de mesurer le poids de refus ou la perte. Pour déterminer la granulométrie, nous avons fait passer 30 g de blé broyé par moulin traditionnel à travers une série de tamis de diamètres des mailles différents : 1000 µm, 500 µm et 250 µm. Le refus a été pesé chaque fois et le rendement a été calculé comme suit (AACC No.55-30.01) :

$$\text{R.F} : (p_1/p_0) \times 100$$

Où :

$P_0$  : poids de l'échantillon (prise d'essai) ;

$P_1$  : poids de la farine après tamisage

#### III.2.4.4. Détermination du taux des cendres (ISO 2171, 2007)

##### ➤ Mode opératoire

Dans des creusées à incinération préparé 2 g de farine bien mélangé ont été pesés et placés dans le four préalablement chauffé à 550 °C durant 12 h jusqu'à l'obtention d'une cendre gris clair ou à poids constant, après avoir retiré les nacelles du four et les refroidir dans le dessiccateur, on les a pesées rapidement après avoir atteint la température ambiante.

On a effectué deux déterminations pour le même échantillon.

##### ➤ Expression des résultats

Le taux de cendre est exprimé en pourcentage par rapport à la matière sèche, est donné par l'équation :

$$TC (\%) = (m_1 \times 100 / m_0) \cdot (100 / 100 - H)$$

Où :

TC : taux de cendres.

$m_0$  : la masse, en grammes, de la prise d'essai.

$m_1$  : la masse, en grammes, des cendres.

H : la teneur en eau, en pourcentage par masse, de l'échantillon.

#### III.2.4.5. Dosage de l'amidon total

##### ➤ Mode opératoire

L'extraction et le dosage de l'amidon a été réalisée comme suite, on a pesée environ 0,1 g de farine bien broyée puis on ajoute 5 ml de KOH 1N. Le mélange est neutralisé ensuite avec 5 ml de HCl 1N, puis on a mis en ébullition dans un bain -marie pendant 15 min et réajusté à 10 ml avec l'eau distillée. Après centrifugation, on a récupéré le surnageant pour faire l'objet du dosage. Un essai à blanc est préparé en présence d'amidon standard, puis analysé dans les mêmes conditions. Le mélange amylose et amylopectine présente le maximum d'absorption à 580 nm, alors que l'absorbance à 720 nm est liée essentiellement à l'amidon. Cette différence spectrale est destinée pour doser simultanément l'amidon total, l'amylose et l'amylopectine (Lanouari et *al.*, 2015).

➤ **Préparation de la gamme d'étalonnage**

Dans un bécher de 250 ml, on a dispersé 0,5 g d'amidon standard dans 20 ml d'eau distillée. Après on a ajouté 80 ml d'eau distillée bouillante. On a agité légèrement le mélange et continuer l'ébullition pendant 5 min sur une plaque chauffante à 100°C pour obtenir une solution d'amidon limpide. Refroidir le mélange, le transférer dans une fiole jaugée 100 ml et le compléter au trait de jauge avec l'eau distillée. Ceci constitue une solution mère d'amidon à 5 mg/ml. La courbe d'étalonnage est établie selon le tableau ci dessous (on effectue 3 mesures de l'absorbance pour chaque tube).

**Tableau 5 :** Gamme d'étalonnage d'amidon standard

N° tube	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
Solution mère d'amidon 5 mg/ml (ml)	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
H <sub>2</sub> O	4,90	4,89	4,88	4,87	4,86	4,85	4,84	4,83	4,82	4,81	4,80
Réactif I <sub>2</sub> /KI	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
Concentration mg/ml	0	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1

Pour déterminer la concentration de l'amidon et mélange d'amylose et l'amylopectine on a préparé une cuve de 0,1 de réactif d'iode et on ajoute 0,05 de l'échantillon (surnageant) puis on effectue la lecture à 580 nm pour l'amylose l'amylopectine et à 720 nm pour l'amidon.

**Tableau 6 :** mesure de l'amidon et amylopectine dans la farine

Réactif /Echantillon	Blanc	Echantillon 1	Echantillon 2	Echantillon 3
Echantillon /Blanc (ml)	0	0,05	0,05	0,05
H <sub>2</sub> O (ml)	4,85	4,85	4,85	4,85
Réactif I <sub>2</sub> /KI (ml)	0,1	0,1	0,1	0,1

Mesure de l'absorbance à 580 nm et 720 nm

### III.2.4.6. Teneur en gluten humide

D'après Godon et Loisel, (1997), l'extraction du gluten est réalisée par malaxage mécanique et lavage d'un mélange de mouture avec une solution d'eau salée 25 % puis le pesé.

#### ➤ Mode opératoire

- On a introduit dans un mortier 16,67g ( $m_0$ ) de farine, auxquels on a ajouté 8,5 ml d'eau salée. La farine hydratée est Malaxé à l'aide d'une spatule jusqu'à ce que la pâte n'adhère plus ni au mortier ni à la spatule.
- La pâte est mis dans la paume des mains et pétrie jusqu'à ce qu'elle forme une masse homogène.
- Ce pâton est ensuite malaxé en le comprimant légèrement avec les doigts, sous un léger filet d'eau de salinité semblable à celle utilisée précédemment afin d'évacuer l'amidon et les matières solubles dans l'eau cette opération s'appelle lixiviation.
- Pour éviter de perdre des petits morceaux de la pâte, on la place sous l'eau de lavage un tamis.
- Lorsque le gluten forme une masse bien adhérente, le débit d'eau est légèrement augmenté pour réaliser le lavage du gluten jusqu'à ce que l'eau ne soit plus blanche.
- La deuxième opération est l'essorage, effectué par des fortes pressions répétées entre les paumes des mains (8 compressions)

En dernier on a Pesé la pâte obtenue pour déterminer le poids du gluten humide.

La teneur en gluten humide est donnée par la formule suivante :

$$\text{GH (\%)} = (m \text{ GH} / 16.67) \times 100$$

Où :

GH: gluten humide.

m : la masse gluten humide.

### III.2.4.7. Teneur en Gluten sec

On a Déposé le gluten humide obtenue précédemment sur la plaque dans une étuve réglée à 130°C durant 2 heures.

On laisse refroidir dans le dessiccateur à la température ambiante environ 30 minutes puis on pèse le gluten sec obtenu.

La teneur en gluten sec est donnée par la formule suivante :

$$\text{GS (\%)} = (\text{m GS} / 16.67) \times 100$$

Où :

GS: gluten sec.

m: la masse du gluten sec.

#### III.2.4.8. Capacité d'hydratation

Le calcul de la capacité d'hydratation (CI) est donné par la formule suivante:

$$\text{CI (\%)} = (\text{gluten humide} - \text{le gluten sec} / \text{gluten humide}) \times 100.$$

#### III.2.4.9. Détermination de l'acidité grasse

➤ **Mode opératoire** (journal officiel de la république algérienne N° 35, 2013).

On a préparé 5g de la farine avec 30 ml d'éthanol puis on les introduit dans les tubes de centrifugation, agiter ensuite on a effectué une centrifugation à 6000 tours à deux reprises et successivement pendant 2 min, juste après, on a prélevé 20 ml de surnageant parfaitement limpide et on l'introduit dans un fiole conique après avoir ajouté 5 gouttes de phénolphthaléine après on fait un titrage à l'aide de la micro-burette avec la solution d'hydroxyde de sodium 0,05N jusqu'au virage eu rosé persistant quelques secondes

➤ **Essai à blanc**

On a titré l'acidité apportée par l'alcool, en opérant sur 20ml d'éthanol suivant les conditions.

➤ **Expression des résultats**

Acidité exprimée en grammes d'acide sulfurique pour 100 g de matière sèche telle quelle est donnée par la formule suivante :

$$\text{A}^\circ = (7.35 \times (v_1 - v_0) \times T) / m$$

Où :

$V_1$  : est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour la détermination ;

$V_0$  : est le volume, en millilitres, de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée pour l'essai à blanc ;

$m$  : est la masse, en grammes, de la prise d'essai ;

$T$  : est le titre exact de la solution d'hydroxyde de sodium utilisée (0,05 N) ;

# *Chapitre IV*

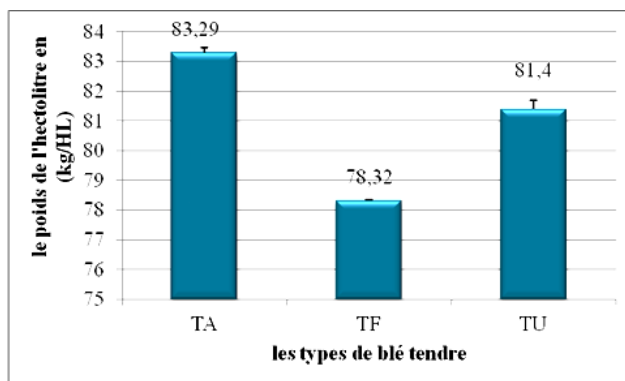
## *Résultat et discussion*



## VI. Résultats et discussion

### VI.1. Masse à l'hectolitre (PHL)

D'après la **figure**, les valeurs de la masse à l'hectolitre du **TA** étaient les plus élevées  $83,29 \pm 0,183$  Kg/HL, suivies par **TU** ( $81,4 \pm 0,028$  Kg/HL), **TF** enregistré une masse égale à  $78,82 \pm 0,282$  Kg/HL. D'après le codex Standard (1995), ces valeurs trouvées sont conformes à qui est au minimum (68 kg/HL).



