



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
République Algérienne Démocratique et Populaire



وزارة التعليم العالي والبحث العلمي  
Ministère de l'enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

جامعة شادلي بن جديد الطارف  
Université Chadli Bendjedid – El Tarf  
كلية العلوم والتكنولوجيا  
Faculté des Sciences et de la Technologie  
قسم الكيمياء  
Département de Chimie

**PROJET DE FIN D'ETUDES**  
En vue de l'obtention du diplôme de Master  
Spécialité : Chimie Analytique

**Thème**

**Caractérisation physico-chimique et l'évaluation de la qualité du blé dur (*Triticum durum Desf*) algérien de la région de Besbes destinée à la panification.**

Présenté par :

**BELHANI Insaf Maram**

Soutenu le : 25/06/2023

Devant le jury composé de :

Présidente : Dr. LOURICI Leila	MCB	Univ Chadli Bendjedid El Tarf
Encadreur : Dr.MOKRANI Karima	MCA	Univ Chadli Bendjedid El Tarf
Examineur: Dr. BOUGHRARA Boudejma	MCA	Univ Chadli Bendjedid El Tarf

Année Universitaire 2023-2024

# *Remerciements*

Nous avons toujours besoin de soutien pour atteindre nos objectifs. Bien que mes parents m'aient constamment encouragé, je n'aurais jamais pu accomplir ce projet sans l'aide de Dieu. Je suis infiniment reconnaissant au bon Dieu de m'avoir donné la force et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Je tiens à exprimer ma gratitude à mon encadrante, Dr MOKRANI Karima, pour ses efforts, sa patience, ses encouragements et ses précieux conseils tout au long de la réalisation de ce mémoire.

Je remercie également Dr LOURICI Leila pour l'honneur qu'elle m'a fait en présidant le jury de ce mémoire.

Je suis reconnaissant à Dr BOUGHRARA Boudjema pour l'honneur qu'il me fait en examinant mon travail.

Enfin, je souhaite exprimer mes remerciements les plus sincères à toute l'équipe du laboratoire, notamment M. Sofiane et Nadra.

# *Dédicace*

*Je dédie ce modeste travail à ceux qui ont été toujours là pour moi*

*Qui je n'arriverais jamais à leur exprimer mon amour sincère.*

*À mon soutien vital, à ma source d'inspiration, à celui qui m'a enseigné et guidé, à celui qui a transformé la nuit en jour pour m'assurer les conditions appropriées.*

*À mon cher Père*

*À la femme qui a souffert sans me laisser souffrir. A celle qui m'a arrosé de tendresse et d'espoir. A Mon exemple dans la vie, à ma source d'Amour t'es loin de moi mais tu es toujours dans mon cœur*

*À ma chère Maman*

*À mes deux petits frères Abd EL Nour et Selsabil pour leurs amours et leurs encouragements.*

*À mes meilleures amies Nour, souha, Ranim ,Soujoud Qui ont été toujours à mes côté .*

*À my best friend loki pour son grand soutien .*

*À Mimi pour ces encouragements et son soutien.*

*À la mémoire de. Ma grand-mère Snani.B , mon oncle Belhani.N et la maman de ma copine Hafsi.M*

***Maram***

## **Résumé**

Ce travail est réalisé afin de faire une caractérisation physico-chimique, et l'évaluation de la qualité d'une variété de blé dur algérien de la région de Besbes, wilaya d'El Tarf, destinée à la panification. Plusieurs analyses ont été effectuées, telles que :

- Le contrôle de qualité pour déterminer la qualité de notre blé.
- Le screening phytochimique afin de mettre en évidence la présence de groupes phytochimiques spécifiques.
- L'analyse physico-chimique pour connaître les caractéristiques et la composition du blé.

Les résultats du contrôle de qualité ont montré que le blé de cette région est de bonne qualité. Les résultats du screening phytochimique ont montré que cette variété de blé contient plusieurs groupes phytochimiques spécifiques. Les analyses physico-chimiques ont montré que l'échantillon de blé a un pH de 6,4, un taux d'acidité de 0,01% et un taux de cendres de 3%.

## **Abstract**

This work is carried out to perform a physicochemical, characterization and evaluation of the quality of a variety of Algerian durum wheat from the Besbes region, Wilaya of El Tarf, intended for baking. Several analyses were conducted, including:

- Quality control to determine the quality of our wheat.
- Phytochemical screening to highlight the presence of specific phytochemical groups.
- Physicochemical analysis to determine the characteristics and composition of the wheat.

The quality control results showed that the wheat from this region is of good quality. The phytochemical screening results indicated that this variety of wheat contains several specific phytochemical groups. The physicochemical analyses showed that the wheat sample has a pH of 6.4, an acidity level of 0.01%, and an ash content of 3%.

## ملخص:

تم تنفيذ هذا العمل لإجراء توصيف فيزيائي كيميائي وتقييم جودة نوع من القمح الصلب الجزائري من منطقة بسباس، ولاية الطارف، المخصص للخبز. تم إجراء عدة تحليلات، بما في ذلك:

- مراقبة الجودة لتحديد جودة القمح.
- الفحص الكيميائي النباتي لإبراز وجود مجموعات كيميائية نباتية محددة.
- التحليل الفيزيائي الكيميائي لمعرفة خصائص وتركيب القمح.

أظهرت نتائج مراقبة الجودة أن القمح من هذه المنطقة ذو جودة جيدة. أظهرت نتائج الفحص الكيميائي النباتي أن هذا النوع من القمح يحتوي على عدة مجموعات كيميائية نباتية محددة. أظهرت التحليلات الفيزيائية الكيميائية أن عينة القمح لها درجة حموضة تبلغ 6.4، ومستوى حموضة يبلغ 0.01%، ومحتوى رماد يبلغ 3.3%

# Liste des figures

<b>Figures</b>	<b>Pages</b>
<b>Figure 1.</b> Champ de blé dur	<b>5</b>
<b>Figure 2.</b> Anatomie schématique du grain de blé et proportion relative des principaux tissus du grain.	<b>7</b>
<b>Figure 3.</b> Variétés et catégorie du blé	<b>11</b>
<b>Figure 4.</b> Les stades phénologiques de blé s, par l'échelle BBCH, Source site	<b>12</b>
<b>Figure 5.</b> L'origine géographique des blés cultivés	<b>13</b>
<b>Figure 6.</b> Surplus et déficit de blé dans le monde. Source USDA et stratégie grains	<b>14</b>
<b>Figure 7.</b> La récolte du blé	<b>23</b>
<b>Figure 8.</b> Échantillon du blé	<b>24</b>
<b>Figure 9.</b> Une trémie conique	<b>25</b>
<b>Figure 10.</b> Humidimètre	<b>26</b>
<b>Figure 11.</b> Matériels utilisés	<b>26</b>
<b>Figure 12.</b> Division du blé	<b>27</b>
<b>Figure 13.</b> Bulletin d'agrèage	<b>28</b>
<b>Figure 14.</b> Préparation de la poudre du blé	<b>28</b>
<b>Figure 15.</b> Test des alcaloïdes	<b>29</b>
<b>Figure 16.</b> Test de mousse	<b>30</b>
<b>Figure 17.</b> Test de flavonoïdes	<b>30</b>
<b>Figure 18.</b> Test de tannins	<b>30</b>
<b>Figure 19.</b> Test des cardénolides	<b>31</b>
<b>Figure 20.</b> Test des huiles volatiles	<b>32</b>
<b>Figure 21.</b> Test d'Anthocyanes	<b>32</b>
<b>Figure 22.</b> Test de Leuco-Anthocyanes	<b>33</b>
<b>Figure 23.</b> Test de Quinones	<b>33</b>
<b>Figure 24.</b> Étalonnage de l'appareil	<b>34</b>

<b>Figure 25.</b> Titration de la solution alcaline	<b>35</b>
<b>Figure 26.</b> Humidimètre	<b>36</b>
<b>Figure 27 :</b> Mesure du taux des cendres (1)	<b>36</b>
<b>Figure 28 :</b> Mesure du taux des cendres (2)	<b>37</b>
<b>Figure 29 :</b> mesure de poids spécifique	<b>39</b>
<b>Figure 30 :</b> Impureté des différentes catégories	<b>40</b>
<b>Figure 31 :</b> Impureté des différentes catégories et bulletin d agréage	<b>40</b>
<b>Figure 32 :</b> Bulletin d'agréage (photo personnel)	<b>41</b>
<b>Figure 33 :</b> Mesure de pH	<b>47</b>
<b>Figure34 :</b> Titration de l'extrait alcoolique	<b>48</b>
<b>Figure 35 :</b> analyse des taux de cendres	<b>48</b>

## Liste des tableaux

<b>Tableaux</b>	<b>pages</b>
<b>Tableau 1.</b> Distribution histologique des principaux constituants des grains du blé (Feillet, 2000 )	<b>8</b>
<b>Tableau 2.</b> Les impuretés du première, deuxième et troisième catégorie.	<b>27</b>
<b>Tableau 03 :</b> Résultats de Contrôle de qualité	<b>39</b>
<b>Tableau 04 :</b> résultats de test phytochimique 01	<b>43</b>
<b>Tableau 05 :</b> résultats de test phytochimique 02	<b>44</b>
<b>Tableaux 06 :</b> les valeurs obtenues après les mesures	<b>47</b>

# Liste des abréviations

**CCLS** : Coopérative de céréales et légumes secs de Annaba

**FAO** : Food and agriculture organization

**pH**: Potentiel d hydrogène

**Ps**: Poids spécifique

**Kg/h** : kilogrammes par hectolitres

**ml** :Millilitres

**g** : Gramme

**Kg** : Kilogramme

# SOMMAIRE

**Remerciements**

*Dédicace*

**Résumé**

**Introduction générale..... I**

**Chapitre I: aperçu bibliographique**

**I. Le blé.....5**

I.1. origine et histoire du blé : .....5

I.2. Classification et systématique : .....6

II.1. Morphologie de la plante : .....6

II.2. Composition des grains du blé : .....8

III.1. Variétés et catégorie du blé : .....10

III.2. Les stades phénologiques du blé : .....11

IV.1. Origine génétique du blé : .....13

IV.2. L'origine géographique du blé dur : .....13

IV.3. La distribution géographique du blé dans le monde : .....14

V.1. Le blé dans le monde : .....14

V.2. Production du blé en Algérie : .....14

VI.1. Importance du blé : .....15

VI.2 Importance alimentaire : .....15

VI.3 Importance économique : .....15

VI.4. Dans le monde : .....15

VI.5 En Algérie : .....15

**VII. Altération des grains de blé.....16**

VIII.1. Altérations enzymatiques .....16

VIII.2. Altération d'origine physique .....16

VIII.2.1. Durée de stockage .....16

VIII.2.2. Température .....16

VIII.2.3. L'humidité .....	17
<b>VIII.3. Altération d'origine biologique.....</b>	<b>17</b>
<b>VIII.3.1 Les microorganismes .....</b>	<b>17</b>
<b>VIII.3.2 La quantité de matières verte végétale .....</b>	<b>18</b>
VIII.3.3 Les insectes.....	18
VIII.3.3.1 Les acariens.....	18
VIII.3.3.2 Les rongeurs.....	18
<b>XI. Les contraintes de la production du blé en Algérie .....</b>	<b>19</b>
XI.1. Les contraintes naturelles.....	19
<b>XI.2. Les contraintes techniques culturelles .....</b>	<b>19</b>
XI.3 Les contraintes foncières.....	20
XI.4 Les contraintes logistiques .....	20
<b>XI.5 Les contraintes économiques.....</b>	<b>20</b>
<b>Chapitre II : Partie expérimentale</b>	
<b>Objectif du travail.....</b>	<b>23</b>
<b>I. contrôle de qualité du blé .....</b>	<b>23</b>
I.1. Examen organoleptique : .....	23
I.1. 1. Méthode d'agrèage : .....	23
I.1.2. Observation générale : .....	233
<b>II. Le poids spécifique : .....</b>	<b>24</b>
II.1. Définition :.....	24
II.2. Appareil : .....	24
II.2.1. Mesure du poids spécifique : .....	25
<b>III.1 Mesure de l'humidité.....</b>	<b>25</b>
III 1.1 Définition :.....	25
III.1.2 Principe :.....	25
<b>IV. Détermination des impuretés.....</b>	<b>26</b>
IV.1. Matériels.....	26
IV.2. Détermination des impuretés du première et deuxième catégorie et de la troisième catégorie :.....	27
<b>V. Bulletin d'agrèage : .....</b>	<b>27</b>
VI.1. La préparation de la poudre :.....	28

<b>VII. Screening phytochimique.....</b>	<b>29</b>
VII.1. Définition :.....	29
VII.2. Test des alcaloïdes.....	29
VII.3 Les saponosides (test de mousse) :.....	30
VII.4. Les flavonoïdes : .....	30
VII.5. Les tannins : .....	30
VII.6 Les cardénolides :.....	31
VII.7. Les huiles volatiles : .....	32
VII.8. Anthocyanes :.....	32
VII.9. Leuco-Anthocyanes :.....	33
VII.10. Quinones : .....	33
<b>VIII Méthodes d'analyse physico-chimiques .....</b>	<b>33</b>
VIII.1. Mesure de pH.....	33
VIII.1.2. Mesure d'Acidité.....	34
VIII.1.3. Mesure d'Humidité .....	35
VIII.1.4. Mesure de taux des Cendres .....	36
VIII.1.4.1 Matériel utilisé .....	36
<b>Chapitre III : Résultats et discussion</b>	
<b>I. Résultats et discussion de contrôle de qualité.....</b>	<b>39</b>
<b>I.2 Interprétation de Contrôle de qualité.....</b>	<b>41</b>
<b>II. Résultats et discussion de screening phyto-chimique.....</b>	<b>42</b>
II.1 Interprétation :.....	46
<b>II. Résultats et discussion d'analyses physico-chimique.....</b>	<b>47</b>
II.3 Interprétation des résultats.....	49
<b>Conclusion du chapitre .....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusion Générale .....</b>	<b>51</b>
<b>Liste des références .....</b>	<b>52</b>

# **Introduction générale**

## **Introduction générale**

---

En Algérie, Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien, et elles fournissent plus de 60 % de l'apport calorifique et 75 à 80 % de l'apport protéique de la ration alimentaire [1]. Cette importance est due selon [2].au mode et aux habitudes alimentaires de la population, notamment pour la semoule (pain, pâtes, couscous, galette ...) et la farine (pain).

