

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية  
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

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

UNIVERSITE 8 MAI 1945 GUELMA  
FACULTE DES SCIENCES DE LA NATURE ET DE LA VIE ET SCIENCES DE LA TERRE ET DE  
L'UNIVERS  
DEPARTEMENT DE BIOLOGIE



## Mémoire de Master

Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie

Filière : Biologie

Spécialité/Option : Qualité des produits et Sécurité Alimentaire

---

**Thème : Etude comparative de la qualité technologique de quelque échantillons du blé dur issus de la moisson 2014 (région de Guelma)**

---

Présenté par :

**BELLAGOUN IMANE**

**MEDINI AHLEM**

Devant le jury composé de :

Présidente	:	Melle DERBAL N.	M.A.A	Université de Guelma
Examineur	:	Mr BAALI S.	M.A.B	Université de Guelma
Encadreur	:	Mr AISSAOUI R.	M.C.B	Université de Guelma

Juin 2015

## *Remerciement*

*Tout d'abord, louange à « ALLAH » qui nous a guidé sur le chemin droit tout au long du travail et nous a inspiré les bons pas et les justes réflexes. Sans sa miséricorde, ce travail n'aura pas abouti.*

*Nos remerciements vont tout particulièrement à notre encadreur Mr Aissaoui Ryadh*

*Nos remerciements vont également à melle Derbal Nora pour avoir accepté de présider le jury ainsi qu'à Mr Baali Salim qui a accepté de faire partie du jury et d'examiner notre travail.*

*Nos vifs remerciements vont également à l'équipe de laboratoire d'AMOR BENAMOR à leur tête Mme Kahelrress Assia, responsable du laboratoire de suivi de la qualité.*

*Merabet Rym , Cherifa ,hamza Ghreib Nora, Zerguine Karima et Djeukon mohamed*

*Tous les enseignants qui ont contribué à notre formation*

*Pour finir, nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'élaboration de ce mémoire, en particulier les enseignants et les étudiants du département de biologie.*

## ***Dédicace***

***Je dédie ce travail à :***

***Ma très chère mère Hakima.***

***Mon cher père Mohamed.***

***A mes chères sœurs :Soumia ,Assia ,Youssra,Maysoune***

***Toute ma famille.***

***Toutes mes amies.***

***A mon binôme Imane***

***A toute la promotion de master qualité des produits et  
sécurité alimentaire.***

**AHLEM**

A decorative border with a repeating floral pattern in shades of blue, green, and yellow, framing the entire page.

## ***Dédicace***

***Je dédie ce travail à :***

***Ma mère Leila.***

***Mon père Rabeh.***

***Mes frères: Abd El Raoufe, Saif El Dine***

***Ma sœur Ritedj.***

***A Toute ma famille.***

***A Toutes mes amies.***

***A mon binôme : Ahlem***

***A toute la promotion de master qualité des produits et sécurité  
alimentaire.***

***IMANE***

## *Liste des tableaux*

N <sup>o</sup> Tableaux	Titres	Pages
1	La production algérienne du blé dur (2008-2014)	04
2	Classification botanique du blé dur.	05
3	Composition chimique de grain de blé.	09
4	Distribution histologique des constituants du grain du blé	09
5	La norme codex Stan 199-1995 pour le blé dur.	19
6	La norme de qualité pour la semoule.	20
7	Les normes officielles pour les pâtes alimentaires.	21
8	Les dix régions d'étude de collecte de blé dur	29

## *Liste des figures*

N° Figure	Titres	Pages
01	Blé dur	05
02	Blé tendre	06
03	Blé mitadin	07
04	Structure du grain de blé	08
05	Différents stades de développement du blé	14
06	Présentation des moulins Amor Benamor	28
07	Niléma-litre	30
08	Infra tec 1241	32
09	Farinotome de Pohl	33
10	Comparaison le poids spécifique de blé dur	36
11	Comparaison le taux de protéine de blé dur	38
12	Comparaison le taux d'humidité de blé dur	39
13	Comparaison le poids de 1000 grains de blé dur	40
14	Comparaison le taux de mitadinage de blé dur	41
15	Comparaison le taux des grains échaudés de blé dur	42
16	Comparaison le taux des grains cassés de blé dur	43
17	Taux d'autres céréales existe dans le blé dur des régions de Guelma	43
18	Taux des grains moisissés dans le blé dur des régions de Guelma	44
19	Taux des grains attaqués par les insectes dans le blé dur des régions de Guelma	44
20	Le taux d'autres impuretés dans le blé des régions de Guelma	45
21	Le taux des grains échauffés par la chaleur dans le blé des régions de Guelma	46
22	Nombre des insectes (Vivants et Morts) dans le blé des régions de Guelma	47
23	Comparaison le taux des grains mouchetés dans le blé des régions de Guelma	48

# Sommaire

## Introduction

### Partie première : Etude Bibliographique

#### Chapitre I : Généralité

1.1. Définition du blé.....	3
1.2. Origine et historique du blé.....	3
1.3. L'importance et la production du blé dans le monde et en Algérie .....	3
1.3.1. Dans le monde .....	3
1.3.2. En Algérie .....	3
1.4. Caractéristiques du blé .....	4
1.4.1. Caractères botanique .....	4
1.4.2. Classification botanique .....	4
1.5. Diversité variétale des blés.....	5
1.6. Constitution histologique .....	7
1.7. Composition biochimique des grains .....	8
1.8. Evaluation de la qualité d'un blé dur.....	9
1.8.1. Notion de la qualité technologique.....	9
1.8.2. Les composants du grain en relation avec la qualité.....	10
1.8.2.1. Glucides .....	10
1.8.2.2. Les protéines.....	11
1.8.2.3. Les lipides.....	12
1.8.2.4. Les enzymes .....	12
1.8.2.5. Les sels minéraux .....	13
1.9. Cycle végétatif du blé.....	13
1.10. La physiologie du blé .....	14
1.11. Utilisation du blé dur.....	16
1.11.1. Première transformation des blés durs .....	16
1.11.2. Deuxième transformation des blés durs.....	16

#### Chapitre II : Technique d'évaluation de la qualité d'un blé dur

2.1. Les normes de qualité .....	18
2.1.1. Norme de qualité pour blé dur.....	18
2.1.1.1. Description .....	18
2.1.1.2. Facteurs essentiels de composition et de qualité .....	18
2.1.2. Norme de qualité pour la semoule.....	18
2.1.3. Norme de qualité pour les pâtes alimentaires.....	21
2.1.4. Norme codex Pour couscous .....	21
2.2. Méthodes expérimentales d'évaluation de la qualité du blé dur.....	22
2.3. L'agréage .....	22
2.3.1. Recherche des impuretés .....	22

2.3.2. Mesure de poids spécifique (PS).....	23
2.3.2.1. Définition.....	23
2.3.2.2. Intérêt.....	23
2.3.3. Poids de mille grains .....	23
2.3.3.1. Intérêt.....	23
2.3.4. Le taux d'humidité .....	23
2.3.4.1. Définition.....	23
2.3.4.2. Intérêt.....	23
2.3.5. Détermination du taux de mitadinage .....	24
2.3.5.1. Définition.....	24
2.3.6. Taux de cendres.....	24
2.3.6.1. Définition .....	24
2.3.6.2. Intérêt .....	24
2.3.7. Détermination de la couleur .....	25
2.3.8. Teneur en protéines .....	26
2.3.9. Rendement brut ensemoule .....	26
2.3.10. Détermination de la moucheture .....	26
2.3.11. Dureté .....	26
2.3.12. Test de germination.....	27
2.3.13. Détermination du taux d'affleurement .....	27
2.3.14. Dosage de l'acidité .....	27
2.3.14.1. Intérêt.....	27
2.3.15. Détermination du gluten .....	27

## **Partie deuxième : partie pratique**

### **Chapitre III: Matériel Et Méthodes**

3.1. Présentation des moulins Amor Benamor.....	28
3.2. Objectif de l'étude.....	28
3.3. Matériel biologique .....	29
3.4. paramètres étudiés .....	29
3.5. Méthodes d'analyses .....	30
3.5.1. détermination du poids à l'hectolitre.....	30
3.5.1.1. Principe.....	30
3.5.1.2. Matériel.....	30
3.5.1.3. Mode opératoire.....	30
3.5.1.4. Expression des résultats.....	31
3.5.2. La teneur en protéine .....	31
3.5.2.1. Principe.....	31
3.5.2.2. Mode opératoire.....	31
3.5.3. Teneur en humidité.....	32
3.5.3.1. Principe.....	32
3.5.3.2. Mode opératoire.....	32
3.5.4. Détermination du taux de mitadinage .....	33
3.5.4.1. Principe.....	33
3.5.4.2. Matériel.....	33
3.5.4.3. Mode opératoire.....	33
3.5.4.4. Expression des résultats.....	34
3.5.5. Recherche des impuretés .....	34



3.5.5.1. Principe.....	34
3.5.5.2. Matériel.....	34
3.5.5.3. Mode opératoire.....	34
3.5.5.4. Expression des résultats.....	35
3.5.6. Le poids de mille grains (PMG).....	35
3.5.6.1. Principe .....	35
3.5.6.2. Mode opératoire .....	35
3.5.6.3. Expression des résultats .....	35

## **Chapitre IV : Résultats et discussion**

4.1. poids spécifique.....	36
4.2. la Teneur en protéines .....	37
4.3. Le taux d'humidité .....	38
4.4. Le poids de mille grains (PMG).....	39
4.5. Le taux de mitadinage .....	40
4.6. Recherche des impuretés.....	41
4.6.1. Grains échaudés.....	41
4.6.2. Grains cassés .....	42
4.6.3. Autre céréales .....	43
4.6.4. Grains moisiss.....	43
4.6.5. Grains Attaqué par les insectes .....	44
4.6.6. Autre impuretés .....	45
4.6.7. Grains échauffé par la chaleur.....	45
4.6.8. Les insectes .....	46
4.6.9. Grains mouchetés .....	47

Conclusion

Référence bibliographique

Annexe

Résumé

## Introduction

Le terme céréale regroupe l'ensemble de plantes qui sont principalement cultivées pour leurs grains. Il regroupe le blé, le riz, le maïs, l'orge, l'avoine, le seigle, le millet et le sorgho, qui appartiennent à la famille des *Graminées (Poaceae)*. Les céréales et leurs dérivées constituent l'une des bases importantes de l'agroalimentaire en Algérie. Cette importance est due au mode et aux habitudes alimentaires de la population, notamment pour la semoule (pain, pâtes, couscous, galette ...) et la farine (pain). La moyenne annuelle de consommation par habitant est d'environ 177 à 180 kg /habitant /an en équivalent de semoule et de farine (Kellou, 2008).

Les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation humaine dans la plupart des pays du monde, du fait qu'ils apportent la plus grande part des Protéines de la ration alimentaire. Les céréales fournissent 57 % de protéines consommées contre 23 % apportées par les tubercules et les légumineuses ainsi que 20 % par les produits d'origine animale [1].

Le blé est la base de l'alimentation de l'algérien et constitue sa principale source en énergie et en protéines (Hamadache, 2013). Actuellement, cette céréale est la plus cultivée dans le monde, et la plus commercialisée sur le marché mondial. Dans le contexte économique et politique actuel, le blé retrouve pleinement, au-delà de son rôle purement alimentaire, une fonction stratégique que l'on a parfois tendance à oublier. Il apparaît ainsi comme une arme parmi d'autres, et non des moins efficaces, dans les rapports de puissance entre Etats et finalement dans un certain type d'organisation de l'espace (Chavet, 1977).

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.

Le blé dur est principalement consommé sous forme de semoule et de pâtes alimentaires. Sa (la) 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 pastière 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 du gluten, dépendent de la composition en protéines de réserve de la semoule, mais aussi de l'assemblage sous forme polymérique de celles-ci.

Ces critères, fortement liés au polymorphisme génétique du blé, sont également largement influencés par les conditions agro-climatiques au moment du développement et de la maturation du grain. En effet, des températures modérées et un apport important en azote sont nécessaires pour garantir la quantité et l'assemblage des protéines de réserve du grain. Jusqu'à présent, seuls quelques travaux portant sur la dynamique d'accumulation des protéines de réserve au cours de l'élaboration du grain de blé dur.

Notre travail a pour objectif d'étudier quelques caractères technologiques de blé dur cultivé à partir de différentes régions de la Wilaya de Guelma afin de les comparer et les évaluer sur le plan technologique.

⇒ Le présent manuscrit subdivisé en quatre chapitres, est structuré de la manière suivante :

- Le chapitre I : est regroupe les généralités sur le blé dur.
- Le chapitre II : est élucide les techniques d'évaluation de la qualité technologique de blé dur.
- Le chapitre III : traite le matériel et méthodes employés au laboratoire pour la réalisation de notre partie pratique.
- Le chapitre IV : rassemble l'ensemble des résultats obtenus ainsi et que leur interprétation et discussion.

### 1.1. Définition du blé

Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille *Gramineae*. C'est une céréale dont les grains est un fruit sec et indéhiscents, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments. Les deux espèces les plus cultivées sont le blé tendre (*Triticum aestivum*) et le blé dur (*Triticum durum*) (Feillet, 2000).

### 1.2. Origine et historique du blé

Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. La saga du blé accompagne celle de l'homme et de l'agriculture; sa culture précède l'histoire et caractérise l'agriculture néolithique, née en Europe il y a 8000 ans. La plus ancienne culture semble être le blé dur figurant dans le croissant fertile de la Mésopotamie (Feillet, 2000).

### 1.3. L'importance et la production du blé dans le monde et en Algérie

#### 1.3.1. Dans le monde

Le blé constitue la principale culture céréalière dans le monde et représente environ 31% de la consommation globale en céréales. La production mondiale de blé s'est élevée en 2001 à environ 575,5 MT. Les principaux pays producteurs étant la Communauté Européenne et la Chine qui produisent chacune 16% de la production mondiale suivis par l'Inde (12%) et des Etats-Unis (9%). Le volume des exportations représente environ 18% de la production mondiale et les principaux pays exportateurs sont les Etats-Unis (28%), le Canada (17%) et l'Australie (16%) (Allain, 2014).

Pour la campagne 2013-2014, La production mondiale de blé atteindra 713 millions de tonnes en 2014 [1].

#### 1.3.2. En Algérie

Les céréales et leurs dérivées constituent l'alimentation de base dans beaucoup de pays en développement, particulièrement dans les pays maghrébins.

L'Algérie, pays exportateur de blé durant l'ère romaine et française, est devenue l'un des plus gros importateurs au monde de cette céréale. Les habitudes alimentaires de l'Algérien sont basées principalement sur les pâtes, les pains, le couscous, le frik...etc (Benbelkacem et al, 1995).

En Algérie, les produits céréaliers occupent une place stratégique dans le système alimentaire et dans l'économie nationale (Tab.01). Cette caractéristique est perçue d'une manière claire à travers toutes les phases de la filière blé (Djermoun, 2009).