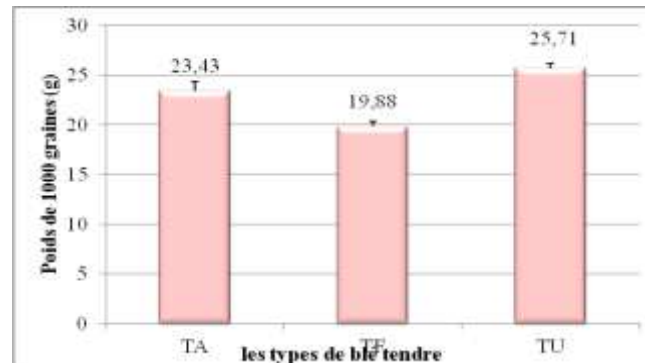
**Figure 7.** Le poids d'hectolitre des trois types de blé tendre

Le poids à l'hectolitre est utilisé depuis des décennies comme critère de qualité et reste employé dans un nombre de pays pour déterminer le prix. Cependant, les études sur le PHL sont controversées et l'utilité de ce caractère est de plus en plus mise en cause. Le PHL est influencé par plusieurs facteurs environnementaux, comme des températures durablement élevées pendant la phase de remplissage du grain, des précipitations avant la récolte et une pression de maladies élevée. Des facteurs génétiques font également varier le PHL, par le biais de la forme géométrique et de la relation longueur et largeur du grain (Kleijer et *al.*, 2007).

### VI.2. poids de mille graines

Le poids de 1000 grains est un bon paramètre pour l'évaluation des grains utilisés comme des semences. Certains auteurs ont montré qu'il est un mauvais indice de mouture du grain. Seulement dans le cas du poids de 1000 grains très faible ou très élevé, Cependant, certains auteurs ont montré une corrélation positive entre le poids de 1000 grains et le rendement en farine, leurs raison est que le poids de 1000 grains est fortement héritable dans le blé et le poids de 1000 grains en tant qu'indice de la valeur meunière ne devrait être utilisé les mêmes variétés de blé, mais cultivées sous différentes conditions (Dziki et Laskowski, 2005).

D'après les résultats enregistrés dans la **figure 9**, les échantillons du blé analysés présentent un poids de mille grains de  $23,43 \pm 0,91$ g,  $19,88 \pm 1,048$  g et  $25,71 \pm 0,43$  pour TA, TF et TU, respectivement.



**Figure 8.** Poids de mille grains des trois types de blé tendre.

Selon Ariad (1984), le blé est petit lorsqu'il a un poids inférieur à 30 g, moyens quand il pèse 35-55 g et il est considéré comme gros lorsqu'il a une valeur de poids de 60 à 80 g.

On remarque que les trois échantillons de blé tendre appartiennent à la classe des petits blés (au dessous de 30 g).

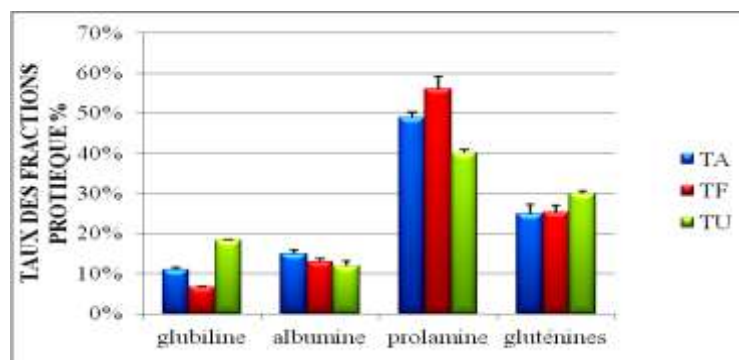
### VI.3. Fraction protéiques

Les résultats des quatre fractions protéiques de trois types de blé tendre sont illustrés dans la **figure 9**.

#### VI.4.1. Albumines

D'après la figure 10 et le tableau 5(annexe4), la teneur en albumine pour le blé tendre **A** est de  $15 \pm 0,01$  %, **F**  $12,89 \pm 0,009$  % et le blé tendre **U** est de  $12,04 \pm 0,011$  %.

Pour albumines, les résultats d'études trouvés par Shewry et *al.* (1986), situés entre **15 à 20 %** des protéines totales s'accordent seulement avec blé tendre **A**



**Figure 9.** Taux des fractions protéiques des trois types de blé tendre

#### VI.4.2. Globuline

D'après la figure 10 et annexe (tableau), la teneur en globuline pour le blé tendre **A** est de  $11 \pm 0,005$  %, **F**  $06,61 \pm 0,002$  % et le blé tendre **U** est de  $18,40 \pm 0,001$  %.

Selon Osborne (1924), les globulines représentent **15 à 20 %** de protéines total du blé tendre, à la comparaison aux résultats obtenus ci-dessus, on constate que cette intervalle est obtenue dans **TU** et **TA**.

#### VI.4.3. Gluténines

D'après la figure 10 et tableau 5 (annexe 4), les trois variétés de blé tendre apportent des teneurs de  $24,94 \pm 0,023$  %,  $25,20 \pm 0,019$  %,  $30 \pm 0,006$  % dans **TA**, **TF**, **TU**, respectivement.

Selon shewry et *al.* (1986), la teneur en Gluténines est située entre **30 %** et **40 %** de protéines total. Les résultats de deux variétés de blé **TA** et **TF** sont inférieurs à celles trouvés par ses autres.

#### VI.4.4. Gliadines (Prolamine)

D'après la figure 10 et tableau 5 (annexe 4), la teneur en Prolamine de blé tendre **A** est de  $49 \pm 0,013$  %, pour les autres variétés de blé ; **F**  $56,02 \pm 0,032$  % et **U** ;  $40,24 \pm 0,008$  %.

Selon shewry et *al.* (1986) la teneur en prolamines est située entre **40 %** et **50 %** des protéines totaux. Les résultats des trois échantillons de blé tendre sont supérieurs à celle trouvés par ces auteurs.

Les prolamines et gluténines se trouvent dans le gluten et contribuent aux propriétés d'élasticité et d'extensibilité des pâtes qui sont essentielles à la fonctionnalité des farines de blé (Shewry et *al.*, 1995 ; Jeantet et *al.*, 2006).

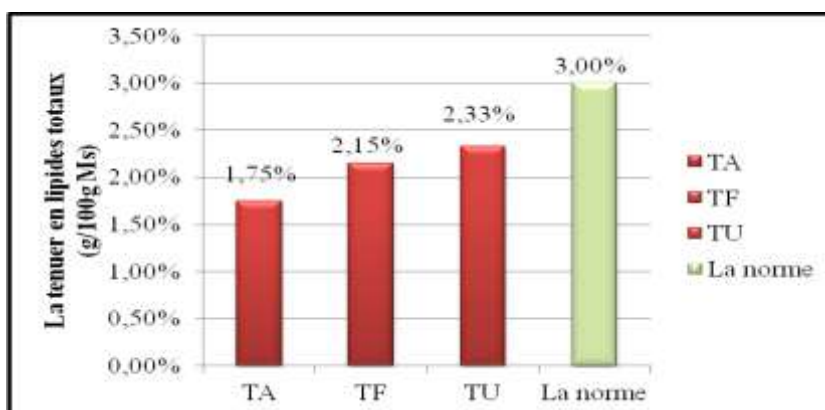
Les fractions protéiques et ses propriétés, varient légèrement en fonction de la variétés, des conditions de culture, du stade de maturité du grain, de la teneur en différentes fractions protéiques d'une variété (Royo et *al.*, 2004).

Les protéines de gluten contrôlent sensiblement la qualité du blé et permettent à la pâte d'être transformée en un grand nombre de produits d'utilisation finale, y compris les pains (Macritchie, 1984).

Une concentration élevée de prolamines dans le grain donne une mauvaise qualité nutritionnelle de la farine, car la prolamine est très pauvre en certains acides aminés essentiels, à savoir la lysine et le tryptophane (Shukla, 1975).

#### VI.4. Lipides totaux

Selon les résultats obtenus (**figure 10**), les teneurs en lipides enregistrées pour les trois variétés de blé tendre montrent des valeurs variant entre 1,75 % chez la variété **TA**, 2,15 % chez la variété **TF** et 2,33 % chez la variété **TU**. Ces valeurs sont conformes à celles rapportées par Jeantet et *al.* (2006) comprises entre 1,7-2,0 %. Par ailleurs, Feillet (2000) et Guinet (1992) ont enregistré des valeurs situées entre 2,0-3,0 % et 2,0-2,5 %, respectivement.