Le blé dur (*Triticum durum* Desf.) est une céréale qui possède une grande importance économique pour l'humanité car il constitue l'une des principales denrées alimentaires. Elle se caractérise par une diversité d'utilisation alimentaire, et en Algérie, elle occupe une place privilégiée dans les traditions alimentaires des populations. Cependant malgré son importance, cette culture est confrontée à différentes contraintes dans sa production [3].

Plusieurs facteurs peuvent être incriminés dans la limitation de la production céréalière et la qualité des produits récoltés en Algérie, parmi lesquels figurent, notamment, les aléas climatiques, les pratiques culturales et le choix de variétés non appropriées aux conditions pédoclimatiques de l'agrosystème Algérien.

Pour un industriel, la qualité du produit est un paramètre très important, et les critères de qualité sont aujourd'hui de plus en plus souvent pris en compte depuis les acheteurs de matières premières jusqu'aux producteurs et transformateurs. Elle doit répondre à des critères nutritionnels, hygiéniques et organoleptiques [4]. La qualité d'un blé dur est fonction de l'utilisation que l'on en fait : Les produits fabriqués, la semoule (industrie de première transformation), et les pâtes alimentaires (industries de deuxième transformation).

Le blé dur est principalement consommé sous forme de semoule et de pâtes alimentaires. Sa qualité technologique est évaluée au travers de plusieurs critères, parmi ceux-ci nous distinguons le taux de mitadinage, le taux d'humidité, la teneur en protéines, en cendre, en gluten....etc. Pour satisfaire à la demande de l'industrie, un blé dur « de qualité » doit répondre à des exigences technologiques, et avoir une couleur ambrée, une amande vitreuse, opaque et non farineuse. Les critères qui déterminent la valeur postière vont dépendre de façon assez complexe et pas complètement connue, de la manière dont les structures et les composants macromoléculaires du grain sont organisées (amidon et protéines). Les propriétés rhéologiques des pâtes, via celles de l'Introduction de gluten, dépendent de la composition en protéines de réserve de la semoule [5].

## **Introduction générale**

---

L'objectif visé par ce travail est d'étudier les caractères physicochimiques et réaliser le screening phytochimique du blé dur cultivé en Algérie, et évaluer sa qualité.

Le document comporte trois chapitres essentiels précédés par une introduction et se terminant par une conclusion. Le 1er chapitre, comporte une revue bibliographique sur le blé, ses caractéristiques et ses exigences, le 2ème chapitre expose le matériel et les méthodes employées pour contrôler la qualité de blé, la réalisation des différents tests physico-chimique, et screening phyto chimique, et le 3ème chapitre, qui traite les principaux résultats obtenus.

**Chapitre I :**  
**Aperçu bibliographique**

**I. Le blé****I.1.origine et histoire du blé :**

Le blé est la principale ressource alimentaire de l'humanité et la principale source de protéines. Il joue également un rôle essentiel dans l'alimentation animale et a de nombreuses applications industrielles. Les principales cultures céréalières fournissent 95 % de la nutrition mondiale [6].

C'est vers 10000 ans av J.C que les blés ont été domestiqués pour centre d'origine la région du croissant fertile entre le Tigre et l'Euphrate [7].

La diffusion des blés vers l'Afrique par la route la plus ancienne gagna l'Egypte vers 6000av aujourd'hui et se poursuivit vers le Soudan et l'Ethiopie, au sud, et vers la Lybie à l'est.

D'autre voies d'introduction furent maritimes ; à partir de la Grèce et de la Crète, certains blés rejoignirent également la Libye; d'autre, en provenance du sud de la péninsule Italienne et de la Sicile, parvinrent aux côtés de la Tunisie, du Maroc, et de l'Algérie [8].

Si le blé s'avère bien implanté en Ethiopie, au Kenya et en Afrique du Sud, l'ensemble des pays d'Afrique subsaharienne en ont produit seulement 6 millions de tonnes en 2010, selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO) [9].



**Figure 1.** Champ de blé dur

**I.2. Classification et systématique :**

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des gramineae. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec indéhiscant, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments [9].

Le blé dur classé selon Prat, 1971 et Feillet, 2000 comme suit [9-10]:

**Embranchement :** Angiospermes

**Sous embranchement :** Spermaphytes

**Classe :** Monocotylédones

**Ordre :** Glumiflorales

**Super ordre :** Commeliniflorales

**Famille :** Poaceae (gramineae)

**Tribu :** Triticeae

**Genre :** *Triticum*

**Espèce :** *Triticum durum* Desf.

**II.1. Morphologie de la plante :**

Le blé est une plante herbacée, dont les différentes parties de l'appareil végétatif se caractérisent comme suit :

- **La racine** : le blé possède deux types de racines, les racines séminales ou primaires issues de l'embryon, et les racines secondaires ou adventives propres aux talles secondaires. Les racines secondaires assurent dès le second mois, la plus grande partie de la nutrition de la plante [11-12].

- **La tige** : érigée, cyclique et pleine ; elle est formée d'articles ou entre-nœuds séparés par des nœuds, zones méristématiques à partir desquelles s'allongent les entre-nœuds et se différencient les feuilles. Chaque nœud correspond au point d'attache d'une feuille [12].

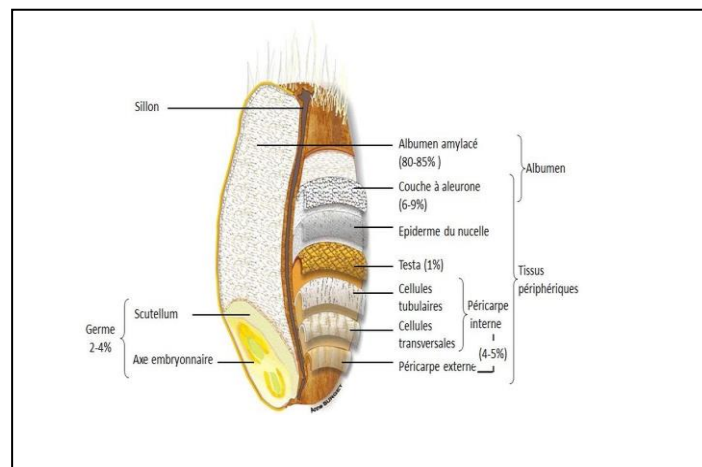
- **Les feuilles** : alternes ou distiques (disposées sur deux rangs le long de la tige). Chaque feuille comprend deux parties : une portion inférieure enveloppant l'entre-nœud correspondant, la gaine ; une portion supérieure, le limbe. Les gaines attachées au niveau des nœuds sont emboîtées les unes dans les autres pendant leur jeunesse. A la jonction du limbe et de la gaine, on

peut trouver une petite membrane non vasculaire, plus ou moins longue et dentelée, la ligule [12].

- **Épillets** : l'épillet est l'unité morphologique de base de l'inflorescence chez le blé. Les épillets sont fixés sur l'axe ou le rachis et forment l'épi. Ils sont enveloppés par les glumes.

Chaque épillet porte 5 à 7 fleurs hermaphrodites dont 3 à 4 seulement arrivent à maturité et donnent, une fois fécondées, des grains [11].

**Les grains** : Le grain de blé (Fig. 0.) est un fruit sec indéhiscent (caryopse) constitué d'une unique graine intimement soudée à l'enveloppe qui la contient. De la surface externe vers le centre du grain, on distingue l'enveloppe du fruit ou péricarpe, puis l'enveloppe de la graine, ou testa, et enfin à l'intérieur de la graine, l'épiderme du nucelle, l'albumen et le germe [13].



**Figure 2.** Anatomie schématique du grain de blé et proportion relative des principaux tissus du grain.

• **Les enveloppes** : les enveloppes sont constituées de quatre tissus : le péricarpe externe, le péricarpe interne, la testa et la couche nucellaire ou bande hyaline, qui correspond à l'épiderme du nucelle [13]. Ces enveloppes sont riches en matières minérales, en azote et en matières grasses. Qui donneront, au cours de la mouture, le son [11].

• **Le germe** : il se compose de deux parties : l'embryon, riche en protéines, lipides et sucres, et le scutellum qui constitue une zone d'échange et de contact entre le germe proprement dit et l'organe de réserve qu'il va progressivement dégrader pour nourrir le germe [14]. Le germe est très riche en matière grasse et contient des vitamines A, E et B et des minéraux [13].

• **L'albumen ou amande** : il représente 83 à 85 % du poids du grain, l'albumen appelé aussi « endosperme » est une amande farineuse constituée de granules d'amidon encastrés dans le réseau glutineux [12]. L'albumen est constitué d'albumen amylicé et de couche à aleurone [10]. L'albumen amylicé est principalement constitué d'amidon et de protéines de réserve, alors que les tissus périphériques contiennent la majeure partie des fibres et minéraux [13].

## II.2. Composition des grains du blé :

Les grains de blé sont principalement composés de glucides (65-75% d'amidon et de fibres), de protéines (7-12%), ainsi que de lipides (2-6%) et de micronutriments. Ils constituent une bonne source de minéraux, notamment de magnésium, et de vitamines du groupe B. De plus, ils contiennent des molécules aux activités intéressantes, telles que la vitamine E, des composés antioxydants et des phytoestrogènes. Ces constituants ne sont pas répartis de manière homogène dans les différentes fractions histologiques du grain [13].

**Tableau 1.** Distribution histologique des principaux constituants des grains du blé (Feillet, 2000) [10].

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

**L'amidon du blé** : Le grain de blé est principalement constitué d'amidon environ 70% de la matière sèche (MS). L'amidon est constitué d'amylose et d'amylopectine dans des proportions variables, l'amylose constitue 28% de l'amidon et l'amylopectine représente 72% de l'amidon du blé. Le granule d'amidon présente un aspect semi-cristallin dû à la conformation moléculaire de l'amylopectine. [15].

**Les protéines du blé :** dans le grain de blé, elles sont essentiellement localisées dans l'albumen et dans la couche à aleurone [14]. La couche à aleurone est constituée de 30 à 35 % de protéines. De même, le germe en comporte 35 à 40 % alors que le péricarpe, tout comme le centre de l'albumen ne contiennent que 6 à 9 % de protéines seulement, 70 à 80% des protéines se trouvent dans l'albumen [16]. Leur teneur est susceptible de varier de 8 à 20 %, selon la variété, les facteurs climatiques et agronomiques, et de la maturation du grain [14].

- **Lipides du grain :** le grain de blé contient environ 2,7 % de lipides, se trouvent essentiellement dans l'albumen (environ 60 %), dans la couche à aleurone (24 %) et dans le germe (13 %). Les lipides se trouvent aussi bien à l'état « libre » que « lié » aux composants de l'amidon [14] [17] **révèlent** que les grains de blé dur sont plus riches en acides gras totaux et présentent une teneur plus importante en acide oléique (19 à 21%).