**Tableau 01** : La production algérienne du blé dur (2008-2014) (Allain, 2014).

Années	2008/2009	2009/2010	2010/2011	2011/2012	2012/2013	2013/2014
Quantités (Mt)	1,3	3,6	3,1	2,8	3,4	3

## 1.4. Caractéristiques du blé

### 1.4.1. Caractères botanique

Le blé appartient au groupe des grandes espèces du genre *Triticum*, espèces que l'on peut classer d'après le nombre de leurs chromosomes.

#### A) Groupe possédant 2 n = 14 chromosomes

-*Triticum monococcum*, ou Engrain.

#### B) Groupe possédant 2 n = 28 chromosomes (tétraploïdes)

-*Triticum diccoides* ou amidonnier sauvage.

-*Triticum dicoccum* ou amidonnier.

-*Triticum turgidum* ou blé poulard.

-*Triticum polonicum* ou blé de Pologne.

-*Triticum durum* ou blé dur (Clément et Prats, 1970).

#### C) Groupe possédant 2 n = 42 chromosomes (hexaploïdes)

-*Triticum spelta* ou épautre, espèce cultivée depuis l'âge du bronze, qui ne subsiste plus qu'en Suisse, Russie, Iran et en Belgique.

-*Triticum vulgare* ou blé tendre ou froment.

-*Triticum compactum* ou blé hérisson (Clément et Prats, 1970).

### 1.4.2. Classification botanique

Le tableau suivant résume la classification botanique du blé dur.

**Tableau 02** : Classification botanique du blé dur (Feillet, 2000).

<b>Embranchement</b>	<i>Angiospermes</i>
<b>Sous embranchement</b>	<i>Spermaphytes</i>
<b>Classe</b>	<i>Monocotylédones</i>
<b>Ordre</b>	<i>Glumiflorales</i>
<b>Super ordre</b>	<i>Comméliniflorales</i>
<b>Famille</b>	<i>Gramineae</i>
<b>Tribu</b>	<i>Triticeae</i>
<b>Sous tribu</b>	<i>Triticinae</i>
<b>Genre</b>	<i>Triticum</i>
<b>Espèce</b>	<i>Triticum durum Desf</i>

### 1.5. Diversité variétale des blés

Il existe un très grand nombre de variétés de blé. Ce sont les cultivateurs et les producteurs qui 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. Toutes les différentes variétés de blé sont classées en trois grandes catégories :

➤ **Le blé dur** (*Triticum durum*)

Cette catégorie de blé est cultivée dans les pays à climat chaud et sec. Les grains de blés durs sont allongés, souvent même pointus, les enveloppes sont assez minces et légèrement translucides. Ils donnent moins de son que les blés tendres et la farine obtenue, bien que contenant plus de gluten (12 à 14 %), (Fig. 01) se prêtent moins bien à la panification [2].

**Figure 01** : Blé dur [02].

➤ **Le blé tendre** (*Triticum aestivum*)

Le blé tendre appelé aussi froment, est cultivé dans les hautes latitudes. Les grains de blé tendre broyés en farine, sont arrondis, et leurs enveloppes sont épaisses, et sans transparence (Fig. 02). Ils se prêtent particulièrement bien à la mouture; en effet, lors du passage entre les cylindres, les enveloppes s'aplatissent et s'ouvrent sans se broyer, libérant l'amande et donnant une très forte proportion de son. Les blés tendres permettent d'obtenir une farine de bonne qualité, contenant environ 8 à 10 % de gluten, ayant de bonnes aptitudes pour la panification (Feillet, 2000).



**Figure 02** : Blé tendre [02].

➤ **Le blé mitadin**

Ces blés ont des caractéristiques et des qualités intermédiaires entre les blés tendres et les blés durs (Fig. 03). Les grains sont plus plats que les grains de blé tendre et moins longs que ceux du blé dur. Les enveloppes assez résistantes d'une épaisseur moyenne.

Contenant du gluten de très bonne qualité, les blés mitadins sont parfois employés comme des blés de force, mélangés à des blés tendres, ce qui donne des farines de très bonne qualité pour la panification (Feillet, 2000).



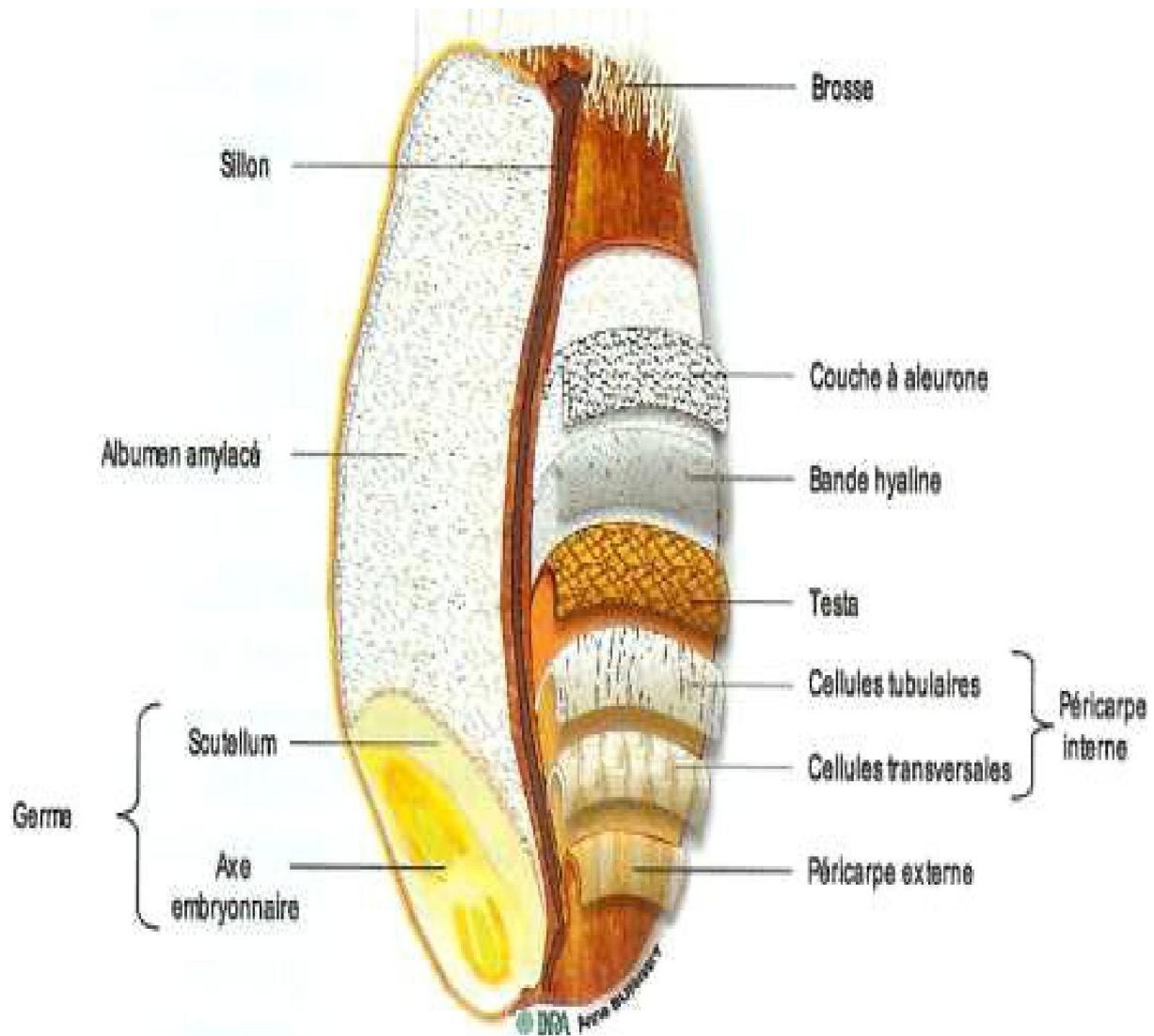
Figure 03 : Blé mitadin [02].

### 1.6. Constitution histologique

Selon Feillet (2000), le grain de blé comporte trois parties distinctes (Fig.04) :

- **L'albumen (80 à 85% du grain)** : constitué de l'albumen amylicé (au sein duquel subsistent des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique) et de la couche à aleurone. C'est l'albumen qui donnera la farine.
- **Les enveloppes de la graine et du fruit (13 à 17% du grain)** : constituées de six tissus différents : épiderme du nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe de la graine), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe. Les enveloppes sont éliminées pendant la mouture et deviennent les sons.
- **Le germe (3% du grain)** : composé d'un embryon (lui-même formé du coléoptile, de la gemmule, de la radicule, du coléorhize et de la coiffe) et du scutellum. Il est éliminé à la mouture pour éviter le rancissement et augmenter la durée de conservation.





**Figure 04 :** Structure du grain de blé [03].

### 1.7. Composition biochimique des grains

D'après Feillet (2000), Le grain est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéines (10 à 15%) et de pentosanes (8 à 10%) et contient aussi en faibles quantités des lipides, de la cellulose, des sucres libres, des minéraux et des vitamines (Tab.03) et (Tab.04).

Chacun des constituants du grain joue un rôle seul ou en interaction avec d'autres constituants dans l'expression de la qualité.

**Tableau 03** : Composition chimique de grain de blé (Feillet, 2000).

Nature des composants	Teneur (%MS)
Protéines	10 – 15
Amidon	67 – 71
Pentosanes	8 – 10
Cellulose	2 – 4
Sucres libres	2 – 3
Lipides	2 – 3
Matières minérales	1.5 -2.5

**Tableau 04**: Distribution histologique des constituants du grain du blé (Feillet, 2000).

Constitutions	Grain	Péricarpe		Aleurone		Albumen		germe	
	%G	%T	%G	%T	%G	%T	%G	%T	%G
Composition									
Protéines	13.7	10	4,4	30	15,3	12,0	73,5	31	6,8
Lipides	2.7	0	0	9	23,6	2	62,9	12	13,5
Amidon	68.9	0	0	0	0	82	100	0	0
Sucres réducteurs	2.4	0	0	0	0	1,8	62,7	30	37,3
Pentosanes	7.4	43	35,1	46	43,8	1,6	18,3	7	2,9
Cellulose	2.8	40	87,1	3	7,6	0,1	3,1	2	2,2
Minéraux	1.9	7	22,6	12	43,6	0,5	22,6	6	9,7

**%G** : % du constituant dans le grain.

**%T** : % du constituant dans les tissus.

## 1.8. Evaluation de la qualité d'un blé dur

### 1.8.1. Notion de la qualité technologique

La notion de la qualité des blés dur est très complexe, sa définition dépend à la fois des variétés, des conditions de culture, de l'interaction entre génotype – milieu et de la valeur nutritionnelle (Liu et *al*, 1996 cité in Ait Kaki, 2002).

Dans les industries alimentaires, la qualité des variétés locales de blé dur dépend de l'orientation des produits qui y sont issus, ainsi:

- ✓ Le pastier cherche des semoules pures non contaminées par le son et dont la qualité des protéines satisfaisante.
- ✓ Le semoulier recherche des variétés à poids spécifique élevé du fait que les unités de transformation se basent sur ce paramètre pour la trituration.
- ✓ La ménagère recherche des semoules pures et de couleur ambrée. Cette semoule de qualité supérieure doit présenter une granulométrie homogène et une bonne teneur en gluten.

D'autre part, le blé dur est récolté au stade laiteux, pour la fabrication du "Frik". Les épis sont séchés jusqu'à une humidité du grain d'environ 12%. Les grains sont ensuite concassés. Le produit obtenu, très apprécié en Algérie, est utilisé dans la préparation des soupes (chorba frik) (Benbelkacem et al, 1995).

La qualité technologique du blé dur englobe toute une série de caractéristiques qui vont du rendement en semoule jusqu'à l'aptitude à la transformation de cette semoule en pâtes (Anonyme, 2014).

### **1.8.2. Les composants du grain en relation avec la qualité**

La qualité du blé est influencée par chacun des constituants du grain qui joue un rôle seul ou en interaction avec d'autres constituants dans l'expression de la qualité. Parmi ces composants, nous citerons les protéines, l'amidon, les sucres lipides, les enzymes, les celluloses, et les matières minérales (Feillet, 2000).

#### **1.8.2.1. Glucides**

##### **➤ L'amidon**

C'est l'un des polymères fonctionnels le plus important des aliments en raison de son pouvoir gélifiant, viscosant et fixateur d'eau. L'amidon de blé est constitué de granules de type A (plus gros et lenticulaires), de granules de type B (plus petits et sphériques) et 1 à 2 % d'impuretés (protéines, enzymes liées à la surface des granules et lipides). Les amidons de blé sont des entités semi-cristallines formées de deux molécules : l'amylose (homo polymère linéaire de 500 à 6000 unités D-glycosyl) et l'amylopectine (homo polymère ayant une structure ramifiée branché à de dizaines de milliers d'unités glucose sous forme de D-glucopyranose). L'amidon a un rôle important dans la panification puisqu'il assure la dilution du gluten, fixe l'eau et constitue une source de sucres fermentescibles (Feillet, 2000).

### ➤ Les pentosanes

Beaucoup moins abondants que l'amidon, ces glucides ont cependant un effet notable sur le pouvoir d'hydratation de la farine. Les pentosanes se distinguent par leur caractère de solubilité ou insolubilité dans l'eau et également par leur structure arabinoxylanique ou arabinogalactanique. Ils sont liés de manière covalente avec une protéine pour former une glycoprotéine qui une fois en solution n'est pas dénaturée par la chaleur et participe avec l'acide férulique, au phénomène du gel durant la cuisson de la pâte. Les pentosanes agissent aussi comme agent de liaison de l'eau au cours de pétrissage. Ils joueraient un rôle important dans l'augmentation de volume du pain. Les pentosanes et le bêta-glucane, hormis les celluloses, constituent les parois cellulaires de l'albumen (Armand *et al*, 1992).

#### 1.8.2.2. Les protéines

Le grain de blé dur est constitué d'environ 12% de protéines, qui sont essentiellement localisées dans l'albumen et la couche à aleurone. Cette teneur est susceptible de varier (de 8 à 20% de MS), en fonction des variétés, des facteurs climatiques, agronomiques et des conditions physiologiques de développement de la plante, des parties histologiques du grain et de la maturation du grain. La teneur en protéines est un facteur déterminant des propriétés rhéologiques et culinaires des semoules. Elles sont responsables de la qualité des pâtes alimentaires à 87% (Liu *et al*, 1996 cité in Atamnia *et al*, 2011).

La qualité des protéines est un caractère extrêmement héritable et seulement une partie est influencée par l'environnement. Sur le plan quantitatif la teneur en protéines dépend essentiellement des conditions agronomiques du développement de la plante. Sur le plan qualitatif, elle est basée sur les différences de propriétés des protéines, celles-ci étant liées au patrimoine génétique de la variété. (Mok, 1997 cité in Atamnia *et al*, 2011).