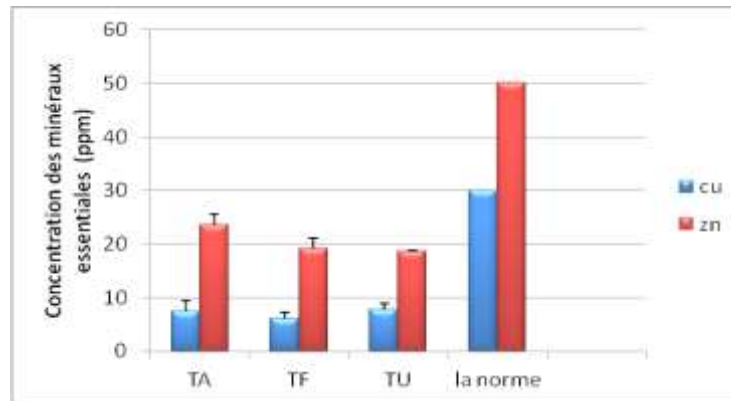
**Figure 10.** Teneur en lipides totaux dans les trois types de blé tendre

Les lipides sont stockés principalement sous forme de triglycérides; ils sont présents en faibles quantités dans les céréales (Jeantet et *al.*, 2006). La teneur des lipides dans la farine joue un rôle relativement effacé sur le plan nutritionnel, par contre, ils ont une influence sur les autres qualités des produits de transformation. Les lipides neutres ou non polaires joueraient un rôle d'agents lubrifiants et tensio-actif en association avec les protéines et l'amidon, facilitant ainsi le développement de la pâte boulangère au moment du pétrissage tandis que les lipides polaires joueraient un rôle sur l'augmentation du volume du pain (Boudreau et Ménard, 1992).

#### VI .5.Dosage des oligoéléments

Les résultats de dosage des deux oligoéléments sont rapportés dans la **figure 11**

Les teneurs totales moyennes dans les grains de blé tendre étudiée étaient pour Zn dans **TA** :  $23,57 \pm 1,9$  mg/kg,  $19,15 \pm 1,97$  mg/kg dans **TF** et  $18,66 \pm 1,12$  mg/kg dans **TU**. Pour le cuivre, nous avons enregistré des valeurs convergentes dans les trois variétés étudiés allant de  $6,17 \pm 1,03$  mg/kg dans **TF** jusqu'au  $7,69 \pm 1,9$  mg/kg dans **TU**.



**Figure 11.** Teneur en zinc et cuivre dans les trois types de blé tendre

Les valeurs de zinc sont en accord avec celles rapportées par divers auteurs sur les deux métaux (Zn, Cu) ou leurs concentrations moyennes dans le grain de blé tendre (*Triticum aestivum*) étaient de 32,3 alors que le cuivre enregistrée des valeurs supérieure de 4,7 mg kg<sup>-1</sup>. En comparaison avec les valeurs rapportées par Fardet et *al.* (2008), les concentrations moyennes de Zn et Cu sont légèrement plus élevées.

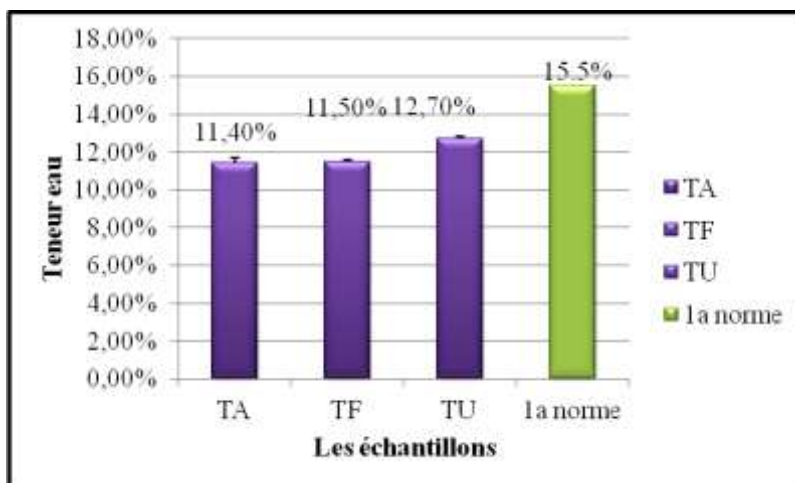
Les éléments minéraux sont un facteur important non seulement pour la nutrition, mais aussi pour la santé humaine.

Le zinc (Zn) est considérée comme l'un des éléments minéraux essentiels pour la survie et la prolifération de toutes les cellules (Tian et *al.*, 2018).

Les teneurs en minéraux des grains de céréales sont affectées par un certain nombre de facteurs y compris le sol, le climat et les pratiques culturelles. Il existe des différences génétiques en cas de teneur en éléments minéraux parmi les cultivars de blé (Hussain, 2009).

#### **VI.6. Teneur en eau**

D'après les résultats obtenus dans la figure on constate que les trois échantillons de blé tendre sont conformes à la norme du codex Standard 152-198 (**15.5 %** en maximum). Le blé tendre TU (12.70±0,001 %) est la plus humide, celle de TF et TU (11,5±0,001 %), (11.40±0.001%) ces résultats sont conformes aussi avec les valeurs décrit par Chene (2001) se situe entre 10 et 16 %.



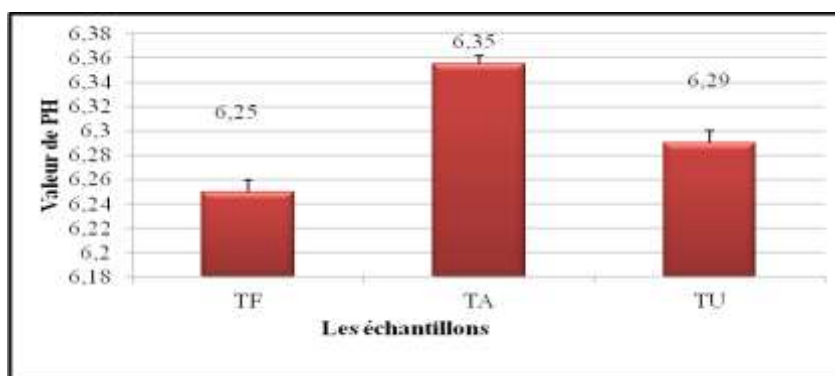
**Figure 12.** Teneur en eau dans la farine des trois types de blé tendre

L'eau représente le constituant le plus abondant de la plupart des aliments à l'état naturel excepté les graines (Jeantet et *al.*, 2006). Cette eau liée qui devrait rester après le séchage. Les teneurs faibles en eau présentent des avantages sur la durée de stockage en permettant une longue conservation par l'inhibition de la prolifération des microorganismes susceptibles d'altérer le produit, sur la diminution de la vitesse d'oxydation et de l'activité enzymatique (Comelade, 1990 ; Malewiak, 1992).

### VI.7 Le pH

Les valeurs moyennes du pH des différents échantillons du blé tendre illustrées sur la figure 7 démontrent que l'ensemble des échantillons présente un pH légèrement acide avec des valeurs moyennes de  $6.25 \pm 0.01$ ,  $6.35 \pm 0.007$  et  $6.29 \pm 0.01$  pour les échantillons codées TF, TA, et TU, respectivement.

Le pH peut varier suivant l'état physiologique du blé. En effet, aucune norme n'est fixée par les organismes officiels de normalisation nationaux ou internationaux concernant cette valeur de pH.

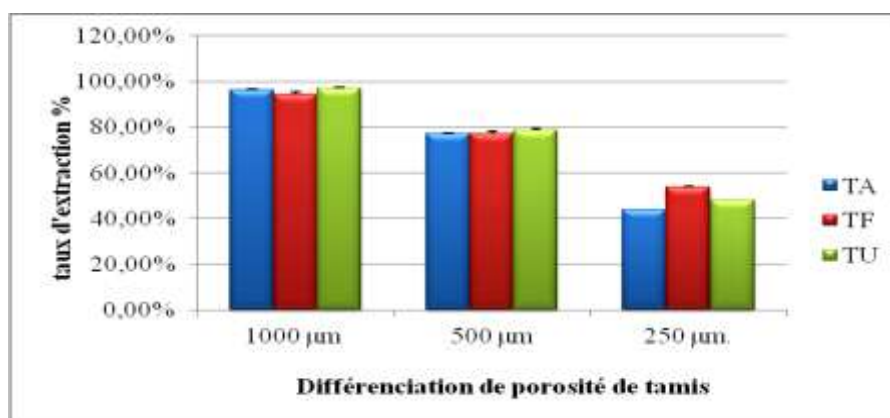


**Figure 13.** Valeur de pH des trois échantillons de blé tendre

### VI.8. Détermination de la granulométrie des farines et du taux d'extraction

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

Les résultats concernant ce paramètre pour les trois échantillons sont illustrés dans la **figure 15**. Il apparaît que, la farine issue du blé **TA** est la plus fine, car  $43.63 \pm 0,002$  % de particules ont un diamètre inférieur à 250  $\mu\text{m}$ . Cette valeur ne se concorde pas et celle exigée par la norme du codex alimentarius (1994) qui est de 95 %. On constate, qu'il existe une quantité d'eau notable pour TA comparativement à celle trouvées dans les autres échantillons TU et TF.