- **Pigments et Vitamines :** se concentrent surtout dans le péricarpe et le germe à des teneurs très faibles. Les grains de blé contiennent principalement trois vitamines, la vitamine B1, B2 et PP, d'autres vitamines sont aussi présentes mais avec une faible teneur [18].

- **Enzymes :** ils sont présents en faible quantité dans le grain, les plus importants, selon sont les protéases : trouvées en quantité relativement faible, dont l'une d'elles coupe les chaînes polypeptidiques en leur milieu avec une production de molécules de masses encore élevée.

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

- **La lipase :** enzyme lipolytique son activité se concentre dans la couche à aleurone et augmente au cours de la germination. Dans la farine elle croit avec le taux d'extraction puisqu'elle augmente la production d'acides gras insaturés lors de la mouture et la conservation. [19]

- **Minéraux :** Ils sont présents dans le grain en faible quantité à raison de 2 à 3 % de la matière fraîche du grain. Les principaux minéraux sont le potassium, le magnésium, le cuivre souvent associés à des sels, notamment, des phosphates, des chlorures ou des sulfates. [20]

- **L'eau :** l'eau dans le blé représente 8 à 9 % avec une valeur moyenne de 14%. Du point de vue physique et chimique son action de solvant favorise les réactions enzymatiques et les attaques microbiennes lorsque sa teneur dans le gain dépasse un certain seuil [18].

**III.1. Variétés et catégorie du blé :**

Il existe un très grand nombre de variétés de blé, les cultivateurs et les producteurs essaient d'adapter au mieux ces variétés en fonction de la nature du sol et du climat de la région afin d'obtenir le meilleur rendement possible. Ces variétés de blé sont regroupées en trois principales catégories [21].

**Les blés tendres :**

Se caractérisent par des grains arrondis avec des enveloppes épaisses et opaques. Leur structure permet une mouture efficace où les enveloppes s'aplatissent et s'ouvrent sans être écrasées, libérant ainsi une grande quantité de leur contenu. Cette variété de blé produit une farine de qualité supérieure, riche en gluten (environ 8 à 10%), idéale pour la panification [21].

**Les blés durs :**

Couramment cultivés dans les régions au climat chaud et sec, se caractérisent par leurs grains allongés, parfois pointus, et leurs enveloppes relativement minces et légèrement transparentes. Malgré une teneur plus élevée en gluten (12 à 14%), la farine produite à partir de ces blés est moins adaptée à la panification, et ils fournissent moins de son que les blés tendres [21].

**Les blés mitadins :**

Présentent des caractéristiques intermédiaires entre les blés tendres et les blés durs. Leurs grains sont plus plats que ceux des blés tendres et moins longs que ceux des blés durs. Leur enveloppe, qui est assez résistante et d'épaisseur moyenne, renferme un gluten de très bonne qualité. Ils sont parfois utilisés en combinaison avec des blés tendres pour produire des farines de qualité supérieure adaptées à la panification [21-22].



Figure 3. Variétés et catégorie du blé.

### III.2. Les stades phénologiques du blé :

Pendant sa croissance et son développement, le blé dur passe par plusieurs stades végétatifs, chacun marqué par le développement de nouveaux organes. Son cycle se divise en trois périodes, chacune avec des phases distinctes [23].

Le cycle évolutif du blé se divise en trois périodes chacune comporte des phases caractérisées par des stades repères, les périodes de croissance de blé sont [24].

**Période végétative** : On distingue trois phases :

La première période la germination, est cruciale pour l'établissement de la surface foliaire de la culture et est influencée par la température et la photopériode [25].

Ensuite, la phase de germination-levée est sensible aux conditions environnementales telles que les excès d'eau et le gel.

Enfin, la phase de tallage, caractérisée par la formation des premières talles, est stimulée par les températures plus basses et les jours plus courts. Le tallage s'arrête à l'épiaison [25].

**Période de reproduction** : Cette étape se caractérise par deux phases principales :

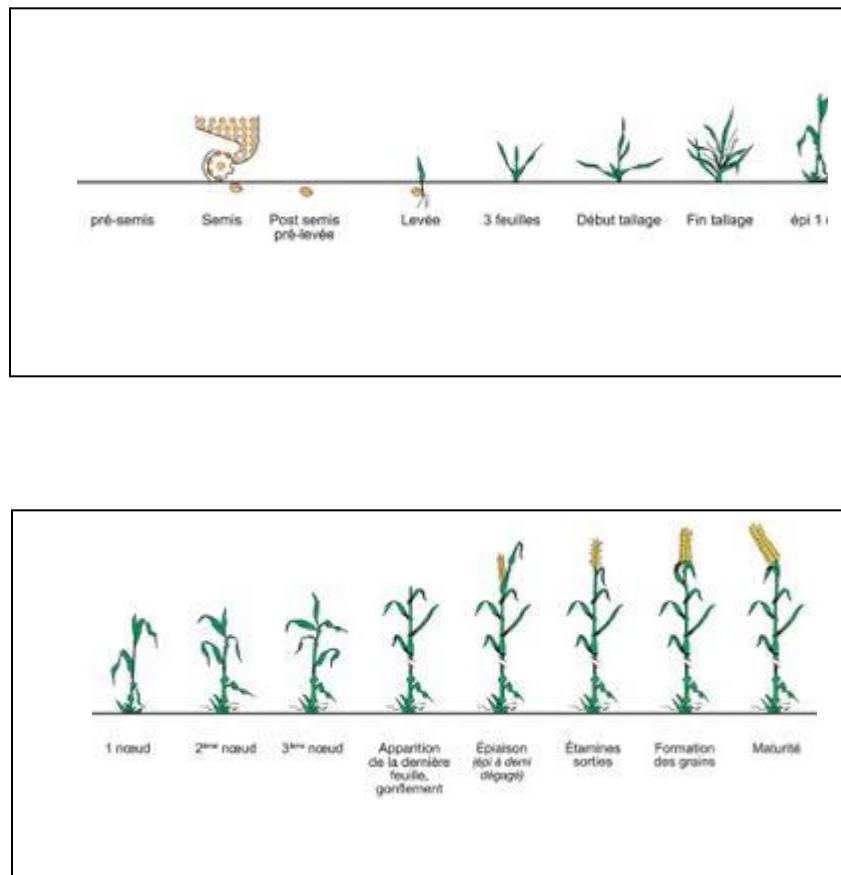
**La phase de montaison-floraison** : Durant cette période, les talles atteignent leur plein développement, marquant ainsi la transition du blé de la phase végétative à la phase de reproduction. Cette phase est influencée par la durée du jour et la température [24].

**La phase d'épiaison** : l'épi sort de la dernière feuille, la floraison et la pollinisation peuvent avoir lieu quelques jours après [26]. La floraison chez le blé aura lieu quand le jour s'allonge et les nuits se raccourcissent, et le nombre définitif ou réel de grain /épi est fixé durant cette période [27].

Période de remplissage et de maturation du grain : Après la floraison, le grain se remplit de deux manières [27].

Par la migration d'une partie des réserves de la tige.

Par la photosynthèse des parties de la plante encore vertes (feuilles, épis, barbes) **Figure 4.**



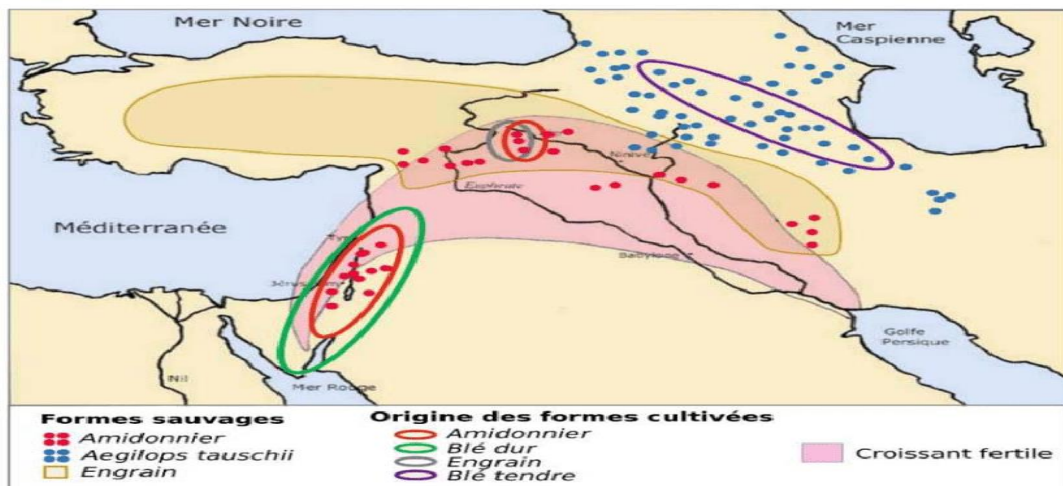
**Figure 4** Les stades phénologiques de blé, par l'échelle BBCH, Source site

#### IV.1. Origine génétique du blé :

Il existe actuellement trois types de blés produits dans le monde : blé tendre (*Triticum aestivum*), blé dur (*Triticum turgidum*) et épeautre (*Triticum monococcum*), et les caryotypes de ces trois espèces de blé sont constitués respectivement de 42, 28 et 14, et aussi les diverses variétés de blé sauvage que l'on trouve encore dans certaines parties du monde possèdent 14 chromosomes ; Ainsi, le caryotype du blé représente une lignée avec des nombres de chromosomes multiples de 7, indiquant que le blé tendre et le blé dur sont respectivement polyploïdes, hexaploïdes et tétraploïdes chromosomes [28]. Selon les mêmes auteurs, diverses études sur l'histoire du blé ont montré que le blé dur est le résultat d'un croisement entre deux espèces de blé sauvage contenant des monocoques sauvages, et que le blé tendre est le résultat d'un croisement entre le blé dur et une autre espèce de blé sauvage. Ces croisements et le doublement subséquent du nombre de chromosomes sont à l'origine du blé polyploïde .

#### IV.2. L'origine géographique du blé dur :

Selon la **Figure 5** la distribution approximative des formes sauvages de l'amidonnier (*Triticum turgidum* ssp *dicoccoides*) et d'*Aegilops tauschii* est représentée par des points, tandis que la distribution de l'engrain est illustrée par des zones jaunes. Les zones encadrées indiquent les origines probables des formes cultivées de l'amidonnier, du blé dur, de l'engrain et du blé tendre. [29]



**Figure 5.** L'origine géographique des blés cultivés.

### IV.3. La distribution géographique du blé dans le monde :

Actuellement, on trouve la culture du blé principalement dans les régions au climat méditerranéen, telles que l'Afrique du Nord (Maroc, Algérie, Tunisie, Égypte), le sud de l'Europe (Espagne, France, Italie, Grèce), le Moyen-Orient (Turquie, Syrie, Palestine), ainsi que dans les plaines intérieures des États-Unis, du Canada, du nord du Mexique, de la Russie, de l'Ukraine, du Kazakhstan, de l'Australie, de l'Inde, de la Chine et de l'Argentine [30]

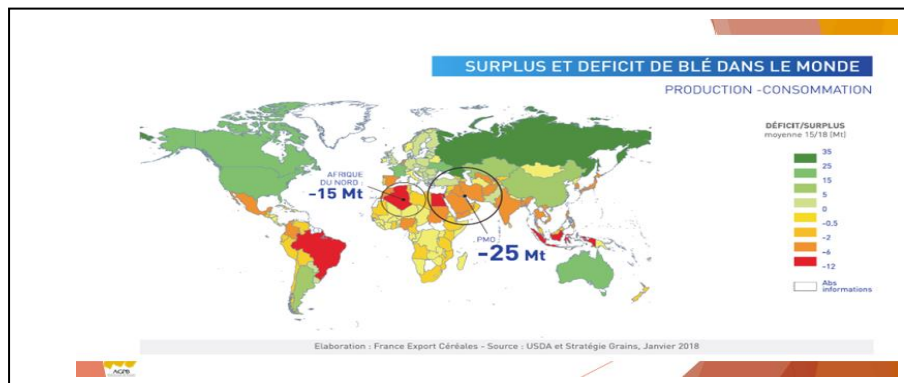


Figure 6. Surplus et déficit de blé dans le monde. Source USDA et stratégie grains.