On peut classer les protéines de blé selon leur caractère de solubilité. D'une part les globulines et les albumines (15% à 20% des protéines totales) sont solubilisées dans les solutions salines diluées et autre part, les protéines du gluten (80% à 85% des protéines totales) restent insolubles. Le gluten, isolé par simple lavage de la pâte sous un filet d'eau, puis lyophilisé, est constitué de protéine (80 %), de lipides (8%) et des sels minéraux et de glucide, le gluten, fraction insoluble des protéines dans une solution saline, est le responsable majeur de la qualité rhéologique des pâtes c'est-à-dire l'extensibilité, l'élasticité et la ténacité, qui ont une influence sur le comportement des pâtes au cours de la fabrication et sur la qualité

du produit finis. les protéines du gluten sont un mélange en proportion variable de deux types de protéines : les gliadines (40% à 45% ) et les gluténines (55% à 60%) (Armand et *al*, 1992).

➤ **Les gliadines**

Présentent une structure repliée et sont formées d'unité moléculaire variant de 35.000 à 44.000 dalton. La stabilité de chaque unité est assurée par des liaisons disulfures intramoléculaires. L'hydratation de la gliadine à l'état natif donne une masse visqueuse, extensible et de faible élasticité (Armand et *al*, 1992).

➤ **Les gluténines**

Quant à elles sont formées d'unités moléculaires (16.000 à 149.000 daltons) assemblées par des liaisons disulfures. Leur poids moléculaire s'établit entre 1 et 3 million de dalton, et l'ensemble présente une structure plus ou moins allongée. La gluténine hydratée est cohésive, plus tenace et plus élastique que la gliadine (Armand et *al*, 1992).

### 1.8.2.3. Les lipides

Les lipides du blé représentent en moyenne 2 à 3 % du grain sec, ce sont des constituants mineurs du blé, certains sont libres, mais la majorité est associée aux composantes majeures (amidon, protéines) et leurs effets sont importants dans les processus technologiques (Godan et Willm, 1991).

Les lipides jouent un rôle important dans la technologie des produits céréaliers, lors de leur fabrication en intervenant sur les caractéristiques rhéologiques, émulsification et production de composés volatils des pâtes. Les lipides neutres ou non polaires joueraient un rôle d'agents lubrifiants et tensio-actifs 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 (Armand et *al*, 1992).

### 1.8.2.4. Les enzymes

Les enzymes sont présentes en petite quantité dans la semoule. Les plus courantes sont les protéases, les lipases, les lipoxygénases et les amylases quoique la documentation rapporte aussi la présence de phytases (une phosphatase), de peroxydases et de catalases. Il est intéressant de noter que la farine et la semoule de blé sont relativement pauvres en systèmes enzymatiques protidiques. Les protéases ne joueraient pas un rôle important au cours des

opérations successives de transformation du grain en farine et en semoule, mais probablement durant le stockage du blé à long terme (Armand et *al*, 1992).

L'intérêt porté au enzyme en pastification provient de la relation qui a été établie, depuis plusieurs dizaines d'années, entre leur activité et l'un des principaux critères de la qualité des pâtes : leur couleur (Icard et Feuillet, 1996 cité in Ait Kaki, 2008).

#### 1.8.2.5. Les sels minéraux

Le taux des sels minéraux de la semoule de blé est fonction du degré de minéralisation du grain, mais surtout des paramètres du conditionnement et du diagramme de mouture (taux d'extraction), mis en œuvre par meunier ou le semoulier. Les enveloppes et l'assise protéique du grain de blé roux vitreux contiennent en moyenne 1,2% de cendre, l'albumen 0,35% et le germe 0,2%. Quand au taux de cendre de la farine panifiable, il se situe entre 0,40% et 0,60% (Armand et *al*, 1992).

### 1.9. Cycle végétatif du blé

Selon Clément et Prats, (1970), le cycle évolutif du blé est subdivisé en périodes délimitées par des stades repères correspondant à des changements notables dans l'allure du développement ou le rythme de croissance (Fig.5).

Classiquement on distingue :

- ✓ **la période végétative** : Elle s'étend du semis au début de la montaison.
- ✓ **la période de reproduction** : Elle s'étend de la montaison à la fécondation.
- ✓ **la période de maturation**: Elle s'étend de la fécondation au stade de maturité du grain.

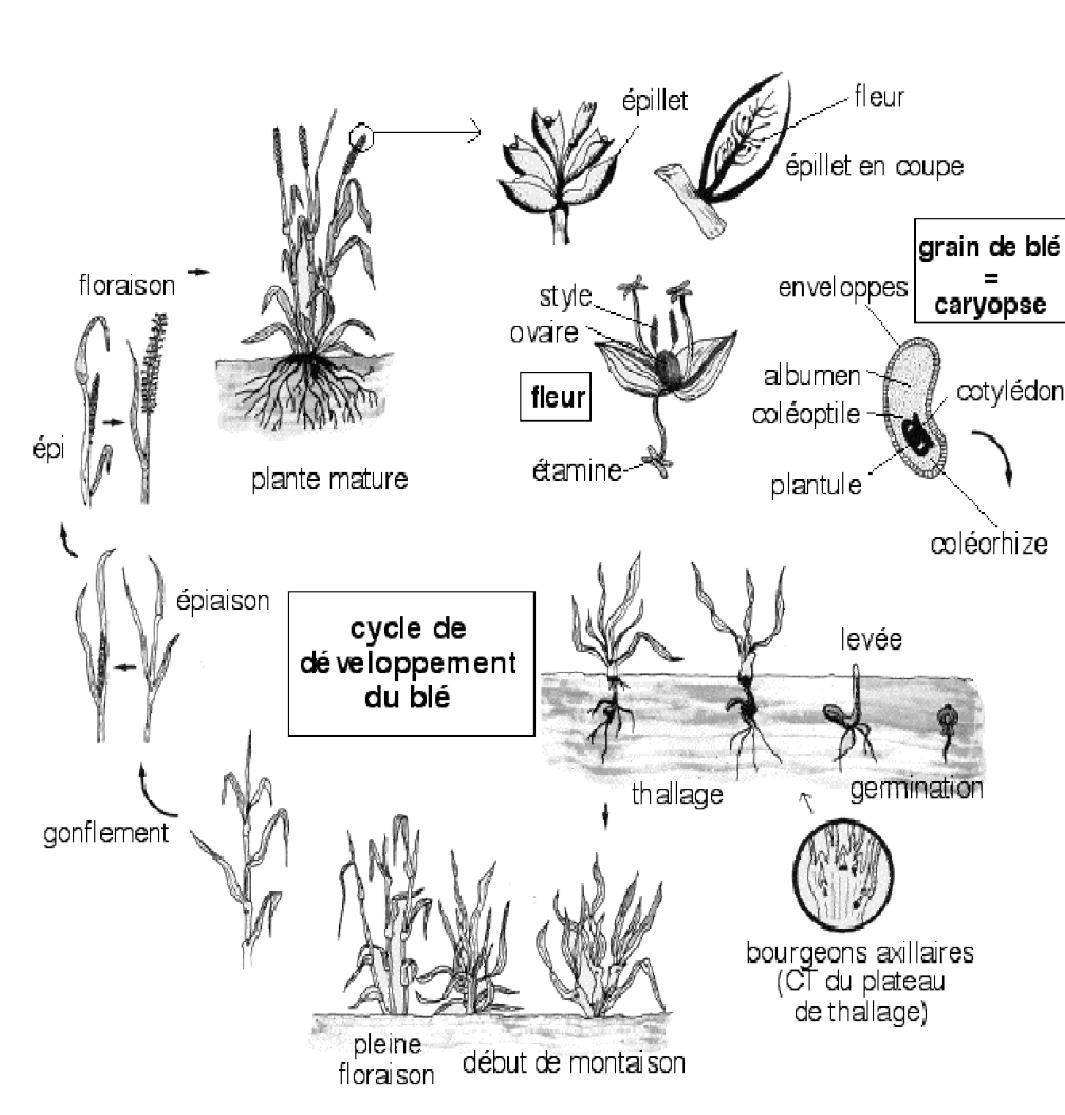


Figure 05 : Différents stades de développement du blé [04].

### 1.10. La physiologie du blé

Selon Clément et Prats (1970), les facteurs climatiques ont une action prépondérante sur les différentes périodes de la vie du blé.

#### ➤ La température

La température à partir de laquelle un blé germe et pousse est de 0°C; cependant l'optimum se situe entre 20 et 22°C. Une température élevée est favorable au développement et à la croissance (Simon et *al*, 1989 cité in Atamnia et *al*, 2011).

D'après Jeferes (1978 cité in Ait Kaki, 2008), il est généralement admis que la température agit de manière positive sur la croissance optimale.

Cependant, Baldy (1992 cité in Atamnia et al, 2011) ajoute que les fortes températures provoquent une levée trop rapide et parfois un déséquilibre entre la partie aérienne et la partie souterraine. Les températures entre 25 et 32°C défavorisent l'allongement racinaire, et l'optimum se situe entre 5 et 12°C.

#### ➤ **L'eau**

Selon Clément et Prats (1970), il n'est pas nécessaire d'insister pour comprendre le rôle de l'eau dans la croissance de la plante, puisqu'en plus de l'eau de constitution des cellules et de celle qui entre dans les synthèses glucidiques catalysées par la chlorophylle, l'eau est le véhicule des éléments minéraux solubles de la sève brute.

Jusqu'à la fin du tallage les besoins en eau sont relativement faibles. De plus, l'humidité excessive du sol est néfaste à l'installation du système racinaire en profondeur. Par contre, au cours de la phase de montaison et jusqu'à la floraison les besoins en eau de la culture sont considérables et peuvent s'évaluer à 180 mm (entre mars et mai). Après la floraison, le blé devient très résistant à la sécheresse (Anonyme, 1972).

#### ➤ **L'éclairement**

Le blé est une plante de pleine lumière, Le tallage herbacé s'achève pour une valeur précise du photopériodisme variable suivant les variétés (Clément et Prats, 1970).

Une certaine durée du jour est nécessaire pour la réalisation du stade précédant la montaison (Soltner, 1990) cité in Derbal, 2009). Pour (Simon et al, 1989 cité in Derbal, 2009), ce stade dépendrait principalement de la durée du jour. Il faut en effet que la durée de l'éclairement soit d'environ douze heures pour que l'épi commence à monter dans la tige.

#### ➤ **Le Sol**

Les caractéristiques de sol sont les suivantes :

- Une texture fine, limono-argileuse qui assurera aux racines fasciculées du blé une grande surface de contact, d'où une bonne nutrition.
- Une structure stable, résistant à la dégradation par les pluies d'hiver, évite au blé l'asphyxie et permet une bonne nutrition.
- Une bonne profondeur et une richesse suffisante en colloïde, afin d'assurer une nutrition nécessaire pour les bons rendements. (Soltner, 1990 ; Baldy ,1993a cité in Ait Kaki, 2008).
- Le blé craint les sols tourbeux contenant de fortes teneurs en sodium, magnésium ou fer.



- Le pH optimal se situe dans la gamme de 06 à 08.

Le blé réussit mieux dans les terres neutres profondes et de textures équilibrées, ce sont des limons argileux profonds, avec une porosité suffisante. Le complexe absorbant important permet à la plante de se nourrir à partir des réserves chimiques du sol. Il est bien évident que ces critères ne sont pas toujours respectés, l'agriculteur peut être amené à semer du blé dans des terres mal au printemps car les dégâts dus aux maladies cryptogamiques (piétins, fusariose,...) risqueraient d'être considérables. Les terres très argileuses, très calcaires ou trop sableuses (acides) sont déconseillées pour cette culture (Clément, 1971 cité in Ait Kaki, 2008).

## **1.11. Utilisation du blé dur**

### **1.11.1. Première transformation des blés durs**

#### **➤ Semoule**

La semoule de blé dur et la farine de blé dur est les produits obtenus à partir des grains de blé dur (*Triticum durum Desf.*) par procédés de mouture ou de broyage au cours desquels le son et le germe sont essentiellement éliminés, le reste étant broyé à un degré de finesse adéquat. La semoule complète de blé dur est préparée par procédé de broyage similaire, mais le son et une partie du germe sont préservés [5].

### **1.11.2. Deuxième transformation des blés durs**

#### **➤ Pâtes alimentaires**

Selon une définition généralement admise, les pâtes alimentaires peuvent être décrites comme des produits prêts à l'emploi culinaire, préparés par pétrissage sans fermentation de semoule de blé dur additionnée d'eau potable et éventuellement d'œufs (140 à 350 g d'œufs frais par kg de semoule), et soumis à des traitements physiques appropriés tels que le tréfilage, le laminage et le séchage, ce qui leurs donnent l'aspect souhaité par les usagers. L'ajout de gluten, des légumes et des aromates est également autorisé (Feillet, 2000).

Les pâtes alimentaires sont universellement connues, et appréciées, la simplicité de leur fabrication à la conservation et au stockage, leur bonne qualité nutritionnelle et hygiénique, la diversité des modes de préparation est autant d'atouts qui favorisent leur consommation (Feillet, 2000).

➤ **Couscous**

Le couscous est un aliment traditionnel des pays d'Afrique du nord (Algérie, Maroc, Tunisie, Libye) qui a progressivement gagné d'autres pays des pourtours méditerranéen, la France en particulier (Feillet, 2000).

Le couscous se présente comme une semoule de blé dur étuvée et agglomérée en granules de 1 à 2 millimètres de diamètre [5].

## 2.1. Les normes de qualité

### 2.1.1. Norme de qualité pour blé dur (CODEX STAN 199-1995) [6]

Le blé dur doit présenter les caractéristiques suivantes :

- Poids spécifique égal ou supérieur à 74kg à l'hectolitre (0.74g/ cm<sup>3</sup>).
- Présence de graine miscible inférieure ou égale à 0.25%.
- Présence d'ergot inférieur ou égal à 1% (Anonyme, 1997).

La norme CODEX STAN 199-1995 s'applique au blé dur (*Triticum durum Desf*) en grains.

#### 2.1.1.1. Description

Le blé dur est constitué de grains provenant des variétés de l'espèce *Triticum durum Desf*.

#### 2.1.1.2. Facteurs essentiels de composition et de qualité

##### ➤ Facteurs de qualité et de sécurité – critères généraux

- Le blé dur doit être sain et propre à la transformation pour la consommation humaine.
- Le blé dur doit être exempt de saveurs et d'odeurs anormales, d'insectes et d'acariens vivants.

##### ➤ Facteurs de qualité – critères spécifiques

Selon la norme codex Stan 199-1995 le blé dur doit présenter les critères spécifiques suivants. Résumés dans le Tableau N° 5 [6].