**Figure 14** .Taux d'extraction du trois types de blé tendre.

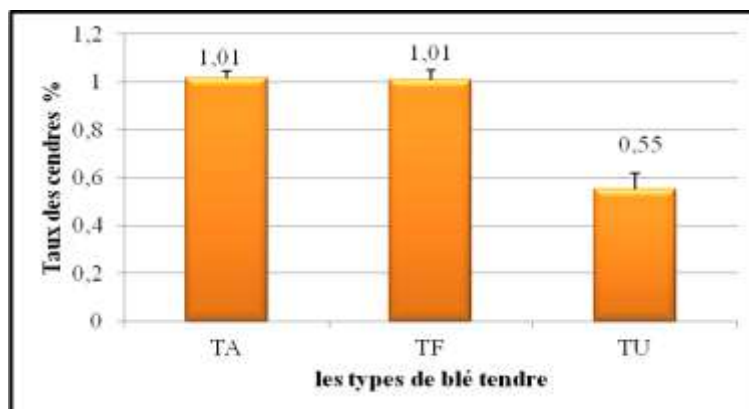
De plus, après passage sur tamis à ouverture de maille de 500  $\mu\text{m}$ , on enregistre un taux d'extraction convergent entre les trois enchantions de  $77,22 \pm 0,002$  % pour TA ;  $77,22 \pm 0,01$  % pour TF et  $78,53 \pm 0,008$  % pour TU.

### VI.9. Taux de cendre

La mesure du taux de cendre a un intérêt essentiellement réglementaire et permet de classer les farines selon leur degré de pureté (ICTF, 2001). D'après Feuillet (2000), les meuniers utilisent la teneur en cendre afin de déterminer le taux d'extraction et de régler convenablement leur moulin

Les résultats de détermination de taux des cendres sont illustrés dans la **figure 15**.

La teneur en cendres se situait entre  $0,55 \pm 0,03$  % pour la farine de **Tu** et  $1,01 \pm 0,04$  % et  $1,01 \pm 0,03$  % pour la farine de **TF** et **TA**



**Figure 15.** Le taux des cendres dans la farine de trois types de blé tendre.

La teneur en cendres a été considérée comme un indicateur important de la qualité de la farine. Il donne une indication de l'habileté du meunier et du degré de raffinement dans la transformation et il est directement lié à la quantité de son dans le blé, ce qui donne une relation inverse approximative avec le rendement de la farine (Zeleny, 1971). Plus la farine contient des résidus d'enveloppes (son), plus elle est riche en minéraux.

Selon feuillet (2000), la farine qui possède un taux de cendre compris entre 0,5 % et 0,6 % appartenir à la farine de **type 55** qui sont destinée à la production des pains courants, biscottes, biscuits et pâtisserie.

En revanche, la farine qui a un taux de cendre de 1-1,20 % est de **type 110** ; farine bise qui est adressé à la fabrication des pains bis.

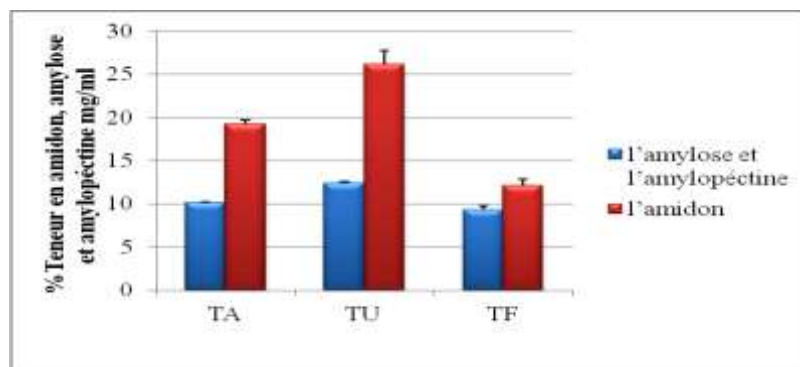
#### **VI .10. Dosage de l'amidon total**

L'amidon est le polysaccharide le plus important, trouvé en abondance dans de nombreuses plantes. L'amidon est également un composant majeur du grain de blé, présent dans son endosperme. Les principaux composants de l'amidon sont l'amylose et l'amylopectine.

Les résultats de dosage spectrophotométrique de l'amidon, l'amylose et l'amylopectine dans les différentes variétés de blé tendre sont illustrés par la **figure 16**.

Les taux d'amidon, d'amylose-amylopectine, dans les trois variétés de blé tendre TA, TF, TU, respectivement sont :  $(19,2 \pm 0,51\%$  et  $10,1 \pm 0,14\%)$ ,  $12,1 \pm 0,77\%$  et  $9,3 \pm 0,49\%$ , et  $26,13 \pm 1,64\%$   $12,43 \pm 1,12\%$ ).





**Figure 16.** Teneur en amidon, amylose et amylopectine

Le grain de blé contient environ 63-66% de l'amidon, les chiffres étant plus élevés pour les blés tendres que pour les blés durs.

La farine des variétés de blé tendre étudié présente un taux d'amidon très faible à ce qui est décrit à la littérature (75-85 %).

Les teneurs respectives en amylose et en amylopectine influencent les propriétés chimiques et technologiques d'un amidon telle que sa susceptibilité à l'hydrolyse enzymatique, ses propriétés gélifiantes et épaississantes (Massaux et al., 2006)

Le niveau d'amylose et d'amylopectine dans la farine de blé est 25-28 et 72-75 %. Cependant, certains génotypes de blé contiennent soit une teneur en amylose ou en amylopectine croissante (Hussain, 2009)

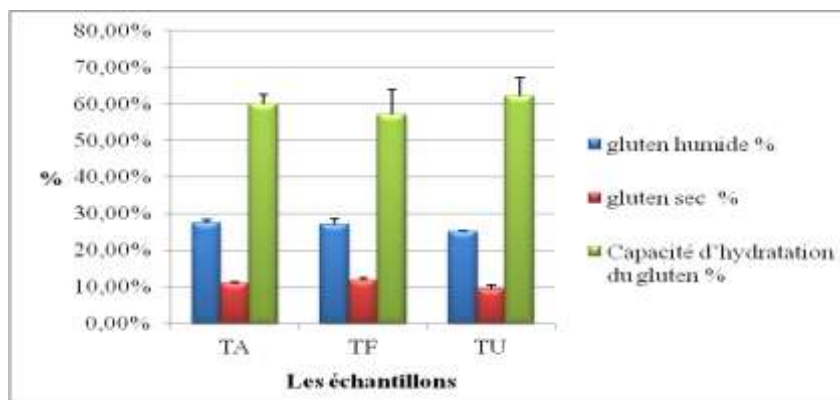
Chenec (2001) indique que l'amidon consiste la fraction la plus important du produit de moutures de blé (~70 %) et joue également un rôle primordial dans les propriétés rhéologiques.

## **VI.11 Gluten humide, sec et capacité d'hydratation.**

### **VI .11.1.Teneur en gluten humide**

D'après les résultats de la **figure 17**, la farine d'TA représente  $27.42 \pm 0.009$  %, TF a une valeur de  $27.01 \pm 0.016$  % et TU de  $25.04 \pm 0.003$  %. Ces résultats sont inférieurs à la valeur donnée par Delachou (1983) qui est de 27.85 %.

Parmi les raisons qui provoquent une baisse du taux de gluten humide, les conditions climatiques de ces dernières années qui ont limité la disponibilité en azote, son assimilation par la plante et son allocation au grain, le taux de gluten humide peut varier considérablement d'une année à l'autre (Kleijer et al., 2011).



**Figure 17.** Gluten humide, sec, capacité d'hydratation.

Les résultats de Gluten humide, sec et capacité d'hydratation de trois échantillons de blé tendre sont illustrée dans **figure 17**.

#### **VI .11.1.Teneur en gluten humide**

D'après les résultats de la **figure 17**, la farine d'TA représente  $27.42 \pm 0.009$  %, TF a une valeur de  $27.01 \pm 0.016$  % et TU de  $25.04 \pm 0.003$  %. Ces résultats sont inférieurs à la valeur donnée par Delachaux (1983) qui est de 27.85 %.