### V.1. Le blé dans le monde :

Le rapport mensuel de l'USDA (Département de l'Agriculture des États-Unis) du 12 mai prévoit une production mondiale de blé de 774,83 millions de tonnes pour 2022/2023, en baisse par rapport aux 779,29 millions de tonnes de 2021/2022. Cette diminution est principalement due à une révision à la baisse de la production ukrainienne, estimée à 21,5 millions de tonnes contre 33,01 millions de tonnes en 2021/2022. En plus de l'Ukraine, une baisse de production est également attendue en Australie, dans l'UE et au Maroc. Cependant, ces baisses sont compensées par des augmentations de production au Canada, en Russie et aux États-Unis. Les stocks mondiaux de blé pour 2022/2023 sont prévus à 267,02 millions de tonnes, en diminution par rapport aux 279,72 millions de tonnes de 2021/2022.

### V.2. Production du blé en Algérie :

En Algérie, le blé dur (*Triticum turgidum* L. var. durum) est cultivé principalement dans trois zones favorables : la zone côtière (600 mm de précipitations), les plaines intérieures (450 à 600 mm) et le nord des hauts plateaux (350 à 450 mm). Cette culture pluviale est fortement

dépendante des conditions climatiques, avec le déficit hydrique et les températures élevées en fin de cycle étant les facteurs les plus déterminants [31].

D'après les données de l'USDA rapportées par Index Mundi, l'Algérie se classe parmi les 20 premiers producteurs de blé au monde, avec une production annuelle estimée à 3,7 millions de tonnes en 2022.

### **VI.1. Importance du blé :**

#### **VI.2 Importance alimentaire :**

Le blé est l'un des aliments les plus consommés au monde. Il fait partie de l'alimentation humaine et animale dans de nombreuses régions, notamment en Europe, en Amérique du Nord, au Proche-Orient, en Extrême-Orient, en Amérique du Sud, en Australie et en Afrique. En tant qu'aliment de base, le blé est présent sur toutes les tables et disponible toute l'année sous diverses formes. C'est l'une des premières plantes domestiquées par l'homme, avec des cultures datant du 8e siècle av. J.-C. dans la région du Croissant fertile. Le blé est la principale source de calories et de protéines pour un tiers de la population mondiale, ce qui lui vaut le surnom de «roi des céréales » [32].

#### **VI.3 Importance économique :**

Le blé dur représente environ 8 % des superficies cultivées en blé dans le monde, dont 70 % se trouvent dans les pays méditerranéens, notamment la Turquie, la Syrie, la Grèce, l'Italie, l'Espagne et les pays d'Afrique du Nord [33].

#### **VI.4. Dans le monde :**

Les dernières prévisions de la FAO pour la production mondiale de céréales en 2022 ont été légèrement revues à la hausse, atteignant 2 777 millions de tonnes, bien que cela représente une baisse de 1,2 % par rapport à l'année précédente [34].

#### **VI.5 En Algérie :**

Au cours des cinq dernières années, l'Algérie a importé en moyenne plus de 12 millions de tonnes de céréales par an, tandis que la production annuelle nationale était d'environ 4,92 millions de tonnes, dont 3,3 millions de tonnes de blé. En 2021, les épisodes de sécheresse en

Afrique du Nord ont impacté la production de céréales, avec une production totale estimée à 3,5 millions de tonnes en Algérie, soit une baisse par rapport à la moyenne quinquennale et environ 38 % de moins que l'année précédente (FAO, 2021). Selon l'organisation internationale, l'Algérie importe du blé de France, du Canada, d'Allemagne, des États-Unis, d'Espagne et du Mexique. En juin 2021, pour la première fois depuis 2016, la Russie a également expédié du blé en Algérie [34].

### **VII. Altération des grains de blé**

Au cours de leur stockage, les graines de céréales subissent des altérations diverses. Ces altérations peuvent être de nature physiologique, avec une perte de la faculté germinative ou une baisse de la vigueur, ou de nature physico-chimique, avec une baisse de la valeur technologique et nutritionnelle [35].

#### **VIII.1. Altérations enzymatiques**

Les altérations enzymatiques dues aux enzymes propres aux grains se manifestent de façon variée. Ce sont d'abord des hydrolases, agissant sur les protéines, les lipides et les glucides donnant des produits qui peuvent se dégrader ensuite par autres voies [36]. C'est ainsi que les lipases libèrent des acides gras qui sont ensuite oxydés par la lipoxygénase. Les amylases hydrolysent l'amidon en sucres fermentescibles. Il ne faut pas négliger cette altération enzymatique car certains produits peuvent être toxiques tel que les produits de la fermentation [37].

#### **VIII.2. Altération d'origine physique**

##### **VIII.2.1. Durée de stockage**

Nour et Brinis (2016) ont montré que les détériorations provoquées par la durée du stockage se manifestent, par une diminution de la vitesse et du taux de germination, un ralentissement de la croissance des plantules et l'apparition de plantules anormales [38].

##### **VIII.2.2. Température**

Les températures élevées de 20 °C à 40 °C qui y règnent couramment accélèrent les activités biologiques des microorganismes vivants. Les températures permettant de caractériser

les plages de germination et de développement des insectes et des microorganismes sont comme suit [39].

- Germination : 16 °C à 42 °C.
- Développement d'insectes : 13 °C à 41 °C.
- Développement des moisissures et bactéries : - 8 °C à 80 °C.

### **VIII.2.3. L'humidité**

L'humidité des grains stockés est le facteur de détérioration le plus important. Les grains stockés humides sont le siège d'échauffements, de développement de moisissures et parfois de germinations [39].

D'autres altérations d'origine mécanique dues à des chocs entraînent des cassures et favorisent les autres causes d'altération, l'utilisation des radiations telles que les rayons gamma et les rayons ultra-violet (UV) peuvent provoquer des altérations radiochimiques tels que la pyrolyse, redistribution de l'eau dans le grain et l'adhésion de l'amidon et des constituants protéiques [37].

### **VIII.3. Altération d'origine biologique**

Les principaux agents biologiques responsables de l'altération des grains du blé au cours du stockage sont les microorganismes, la quantité de matières verte végétale, les insectes, les acariens et les rongeurs [40].

#### **VIII.3.1 Les microorganismes**

Les micro-organismes (moisissures, levures, bactéries) sont des agents biologiques présents toujours sur la surface des grains. Au cours de stockage, ce sont surtout les moisissures qui constituent la menace la plus fréquente car elles peuvent se développer dès que l'humidité relative de l'air dépasse 65%, alors que les levures ou les bactéries ne se développent que sur les grains très humides [39]. Les moisissures provoquent le brunissement et la mort des embryons, elles ont une activité lipolytique souvent importante et entraînent une augmentation de l'acidité. Les moisissures libèrent des enzymes, qui arrêtent la germination des graines. Elles diminuent la

qualité des produits par décoloration et changement de goût (mauvaise saveur ou mauvaise odeur) ainsi que leur valeur nutritive [42].

### **VIII.3.2 La quantité de matières verte végétale**

La quantité de matières verte végétale (**feuilles, tiges fragments de végétaux...**) doit être réduite au minimum. La teneur en humidité élevée de ces corps étrangers augmente la teneur en eau des grains, ce qui accélère la respiration et la germination du grain.

### **VIII.3.3 Les insectes**

Les infestations par les insectes peuvent se produire soit sur le terrain, avant la récolte, soit sur les lieux de stockage des produits ; et dans certains cas, ces infestations sont difficiles à déceler à l'œil nu, car les dégâts sont provoqués par les larves qui se développent à l'intérieur des grains. Les principaux insectes susceptibles d'infester les produits stockés appartiennent aux familles suivantes :

- ❖ Les coléoptères (dégâts provoqués par les larves et les insectes adultes) ;
- ❖ Les lépidoptères (dégâts provoqués seulement par les larves).

Les insectes sont responsables de pertes parfois significatives de produit, et leur activité biologique (production de déchets, respiration, etc.) compromet la qualité et la valeur commerciale des grains stockés, et favorise le développement de micro-organismes [42].

#### **VIII.3.3.1 Les acariens**

Les acariens sont un ordre de très petits arachnides. Ils constituent un danger économique non seulement pour le dégagement de mauvaises odeurs, mais aussi pour l'altération des grains.

#### **VIII.3.3.2 Les rongeurs**

Les rongeurs s'installent et se multiplient à l'intérieur ou au voisinage des lieux déstockage, car ils y trouvent leur nourriture en abondance. Les importants dégâts qu'ils provoquent affectent non seulement les produits conservés, mais encore les emballages et même les structures de stockage. Les principaux rongeurs, les plus communs, susceptibles de s'attaquer aux produits stockés, appartiennent aux espèces suivantes :

- ❖ **Rat noir**, dit aussi "rat de grenier" (*Rattus rattus*),
- ❖ **Surmulot ou rat gris**, dit aussi "rat d'égout" (*Rattus norvegicus*),
- ❖ **Souris** (*Mus musculus*).

L'action prolongée de ces ravageurs se traduit inévitablement par de graves pertes quantitatives de produits stockés. Il faut ajouter à ces pertes celles qui découlent de la diminution de qualité des denrées, causée par les souillures (déjections, sécrétions) abandonnées par les rongeurs dans les produits stockés. Cette contamination est importante tant sur le plan commercial que sur celui de l'hygiène et de la santé. En effet, les rongeurs sont souvent les vecteurs de graves maladies (rage, leptospirose, etc.) [42].

### **XI. Les contraintes de la production du blé en Algérie**

Les contraintes qui entravent la production du blé en Algérie sont celles que subit toute la filière céréalière, les aborder revient à analyser les paramètres de la production à caractère naturel, socioéconomique et structurel qui auraient une incidence sur le niveau de la productivité au pays [43].

#### **XI.1. Les contraintes naturelles**

La production du blé en Algérie est dépendante d'un certain nombre de contraintes naturelles, et la pluviométrie en constitue l'une des plus importantes, en effet, les précipitations du pays ne sont pas conséquentes et n'arrivent pas toujours en temps opportun et en quantités suffisantes [43]. Ajouter à cela plusieurs autres contraintes intervenant dans la limitation des rendements, parmi lesquelles figurent : les fléaux et accidents (incendies, invasion de criquets ... etc), l'érosion de la terre, qui touche notamment les terres des zones telliennes, la déforestation et le surpâturage qui fragilisent les écosystèmes et contribuent à la dégradation du couvert végétale, les catastrophes climatiques comme le gel, la sécheresse et le sirocco dans certaines zones [44].

#### **XI.2. Les contraintes techniques culturelles**

Les insuffisances techniques dont souffre la production céréalière en général et celle du blé en particulier sont très nombreuses :

- ❖ L'utilisation abusive du covercrop (utilisé comme moyen de labour, de recroisement et de recouvrement de la graine),
- ❖ La mauvaise préparation du sol (lit de semences),

- ❖ L'indisponibilité des engrais azotés en quantité et au moment de son utilisation,
- ❖ L'irrigation peu développée où l'on note, au niveau national un taux de réalisation très faible, et ce pour diverses raisons comme manque de sources et matériel d'irrigation et manque de sensibilisation.
- ❖ Les pertes à la récolte, assez importantes, dues principalement ; au retard de la récolte, et au mauvais réglage des moissonneuses-batteuses,
  - Utilisation, par les céréaliculteurs de certaines régions, de la semence de ferme non traitée contre les maladies fongiques. [44].

### **XI.3 Les contraintes foncières**

Bien qu'ils ont toujours constitué les points sur lesquels se focalisent les expériences et tentatives d'amélioration ou d'intensification de la production agricole, le statut de la terre, la dimension, le morcellement, la localisation des parcelles, et le mode de gestion dont sont caractérisées les exploitations agricoles algériennes se montrent comme de principales entraves qui empêchent une croissance importante de la production agricole notamment celle du blé. [45].

### **XI.4 Les contraintes logistiques**

Les contraintes logistiques dont souffre la production du blé, concernent le secteur agricole en entier, et il s'agit principalement de facteurs suivants :

- ❖ Les éléments de stratégie ne sont pas bien définis et les indicateurs de planification ne sont pas identifiés,
- ❖ L'insuffisance des moyens de collecte de récoltes et de transport,
- ❖ L'insuffisance des structures de stockage et des équipements de conditionnement,
- ❖ L'insuffisance en intrants pour le bon déroulement du programme (semences, herbicides, matériel agricole spécifique). [46].

### **XI.5 Les contraintes économiques**

Les contraintes économiques sont liées aux coûts de production élevés résultants de la cherté des facteurs de production et du matériel agricole. Par ailleurs il existe plusieurs facteurs à caractère économique qui causent de sérieux blocages techniques à la production du blé, et au maintien de la politique d'intensification céréalière, à titre d'exemple le rapport céréales- élevage défavorable à la céréaliculture ; en effet, dans les conditions actuelles, l'élevage associé à la

jachère et /ou à une céréaliculture extensive, génère plus de valeur ajoutée qu'une céréaliculture intensive, et ce grâce aux prix élevés des viandes rouges. [43].