### 2.1.2. Norme de qualité pour la semoule

Norme réglementaire caractérisant les différentes semoules conformément à l'arrêté interministériel du 25/05/1997 relatif aux spécifications techniques des semoules de blé dur (Tab.06) aux conditions et modalités de leur étiquetage (Journal officiel, 1997) [7].

**Tableau 05** : La norme codex Stan 199-1995 pour le blé dur [6].

<b>Eléments</b>	<b>Définition</b>	<b>Taux maximum autorisée</b>
Eau		14,5% m/m
Sclerotium du champignon <i>Claviceps purpurea</i>		0,05% m/m
Autres grains généralement reconnues comme dangereux pour la santé – métaux lourds		Absence au teneur ne pouvant avoir aucun impact sur la santé.
Souillures	Impuretés d'origine animales y inclus les animaux morts	0,1% m/m
Matières étrangères organiques	Substances du type organique différentes des grains comestibles de céréales.	1,5% m/m
Matières étrangères inorganiques	Pierres, poussières	0,5% m/m
Grains germés		3%

**Tableau 06** : La norme de qualité pour la semoule [7].

<b>Nom du produit</b>	<b>Taux de cendre rapportés à la matière sèche</b>	<b>Taux d'acidités exprimés en acide sulfurique</b>	<b>Humidité maximum</b>
Semoule supérieure de blé dur	0.90% maximum tolérance 0,02	0,055 matière sèche Maximum	14,5% matière sèche
Semoule courante de blé dur première	1.20% maximum tolérance 0,02	0,065 matière sèche Maximum	14,5% matière sèche
Semoule courante de blé dur deuxième	1.30% maximum tolérance 0,3	0,080 matière sèche Maximum	14,5% matière sèche

Le taux d'acidité des semoules est exprimé en gramme d'acide sulfurique ramené à 100 grammes de matière sèche.

Selon l'arrêté interministériel de 18 moharram 1418 correspondant 25 mai 1997 relative aux spécifications techniques des semoules de blé dur et aux condition et modalités de leur étiquetage cité ci dessus la granulométrie des semoules de blé dur est déterminée comme suite :

**A-Semoule grosse :**

- ✓ Passage total au tamis 1220 microns.
- ✓ Refus total au tamis 710 microns.

Tolérance d'extraction 3% maximum.

**B-Semoule moyenne :**

- ✓ Passage total au tamis 905 microns.
- ✓ Refus total de tamis 450 microns.

Tolérance d'extraction 5% maximum.

**C-Semoule fine :**

- ✓ Passage total au tamis 630 microns, avec une tolérance de 5%.

- ✓ Refus total au tamis 155 microns maximum.

Tolérance d'extraction 15% maximum.

Les semoules doivent contenir un taux de protéines égal au minimum à 11% du poids sec, et présenter un temps de chute supérieur ou égal à 250 secondes.

### 2.1.3. Norme de qualité pour les pâtes alimentaires

Le tableau suivant présente les normes officielles pour les pâtes alimentaires utilisées en Algérie.

**Tableau 07** : Les normes officielles pour les pâtes alimentaires (Journal officiel, 1997) [7].

Humidité	14,5% % MS maximum
Cendre	0.88% maximum Tolérance 0,02%
Acidité	0.020% maximum Tolérance
Granulation	Extraction totale au tamis 450 microns tolérance 5%  Refus total au tamis 250 microns
Taux de protéine	Supérieur ou égal à 11%
Taux de gluten	Supérieur ou égal à 13%

### 2.1.4. Norme CODEX pour couscous

-Le couscous doit être nettoyé, sain et propre à la consommation humaine.

-Tous les traitements appliqués aux matières servant à la production du couscous doivent être réalisés de manière à:

- a) limiter la réduction de la valeur nutritive.
- b) éviter toute modification indésirable des propriétés du couscous.

- La teneur en humidité du couscous ne doit pas dépasser 13,5%.

Aucun additif alimentaire ne doit être incorporé lors de la fabrication industrielle du

Couscous.

## 2.2. Méthodes expérimentales d'évaluation de la qualité du blé dur

Les méthodes d'appréciation de la qualité du blé dur concernant le grain, les semoules et les produits de leur transformation en pâtes et les différentes analyses sont classées sous les trois rubriques suivantes :

- ✓ Analyses technologiques des grains et semoules.
- ✓ Analyses physico-chimiques du grain.
- ✓ Analyses biochimiques des semoules.

## 2.3. L'agréage

La fonction Agréage consiste à définir les caractéristiques des grains du blé qui nous renseignent sur la qualité technologique, c'est-à-dire leurs aptitudes à satisfaire les industries de première et de seconde transformation. Il nécessite l'intervention d'agréateurs portant de grande référence de moralité, de conscience et de compétences professionnelles d'une part et de moyen matériels d'autre part. L'appréciation de la valeur commerciale et marchande d'un lot de céréales se fait par agréage effectué par un agréateur basé généralement sur l'analyse d'un échantillon prélevé sur le lot considéré. Elle comporte essentiellement :

- Le prélèvement d'un échantillon moyen lequel doit représenter aussi fidèlement que possible la qualité du lot à agréer. L'échantillon pour laboratoire doit être représentatif que possible (1kg).
- L'analyse correcte et impartiale de l'échantillon prélevé (Codex Alimentarius, 1995 cité in Aissaoui et *al*, 2011).

L'appréciation complète d'un échantillon du blé doit porter sur la totalité ou partie des points suivants:

### 2.3.1. Recherche des impuretés

Un lot de blé n'est jamais pur. Il peut être contaminé par des matières inertes (pierres, sable-terre, objets métalliques...), des débris d'animaux et de végétaux, des grains étrangères (graines nuisibles: mélilot, fenugrec, nielle, avariés... ; légumineuses et graminées fourragères ; autres céréales), des grains de blé altérés ou mal venus et de l'ergot. La présence ces impuretés diminue la valeur marchande du lot (Annexe Tab. A). Leur exclusion ou leur limitation est l'objet d'accords contractuels entre vendeurs et l'acheteur (Feuillet, 2000).

## **2.3.2. Mesure de poids spécifique (PS)**

### **2.3.2.1. Définition**

La masse volumique dite masse à l'hectolitre, appelé aussi poids spécifique (PS) ou poids à l'hectolitre (PHL) a pour objet la mesure de la masse d'un certain volume de grains, impuretés et masse de l'air présent dans les espaces inter-granulaires (Aziez et al, 2003).

### **2.3.2.2. Intérêt**

Cette mesure ancienne qui date de l'époque où l'on mesurait le grain en volume est toujours utilisée dans les transactions sur les grains, à ce titre, elle est un élément important dans la fixation du prix marchand. Le PS est supposé permettre la reconnaissance des blés anormaux (PS faible), et renseigner sur le rendement en farine d'un blé (Aziez et al, 2003).

## **2.3.3. Poids de mille grains**

### **2.3.3.1. Intérêt**

La masse de 1000 grains ou le poids de 1000 grains (PMG) présente deux intérêts principaux :

#### **➤ Intérêt agronomique**

La taille d'un grain est une caractéristique essentiellement variétale, mais elle dépend également des conditions de culture. La masse de 1000 grains est une composante de rendement agronomique des céréales. Elle permet également aux agriculteurs de calculer les doses de semences pour répondre à un objectif de densité de semis. La détermination du poids de 1000 grains peut fournir une évaluation du degré d'échaudage d'une variété connue. Ce critère est fonction de la variété et des conditions de culture (Anonyme, 2001).

#### **➤ Intérêt technologique**

Elle est un des indicateurs du rendement technologique dans les industries de première transformation (rendement semoulier, meunier ou brassicole) (Anonyme, 2001).

## **2.3.4. Le taux d'humidité**

### **2.3.4.1. Définition**

On entend conventionnellement par la teneur en eau, la perte de masse, exprimée en pourcentage, subie par le produit (Aziez et al, 2003).

### **2.3.4.2. Intérêt**

La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits dérivés est une opération capitale qui présente autres intérêt.



**-D'un point de vue commerciale**, une forte humidité du grain représente un manque à gagner : puisqu'on paye l'eau au prix du blé.

**-D'un point de vue technologique**, elle a également un intérêt pour la détermination et la conduite rationnelle des opérations de récolte, de séchage, de stockage ou de transformation industrielle.

-La teneur en eau des grains est également très importante pour leur conservation car elle est à la base de l'activité des insectes et de celle des innombrables microorganismes qui les couvrent.

Il faut veiller à maintenir le stock de grains à une humidité inférieure à 14 %, et si possible à 12% si le stockage doit se prolonger sur une longue durée ; la température, pour sa part, doit rester inférieure à 15-20 °C. L'humidité élevée est sanctionnée par des réactions sur le prix de rétrocession du grain (Aziez et *al*, 2003).

### **2.3.5. Détermination du taux de mitadinage**

#### **2.3.5.1. Définition**

Normalement translucide et de texture vitreuse, le grain de blé dur peut sous l'influence d'un accident appelé « mitadinage » prendre, en totalité ou en partie, une apparence opaque et farineuse qui le fait plus ou moins ressembler à un grain de blé tendre, il est dit alors « mitadiné » (Aziez et *al*, 2003).

On entend par taux de mitadinage le pourcentage en nombre de grains de blé dur non entièrement vitreux. Les grains mitadinés (grains amyliacés, ou amidonnés) constituent un des principaux facteurs de classement commercial du blé dur. Ces grains se forment lorsque la plante souffre d'une carence en nitrates pendant le développement du grain (Dexter et *al*, 1998).

### **2.3.6. Taux de cendres**

#### **2.3.6.1. Définition**

C'est l'incinération du produit dans une atmosphère oxydante à une température de 900°C ou 550°C, jusqu'à combustion complète de la matière organique, la teneur en cendre est déterminée par la pesée du résidu (Anonyme, 2001).

#### **2.3.6.2. Intérêt**

La mesure de la teneur en cendres a un intérêt essentiellement réglementaire : elle permet de classer les farines et les semoules :

- Classer des farines selon les types définis par la réglementation.
- Classer des semoules de blé dur pour la fabrication des pâtes alimentaires.

Ce critère intervient dans le classement des semoules lorsque leur taux d'affleurement (granulométrie) ne correspond pas à ceux visés par le règlement :

- **Semoules supérieures** : taux de cendres maximum de 1,00% (tolérance 10%).
- **Semoules courantes** : taux de cendres maximum de 1,30% (tolérance 20%).

Tous les ans, le meunier et le semoulier effectuent une courbe, dite courbe de cendres, qui leur permet de régler leur moulin en fonction de ce cadre législatif ; l'objectif est d'optimiser le rendement de l'appareil de production tout en respectant la réglementation en vigueur (Anonyme, 2001).

### 2.3.7. Détermination de la couleur

L'intérêt de la mesure est surtout commercial. En effet, le consommateur recherche des pâtes claires de belle couleur jaune ambrée. Or la législation interdisant toute adjonction de coloration dans les pâtes, la couleur ne peut provenir que de la semoule et par conséquent du blé dur. Ce caractère résulte d'une composante jaune, principalement génétique, qui doit être la plus élevée possible et d'une composante brune, davantage liée aux conditions de culture, qui doit être faible. Il existe différentes méthodes permettant d'évaluer le potentiel couleur, depuis le blé jusqu'aux pâtes.

#### ➤ **Indice de jaune**

Dépend de la quantité de pigments caroténoïdes présents dans la semoule et de l'activité d'enzymes (lipoxygénases) susceptibles de détruire les pigments au cours de la pastification. Pour une matière première déterminée, il est possible de réduire les pertes de pigments en conduisant la mouture de manière à éviter une contamination des semoules par les germes du grain dont on connaît la teneur très élevée en lipoxygénases ainsi qu'en recherchant des conditions de fabrication qui évitent l'activité de ces enzymes (Anonyme, 2014).

#### ➤ **Indice de brun**

Il est fonction de l'activité d'une autre catégorie d'enzymes (peroxydases). Toute action visant à diminuer l'activité de celles-ci, soit par la sélection de variétés qui n'en possède que de faibles quantités, soit par la mise en œuvre de technologies appropriées

(bonne purification des semoules durant la mouture, application de températures élevées en début de séchage), a un effet bénéfique sur la coloration des produits finis (Anonyme, 2014).

### **2.3.8. Teneur en protéines**

La teneur en protéines est un critère important d'appréciation de la qualité aussi bien pour l'alimentation animale (valeur alimentaire d'un produit) que pour l'alimentation humaine (valeur d'utilisation).

Elle est influencée par les facteurs génétiques et agro-climatiques. Les caractéristiques technologiques des semoules sont étroitement liées et dépendent de la teneur et de la qualité des protéines des variétés. En moyenne, elle est comprise entre 7 et 18% pour les blés durs (Anonyme, 2001).

### **2.3.9. Rendement brut en semoule**

Cette méthode basée sur la spectrométrie proche à l'infrarouge permet de prédire le rendement brut en semoule d'un lot de blé destiné à la semoulerie. A partir d'un broyât de grains entiers, une fraction de la mouture est introduite dans un spectrophotomètre infrarouge. La calibration mise en œuvre restitue le rendement brut en semoule, c'est-à-dire le potentiel de production de semoule (Desclaux, 2005 cité in Ait kaki, 2008).

### **2.3.10-Détermination de la moucheture**

La moucheture du blé dur se caractérise, sur les grains mûrs, par des plages de coloration brune ou noire en d'autres endroits que sur le germe. Elles sont pénalisantes car on les retrouve dans la semoule et dans les pâtes alimentaires. La dépréciation de la valeur marchande des lots de blés durs peut être très importante avec des réfections de prix, voire des refus de lots présentant des taux de moucheture supérieurs à 5%. Ce pourcentage correspond au poids des grains mouchetés par rapport au poids total de l'échantillon (Aziez et al, 2003).

### **2.3.11. Dureté**

Selon la variété du grain, l'état de cohésion de l'amande ne sera pas le même. (Résistance à l'écrasement). Ce paramètre fera varier le comportement des grains en mouture. La dureté jouera directement sur la préparation des grains, la facilité de séparation farine-son, l'énergie consommée par le moulin et sur le rendement. Elle influencera également la granulométrie des farines et la capacité d'absorption d'eau (Anonyme, 2001).

### **2.3.12. Test de germination**

La germination est l'ensemble des phénomènes par lesquels, la plantule, en vie ralentie dans les graines, reprend une vie active et se développe. Au cours de la germination, les protéines de réserves stockées dans l'albumen sont mobilisées pour assurer l'alimentation de la plantule, cette mobilisation pourrait être facilitée par la thiorédoxine qui est capable de mobiliser l'azote des protéines du gluten en réduisant les liaisons disulfures des gliadines et des gluténines (Feuillet, 2000).

### **2.3.13. Détermination du taux d'affleurement**

Le taux d'affleurement est la quantité de semoule ou de farine refusée ou extraite par un tamis dont les ouvertures de mailles sont choisies en fonction de la finesse du produit considéré (Anonyme, 2014).