Parmi les raisons qui provoquent une baisse du taux de gluten humide, les conditions climatiques de ces dernières années qui ont limité la disponibilité en azote, son assimilation par la plante et son allocation au grain, le taux de gluten humide peut varier considérablement d'une année à l'autre (Kleijer et *al.*, 2011).

#### **VI.11.2.Teneur en gluten sec**

D'après les résultats de la **figure 17** la farine la teneur en gluten sec de la farine TA est de  $11,04 \pm 0,003$  %, TF représente une valeur de  $11,86 \pm 0,006$  % et la farine TU est de  $9,39 \pm 0,012$  %.

On trouve que les trois échantillons sont conformes à la valeur donnée par Calvel (1984) supérieur à 8 %. On constate que nos échantillons sont riches en gluten.

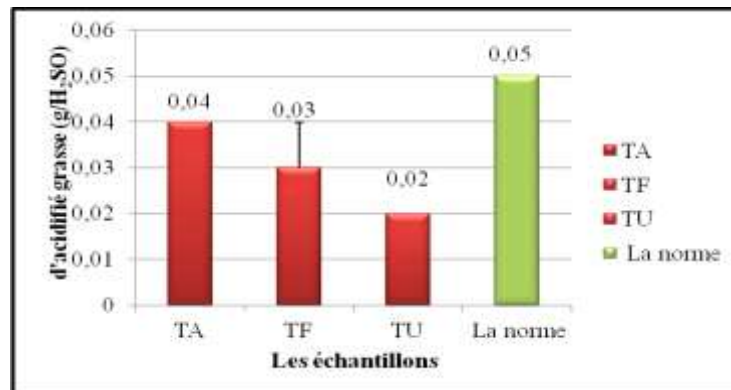
#### **I.11.3.Capacité d'hydratation**

Les résultats de la **figure17** montrent que la capacité d'hydratation de la farine TA est de  $60,03 \pm 0,009$  %, TF est de  $57,07 \pm 0,067$  % et TU est de  $62,2 \pm 0,05$  %, ces résultats obtenus montrent que tous ces farines possèdent des valeurs inférieures à la norme citée par Kiger et Kiger (1967) qui oscillent entre 66 % à 69 %.

Selon Feillet (2000), les caractéristiques du gluten dépendent des propriétés de farines dont il est extrait. Le gluten des farines de mauvaise qualité s'hydrate plus facilement et se révèle plus visqueux et moins élastique que celui extrait à partir de farines de bonnes qualités.

### VI.12.L'acidité Grasse

Selon la figure 19, qui illustre les résultats d'analyse de l'acidité grasse, on remarque que les valeurs de l'acidité grasse sont  $0,04 \pm 0,0$  pour TA ;  $0,03 \pm 0,01$  pour TF et  $0,02 \pm 0,0$  pour TU sont conformes aux valeurs décrits par Feillet (2000) ; le taux d'acidité de la farine ne doit pas dépasser 0,05. Donc, on a constaté que nos échantillons sont frais.



**Figure18.** Taux d'acidité grasse de trois types de blé tendre.

L'acidité grasse est une expression conventionnelle (Feillet, 2000), l'acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique de la farine. Elle est peut être due à l'oxydation des acides gras polyinsaturés, qui provoque une dégradation enzymatique des lipides catalysés par la lipoxygénase, un réarrangement des liaisons disulfure au sein du réseau protéique (Lanouari et al., 2015).



***Conclusion***

### Conclusion

Notre étude consiste à faire un contrôle de qualité physico-chimique de blé tendre destinée aux meuneries. Pour ce faire trois échantillons de blé tendre ont été prélevés à partir des navires au port Djen-Djen.

Les résultats physico-chimiques des trois échantillons analysées, nous a permis de tirer les conclusions suivantes :

- Le taux d'humidité est conforme aux normes.
- Le taux de cendre nous a permis de classer nos farines en deux types : type 55 et type 110.
- D'après les résultats de test de mille grains enregistrés que les trois échantillons de blé tendre appartiennent a la classe des petits blés.
- Les trois poids de la masse de l'hectolitre trouvés sont Conformes a la norme qui est au minimum 68kg/ HL.
- Détermination de la granulométrie des farines et taux d'extraction permet de classe la farine de TA le plus fine, avec un taux d'extraction Convergent entre les trois enchantions.
- le taux d'acidité Grasse des les trois enchantions sont conformes a la norme
- Le test de PH démontre que l'ensemble des échantillons présente un pH légèrement acide entre 6,25et 6 ,35.
- Pour les différents Fraction protéiques on obtient des valeurs conformes à la norme pour les Albumines et Globulines contrairement les Gluténines et Gliadines
- En ce qui concerne le dosage d'amidon, les trois types de blé contiennent des valeurs inférieur à celles décrites par les normes.
- En ce qui concerne La qualité du gluten obtenue pour des échantillons de 16.67g. Les valeurs du gluten humides sont inférieures aux normes. Egalement capacité d'hydratation de gluten montre que tous les farines ont des valeurs inférieur a la norme. Seulement les valeurs du Gluten sec sont conformes aux normes.
- Les résultats de dosage des deux oligoéléments zinc et cuivre apparaitre que la teneur en zinc est inférieur a la limite maximal, alors le cuivre enregistré des valeurs supérieure a des valeurs publiée.
- En ce qui concerne le dosage des lipides, les résultats sont conformes aux normes.



***Références  
bibliographiques***

- AACC - American Association of Cereal Chemists. (1999).** Approved methods of the American Association of Cereal Chemists. Determination of Falling Number .Method 56-81.03 ed. St. Paul. P 1-4.
- Adrian, J., Legrand, G., Frangne, R. (1981).** Dictionnaire de biochimie alimentaire et de nutrition.
- Alimentarius, C. (1994).** Joint FAO/WHO food standards programme. Codex Committee on methods of Analysis and Sampling: 19th session, Budapest, Hungary, Criteria for evaluating acceptable methods for evaluating acceptable methods for codex purposes.
- Arbouche, R., Arbouche, Y., Mennani, A., Arbouche, H. S., Arbouche, F. (2017).** Valorisation des issues de meunerie de quelques variétés de blé tendre endémiques à Algérie pour l'alimentation des ruminants. *J. Adv. Res. Sci. Technol*, 4, 529-545.
- Arendt, E.K., Zannini, E. (2013).** Cereal grains for the food and beverage industries. Woodhead publishing series in food science, technology and nutrition, 485 p.
- Atwell, W.A. (2001).** Composition of commercial flour. *Wheat flour*, 27-45.
- Barron, C., Abecassis, J., Chaurand, M., Lullien-Pellerin, V., Mabilie, F., Rouau, X., Bushuk, W., Rasper, V.F. (1994).** *Wheat: production, properties and quality.* Springer Science & Business Media.
- Bellatreche, A., Gaouar, S. (2016).** Diversite et comportement de quelques varietes de ble dur et ble tendre dans la wilaya de Tlemcen.
- Bligh, E. G., Dyer, W. J. (1959).** A rapid method of total lipid extraction and purification. *Canadian journal of biochemistry and physiology*, 37(8), 911-917
- Boudreau, A., Ménard, G. (1992).** *Le blé: éléments fondamentaux et transformation.* Presses Université Laval.
- Bourson, Y. (2009).** Mouture du blé tendre et techniques d'obtention de la farine. Ed. Techniques Ingénieur.
- Calvel, R. (1984).** *La boulangerie moderne.* Edition : Eyrolles. Paris. p 459.
- Chene A. (2001).** La farine. *Journal de l'ADRIANOR*, 26, 3-8.
- Comelade E, (1990).** *Technologie et hygiène alimentaire : les nutriments.* Paris : Editions JACQUES LANORE, 144p.
- Delachaux, N. (1983).** *Alimentation boulangère-pâtissière.* Ed ; SPES pp 7-8
- Djermoun, A. (2009).** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie.*

- Doukani, K., Tabak, S., Gourchala, F., Mihoub, F., Ounes, M., Benbaguara, M. (2013).** Caractérisation physico-chimique du blé fermenté par Stockage Souterrain (Matmora). *Revue Ecologie-Environnement*.
- Doumandji, A., Doumandji, S. et Doumandji, M.B. (2003).** Cours de technologie des céréales. Office des publications universitaires, 67 p.
- Dziki, D., Laskowski, J. (2005).** Wheat kernel physical properties and milling process. *Acta Agrophysica*, 6(1) : 59-71.
- Fardet, A., Rock, E., Rémésy, C. (2008).** Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo?. *Journal of Cereal Science*, 48(2), 258-276.
- Feillet, P. (2000).** Le grain de blé : composition et utilisation. Editions Quae. Paris, 308 p.
- Folch, J., Lees, M., Sloane Stanley, G. H. (1957).** A simple method for the isolation and purification of total lipids from animal tissues. *J biol Chem*, 226(1), 497-509..0
- Food and Agriculture Organization of the United Nations. (2009).** Wheat Flour handbook, 52 p. <http://www.fao.org/docrep/012/al376e/al376e.pdf>.
- Fardet, A., Rock, E., Rémésy, C. (2008).** Is the in vitro antioxidant potential of whole-grain cereals and cereal products well reflected in vivo? *Journal of Cereal Science*, 48(2), 258-276.
- Fredot, E. (2005).** Connaissance des aliments: bases alimentaires et nutritionnelles de la diététique. Tec et Doc. 580 p.
- Gherzi, G., et Rastoin, J.L. (2010).** Le système alimentaire mondial: Concepts et méthodes, analyses et dynamiques. Editions Quae. 163 p.
- Godon, B., Loisel, W. (1997).** Guide pratique d'analyses dans les industries des Céréales. Lavoisier Tec & Doc. 818 p.
- Goesaert, H., Brijs, K., Veraverbeke, W. (2005).** Laboratory of Food Chemistry, Katholieke University Leuven, Kasteel park Arenberg 20, B-3000 Heverlee, Belgium. *Trends in Food Science & Technology*, 16: 12-30
- Guinet, R. (1992).** *Technologie du pain français* de boulangerie pâtisserie de Paris, É.. Éditions BPI.
- Hattab, M., Gaouar, A. (2016).** Évaluation des moyens de production céréalière dans la région d'El Gor–wilaya de Tlemcen.
- 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(3) : 327-347.