# **Chapitre II:**

## **Partie expérimentale**

**Objectif du travail**

L'objectif de ce travail est de réaliser des analyses physico-chimiques afin de déterminer et contrôler la qualité du blé dur. Nous présenterons également les tests utilisés pour effectuer le screening phytochimique. Le blé dur étudié provient de la commune d'El Besbes, située à l'ouest de la wilaya d'El Taref, à 24 km au sud d'Annaba, une région entourée de terres agricoles. Les analyses ont été effectuées dans le laboratoire de contrôle de qualité du CCLS El Hadjar et le laboratoire de l'université Chadli Bendjedid.



**Figure 7.** La récolte du blé (photo personnelle)

**I. contrôle de qualité du blé****I.1. Examen organoleptique :****I.1. 1. Méthode d'agréeage :**

L'agréeage est une opération technique visant à évaluer la qualité physique des céréales notamment le blé dur, le blé tendre et de l'ogre [47].

**I.1.2. Observation générale :**

Dans un premier temps, on teste l'odeur de l'échantillon de blé. Ensuite, il faut l'étaler sur une surface plane et lisse, avec une faible épaisseur de 2 à 3 cm. On observe alors la couleur et on note la présence éventuelle d'éléments inhabituels, qui doivent être retirés de l'échantillon [47].



**Figure 8.** Échantillon du blé (photo presonnelle)

## **II. Le poids spécifique :**

### **II.1. Définition :**

Le poids spécifique est une mesure qui nous aide à déterminer la capacité du blé à fournir un bon pourcentage d'extraction en farine.

### **II.2. Appareil :**

Une trémie conique pour le blé est un dispositif de stockage et de distribution conçu en forme de cône inversé. Cette structure facilite le flux des grains de blé vers le point de sortie situé à la base de la trémie. Généralement fabriquée en métal ou en plastique robuste, la trémie conique est dotée d'un système de contrôle pour réguler le débit des grains. Elle est souvent utilisée dans les silos, les moulins ou les installations de transformation du blé pour assurer un approvisionnement constant et sans obstruction des grains.

Le principe de la trémie conique pour le blé repose sur la gravité pour faciliter le flux des grains. La forme conique inversée permet aux grains de descendre naturellement vers l'ouverture située à la base.



**Figure 9.** Une trémie conique (photo personnelle )

### II.2.1. Mesure du poids spécifique :

Pour mesurer le poids spécifique on doit tout d'abord mesurer le poids de la trémie conique remplie avec l'échantillon puis on élimine le poids du trémie (10 kg).

$p_s = (p_1 - 10) \times 2 \text{ kg/h}$  sachant que  $p_1$  est le poids de l'échantillon et la trémie .

### III.1 Mesure de l'humidité

#### III 1.1 Définition :

L'humidité est un critère de qualité évalué sur le blé et la farine ce test consiste à mesurer la quantité d'eau présente dans le produit.

#### III.1.2 Principe :

L'humidimètre est un outil utilisé pour mesurer le taux d'humidité dans divers matériaux tels que le bois, le plâtre, le béton et même le sol. Le principe de fonctionnement varie selon le type d'humidimètre utilisé, mais généralement, il utilise des capteurs ou des sondes pour détecter et mesurer l'humidité présente dans le matériau.



Figure 10. Humidimètre

#### IV. Détermination des impuretés

##### IV.1. Matériels

Diviseur



Balance analytique



Tamis



Loupe



Figure 11. Matériels utilisés

**IV.2. Détermination des impuretés du première et deuxième catégorie et de la troisième catégorie :**

Ils sont déterminés sur une prise d’essai d’environ 100 g obtenue par des divisions successives de l’échantillon de laboratoire. Ils peuvent être effectués soit mécaniquement ou manuellement par un diviseur, un tamis, une loupe et une balance analytique.



**Figure 12.** Division du blé

**Tableau 2.** Les impuretés du première, deuxième et troisième catégorie.

<b>Impuretés première catégorie</b>	<b>Impuretés deuxième catégorie</b>	<b>Impureté troisième catégorie</b>
Matière qui passe à travers le tamis	Grains cassés	Grains mitadinés
Les débris végétaux et les éléments minéraux	Grains fortement boutés	Blé tendre dans le blé dur
Grains nuisible	Grains roux	-----
-----	Grains punaisés	-----
-----	Grains piqués	-----

**V. Bulletin d’agréeage :**

Le bulletin d’agréeage du blé est un document officiel utilisé dans l’industrie céréalière pour évaluer et certifier la qualité du blé livré par les producteurs. Ce bulletin résume les résultats des

tests effectués sur le blé, tel que le taux d'humidité, le poids spécifique, le taux de protéine, la présence d'impuretés et d'autres critères de qualité. Ces informations sont essentielles pour déterminer la valeur marchande du blé et pour s'assurer qu'il répond aux normes requises pour la transformation et la conservation.

OFFICE ALGERIEN INTERPROFESSIONNEL DES CEREALES

Coopérative des Céréales et des Légumes Secs de .....

**Bulletin d'Agréage N°** .....

**Espèce : Blé Tendre** Le .....  
 Nom du Producteur : ..... Nom de l'agréateur : .....  
 Adresse : ..... Quantité : .....  
 Point de collecte : .....

Paramètres	Limites (non bonifiées ni réactions)	Valeurs	Bonification (D.A.)	Réfaction (D.A.)	Observation
Poids spécifique (Kg/l)	[74 - 77]				
Teneur en eau (%)	≤ 17				
Ergot	< 0,01 % ( < 1g dans 100Kg)				
Impuretés 1 <sup>ère</sup> catégorie	Matières qui passent à travers le tamis 20 mm x 2,1 mm (%)	-			
	Les débris végétaux et les éléments minéraux (%) <small>Retenus par le tamis 20 mm x 2,1 mm</small>	-			
	Graines nuisibles (%)	≤ 0,25			
	<b>Total (%)</b>	[1 - 3]			
Impuretés 2 <sup>ème</sup> catégorie	Grains cassés (%)	≤ 4			
	Grains punaisés (%)	≤ 2			
	Grains fortement boutés (%)	-			
	Grains faiblement boutés (%)	-			
	Grains fortement mouchetés (%)	-			
	Graines étrangères utilisables pour le bétail (%)	-			
	<b>Total (%)</b>	≤ 6			
<b>Total des Bonifications et Réactions</b>					

Reference : Décret n°88-152 du 26 juillet 1988 fixant les barèmes de bonification et de réfaction applicables aux céréales aux légumes secs, secs. 1<sup>ère</sup> partie : Relations entre producteurs et organismes stockeurs.

Producteur ..... Agréateur .....

Figure 13. Bulletin d'agréage

VI.1. La préparation de la poudre :



Figure 14. Préparation de la poudre du blé

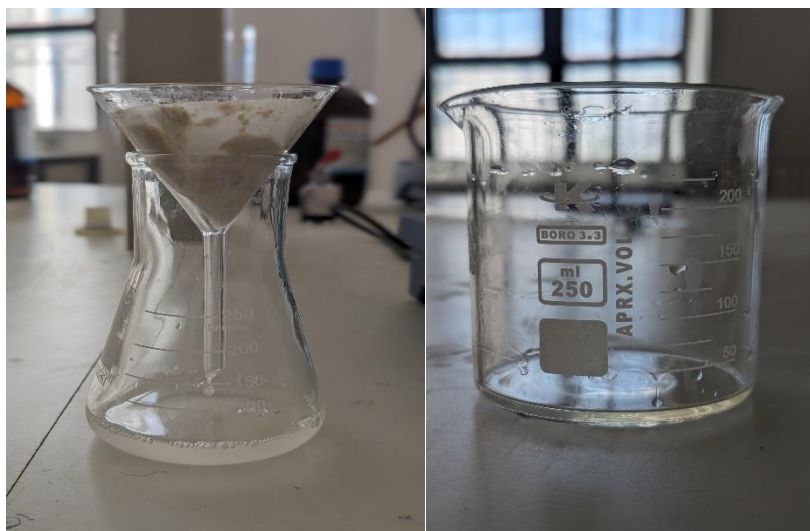
## VII. Screening phytochimique

### VII.1. Définition :

Le screening phytochimique regroupe l'ensemble des techniques qualitatives utilisées pour identifier les différents groupes chimiques présents dans un organe végétal. Il s'agit de réactions physico-chimiques permettant de détecter divers composés chimiques. Parmi les nombreuses classes phytochimiques existantes, les plus importantes incluent les polyphénols, qui englobent les flavonoïdes, les anthocyanes, les tanins, ainsi que les alcaloïdes, les saponosides, les stéroïdes, les stérols, et les terpènes [48].

### VII.2. Test des alcaloïdes

Mélanger 1 g de la poudre de feuille avec 10 ml d'acide chlorhydrique à 5% dans un récipient. Filtrer le mélange et ajouter quelques gouttes de réactif de Mayer au filtrat (**Figure 9**).



**Figure 15.** Test des alcaloïdes

### VII.3 Les saponosides (test de mousse) :

Prendre 1 g de poudre sèche et le placer dans une fiole. Ajouter 10 ml d'eau distillée à la fiole et faire bouillir le mélange pendant 5 minutes. Ensuite, filtrer le mélange. Prendre 2,5 ml du filtrat et les ajouter à 10 ml d'eau distillée dans un tube à essai. Secouer vigoureusement le tube pendant 30 secondes, puis le laisser reposer pendant une demi-heure (**Figure 10**).



**Figure16.** Test de mousse

#### **VII.4. Les flavonoïdes :**

Mettre 10 g de poudre de feuille à macérer dans 150 ml d'acide chlorhydrique à 1% pendant 24 heures. Filtrer le mélange, puis prendre 10 ml du filtrat et le rendre basique en ajoutant de l'ammoniac ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) (**Figure 11**).



**Figure17.** Test de flavonoïdes

#### **VII.5. Les tannins :**

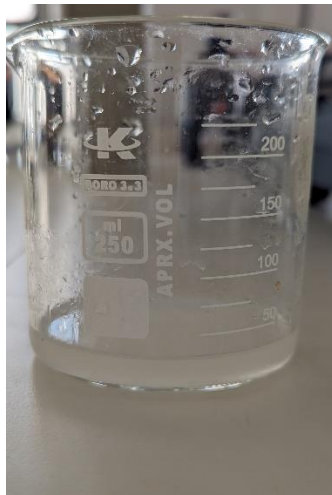
Prendre 10 g de feuille et les mélanger avec 100 ml de méthanol à 80%. Filtrer le mélange, puis ajouter quelques gouttes d'une solution de chlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) à 1% au filtrat (**Figure 12**).



**Figure 18.** Test de tannins

#### **VII.6 Les cardénolides :**

Macérer 1 g de poudre sèche dans 20 ml d'eau distillée pendant 3 heures. Après filtration, prélever 10 ml de filtrat et l'extraire avec un mélange de 10 ml de chloroforme ( $\text{CHCl}_3$ ) et d'éthanol ( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ ). Évaporer la phase organique, puis dissoudre le précipité dans 3 ml d'acide acétique glacial ( $\text{CH}_3\text{COOH}$ ), en ajoutant quelques gouttes de chlorure de fer ( $\text{FeCl}_3$ ) et 1 ml d'acide sulfurique concentré sur les parois du tube à essai (**Figure 13**).



**Figure 19.** Test des cardénolides .

**VII.7. Les huiles volatiles :**

Mettre 10 g de poudre dans 40 ml d'eau distillée et agiter constamment pendant 30 minutes. Filtrer l'extrait ; prendre 2 ml du filtrat et le secouer avec 0,1 ml de solution diluée de NaOH et une petite quantité de solution diluée de HCl. Observer la formation d'un précipité blanc avec les huiles volatiles (**Figure 14**).



**Figure 20.** Test des huiles volatiles

**VII.8. Anthocyanes :**

L'indication repose sur le changement de couleur de l'infusion à 10% en fonction du pH. Ajouter quelques gouttes d'acide chlorhydrique pur à l'infusion provoque un changement de couleur, puis ajouter quelques gouttes d'ammoniac ( $\text{NH}_4\text{OH}$ ) provoque à son tour un changement de couleur (**Figure 15**).



**Figure 21.** Test d'Anthocyanes

**VII.9. Leuco-Anthocyanes :**

Chauffer 5 ml de l'infusion à 10% avec 4 ml d'un mélange d'éthanol et d'acide chlorhydrique pur (dans un rapport de 1 :3) dans un bain-marie à 50°C pendant quelques minutes (**Figure 22**).