### **2.3.14. Dosage de l'acidité**

#### **2.3.14.1. Intérêt**

La teneur en acidité grasse est un indicateur de l'état de bonne conservation des blés, des farines et des semoules. En effet, au cours de la conservation, les lipides ont tendance à se dégrader en se transformant en acides gras libres (Anonyme, 2014).

### **2.3.15. Détermination du gluten**

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

### 3.1. Présentation des moulins Amor Benamor

Les moulins Amor Benamor font partie d'un groupe familial spécialisé dans l'agroalimentaire est fondé par le défunt père (Amor Benamor) en 1984.

Les Moulins Amor Benamor constituent un important complexe industriel implanté dans la zone industrielle d'El-Fedjoudj à l'Ouest de la Wilaya de Guelma (Nord-Est Algérien). Créé en septembre 2000, ce complexe occupe une superficie de 42.500 m<sup>2</sup>.

Les moulins Amor Benamor sont caractérisée par :

- Une capacité de production des moulins (700 T/J).
- Une capacité de stockage de blé : 27 500 tonnes.

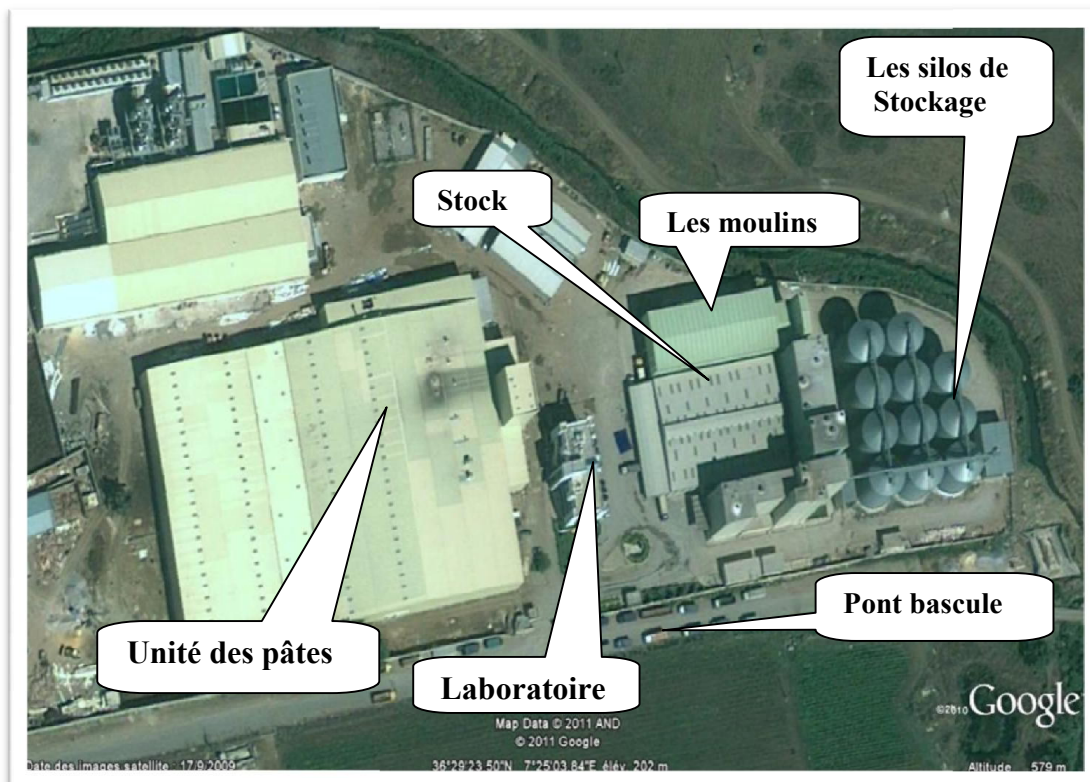


Figure 06 : Présentation des moulins Amor Benamor [8].

### 3.2. Matériel végétal

Notre étude à été effectuée sur un blé entièrement local cultivé dans dix régions différentes de la Wilaya de Guelma (Tab.08).

**Tableau 08:** Les dix régions d'étude de collecte de blé dur.

<b>Les régions</b>	Ain Larbi
	Bouhachana
	Bouhamdane
	Hammam Debagh
	Hammam N'bail
	Lahfaisse
	Nechmaya
	Oued Chaham
	Ras El Agba
	Roknia

### 3.3. Les paramètres étudiés

La réalisation de notre partie pratique a été totalement réalisée dans laboratoire de suivi de la qualité technologique et nutritionnelle de l'usine du groupe Amour Benamour, commune El-Fedjouj Wilaya de Guelma, où nous avons pu effectuer les paramètres suivants :

- ✓ poids à l'hectolitre.
- ✓ La teneur en protéine.
- ✓ Teneur en humidité.
- ✓ Détermination du taux de mitadinage.
- ✓ Recherche des impuretés.
- ✓ Le poids de mille grains (PMG).

### 3.4. Méthodes d'analyses

#### 3.4.1. Détermination du poids à l'hectolitre

Le poids à l'hectolitre est l'évaluation du poids en Kg du grain occupant un volume de 100l. Ce poids est déterminé au laboratoire sur un échantillon d'un litre puis le résultat est ramené à un hectolitre (Anonyme, 2014).

### 3.4.1.1. Principe

La masse à l'hectolitre est calculée à partir de la masse de 50 litres (trémie conique) ou d'un litre (Niléma-litre) pour les blés durs, sur un échantillon débarrassé manuellement des grosses impuretés (Anonyme, 2001).

### 3.4.1.2. Matériel

- Balance à grains Niléma-litre.
- Une trémie cylindrique.
- Un cylindre remplissage servant à contenir un volume déterminé de grains destiné à l'essai.
- Un couteau avaleur pouvant coulissé dans une glissière située à la partie supérieure du cylindre mesuré (Fig.07).



**Figure 07 :** Niléma-litre.

### 3.4.1.3. Mode opératoire

La détermination de poids spécifique passe par les phases suivantes :

- Débarrasser l'échantillon des grosses matières étrangères par tamisage sur tamis.
- Homogénéiser l'échantillon par division au moyen d'un diviseur conique ou à fentes multiples. L'échantillon ainsi préparé devra peser environ 1kg.
- Poser la balance (Nilema litre) sur une surface plane et régulière, à abri des vibrations, niveau tourné vers l'opérateur. Régler l'horizontalité du socle à l'aide des vis de calage.
- les trois curseurs étant au zéro.
- Dégager la mesure du fléau. Monter la trémie sur la mesure. Engager le couteau d'arasage dans la glissière sans qu'il empiète sur l'orifice de la mesure.
- Remplir largement la trémie de grains puis l'araser avec la règle plate en faisant attention à ne pas faire tomber de grains dans la mesure.
- Ouvrir l'obturateur et laisser couler le grain dans la mesure.

- Avec la main droite, enfoncer le couteau à fond sans à-coup en ayant bien soin de maintenir l'ensemble mesure-trémie immobile avec la main gauche, pour éviter tout tassement accidentel. Enlever la trémie.
- Le manchon de rehausse contient l'excès de grains. suspendre la mesure à la balance, libérer le fléau. Peser avec précision à l'aide des trois curseurs.
- L'essai sera reconduit autant de fois que nécessaire jusqu'à obtenir deux valeurs ne s'écartant pas de plus de 2g. L'échantillon sera réhomogénéisé entre chaque mesure.

Les deux valeurs M1 et M2 seront celles retenues pour le calcul du résultat (Aziez et al, 2003).

#### **3.4.1.4. Expression des résultats**

La masse de l'hectolitre de l'échantillon (blé dur), exprimé en kg à l'hectolitre, est égale à la moyenne M, des deux valeurs M1 et M2 retenues, multiple par 0,1.

$$M = (M_1 + M_2 / 2) \times 0,1$$

### **3.4.2. La teneur en protéine**

#### **3.4.2.1. Principe**

La détermination de la teneur en protéines totales a été faite à l'aide d'un appareil : (Infratec 1241). La spectroscopie dans le proche infrarouge est une technique analytique de plus en plus répandue pour le contrôle rapide de la qualité des matières premières et des produits de transformation en agroalimentaire.

#### **3.4.2.2. Mode opératoire**

La détermination de la teneur en protéine se réalise par les points suivants :

- Placer un échantillon homogénéisé dans la cellule de mesure.
- Comprimer l'échantillon dans le compartiment, en utilisant le dispositif de tassement  
Pour lancer l'analyse, appuyer sur la touche ENTER.
- Lorsque les résultats apparaissent à l'écran et sont immédiatement imprimés, l'Infra tec1241 est prêt pour une nouvelle analyse (Fig. 08).





**Figure 08 : Infra tec 1241**

### **3.4.3. Teneur en humidité**

#### **3.4.3.1. Principe**

Le principe de fonctionnement de cet appareil (l'Infratec1241) est basé sur la mesure d'une caractéristique physique des grains, variable en fonction de leur état d'hydratation. Cette mesure est reliée, après étalonnage avec la méthode de référence pratique, à la teneur en eau des grains.

#### **3.4.3.2. Mode opératoire**

La détermination de la teneur en humidité se réalise par les points suivants :

- Placer un échantillon homogénéisé dans la cellule de mesure.
  - Comprimer l'échantillon dans le compartiment, en utilisant le dispositif de tassement
- Pour lancer l'analyse, appuyer sur la touche ENTER.
- Lorsque les résultats apparaissent à l'écran et sont imprimés, l'Infratec1241 est prêt pour une nouvelle analyse (Fig.08).

### **3.4.4. Détermination du taux de mitadinage**

#### **3.4.4.1. Le principe**

Après élimination des impuretés par tamisage et triage à la main, les grains sont coupés au Farinotome de Pohl (Fig.09).

#### **3.4.4.2. Matériel**

- Farinotome de Pohl.
- pince ; scalpel.
- Bac ou cuvette.



**Figure 09** : Farinotome de Pohl.

#### 3.4.4.3. Mode opératoire

- La recherche s'effectue sur un échantillon de 100 gramme environ, après avoir procédé à la séparation des éléments qui ne sont pas des céréales de base de qualité irréprochable.
- Epancre l'échantillon dans un bac et bien homogénéisé.
- Après avoir introduit une plaque dans le farinotome, une poignée de grains est répandue sur la grille.
- Tapoter vivement de façon à ce qu'il n'y ait qu'un grain par alvéole.
- Rabattre la partie mobile pour maintenir les grains, les couper en introduisant la lame de farinotome.
- Retirer la plaque de farinotome et compter le nombre de grains mitadinés, même partiellement.
- Une plaque de farinotome permet de couper 50 grains. Une bonne détermination du taux de mitadinage se fait sur un minimum de 600 grains, c'est-à-dire 12 plaques de farinotome.
- On calcule ensuite le pourcentage de grains mitadinés qui est le rapport entre le nombre de grains mitadinés comptabilisés et les 600 grains coupés (Aziez *et al*, 2003).

#### 3.4.4.4. Expression des résultats

Le taux de mitadinage exprimé en pourcentage, est calculé en utilisant la formule suivante où nous prenons en considération même les grains mitadinés partiellement :

$$M \times \frac{(100 - L)}{100}$$

M = pourcentage de mitadins même partiels des grains propres examinés.

L = masse des éléments qui ne sont pas des céréales de base de qualité irréprochable en grammes (Anonyme, 2001).

### **3.4.5. Recherche des impuretés**

#### **3.4.5.1. Principe**

Le principe de la méthode consiste à séparer les impuretés d'un échantillon de céréales ou protéagineuse par tamisage et / ou triage puis classes les impuretés (Anonyme, 2001).

#### **3.4.5.2. Matériel**

-Tamis de contrôle comprenant les tamis trous longues arrondis de 20,0 mm de longueur et de 3,55mm, 2,00mm et 1.90mm de longueur, réceptacle et un couvercle.

-Diviseur conique.

-Coupelles.

-Balance, précision 0,01g.

-Balance analytique, précision 0,001g.

#### **3.4.5.3. Mode opératoire**

-L'échantillon de laboratoire est mélangé avec soin pour le rendre homogène que possible, puis il est divisé à l'aide d'un diviseur pour obtenir une quantité d'environ 100 g.

-Faire le tamisage de 100g de blé dans les tamis et agiter les tamis manuellement pendant 30 secondes, dans un plan horizontal, avec un mouvement de va-et-vient suivant le sens des fentes.

-D'une façon générale, les grains vêtus sont débarrassés des balles avant le tamisage (elles sont jointes à la matière inertes) et les grains coincées dans les fentes d'un tamis sont ajoutés au refuse de celui-ci.

-Puis on effectue en ordre, les opérations suivantes :

-Refuse du tamis 3.55mm : séparer les matières inertes, les autres céréales et plantes cultivées, les grains étrangers et les placés dans leurs coupelles respectivement.

-Refuse du tamis 2.00mm : séparer les impuretés et les placer dans leur coupelle respectivement.

-Refuse du tamis 1.90mm: séparer les impuretés et les place dans leur coupelle respectivement.

-Tamisat du tamis 1.90mm : placer la totalité du tamisat dans la coupelle de matières inertes.

#### **3.4.5.4. Expression du résultat**

Le contenu de chaque coupelle peser à 0.01g près et le pourcentage de chaque catégorie est calculé par rapport à la masse de la prise d'essai (Anonyme, 2001).

### 3.4.6. Le poids de mille grains (PMG)

#### 3.4.6.1. Principe

Le principe de la détermination de la masse de 1000 grains est de peser d'une quantité de l'échantillon, séparation des grains entiers et peser le reste, suivi du comptage des grains entiers. Division de la masse des grains entiers par leur nombre, et expression du résultat rapporté à 1000 grains.

#### 3.4.6.2. Mode opératoire

Relever au hasard une quantité approximativement égale à la masse de 500 grains de l'échantillon tel quel et la peser. Sélectionner les grains entiers et peser le reste, et en déduire par différence la masse des grains entiers. Puis compter ces derniers à l'aide de compteur de grains ou manuellement.

#### 3.4.6.3. Expressions des résultats

La détermination de ce paramètre peut être exprimée de 2 manières, soit en prenant en considération la teneur en eau ( $m_h$ ) soit en écartant cette dernière où nous obtenons la masse  $m_s$ .

La masse  $m_h$  en gramme de 1000 grains tels quels est donnée par la formule.

$$m_h = m_0 \times 1000 / N$$

$m_0$  = masse en gramme des grains entiers.

$N$  = le nombre de grains entiers contenus dans la masse  $m_0$ .