- Hoenig, M., Kersabiec, A.M. (1996).** Sample preparation steps for analysis by atomic spectroscopy methods: present status. *Spectrochimica Acta Part B: Atomic Spectroscopy*, 51(11) : 1297-1307.
- Hussain, A. (2009).** *Nutritional and mixing characteristics of organically grown wheat genotypes* (No. 2009: 2).
- I.T.C.F. (Institut Technique des Céréales et des Fourrages), (2001).** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux, Lavoisier, France : 268p.
- Jeantet, R., Croguennec, T., Schuck, P., Brule, G. (2007).** Sciences des Aliments 2. Technologie des Produits Alimentaires. *TEC & DOC*. Lavoisier, Paris. 139-185 pp.
- Kiger, J.L., Kiger, J.G. (1967).** Techniques modernes de biscuiterie, pâtisserie, boulangerie industrielles et artisanales et des produits de régime. Tome1, Dund. paris.676p.
- Kleijer, G., Levy, L., Schwaerzel, R., Fossati, D., Brabant, C. (2007).** Relation entre le poids à l'hectolitre et plusieurs paramètres de la qualité dans le blé. *Revue suisse d'agriculture*, 39(6) : 305-309.
- Kulp, K. (2000).** Handbook of Cereal Science and Technology, revised and expanded. CRC Press.
- Lanouari, S., Nasser, B., El Haddoury, J., Bencharki, B. (2015).** Caractérisation physico-chimique des graines de blé tendre (*Triticum aestivum*) sous traitement herbicide par l'acide 2,4-dichlorophénoxyacétique [Physico-chemical characterization of the seeds of bread wheat (*Triticum aestivum*) under herbicide treatment with 2,4-dichlorophenoxyacetic acid]. *International Journal of Innovation and Applied Studies*, 10(2): 604-620.
- Liu, R.H. (2007).** Whole grain phytochemicals and health. *Journal of Cereal Science*, 46(3): 207-219.
- MacRitchie, F. (1984).** Baking quality of wheat flours, *Advances in Food and Nutrition*.
- Malewiak M. 1992.** Aliments et Nutriments In : Dupin H ; CUQ J-L ; MALEWIAK M. I. Alimentation et nutrition humains. Paris, ESF éditeur, 85-192.
- Malik, A. H. (2009).** Nutrient uptake, transport and translocation in cereals: influences of environmental and farming conditions (No: 1).
- Multon, J. L. (1982).** mecanismes d'alteration des grains et graines dans l'eco-systeme post-recolte, les pertes qui en resultent et les strategies de defense des stocks. *Conservation et stockage des grains et graines et produits derives: cereales, oleagineux, proteagineux, aliments pour animaux/coordonnateur, JL Multon; preface, E. David.*

- Massaux, C., Bodson, B., Lenartz, J., Sindic, M., Sinnaeve, G., Dardenne, P., Deroanne, C. (2006).** L'amidon natif du grain de blé: un composé naturel à valoriser par la connaissance de ses propriétés techno-fonctionnelles?
- Nasri, N., Triki, S. (2007).** Les protéines de réserve du pin pignon (*Pinus pinea* L.) . Comptes Rendus Biologies, 330(5), 402-409.
- Norme algérienne N.A. 1132-1990 (ISO 712) :** Détermination de la teneur en eau.
- Norme algérienne N.A.733-1990 (ISO 2171) :** Détermination des cendres.
- Observatoire National des filières Agricoles et Agroalimentaire (ONFAA). (2016).** Le commerce international des céréales. Note de conjoncture n° 09.
- Oleson, B.T. (1994).** World wheat production, utilization and trade. In: wheat: Production, Properties and Quality. Bushuk, W. et Rasper, V.F. Springer Science & Business Media Dordrecht. US. p 1-11.
- Osborne, T.B. (1924).** The vegetable proteins. Longmans, Green Co., London .
- Pinckney, A. J., Greenaway, W. T., Zeleny, L. (1957).** Further developments in the sedimentation test for wheat quality. Cereal Chemistry, 34(1), 16-25.
- Posner, E.S. (2009).** **Wheat Flour Milling.** In *Khan, KH., Shewry,P.R (Ed.) Wheat Chemistry And Technology.* U.S.A : AACC International, pp.119-147.
- Posner, E.S., Hibbs, A.N. (2000).** Wheat flour milling, 2<sup>ème</sup> édition. American Association of Cereal Chemists, Inc.
- Roudaut H, Lefrancq E. (2005).** Alimentation théorique. France, ISBN1629-7954. Collection dirigée par Figarella , J. et Calas A.. 155p
- Royo, C., Aparicio, N., Blanco, R., Villegas, D. (2004).** Leaf and green area development of durum wheat genotypes grown under Mediterranean conditions. *European journal of agronomy*, 20(4), 419-430 .
- Sadoudi, A., Samson, M.F. (2012).** Accès à des molécules d'intérêt par fractionnement par voie sèche. *Innovations Agronomiques*, 19 : 51-62.
- Sassi, k. (2008).** contribution à l'étude de l'adaptation des cultivars de blé à l'agriculture biologique : rendement en grains, stabilité et qualité technologique et nutritionnelle. Thèse doctorat en sciences agronomiques. 171p
- Scotti, G., Mont, j-M. (1997).** Analyse physique des grains: blé tendre et blé dur. Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales Édité par Godon. B, Loisel. W. Paris : *TEC & DOC*, p 76-118. Collection science et techniques agroalimentaire.

- Sharma, D., Tiwari, R., Gupta, V.K., Rane, J. Singh, R. (2018).** Genotype and ambient temperature during growth can determine the quality of starch from wheat. *Journal of Cereal Science*, 79: 240-246.
- Shelton, D. (2004)** .Wheat Flour testing methods. A Guide to Understanding Wheat and Flour Quality : Wheat marketing centre, Inc. Portland, Oregon.
- Shewry, P. R., Napier, J. A., Tatham, A. S. (1995).** Seed storage proteins: structures and biosynthesis. *The plant cell*, 7(7), 945
- Shewry, P. R., Tatham, A. S., Forde, J., Kreis, M., Mifflin, B. J. (1986).** The classification and nomenclature of wheat gluten proteins: a reassessment. *Journal of Cereal Science*, 4(2), 97-106.
- Shewry, P.R. (2009).**Wheat. *Journal of experimental botany*, 60(6): 1537-1553.
- Shewry, P.R. (2017).** Do ancient types of wheat have health benefits compared with modern bread wheat? *Journal of Cereal Science*, 79: 469-476.
- Shukla, T. P., Wierzbicki, L. E. (1975).** Beta-galactosidase technology: A solution to the lactose problem. *Critical Reviews in Food Science & Nutrition*, 5(3), 325-356.
- Singh, M., Upadhyaya, H.D. (2015).** Genetic and genomic resources for grain cereals improvement. Academic Press, 386 p.
- Smadhi, D. Zella, L. (2009).** Céréaliculture en sec et précipitations annuelles: le cas de l'Algérie du Nord. *Science et changements planétaires/Sécheresse*, 20(2) : 199-203.
- Šramková, Z., Gregová, E., Šturdík, E. (2009).** Chemical composition and nutritional quality of wheat grain. *Acta Chimica Slovaca*, 2(1), 115-138.
- Standard, C. A. (1995).** Codex Standard for wheat flour. *Codex Stan*, 152-1985.
- Tahir, S. N. F. M. M., Noor, N. M., Yahaya, N., Sing, L. K. (2015).** Relationship between in-situ measurement of soil parameters and metal loss volume of X70 carbon steel coupon. *Asian J. Scientific Res*, 8, 205-211.
- Tian, S. Q., Chen, Z. C., Qiao, Y. F. (2018).** Analysis of main physicochemical parameters in purple wheat with different milling technology. *Journal of Food Processing and Preservation*, 42(1), 13382
- Tiwari, V., Shoran, J. (2017).** Growth and Production of Wheat. Soils, plant growth and crop production, Vol. I
- Touchan, R., Kherchouche, D., Oudjehih, B., Touchan, H., Slimani, S., Meko, D.M. (2016).** Dendroclimatology and wheat production in Algeria. *Journal of Arid Environments*, 124, 102-110.