**Figure 22. Test de Leuco-Anthocyanes**

### VII.10. Quinones :

Placer 1 g de poudre broyée dans un tube avec 15 à 30 ml d'éther de pétrole. Agiter le mélange et laisser reposer pendant 24 heures. Filtrer l'extrait puis le concentrer au Rotavapeur. Pour confirmer la présence de quinones, ajouter quelques gouttes de NaOH (**Figure 13**).



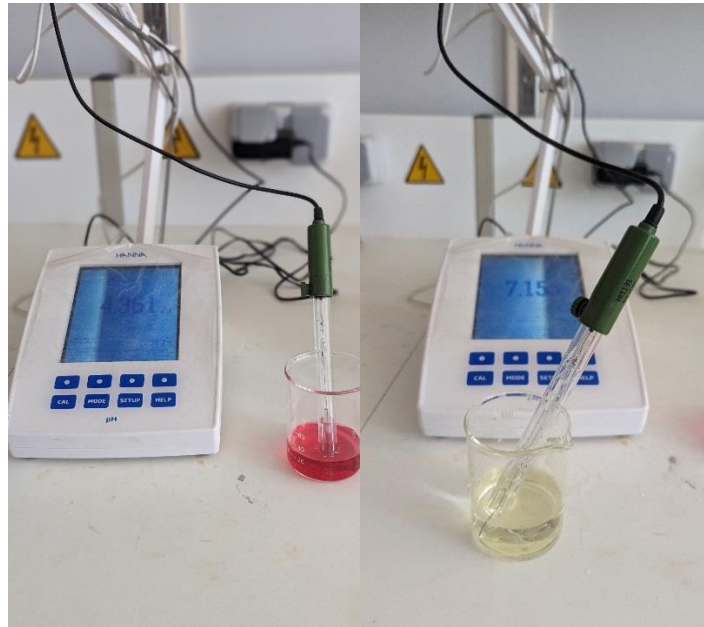
**Figure 23. Test de Quinones**

## VIII Méthodes d'analyse physico-chimiques

### VIII.1. Mesure de pH

Étalonnez l'appareil avec des solutions tampon (pH de 7 et 4). Pesez dans un bécher, environ 10 g d'échantillons frais, ajouter 100 ml d'eau déminéralisée et garder une agitation mécanique

pendant 5 min pour homogénéiser le mélange. Plonger les électrodes du pH mètre dans le bécher et faire la lecture lorsque l'afficheur est stable [49]



**Figure 24.** Étalonnage de l'appareil

### VIII.1.2. Mesure d'Acidité

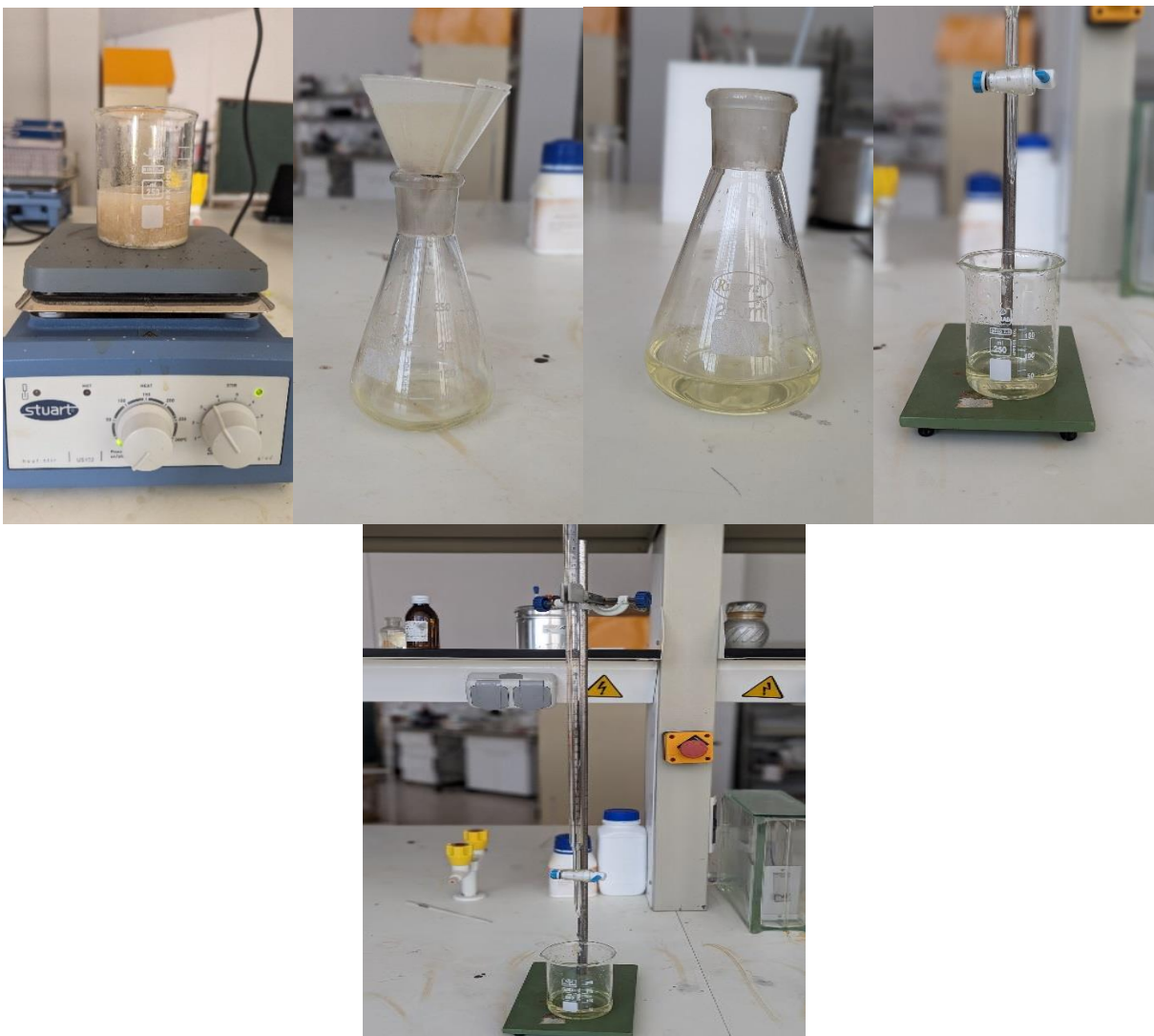
On détermine l'acidité d'un extrait alcoolique préparé à partir de la farine par titrage avec une solution alcaline de soude 0,1 N en présence de phénolphtaléine [50]

On a :

$$C_a \times V_a = C_b \times V_B$$

$$C_B = 0.1N, V_b = 0.5mL, V_a = 50 mL, m_{Ble} = 10 g$$

$$C_a = C_b \times V_B / V_A = 1 \times 10^{-3} \quad \text{Donc } C\% = (C_a \times 100) / m_{Ble} .$$



**Figure 25.** Titrage de la solution alcaline

### VIII.1.3. Mesure d'Humidité

Son principe est simple il suffisait d'utiliser un humidimètre.



Figure 26. Humidimètre

#### VIII.1.4. Mesure de taux des Cendres

La teneur en matière minérale existante dans les différentes farines et déterminées par incinération d'une prise d'essai de 3 g à 900 °C. L'incinération est réalisée dans un four à moufles la minéralisation est poursuivie pendant 3 h jusqu'à combustion totale de la matière organique et apparition d'un résidu blanchâtre [51]  $\% = (m_3 - m_1) / (m_2 - m_1) \times 100$

$m_1$  est la masse de creuset vide ,  $m_2$  est la masse de creuset +échantillon initial ,  $m_3$  est la masse de creuset + cendre .

##### VIII.1.4.1 Matériel utilisé

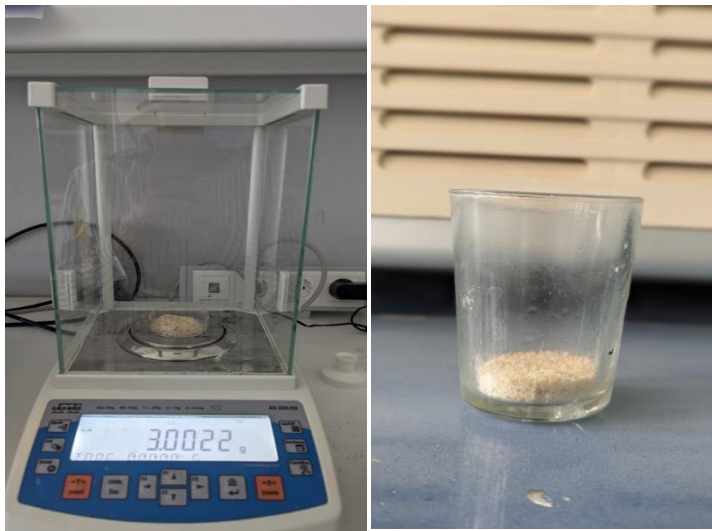


Figure 27 : Mesure du taux des cendres (1)



**Figure 28** : Mesure du taux des cendres( 2)

# **Chapitre III :**

## **Résultats et discussion**

**I. Résultats et discussion de contrôle de qualité**

Le contrôle de qualité du blé dur fait référence à l'ensemble des procédures et des tests utilisés pour s'assurer que le blé dur (utilisé principalement dans la production de pâtes alimentaires) répond aux normes de qualité requises.

Selon le tableau

**Tableau 03 : Résultats de Contrôle de qualité**

<b>Paramètre</b>	<b>Valeurs</b>
Poids spécifiques	70 kg/h
L'humidité	12 %
Impuretés 1 Catégories	1.80 %
Impuretés 2 Catégories	6.65 %
Impuretés 3 Catégories	13 %



**Figure 29** mesure de poids spécifique



Figure 30 : Impureté des différentes catégories



Figure 31 : Impureté des différentes catégories et bulletin d'agrément

OFFICE ALGERIEN INTERPROFESSIONNEL DES CEREALES

Coopératives de Céréales et des Légumes Secs de ANNABA

**Bulletin d'Agréage N° .....**

Espèce : **Blé Dur PL**      Le ..... **08/05/2024**  
 Nom de l'acheteur : **Mohamed N° 010536**      Nom de l'agréeur : **HANACH ALI**  
 Adresse : **Cité Attouf**      Quantité : **234,60**  
 Point de collecte : **Siba El Hadjer**

Paramètres		Limites (sans bonification ni réfaction)	Valeurs	Bonification (D.A.)	Réfaction (D.A.)	Observation
Poids spécifique (Kg/hl)		[76 - 80]	78,00			
Teneur en eau (%)		≤ 17	11,00			
Ergot (%)		≤ 1	—			
Impuretés 1 <sup>ère</sup> catégorie	Matières qui passent à travers le tamis 20 mm x 2.1 mm (%)	-	0,20			
	Les débris végétaux et les éléments minéraux (%) <small>Retenus par le tamis 20 mm x 2.1 mm</small>	-	0,60			
	Graines nuisibles (%)	≤ 0,25	—			
	<b>Total (%)</b>	[1 - 3]	<b>0,80</b>			
Impuretés 2 <sup>ème</sup> catégorie	Grains cassés (%)	≤ 5	4,20			
	Grains fortement boutés (%)	≤ 5	1,30			
	Grains Roux (%)	-	—			
	Grains fortement mouchetés (%)	-	0,80			
	Grains punaisés (%)	-	0,05			
	Grains piqués (%)	-	0,30			
	<b>Total (%)</b>	≤ 10	<b>6,65</b>			
Grains mitadinés	Grains mitadinés (%)	-	11%			
	Blé tendre dans blé dur (%)	≤ 5	2%			
	<b>Total (%)</b>	[10 - 20]	<b>13%</b>			
<b>Total des Bonifications et Réfections</b>						

Référence : Décret n° 88-152 du 26 juillet 1988 fixant les barèmes de bonification et de réfaction applicables aux céréales et aux légumes secs. Partie : Relations entre producteurs et organismes stockeurs.

Producteur : \_\_\_\_\_ Agréeur : \_\_\_\_\_  
 N° de la carte d'identité : \_\_\_\_\_

Figure 32 : Bulletin d'agréage (photo personnel)

### I.2 Interprétation de Contrôle de qualité

En examinant les valeurs montre en figure 32 :

- Poids spécifique (Kg/hl)** : La valeur de 78,00 se situe dans les limites spécifiées (76-80), ce qui est positif.
- Teneur en eau (%)** : Avec une valeur de 11,00%, le blé semble avoir une teneur en eau acceptable, étant inférieure à la limite maximale de 17%.
- Ergot (%)** : Aucun ergot n'a été détecté, ce qui est conforme aux exigences.
- Matières qui passent à travers le tamis 20 mm x 2.1 mm (%)** : La valeur de 1.20 (0,12%) est conforme aux spécifications.
- Les débris végétaux et les éléments minéraux (%)** : La valeur de 0,60% est dans les limites acceptables.
- Graines nuisibles (%)** : Aucune graine nuisible n'a été détectée, respectant ainsi les normes.