La masse  $m_s$  en gramme de 1000 grains est donnée par la formule. (Godon et Loisel, 1984).

$$m_s = m_h \times (100 - H) / N$$

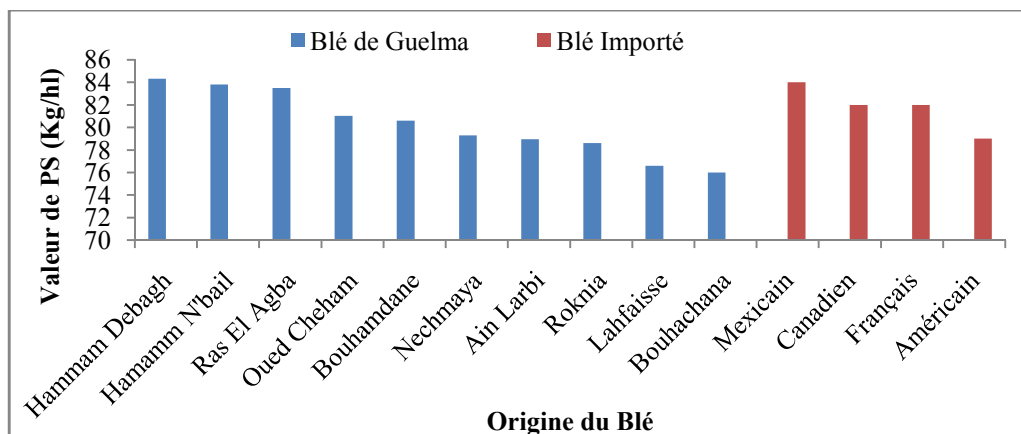
Avant d'entamer l'interprétation de nos résultats, nous tenons à signaler que les données concernant le blé d'importation nous ont été fournies par le responsable de qualité de moulins de Amour Ben Amour, les chiffres concernant le blé de Sétif et Tiaret ont été soustraies des travaux de Amira et Fadel (2013).

#### 4.1. Poids spécifique

La figure N° 10 représente le poids spécifique de blé dur. Les résultats obtenus montrent que la valeur maximale de PS est représentée par l'échantillon de Hammam Debagh (84,32 Kg/hl), suivie par celui de Hammam N'bail (83,81 Kg/hl) et de Ras El Agba (83,5 Kg/hl) qui ont presque la même valeur, puis de Oued Cheham (81,02 Kg/hl) et de Bouhamdane (80,6 Kg/hl), alors que celui de Nechmaya (79,30 Kg/hl), de Ain Larbi (78,96 Kg/hl) et Roknia (78,61 Kg/hl) possèdent des valeurs rapprochées. Enfin le PS de Lahfaisse (76,6 Kg/hl) de Bouhachana (76,00 Kg/hl) ceux du affichent les valeurs minimale (76,00 Kg/hl).

En comparant nos résultats avec blé importé, on observe que la valeur de PS de blé Mexicain (84 Kg/hl), Hammam Debagh, Hammam N'bail et Ras El Agba qui ont une valeur identiques, tandis que le blé Canadien (82 Kg/hl) et Français (82 Kg/hl) ont des valeurs proches de celui de Oued Cheham, la valeur de PS du blé Américain (79 Kg/hl) présente une valeur proche de celui Bouhamdane, Nechmaya, Ain-Arbi et Roknia.

Le poids spécifique doit être égal ou supérieur à 74 kg/hl. En dessous de ce seuil, l'agriculteur prend des pénalités sur le prix d'achat. Sur cet essai toutes les régions sont au dessus de 74 kg/hl (conforme aux normes), le changement de PS entre les régions est causée par l'importance de l'espace inter granulaire, les tassements des grains, la nature et la quantité des impuretés présent dans l'échantillon, la teneur en eau, du taux de dommages dus aux intempéries, la grosseur et de la densité du grain (Anonyme, 2001).



**Figure 10:** Comparaison le poids spécifique de blé dur.

## 4.2. La teneur en protéines

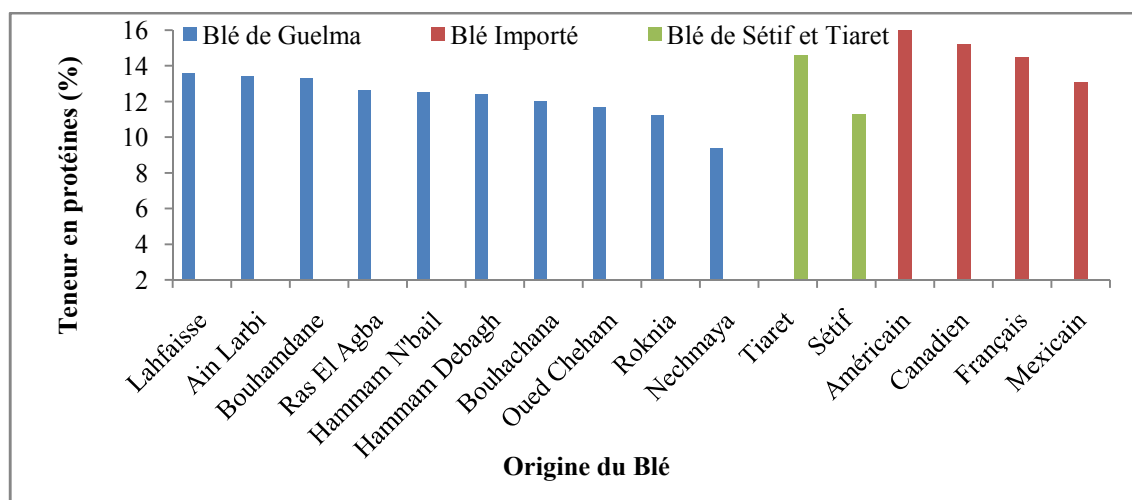
Les résultats des teneurs en protéines est affichés dans La figure N° 11 où nous pouvons les subdivisés en quatre classes différentes, la première classe est de Lahfaisse, Bouhamdane et Ain Larbi renfermant des valeurs très proches (13,6%,13,4% et 13,3%), la deuxième classe représente par le blé des régions de Ras El Agba , Hammam N'bail, Hammam Debagh et Bouhachana (12,6%,12,5%,12,4%et 12,00% ), la troisième classe comprend Oued Cheham et Roknia (11,7%,11,2%) et la dernière classe avec la valeur minimale 9.4% correspondant à région Nechmaya.

En comparant la teneur en protéine de blé de la région de Guelma avec celle du blé de Tiaret et Sétif, nous constatons que le blé de Tiaret exhibe une valeur très importante (valeur maximale14.57%), tandis que celui de blé de Sétif sa teneur en protéines est égale à (11.3%) où il peut être classé dans la troisième classe à côté de Oued Cheham et Roknia (11,7%, 11,2%).

La comparaison de la teneur en protéine du blé de la région de Guelma avec le blé importé, nous observons que le blé importé montre des valeurs élevés (Américain 16%, Canadien 15.2% et Français14.5 %) par rapport au blé de Guelma, tandis que le blé Mexicain (13.1%) sa valeur rapproche avec Lahfaisse (13,6%), Bouhamdane (13,4%) et Ain Larbi (13,3%).

L'accumulation et l'augmentation du taux des protéines dans l'albumen du grain est le résultat d'une très bonne utilisation de l'azote par la plante au cours de développement d'une part et un transfert efficace de l'azote de la partie végétative vers les grains au cours de remplissage d'autre part (Feillet, 2000).

La différence dans la teneur en protéine est en fonction des variétés, des facteurs climatiques, agronomiques et des conditions physiologiques de développement de la plante, des parties histologiques du grain et de la maturation du grain (Liu *et al*, 1996 cité in Belkhiri *et al*, 2011).



**Figure 11:** Comparaison le taux de protéines de blé dur.

#### 4.3. Le taux d'humidité

La figure N°12 représente les résultats du taux d'humidité de blé dur. Les résultats obtenus nous permettent de classer les valeurs en quatre classes différentes : la première classe représentée par le blé de région Bouhamdane (13,9%), Oued Cheham, Lahfaisse et Ain Larbi (13,7-13,2%- 13,00 %), tandis que la deuxième classe englobe le blé dur de Ras El Agba et Bouhachana qui ont la même valeur (12,9%), puis ceux de Roknia et de Nechmaya (12,4% et 12,3%), la troisième classe avec la seule région de Hammam N'bail (11,5%), et enfin la dernière classe affichant la valeur minimale (10,4%) est celle de la région Hammam Debagh.

En comparant l'humidité de blé de la région de Guelma avec celui de Sétif et de Tiaret (13.6% et 13.7 %) nous constatons que leurs valeurs correspondent à la première classe.

En comparant l'humidité de blé de la régions de Guelma par rapport de blé importé nous constatons que l'humidité (Américain 12.5 % Canadien 12.2% et Français 12.8 %) occupe une place dans la deuxième classe englobant le blé dur de Ras El Agba (12,9%), et Bouhachana (12,9%), Roknia et Nechmaya (12,4% et 12,3%), tandis que le blé Mexicain représente la valeur minimale de (9.2%).

La teneur en eau des grains est un paramètre important, et selon les normes la teneur maximale est de 14,5 %.

Sairam et *al.* (2001) cité in Belkhiri et *al.* (2011), signalent que le stress hydrique diminue la teneur relative en eau.

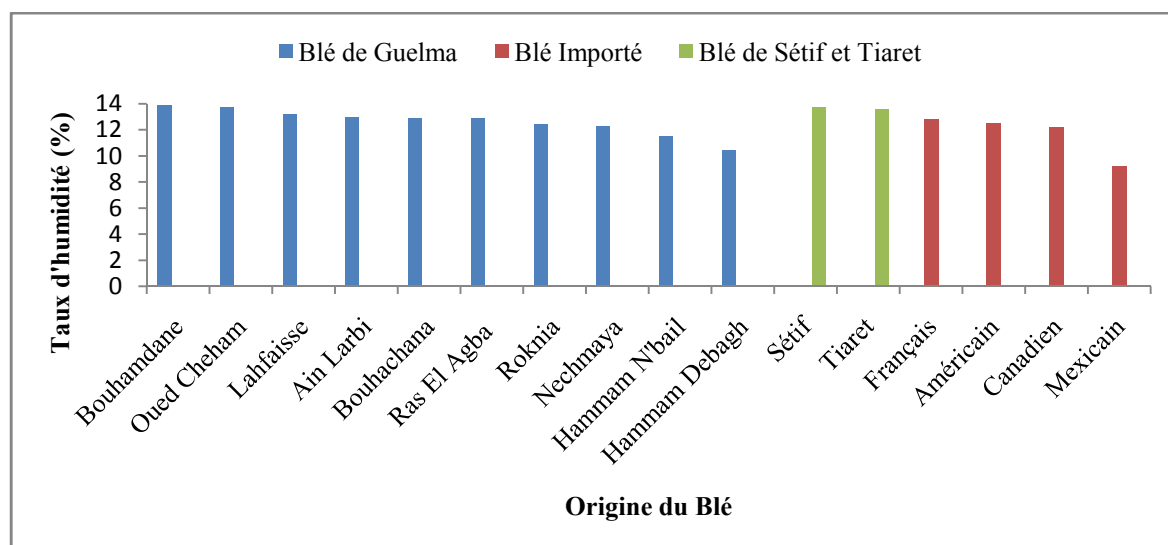


Figure 12 : Comparaison le taux d'humidité de blé dur.

#### 4.4. Le poids de 1000 grains

La figure N°13 représente le poids de 1000 grains de blé dur elle fait ressortir trois classes bien distinctes.

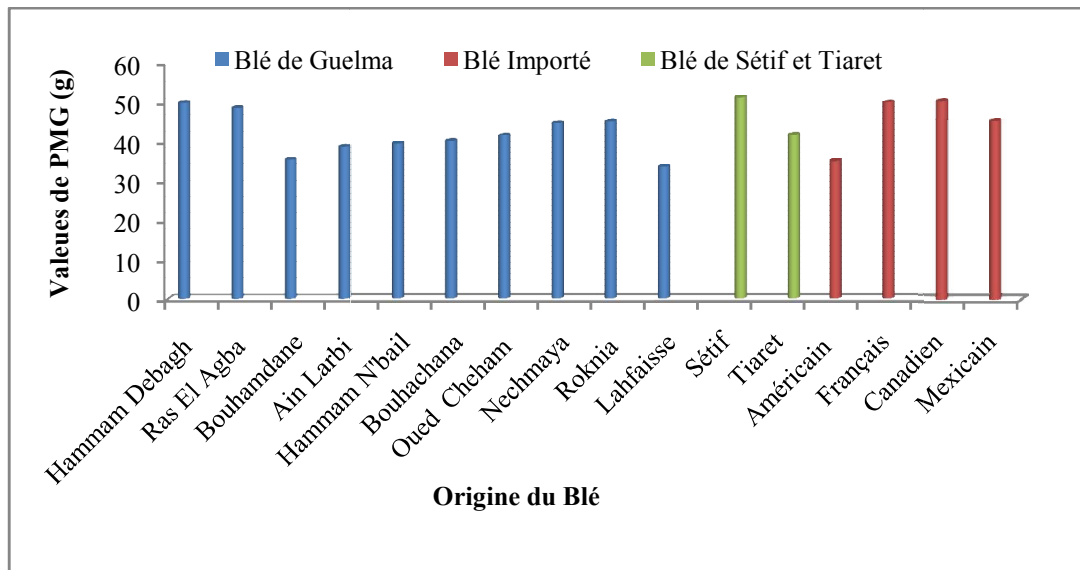
- ✓ la première classe où le PMG est très élevé (lorsqu'il est supérieur à 45g) englobant Hammam Debagh (49,78g) et Ras El Agba (48,54g).
- ✓ la deuxième classe avec un PMG élevé (lorsqu'il se trouve entre 35-45g) englobant : Bouhamdane (35,47g), Ain Larbi (38,84g), Hammam N'bail (39,47g), Bouhachana (40,19g), Oued Cheham (41,42g), Nechmaya (44,59g) et Roknia (45g).
- ✓ la troisième classe représentée par Lahfaisse où leur poids de 1000 grains est égal à (33,51 g) (PMG moyen situé entre 30-35g).

Pour le PMG de Sétif est classé dans la première classe avec (51.23g), tandis que le blé de Tiaret est classé dans deuxième classe (41.67g).

Pour le PMG de blé importé affichent des valeurs important est occupant la classe première (Français 50g) et la deuxième (Américain 35g, Canadien 50g et Mexicain 45g).

Dexter et Matsuo (1977) cité in Derbal (2009), le poids de mille grains (PMG) est un critère variétal ; il peut subir des fluctuations liées en particulier à l'échaudage, qui résulte d'une maturation hâtée et fournit un grain ridé, riche en son. La présence de grain échaudé a une incidence sur le rendement en mouture.