**Tsen, C. C., Levi, I., Hlynka, I. (1962).** A rapid method for the extraction of lipids from wheat products. *Cereal Chemistry*, 39, 195-203.

**Upadhyay, S., Faruqui, M., Dyer, C., Roth, D. (2016).** Cross-lingual models of word embeddings: An empirical comparison. *arXiv preprint arXiv:1604.00425*.

**Uthayakumaran, S. Wrigley, C. (2017).** Wheat: Grain-Quality Characteristics and Management of Quality Requirements. In *Cereal Grains: Assessing and Managing Quality* Woodhead. Wrigley, C., Batey, I. et Miskelly, D. (Second Edition) Publishing Series in Food Science, Technology and Nutrition. Elsevier. p. 91-134.

**Vaclavik, V.A. Christian, E.W. (2008).** Grains: Cereal, Flour, Rice, and Pasta. In *Essentials of Food Science* (pp. 81-105). Springer, New York, NY.

**Valerie, V. (2008).** Wheat in College Seminar 253 Food for Thought: The Science, Culture, & Politics of Food, Springer.

**Van Der Borght, A., Goesaert, H., Veraverbeke, W.S., Delcour, J.A. (2005).** Fractionation of wheat and wheat flour into starch and gluten: overview of the main processes and the factors involved. *Journal of Cereal Science*, 41(3): 221-237.

**Winch, T. (2006).** Growing Food - a Guide to Food Production. Springer, Netherlands. 327 p.

**Wolf, V., Dehoust, J. Banse, M. (2018).** World Markets for Cereal Crops. In: Kaltschmitt, M. et Neuling, U. (Eds). *Biokerosene*: Springer, Berlin. p.123-145. Springer, Berlin, Heidelberg.

**Zeleny, L. (1971).** Criteria of wheat quality in wheat chemistry and Technology. ed. by. Y. Pomeranz AACC. inc. St. Paul, Minnesota.

**Žilić, S., Barać, M., Pešić, M., Dodig, D., Ignjatović-Mičić, D. (2011).** Characterization of proteins from grain of different bread and durum wheat genotypes. *International journal of molecular sciences*, 12(9): 5878-5894.



***Annexes***

## Annexe

**Annexe 1** quelque résultats de d'analyse Physicochimique de blé tendre

**Tableau 1** : résultats d'acidité grasse de différents types de blé tendre

échantillon	$V_{\text{NaOH}}$	$V_{\text{Blanc}}$	acidité grasse (g/H <sub>2</sub> SO <sub>4</sub> )
TA1	0,4	0,2	0,04
TA2	0,4	0,2	0,04
<b>Moyenne ±Ecartype</b>	<b>0.04±0.0</b>		
TF1	0,4	0,2	0,02
TF2	0,4	0,2	0,02
<b>Moyenne ±Ecartype</b>	<b>0.03± 0,01</b>	0,3	0,04
TU1	0,3	0,2	0,02
TU2	0,3	0,2	0,02
<b>Moyenne ±Ecartype</b>	<b>0.02 ±0.0</b>	0,3	0,02

**Tableau 2** résultats de dosage des lipides de différents types de blé tendre

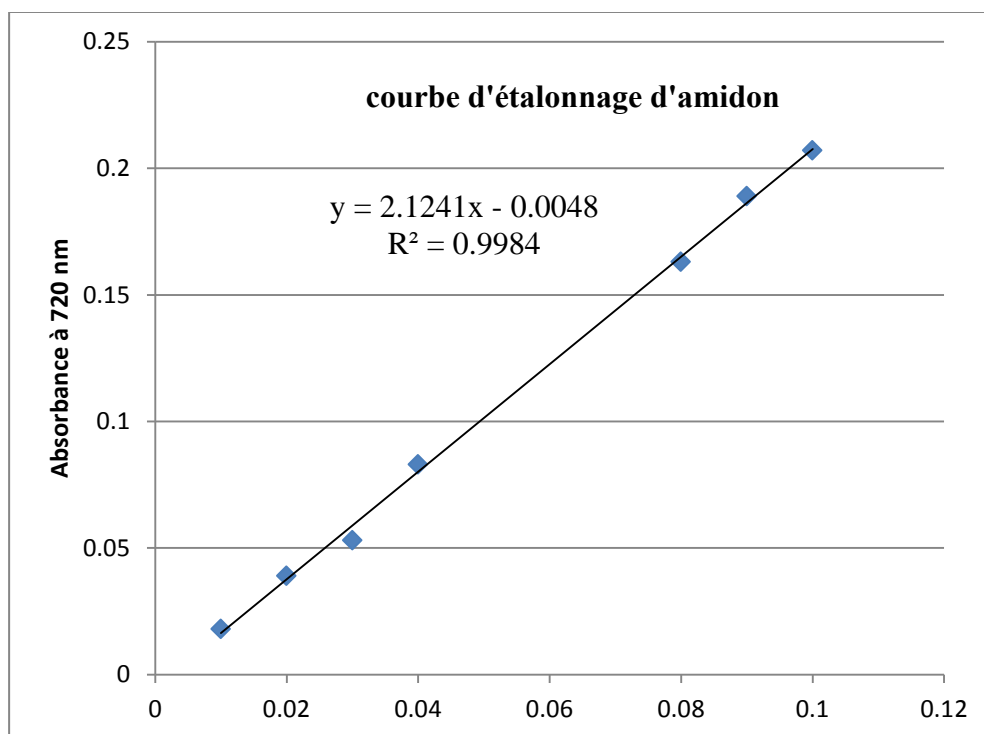
échantillon	Poids ballon vide	Poids ballon après l'extraction	MG%
TA	201,31	201,38	1,75%
TF	201,31	201,40	2,15%
TU	201,31	201,42	2,33%

## Annexe

### Annexe 2 courbe d'étalonnage d'amidon

#### Absorbance de l'amidon standard à 720 nm

concentration mg/ml	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
DO <sub>1</sub>	0,023	0,038	0,056	0,078	0,096	0,127	0,146	0,173	0,192	0,211
DO <sub>2</sub>	0,018	0,042	0,051	0,087	0,096	0,121	0,274	0,165	0,211	0,185
DO <sub>3</sub>	0,014	0,039	0,053	0,084	0,082	0,091	0,142	0,151	0,165	0,225
Moyenne	0,018	0,039	0,053	0,083	0,091	0,113	0,187	0,163	0,189	0,207

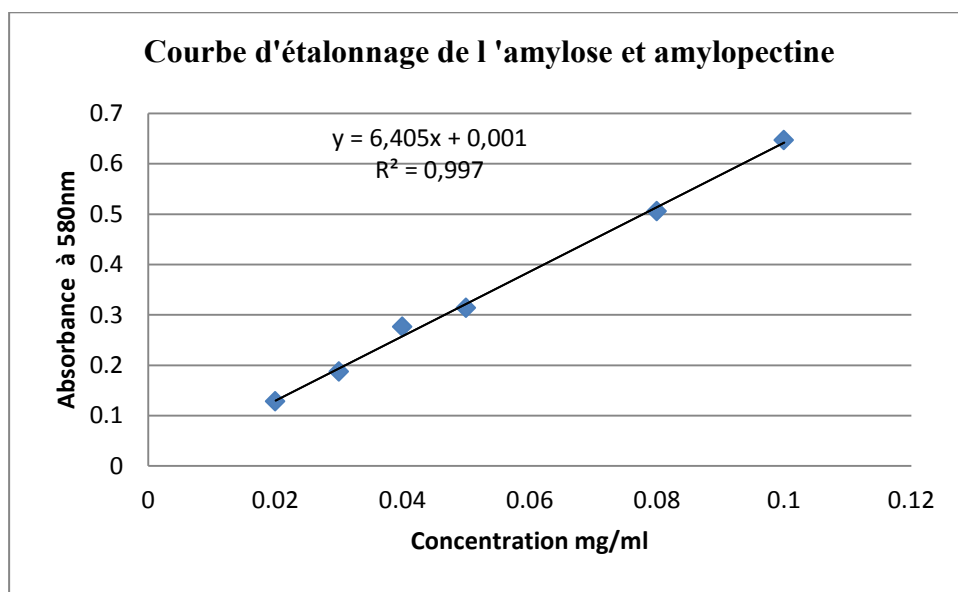


## Annexe

### Annexe 3 Courbe d'étalonnage de l'amylose et l'amylopectine

#### Absorbance de l'amylose et l'amylopectine à 580nm

concentration mg/ml	0,01	0,02	0,03	0,04	0,05	0,06	0,07	0,08	0,09	0,1
<b>DO<sub>1</sub></b>	0,086	0,126	0,192	0,268	0,323	0,401	0,455	0,518	0,602	0,653
<b>DO<sub>2</sub></b>	0,126	0,125	0,169	0,206	0,316	0,373	0,75	0,518	0,67	0,59
<b>DO<sub>3</sub></b>	0,154	0,131	0,202	0,3	0,305	0,21	0,44	0,483	0,544	0,7
<b>Moyenne</b>	0,122	0,128	0,187	0,276	0,314	0,328	0,548	0,506	0,605	0,647