7. **Grains cassés (%)** : Avec une valeur de 4,20%, il y a une réfaction de -4,20% due aux grains cassés, ce qui est un peu élevé.
8. **Grains fortement boutés (%)** : La valeur de 1,30% est en dessous de la limite maximale de 5%, ce qui est bon.
9. **Grains Roux (%)** : absence de grains roux (0%) est présente.
10. **Grains fortement mouchetés (0.80%), Grains punaisés (0.05%) et Grains piqués (0.30%)** : Les valeurs de ces paramètres restent toutes en totale de (6.65) en dessous des limites maximales 10 , ce qui est positif.
11. **Grains mitadines (%)** : La valeur de 11% et **Blé tendre dans blé dur (%)** : 2%.

Les valeurs de ces paramètres restent toutes en totale de (13%) en dessous des limites maximales (10-20), ce qui est positif.

En conclusion, les résultats du contrôle de qualité montrent que le blé dur basé à El Tarf répond généralement aux normes spécifiées, Cependant, il y a quelques domaines, comme la proportion de grains cassés, qui pourraient nécessiter une attention particulière pour améliorer la qualité globale du produit.

## **II. Résultats et discussion de screening phyto-chimique**

Le screening phytochimique a été effectué sur les graines de ble dur à l'aide de réactifs de révélation spécifiques basés sur des réactions de précipitation ou un changement de couleur spécifique.

Les résultats de l'analyse phytochimique sont classés en fonction de différentes observations.


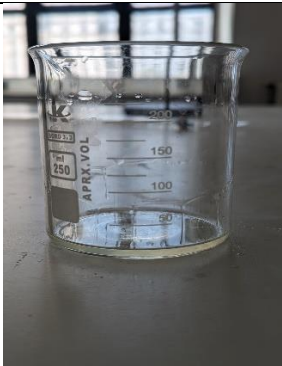




- Réaction négative : si le réactif ne produit aucune précipitation ni coloration.
- Réaction positive : si le réactif produit une précipitation ou une coloration, traduisant la présence de composés chimiques recherchés.

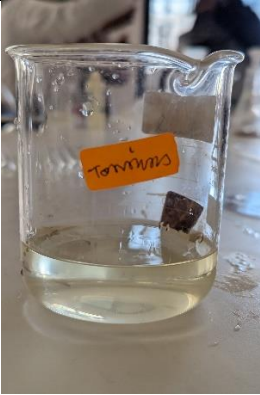
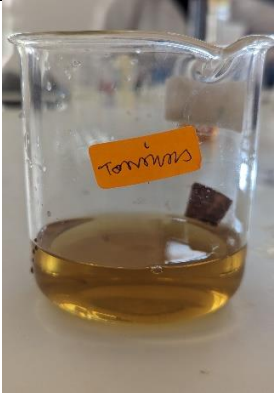




Les résultats du screening phytochimique sont regroupés dans le (tableau 04) et (tableau 05)







**Tableau 04 :** résultats de test phytochimique01

<b>Test</b>	<b>Résultat</b>
Alcaloïdes	(-)
Saponines	(+)
Flavonoïdes	(-)
Tannins	(+)
Cardénolides	(+)
Huiles volatiles	(+)
Anthocyanes	(-)
Leuco- Anthocyanes	(-)
Quinones	(+)

Tableau 05 : résultats de test phytochimique02

Test	Avant	Après
Alcaloïdes		
Saponines		
Flavonoïdes		

Tannins	 A glass beaker containing a clear, colorless liquid. A small, dark brown, irregular residue is visible at the bottom of the beaker. An orange label with the word "Tannins" is attached to the side of the beaker.	 A glass beaker containing a yellowish, turbid liquid. A small, dark brown, irregular residue is visible at the bottom of the beaker. An orange label with the word "Tannins" is attached to the side of the beaker.
Cardénolides	 A test tube held vertically, containing a clear, colorless liquid. The liquid level is approximately halfway up the tube.	 A test tube held vertically, containing a white, turbid precipitate at the bottom. The liquid above the precipitate is clear and colorless.
Huiles volatiles	 A test tube held vertically by a hand wearing a blue nitrile glove. The tube contains a white, turbid precipitate at the bottom. The liquid above the precipitate is clear and colorless.	 A test tube held vertically by a hand wearing a blue nitrile glove. The tube contains a white, turbid precipitate at the bottom. The liquid above the precipitate is clear and colorless.

Anthocyanes	 A hand in a blue nitrile glove holds a test tube containing a clear, colorless liquid.	 A hand in a blue nitrile glove holds a test tube containing a clear, pinkish-red liquid.
Leuco- Anthocyanes	 A hand in a blue nitrile glove holds a test tube containing a clear, colorless liquid.	 A hand in a blue nitrile glove holds a test tube containing a clear, pinkish-red liquid.
Quinones	 A glass beaker containing a white, powdery precipitate at the bottom.	 A glass beaker containing a white, powdery precipitate at the bottom.

### II.1 Interprétation :

Les résultats de l'analyse phytochimique des graines de blé dur (*Triticum durum*) montrent la présence de plusieurs composés secondaires, notamment :

1. **Saponines** : Ces composés sont connus pour leurs propriétés surfactantes et sont utilisés dans la fabrication de détergents, dentifrices, shampoings, et savons. Elles peuvent également servir de pesticides biologiques

2. **Tanins** : Les tanins sont des polyphénols totaux qui interviennent. Ils ont des propriétés antidiarrhéiques et vasoconstricteurs, rendant-les utiles dans le traitement des diarrhées infectieuses et des brûlures

3. **Quinones** : Les quinones sont des composés oxydés caractérisés par un motif 1,4-dicétocyclohexa-2,5-diéniq ou par un motif 1,2-dicétocyclohexa-3,5-diéniq. Elles ont des propriétés pharmacologiques variées

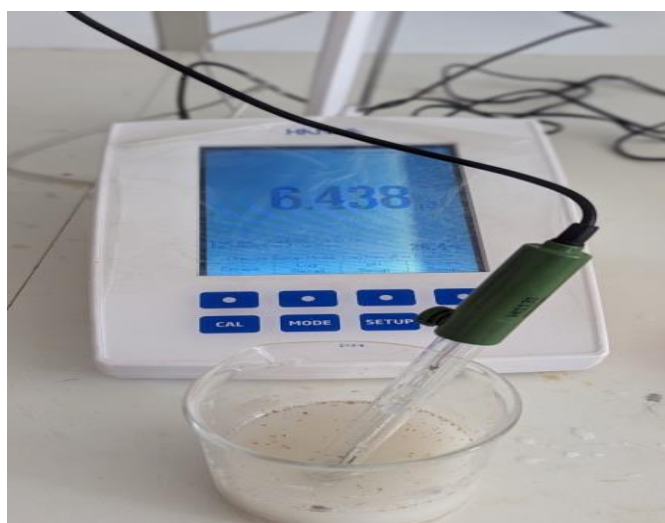
4. **Huiles volatiles** : Les huiles essentielles sont des composés organiques volatils. Elles ont des propriétés antiseptiques et peuvent être utilisées dans la régénération des tissus en cas de blessure superficielle ou de brûlure.

En résumé, l'analyse phytochimique des graines de blé dur a révélé une variété de composés secondaires avec des propriétés biologiques et pharmacologiques variées, qui peuvent être utilisés dans divers domaines

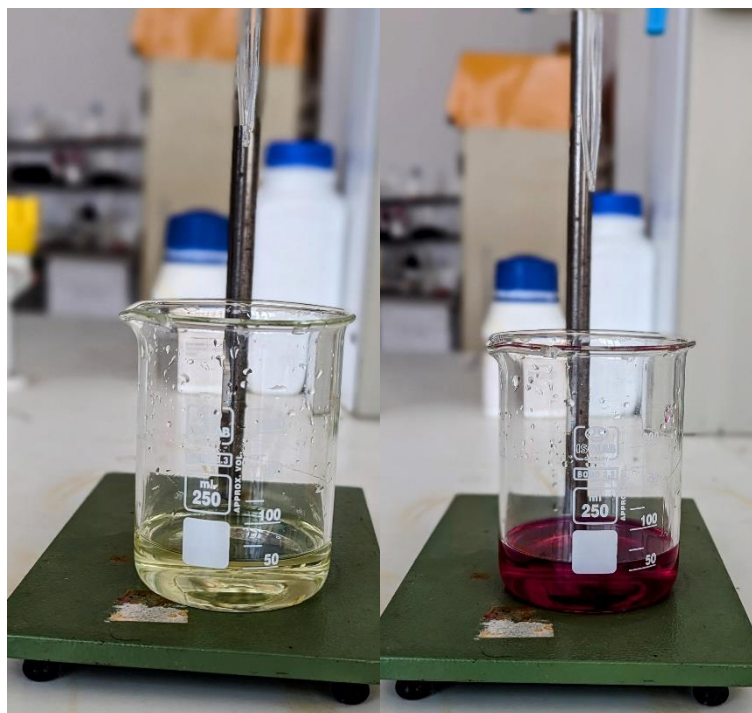
## II. Résultats et discussion d'analyses physico-chimique

**Tableaux 06** : les valeurs obtenues après les mesures

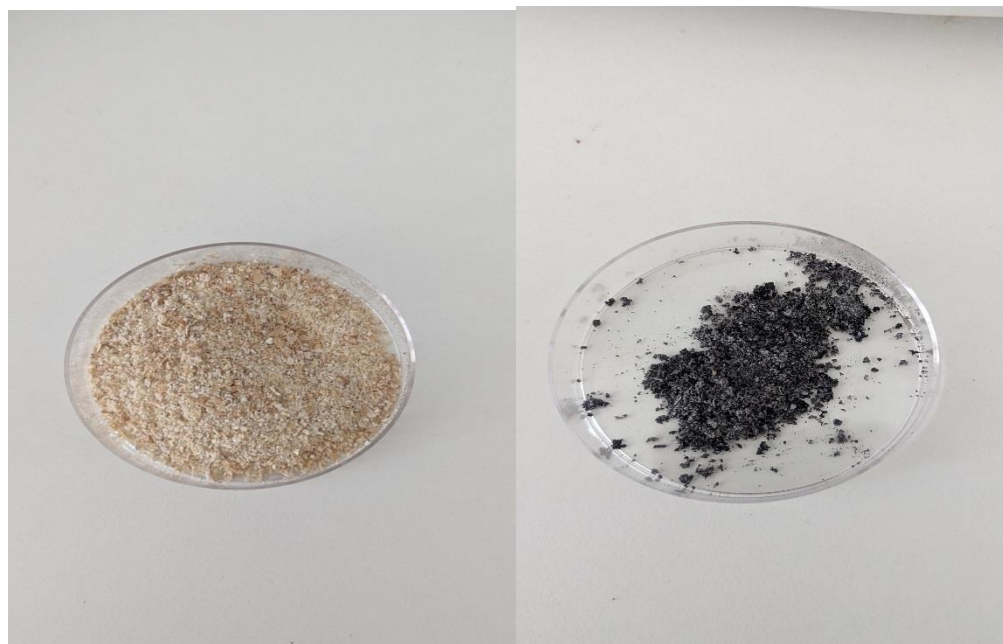
Paramétrés	Valeurs
pH	6.4
Taux d'acidité	0.01%
Taux de cendres	3%



**Figure 33** : Mesure de pH



**Figure34** : Titrage de l'extrait alcoolique



**Figure 35** : analyse des taux de cendres

**II.3 Interprétation des résultats**

Selon les résultats Obtenu on peut conclure que :

-le  $p^H$  de blé dur = 6.4 donc proche de neutralité (un indicateur de bon état de conservation  
- le taux de cendre = 3 % en pratique le taux de cendre pour le blé dur se situe entre 1.5% et 2% bien que cela puisse varier en fonction de la variété et des conditions de culture les normes spécifiques peuvent varier selon la réglementation locale et les standards industriels

- le taux d'acidité = 0.01 % Un taux d'acidité de 0,01 pour le blé dur est généralement considéré comme très faible, ce qui est bénéfique en termes de qualité du grain. Cela suggère que le blé dur est en bonne condition et qu'il n'y a pas de problèmes majeurs de détérioration.

**Conclusion du chapitre****Qualité du blé dur**

D'après les analyses effectuées, le blé dur présente globalement une qualité satisfaisante, respectant les normes pour la plupart des paramètres analysés.