**Figure 13:** Comparaison le poids de 1000 grains de blé dur.

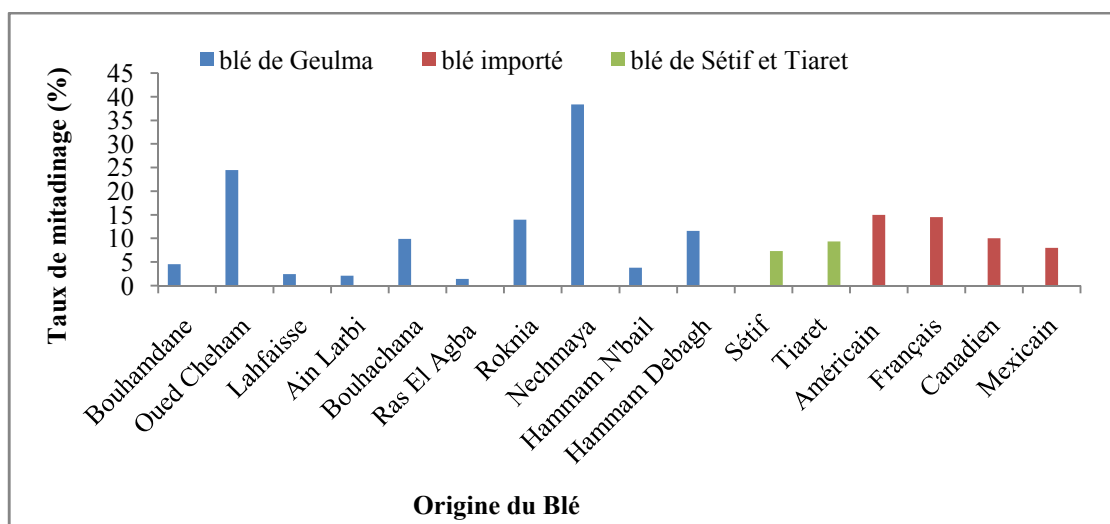
#### 4.5. Le taux de mitadinage

Les résultats obtenues (figure : 14) indiquent que les régions suivantes présentent des valeurs minimales : Ras El Agba (1,39%), Ain Larbi (2,11%), Lahfaisse (2,47%), Hamam N'baïl (3,8%) et Bouhamdane (4,56%), tandis que le blé des régions de Oued Cheham (24,44%), Nechmaya (38,39%) est affichant la valeur maximale, alors que les autres régions sont situées dans l'intervalle des valeurs minimales et maximales: ( Bouhachana (9,92%), Hamam Debagh (11,57%) et Roknia (13,94%).

Par l'observation le taux de mitadinage de blé de Sétif (7.29%) et Tiaret (9.35%) nous observons que les valeurs rapprochent avec Bouhachana (9,92%).

En comparant le taux de mitadinage de blé de la région de Guelma par rapport de blé importé (Américain15%, Français14.5%, Canadien10% et Mexicain 8%), on constate que le mitadinage de blé importé se rapproche avec celui de Bouhachana, Hamam Debagh et Roknia (9,92%, 11,57%, 13,94%).

Dexter et Edwards (1998) ont montré que les grains mitadinés se forment lorsque la plante souffre d'une carence en nitrates pendant le développement du grain. Les grains mitadinés sont importants, parce qu'ils sont moins riches en protéines et plus mous que les grains vitreux.



**Figure 14:** Comparaison le taux de mitadinage de blé dur.

## 4.6. Recherche des impuretés

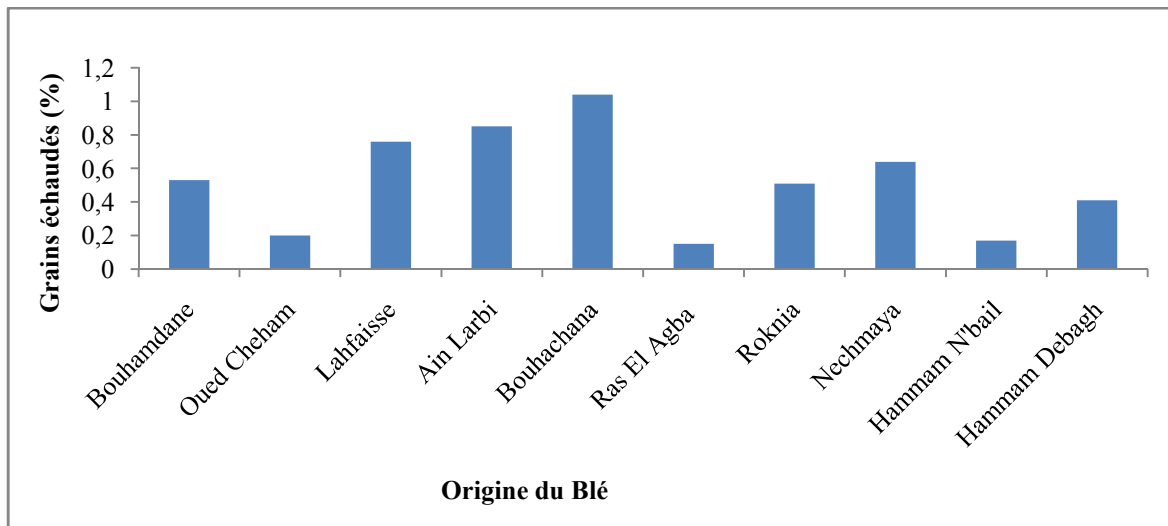
### 4.6.1. Grains échaudés

Les résultats obtenus (figure N° 15) montrent que toutes les régions d'étude suivantes : possèdent des valeurs importantes, mais le blé de la localité de Bouhachana occupe la première place avec une valeur maximale (1,04%).

Les grains échaudés et desséchés avant maturation suite à un défaut d'alimentation en eau, causant un déséquilibre entre l'absorption de l'eau par les grains et l'évaporation et suite aux fortes chaleurs, supérieure à 28°C au cours de la maturation (échaudage physiologique).

Il peut être causé par tout les maladies attaquant les racines, les feuilles, les tiges et même les glumes ; telles que le piétin, la septoriose, la fusariose et les rouilles (échaudage pathologique). La présence de ces grains dans un lot de blé ont une incidence sur le rendement en mouture qui diminue, en affectant aussi le poids spécifique (Anonyme, 2001).

La présence des grains échaudés dans nos échantillons indique que ces échantillons ont subi probablement un échaudage physiologique ou pathologique ou bien les deux.



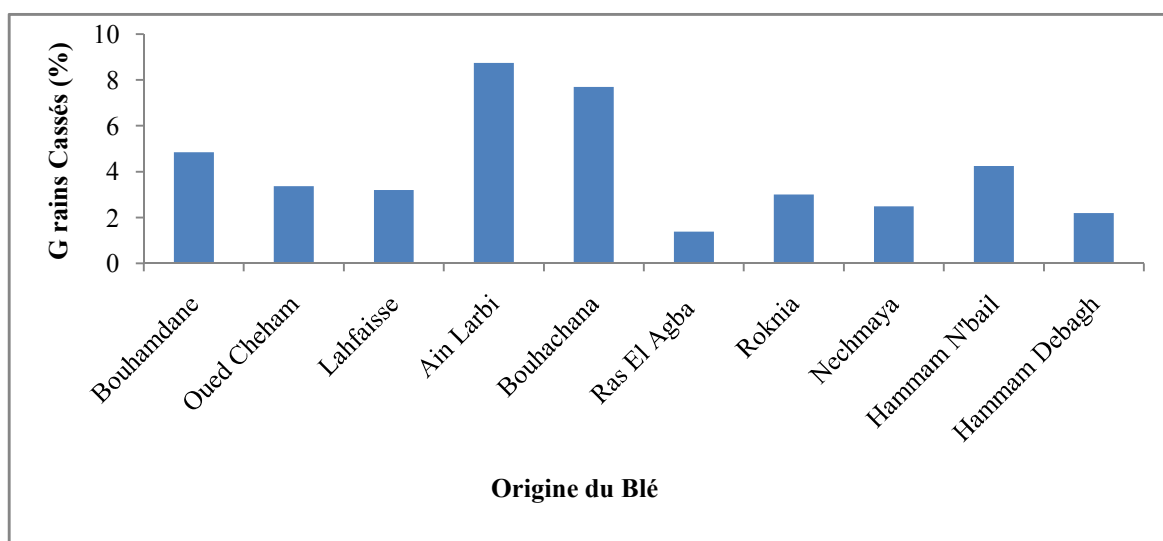
**Figure 15 :** Comparaison le taux des grains échaudé de blé dur.

#### 4.6.2. Grains cassés

La figure N° 16 représente le pourcentage des grains cassés dans le blé de la région Guelma où nous constatons que la valeur maximale est représentée par le blé de Ain Larbi (8,74%) suivi par celui de Bouhachana (7,69%) ; alors que le blé issu des autres régions exhibe des valeurs qui oscillent entre 4,85 % et 2,19 % (Bouhamdane (4,85%), Hammam N'bail (4,25%), Oued Cheham (3,37%), Lahfaisse (3,2%), Roknia( 3%), Nechmaya(2,48%) et Hammam Debagh (2,19%)). La valeur minimale pour ce paramètre est enregistrée pour l'échantillon de Ras El Agba (1,38%).

La présence des grains cassés dans nos échantillons indique que le blé de toutes les régions a subi à un mauvais battage et un mauvais transport mécanique au silo puisque le grain est fragile durant cette phase.

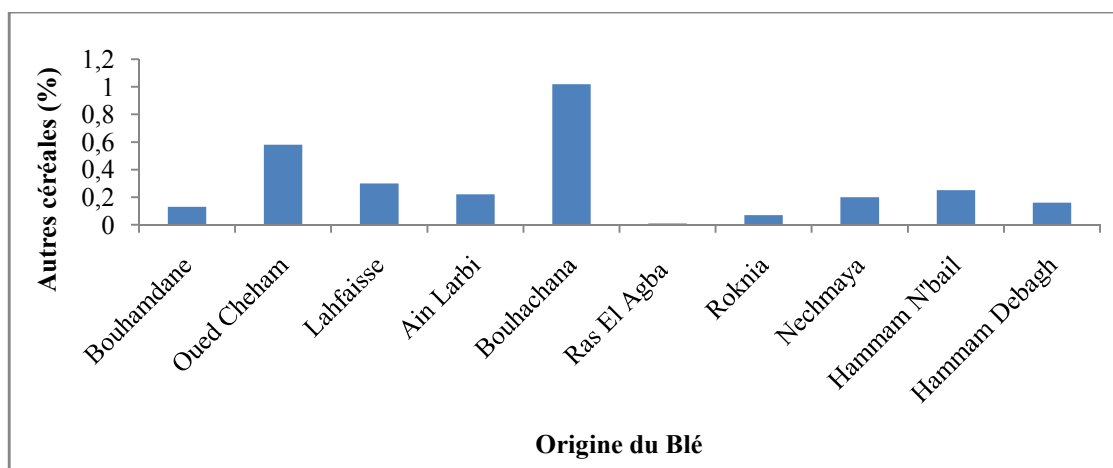
De point de vue qualité, la présence de grains cassés altère les rendements semouliers du blé dur et pose également des problèmes de conservation. Ils sont plus exposés aux phénomènes d'oxydation, ce qui entraîne une accélération de la dégradation biochimique des constituants du grain. Par ailleurs, ils sont plus accessibles aux attaques des insectes et des moisissures (Anonyme, 2001).



**Figure 16 :** Comparaison le taux des grains cassés de blé dur.

#### 4.6.3. Autres céréales

La figure N° 17 symbolise le pourcentage de l'autre céréale présente dans le blé de Guelma. Nous observons que la valeur maximale est enregistrée par l'échantillon de Bouhachana (1.02%), tandis que la valeur minimale est affichée avec Ras Alagba (0.01%).



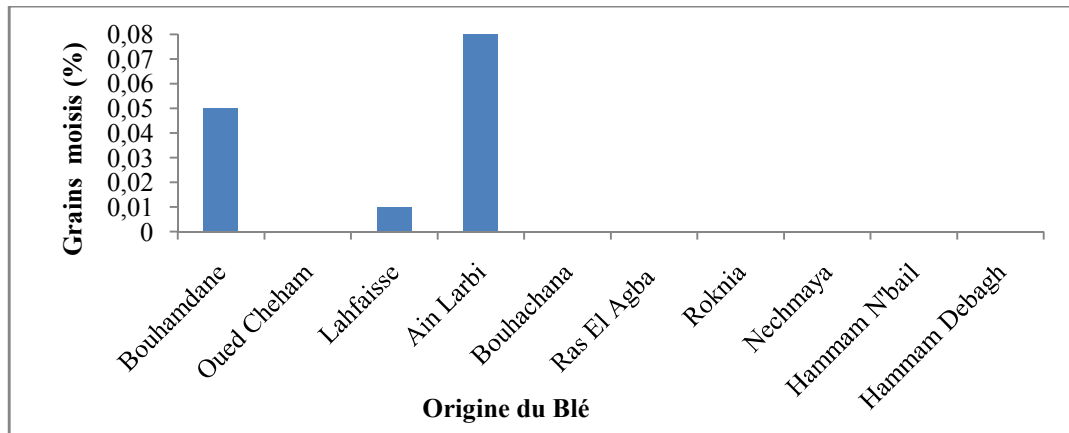
**Figure 17 :** Taux d'autres céréales existant dans le blé dur des régions de Guelma.

#### 4.6.4. Grain Moisis

Les résultats (Figure N°18) montrent que le blé d'Ain Larbi (0.08%) possède la valeur la plus élevée, suivi par celle de Bouhamdane (0.04%) et de Lahfaisse (0.01%).

Les moisissures provoquent l'altération de la décomposition des tissus et le goût des denrées alimentaires. Le pouvoir de germination des semences se détériore également,

certaines moisissures sécrètent une sorte de poison qui peut rendre le consommateur très malade (Anonyme, 2014).



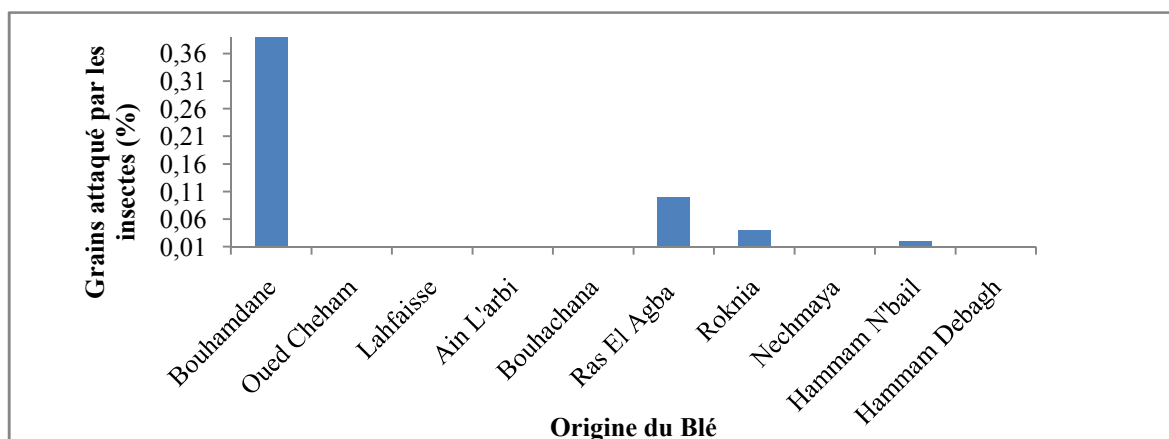
**Figure 18 :** Taux des grains moisiss dans le blé dur des régions de Guelma.