**Tableau 3** les Absorbance d'amylopectine et l'amylose à 580 nm dans les types de blé tendre

Type de blé tendre/DO	TA	TF	TU
<b>DO1</b>	0,663	0,564	0,795
<b>DO2</b>	0,663	0,608	0,801
<b>DO3</b>	0,644	0,645	0,815



## Annexe

---

**Tableau 4** Les absorbance de l'amidon à 720 nm dans différents types de blé tendre

Type de blé tendre /DO	TA	TF	TU
DO <sub>1</sub>	0,416	0,228	0,507
DO <sub>2</sub>	0,390	0,252	0,553
DO <sub>3</sub>	0,396	0,268	0,603

---

## Annexe

**Tableau 5** Résultats de dosages de fractions protéiques de différents types de blé tendre

Total [protéine]	0,207	0,193		0,162	0,156		0,196	0,179	
gluténines	26,57%	23,83%	24,94±0,023%,	26,00%	23,83%	25,20±0,019%,	30,00%	20,05%	30±0,006%
[protéine]	0,055	0,046		0,042	0,036		0,058	0,052	
albumine	14,00%	15,54%	15 ± 0,01%	13,59%	19,18%	12,89 ± 0,009%	11,21%	12,85%	12,04±0,011%.
[protéine]	0,029	0,030		0,022	0,019		0,022	0,023	
prolamine	48,31%	50,26%	49± 0,013%	53,70%	58,33%	56,02 ± 0,032%	40,81%	39,66%	40,24 ± 0,008%.
[protéine]	0,100	0,097		0,087	0,091		0,080	0,071	
globuline	11,11%	10,36%	11± 0,005%	06,80%	06,41%	06,61 ± 0,002%	18,36%	38,43%	18,40±0,001%.
[protéine]	0,023	0,020		0,011	0,01		0,036	0,033	
/	TA1	TA2	Moyen± écartype	TF1	TF2	Moyen écartype	TU1	TU2	Moyen± écartype

## Annexe

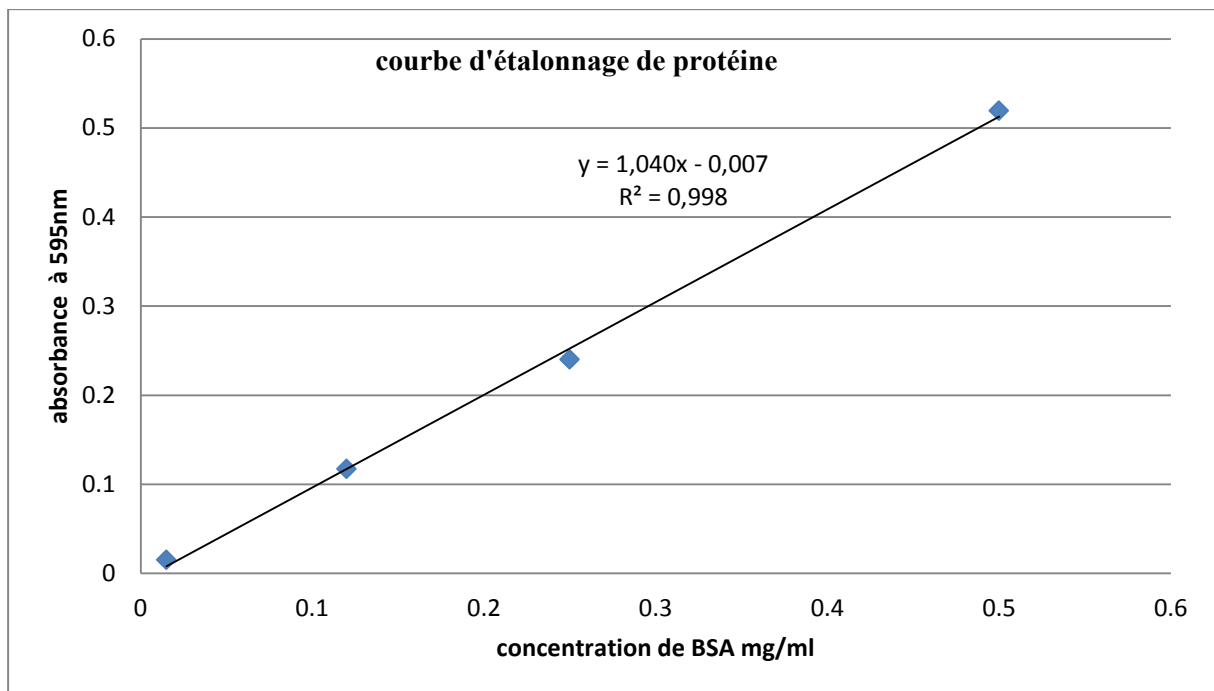
**Tableau 6** Les résultats de concentration des différents fractions protéiques extraites de blé tendre

albumine	[protéine]	0,029	0,030	0,022	0,019	0,022	0,023
	DO	0,027	0,028	0,016	0,013	0,016	0,017
globuline	[protéine]	0,023	0,020	0,011	0,01	0,036	0,033
	DO	0,017	0,014	0,005	0,003	0,031	0,027
prolamine	[protéine]	0,100	0,097	0,087	0,091	0,080	0,071
	DO	0,097	0,094	0,084	0,088	0,076	0,067
gluténines	[protéine]	0,055	0,046	0,042	0,036	0,058	0,052
	DO	0,050	0,041	0,037	0,031	0,054	0,047
échantillon	DO [protéine]	TA1	TA2	TF1	TF2	TU1	TU2

## Annexe

### Annexe 4 Courbe d'étalonnage de protéine

Concentration mg/ml	2	1	0,5	0,25	0,12	0,06	0,03	0,015
DO	0,839	0,693	0,519	0,240	0,117	0,0685	0,0148	0,015



**Réalisée par**

Bouhouche Dounya.  
Boulassel Meriem.  
Boutebakh Younes.

**Membres du Jury**

**Présiden** : Pr .Idoui.T  
**Examinatrice** : M<sup>elle</sup>. Ayad.R  
**Encadreur** : Mr .Laib .E

**Résumé**

Ce travail a été réalisé afin d'étudier les propriétés physicochimiques du blé tendre importé et dirigé vers les moulins.

Ce étude est se effectuée sur trois échantillons des graines de blé tendre (Française TF, Argentine TA, et Etats-Unis TU )et leurs farine concernant les paramètres physicochimiques suivants ( poids a hectolitre , poids de mille graines taux d'humidité, taux de cendres, acidité grasse et taux des protéines , taux des lipides gluten humide et sec, capacité d'hydratation, teneur en oligoéléments) .

Il apparaît clairement les résultats de cette étude que les trois échantillons de blé tendre sont conformes aux normes concernant la majorité des paramètres étudiés.

**Mots clé** : blé tendre, analyses physicochimiques, les normes.

**Abstract**

This work was done in order to study the physicochemical properties of wheat imported and sent to mills.

This study is carried out on the wheat seeds of three samples (French TF, Argentina TA, and USA TU) and their flour the following physicochemical parameters (weight per hectoliter, weight of thousand seeds, moisture content, rate of ash, fatty acidity and protein content, wet and dry gluten lipid content, hydration capacity, trace element content).

It is clear from the results of this study that the three samples of common wheat comply with the standards for most of the parameters studied.

**Key words**: soft wheat, physicochemical analyzes standards.

**ملخص**

تم إجراء هذا العمل لأجل دراسة الخصائص الفيزيوكيميائية للقمح اللين المستورد من ثلاث بلدان (الأرجنتين AT, الولايات المتحدة TU, فرنسا

TF) فيما يخص المعلمات الفيزيوكيميائية الآتية ( وزن هكتوليتير كتلة ألف بذرة ، نسبة الرطوبة ، معدل الرماد ، الحموضة الدهنية ومحتوى البروتين ، محتوى الدهون، الغلوتين الرطب والجاف ، قدرة الترطيب ، محتوى العناصر النزوة).

يتضح من نتائج هذه الدراسة أن العينات الثلاث من القمح اللين تتوافق مع المعايير لمعظم المعلمات المدروسة.

**الكلمات المفتاحية**: القمح اللين، التحاليل الفيزيوكيميائية ، المعايير.