- **Points positifs:**
  - Poids spécifique conforme aux exigences.
  - Teneur en eau acceptable.
  - Absence d'ergot et de grains nuisibles.
  - Teneur conforme en matières qui passent à travers le tamis, débris végétaux et éléments minéraux.
  - Bonne proportion de grains mûrs et de blé tendre dans le blé dur.
  - Présence de composés phytochimiques bénéfiques tels que les saponines, les tanins, les cardénolides, les huiles volatiles et les quinones.
  - pH, taux d'acidité et taux de cendres dans les limites acceptables.
- **Points à améliorer :**
  - Proportion de grains cassés légèrement élevée, nécessitant une attention particulière pour améliorer la qualité globale du produit.

# **Conclusion Générale**

## **Conclusion Générale**

---

L'étude sur la caractérisation physico-chimique et l'évaluation de la qualité de la variété de blé dur algérien de la région de Besbes a fourni des résultats prometteurs pour son utilisation dans la panification.

Les analyses physico-chimiques ont révélé que le blé dur de Besbes possède des caractéristiques conformes aux normes requises pour la panification. Les valeurs des paramètres tels que l'humidité, et la granulométrie montrent que cette variété de blé dur a une qualité optimale pour la production de farine

En conclusion, la variété de blé dur de la région de Besbes se distingue par ses excellentes propriétés physico-chimiques la rendant idéale pour la panification. Ces résultats encouragent non seulement la production locale de blé dur de qualité, mais aussi son utilisation dans les industries de transformation alimentaire pour la fabrication de produits de boulangerie haut de gamme. La valorisation de cette variété de blé dur peut également contribuer au développement économique régional et à la promotion de produits alimentaires algériens de qualité.

## **Liste des références**

## Liste des références

---

- [1] **Djermoun A., 2009.** La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques. *Revue Nature et Technologie* N° 01/Juin : 45- 53.
- [2] **Kellou R., 2008.** Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité Quali-Méditerrané : Le cas des coopératives Sud Céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop. Mémoire de Master de Science. N° 93 : L'Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier, France : 160 p.
- [3] **Moule C., 1980.** La mécanisation de l'irrigation par aspersion. *Bulletin FAO d'irrigation et de drainage* N° 35 : 25-35 p.
- [4] **Trentesaux E., 1995.** Evaluation de la qualité du blé dur. In: Di Fonzo N. (ed.), Kaan F. (ed.), Nachit M. (ed). *Durum wheat quality in the Mediterranean region*. Zaragoza. CIHEAM : 53-59 p
- [5] **Bellagoun I., Medini A., 2015.** Etude comparative de la qualité technologique de quelques échantillons du blé dur issus de la moisson **2014** (région de Guelma). Mémoire de master. Option : Qualité des produits et Sécurité Alimentaire. Université 08 Mai **1945** de Guelma : 1-2 p.
- [6] **Bonjean A., Picard E., 1991.** Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. Ligugé; Poitiers : 36p.
- [7] **BOGARD M., 2011** : Analyse génétique et écophysologique de l'écart à la relation teneur en protéines - rendement en grains chez le blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Thèse doctorat. Université d'Auvergne. France, 169p.
- [8] **BONJEAN A., 2001** : Histoire de la culture des céréales et en particulier celle de blé tendre (*Triticum aestivum* L.). Dossier de l'environnement de l'INRA, N°21, pp29-30.
- [9] (FAO) <https://www.fao.org/worldfoodsituation/csdb/fr/> 23/04/2023 11:14:12 .
- [10] **FEILLET P., 2000:** Le grain de blé composition et utilisation. 1ère édition. INRA.Paris. pp 17-18 .
- [11] **Hamadache A., 2001.** Stades et variétés de blé. *Revue technique et scientifique de l'Institut Technique des Grandes Cultures.* : 9-10 p.
- [12] **Moule C., 1971.** *Céréales ; Phytotechnie Spéciale.* Tome II. La Maison Rustique – Paris : 94.
- [13] **Barron C., Abécassis J., Chaurand M., Lullien-Pellerin V., et al., 2012.** Accès à des molécules d'intérêt par fractionnement par voie sèche. UMR-IATE Ingénierie des

## Liste des références

---

- Agropolymères et Technologies Emergentes INRA, CIRAD, SUPAGRO, UM II  
Montpellier, France. N°19 : 51-62 p.
- [14] **Berton B., 2002.** Hydratation par adsorption de vapeur d'eau ou par immersion des farines de blé et de leurs constituants. Alimentation et Nutrition. Institut National Polytechnique de Lorraine. France : 205 p.
- [15] **Lesage V., 2011.** Contribution à la validation fonctionnelle du gène majeur contrôlant la dureté / tendreté de l'albumen du grain de blé par l'étude de lignées quasi-isogéniques. Sciences agricoles. Université Blaise Pascal - Clermont-Ferrand II. Français : 118 p
- [16] **Zahid A., 2010.** Mécanismes cellulaires et moléculaires régissant le métabolisme des semences de céréales Rôle du réseau rédoxines Système antioxydant dans la prédiction de la qualité germinative. Thèse de doctorat présenté à l'université de Toulouse pour l'obtention du grade de Docteur universitaire : 18-45 p
- [17] **Ouzouline M., Tahani N., Elamrani A. et Serghini C-H., 2009.** Comparaison De La Composition Lipidique De Grains De Blé Dur Et Blé Tendre De Variétés Marocaines. Les Technologies De Laboratoire - N°15 : 9-15 p.
- [18] **Djelti H., 2014.** Etude de la qualité du blé tendre utilisé en meunière algérienne. Mémoire de magistère. Option : Technologie Des industries Agro-alimentaire. Université Abou Bekr Belkaid-Tlemcen : 51p
- [19] **ZETTAL Y., 2017.** Le blé : importance, santé et risque. Mémoire de Master. Biologie et génomique végétale. Université des Frères Mentouri. Constantine : 34-37 p.
- [20] **saunier L., 2012.** Les grains de céréales : diversité et compositions nutritionnelles. Cahiers de nutrition et diététique, N° 47 : 4-15 p.
- [21] **Ait-Kaki S., 2007.** Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse de doctorat. Option : Biologie végétale et Amélioration des Plantes. Université Badji Mokhtar-Annaba : 33-37 p
- [22] **Abecassis J., Gautier M-F. et Autran J-C., 1990.** Actualités des industries alimentaires et agro-industrielles, La filière blé dur - pâtes alimentaires - Apports complémentaires de la technologie et de la génétique dans l'amélioration de la qualité. Actualités des industries alimentaires et agroindustrielles : 475 – 482 p.

## Liste des références

---

- [23] **Belagrouz, A. (2021)**. Etude des caractéristiques liées à l'efficacité d'utilisation de l'eau chez le blé dur (*Triticum durum* Desf.) (Doctoral dissertation).
- [24] **Abd Elliche, M., Ferkhi, A. (2018)**. Contribution à l'étude et l'optimisation de la fertilisation minérale du blé dur (*Triticum durum* Desf). Mémoire Ingénieur, Université des Frères Mentouri constantine 1, P 1- 104.
- [25] **Ait-Slimane-Ait-Kaki, S. (2008)**. Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie (Doctoral dissertation, Thèse Doctorat es Sciences. Univ. Annaba).
- [26] **Tayeb Cherif Nawal, R. S. (2014)**. Evaluation de quelques lignées de blé tendre (*Triticum aestivum*) dans la région semi-aride de Sétif (Doctoral dissertation).
- [27] **Hamadache, A. (2013)**. Grandes Cultures. Livre Tome I : le blé, P 256.
- [28] **Doussinault, G., Pavoine, M. T., Jaudeau, B., & Jahier, J. (2001)**. Évolution de la variabilité génétique chez le blé. Dossiers de l'Environnement de l'INRA, 21, 91-104.
- [29] **Dubcovsky, J. and Dvorak, J. (2007)**. Genome plasticity a key factor in the success of polyploid wheat under domestication. *Science*, 316, 1862–1866.
- [30] **Elias, E. M., & Manthey, F. A. (2005)**. End products: Present and future uses. *Durum wheat breeding: current approaches and future strategies*, 1, 63-85.
- [31] **Amokrane, A., Bouzerzour, H., Benmahammed, a., Djekoun, a., & Mekhlouf, a. (2002)**. Etude comparative des variétés de blé dur (*triticum durum* desf.) D'origine algérienne, syrienne et européenne sous climat de type méditerranéen. *Sciences & Technologie. C, Biotechnologies*, 33-38.
- [32] <https://www.creapharma.ch> 05 /03/2023 (12.02)
- [33] **NEDJAH I., 2015** : Changements physiologiques chez des plantes (Blé dur *Triticum durum* Desf.) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb). Thèses de doctorat. Département de biologie, Université Badji Mokhtar de Annaba, 5p
- [34] **SABAIDI, S. AISSAOUI**, Comportement de cinq génotypes de blé dur *Triticum durum* Desf. Cultivés en conditions sahariennes (Exploitation UKMO), mémoire de Master, Univ KASDI MERBAH – OUARGLA, (2023).
- [35] **Caid H-S., Ecchemmakh T., Elamrani A., Khalid A. et al., 2008**. Altérations accompagnant le vieillissement accéléré de blé tendre. *Cahiers Agricultures* vol. 17, N° 1 : 39-44 p.

## Liste des références

---

- [36] **Ben Chibane T., 2013.** Détermination de l'activité antioxydante de deux céréales : blé dur et blé tendre. Mémoire d'ingénieur d'état. Option : contrôle de Qualité et analyse. Université de Béjaia : 7 p.
- [37] **AFNOR., 1986.** Céréales et produit céréaliers. Recueil de normes françaises, Lavoisier TEC & DOC, Paris, 2 : 250-263 p.
- [38] **Nour A., et Brinis L., 2016.** Effet du stockage sur la vigueur et la viabilité des semences de deux variétés de blé dur (*Triticum durum*, Desf). Rev. Sci. Technol., Synthèse 32: 22 -29 p.
- [39] **Cruz J-F., Hounhouigan J-D. et Fleurat-Lessard F., 2016.** La conservation des grains après récolte. Editions Quae, CTA, Presses agronomiques de Gembloux : 37-42 p.
- [40] <https://www.arvalis-infos.fr/limiter-le-taux-de-moucheture-sur-ble-dur-@/view-18631->
- [41] **Hayma J., 2004.** Le stockage des produits agricoles tropicaux. Fondation Agromisa, Wageningen : 78 p.
- [42] [:http://www.nzdl.org/gsdllmod](http://www.nzdl.org/gsdllmod) (consulté le 25/05/2019).
- [43] **Bourihane D., Mekkaoui Z., 2013.** Analyse des déterminants de la production du blé en Algérie Cas des wilayas Tiaret, Sétif et Médéa. L'échantillon **1990 – 2009**. Mémoire de master. Option : Economie Appliquée et Ingénierie Financière. Université Abderrahmane mira de Bejaia : 86 p.
- [44] **Dali S., Jouadi H., Louinis M. et Nekkab D., et al., 2010.** Evaluation des contrats de performance des wilayas. Céréaliculture : revue technique et scientifique de l'Institut Technique des Grandes Cultures. Numéro 55 : 192.
- [45] **Abdouche F., 2000.** Les céréales et la sécurité alimentaire en Algérie. El hikma, Alger : 15 p
- [46] **Aouali S., Hamadache A., Ghalem- Djender Z., Omar L. et al., 2010.** Résorption de la jachère au niveau de la zone nord de l'Algérie. Céréaliculture : revue technique et scientifique de l'Institut Technique des Grandes Cultures. Numéro 55 : 146 p
- [47] **H. MOFAKKIR,** contrôle de qualité du blé de farine, mémoire licence, Univ Sidi Mohamed Ben Abdellah, (2016).
- [48] **Behloul,** Contribution à l'étude phytochimique et biologique des parties aériennes de la fumeterre, *Fumaria officinalis* L., Fumariaceae de la region d'El Harrach. Mémoire de

## Liste des références

---

fin d'étude en vue de l'obtention du diplôme d'étude médicales spécialisée. Université Badji Mokhtar-Annaba, (2020).

[49] AOAC. (2002). Official Methods of Analysis. 17<sup>th</sup> Ed. Gaithersburg, USA.

[50] Sall, K. (1998). Contrôle de qualité des farines céréalières mises sur le marché au Sénégal. Mémoire de doctorat en Pharmacie. Faculté de Médecine, de Pharmacie d'Odontostomatologie .Université de Dakar. 83 p.

[51] NF V03-720. (2010). Céréales et produits céréaliers. Dosage du taux des cendres par incinération. 17 p.