#### 4.6.5. Grains attaqué par les insectes

L'attaque des grains par les insectes reste plus ou moins faible et affiche des pourcentages inférieurs à 0,4 % (figure N° 19).

Les lots comportant des grains attaqués par les prédateurs (insectes ou rongeurs) ont une valeur commerciale et technologique fortement dépréciée, le poids spécifique est faible, la qualité sanitaire est diminuée (Anonyme, 2001).

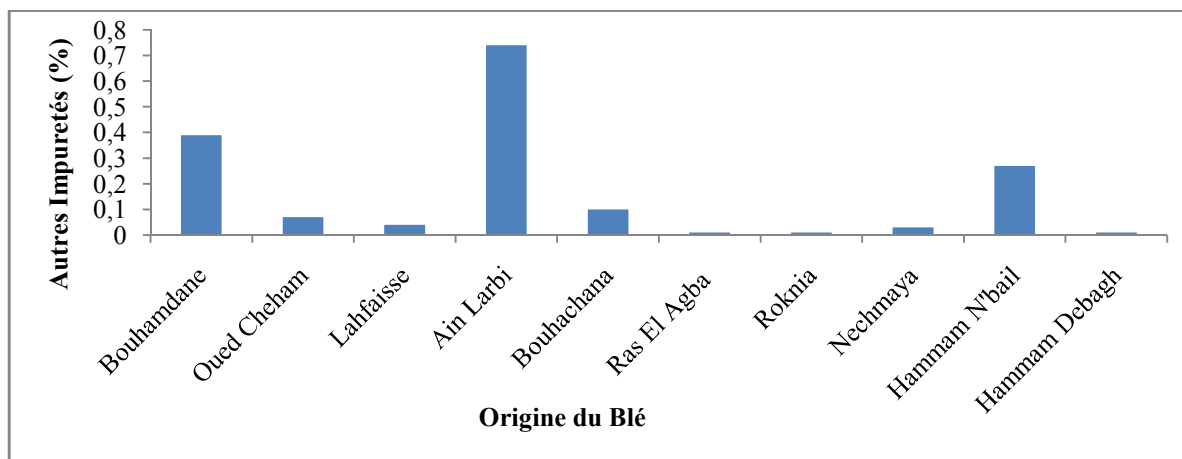
La présence des grains attaqués par les insectes dans nos échantillons ont un effet indésirable sur la qualité, la valeur commerciale et technologique.



**Figure 19 :** Taux des grains attaqués par les insectes dans le blé dur des régions de Guelma.

#### 4.6.6. Autres impuretés

La présence de pierres et de débris végétaux sont classés parmi les impuretés où les taux sont généralement admissibles par les semouliers est comprises entre 0,01% et 0,74% (Figure N° 20).



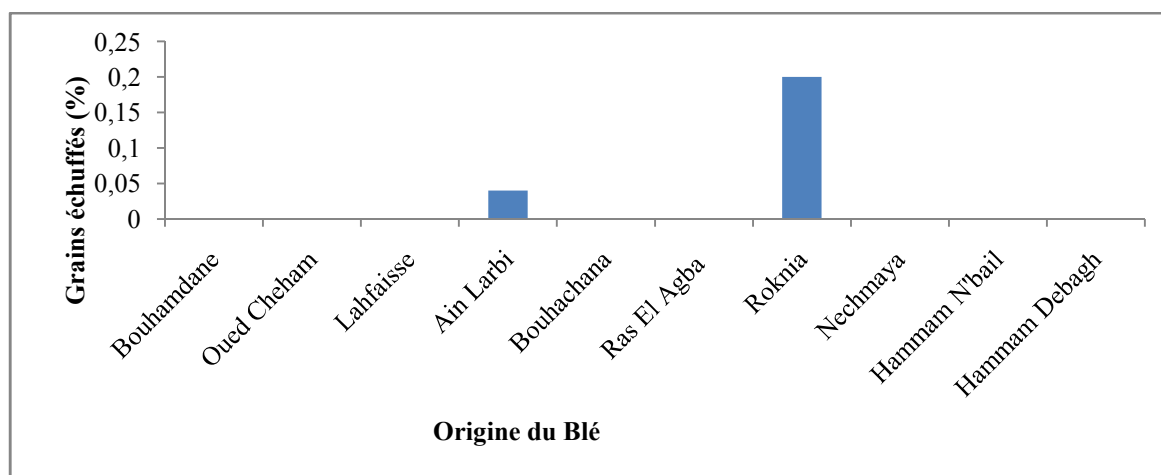
**Figure 20:** Le taux d'autres impuretés dans le blé des régions de Guelma.

#### 4.6.7. Grain échauffé par la chaleur

La consultation de la figure N° 21, nous informe que seules le blé dur issu de la localité de Roknia (0.2%) et d'Ain Larbi (0.04%) affichent des valeurs faibles et ne dépassent pas les normes admises.

Les grains chauffés se reconnaissent à leur couleur cuivrée, ils ont subi une température anormalement élevée ou par fermentation au stockage. Ces grains dégradent la qualité boulangère d'un lot [9].

Les altérations présentes dans les grains chauffés sont principalement des modifications biochimiques des constituants des grains, provoquées par les effets propres de la chaleur. L'augmentation de l'activité enzymatique ainsi modifiée, altère les propriétés plastique du gluten (Anonyme, 2001).



**Figure 21** : Le taux des Grains échauffés par la chaleur dans le blé des régions de Guelma.

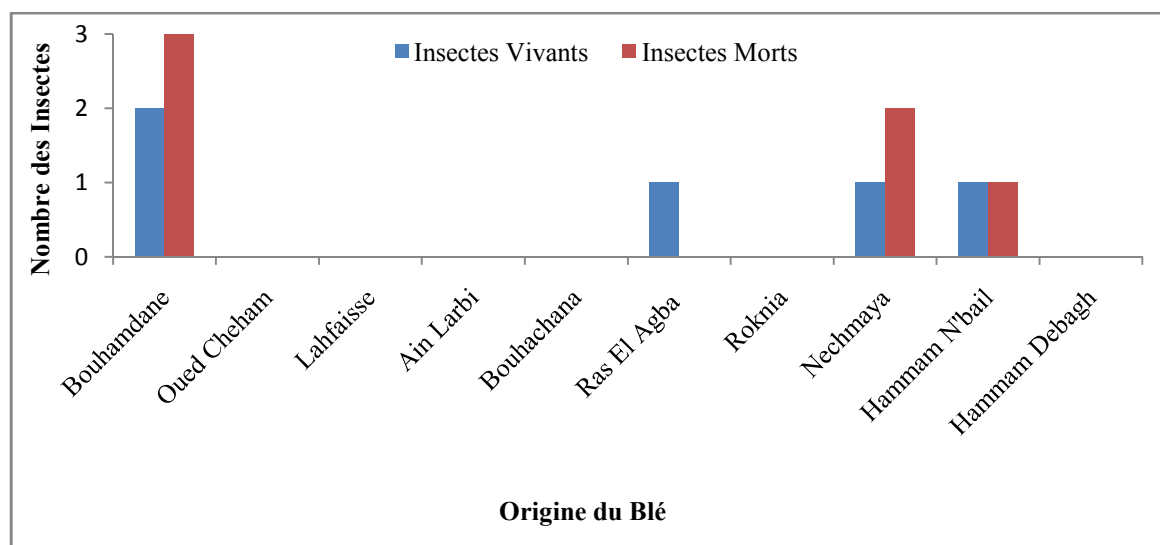
#### 4.6.8. Les Insectes

La figure N° 22 représente le nombre des insectes morts et vivants présents dans le blé de Guelma, les insectes vivants est existe 2 insectes vivants dans le blé de Bouhamdane, tandis que pour Ras El Agba, Nechnaya et Hammam N'baïl contient un seul insecte vivant. Le reste ne contient pas des insectes vivants.

Pour les insectes morts, nous avons recensé 3 insectes dans le blé de Bouhamdane, 2 dans celui de Nechnaya (2 insectes morts) et un seul insecte mort dans l'échantillon de Hammam N'baïl.

Les insectes ont besoin de nourriture, d'air et d'eau. Les céréales stockées fournissent très souvent un endroit idéal pour le séjour et le développement des insectes car la nourriture, l'air et l'eau s'y trouvent en quantités suffisantes. C'est pourquoi certaines espèces d'insectes infestent les céréales stockées (Anonyme, 2014).

La présence des insectes dans nos échantillons est un indicateur d'une mauvaise conservation et de stockage.



**Figure 22:** Nombre des insectes (Vivants et Morts) dans le blé des régions de Guelma.

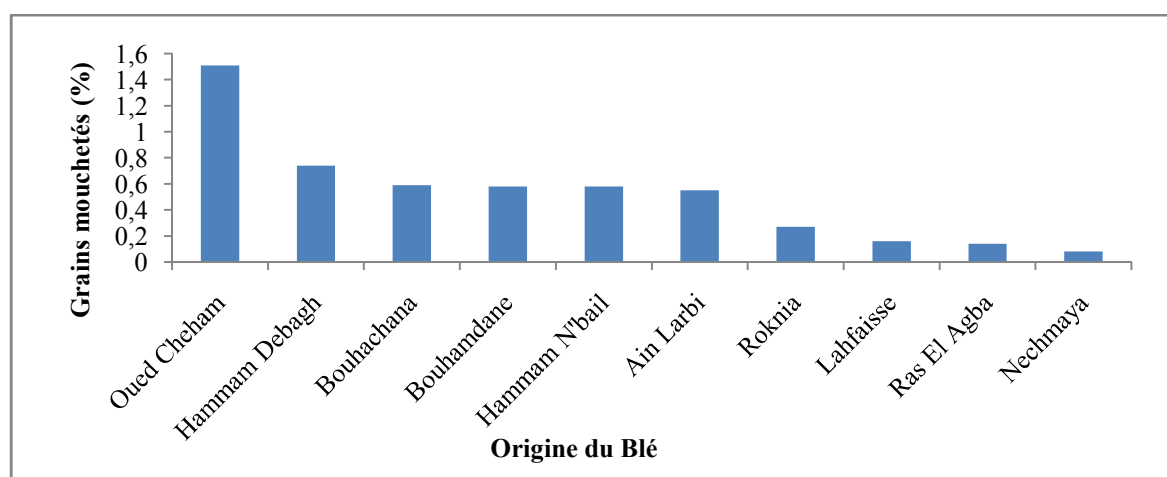
#### 4.6.9. Grains mouchetés

La figure N° 23 représente le taux des grains mouchetés dans le blé de nos échantillons où les résultats obtenus montrent que le blé d'Oued Cheham affiche la valeur maximale (1,51%) suivi par celui de Hammam Debagh (0,74%), alors que celui de Bouhachana (0,59%), Bouhamdane (0,58%), Hammam N'baïl (0,58 %) et Ain Larbi (0,55%) possèdent des valeurs approximativement rapprochés. Enfin le blé en provenance de Roknia (0,27%), Lahfaisse (0,16%), Ras El Agba (0,14%) et Nechmaya (0,08%) nous affichent des valeurs faibles.

La moucheture du blé dur traduit une réaction de défense de la plante à des stress multiples. Toutes les variétés n'ont pas le même degré de sensibilité à ce dommage. Leur incidence sur la qualité provoquent des points noirs dans la semoule et les pâtes alimentaires (Anonyme, 2001).

L'existence des grains mouchetés dans nos échantillons contribuera à donner des points noirs dans les semoules et les pâtes.





**Figure 23:** Comparaison le taux des grains mouchetés dans le blé des régions de Guelma.

## Conclusion

Le suivi de la qualité technologique de blé dur *Triticum durum* issus de dix régions de la wilaya de Guelma nous permet d'énumérer les constats suivants :

- ✓ Il apparait clairement à partir des résultats obtenus qu'il y ait une grande fluctuation des différents paramètres suivi.
- ✓ Le taux d'humidité affiche des valeurs semblables et presque identiques mais reste toujours dans la fourchette des normes en vigueur.
- ✓ Pour le PMG et PS, les deux paramètres très sollicités par l'industrie de première transformation, donnent une indication globale sur le rendement en semoule. En ce qui concerne le PMG qui oscille dans l'intervalle de [33.51, 49.73] g, et le PS qui varie entre 76,00 et 84.32 Kg/Hl, affichent leurs valeurs maximales pour l'échantillon de Hammam Debagh.
- ✓ Le taux de protéines est le critère le plus recherché pour l'industrie agro – alimentaire, varie d'une manière générale entre 9,41 % et 13,4 % coïncidant avec les normes usuelles.
- ✓ Par contre, le taux de mitadinage des valeurs en hausse et qui paraissent inquiétants dans le cas d'utilisation dans l'industrie de transformation.
- ✓ La comparaison de nos résultats avec ceux d'autres régions de l'Algérie (Sétif et Tiaret) ainsi que avec le blé dur importé (Américain, Canadien, Français, Mexicain), montre que le blé dur de la région de Guelma est de qualité acceptable mais reste entre autre inférieur de point vue technologique et mérite d'être améliorée.

A la fin, nos résultats peuvent être considérés ébauche préliminaire et mérite d'être poursuivi en mettant l'accent sur d'autres paramètres qui peuvent aussi à leur tour jouer un rôle déterminant dans la qualité (les variétés du blé, la composition du sol, les conditions agro – climatiques...etc.).

## *Liste des abréviations*

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
%	Pour cent
°C	Degré Celsius
<i>Def</i>	René Louiche Desfontaine
g	Gramme
g/ cm <sup>3</sup>	Gramme sur centimètre cube
Kg	Kilogramme
Kg/hl	Kilogramme sur hectolitre
l	Litre
m <sup>2</sup>	Mètre au carré
mm	Millimètre
m/m	Matière par apport matière
Ms	Matière sèche
Mt	Million de tonnes.
PH	Potentielle d'hydrogène.
P.M.G	Poids de mille grains
PS	Poids spécifique
T/J	Tonne par jour.



Tableau A : Les principales impuretés du blé dur.

les impuretés		définition	
grains de blé endommagés	grains cassés	Grains de blé dont l'albumen est partiellement découvert. (Aziez et al, 2003)	
	Grains maigres\ echaudés	Grains de masse et de taille réduite, passant par des tamis à fentes de 1.9 mm pour le blé dur. (Feillet, 2000)	
	grains avariés	Grains moisiss	Grains qui présentent sur plus de 50% de la surface et/ou dans l'amande des moisissures visibles à l'œil nu. (Aziez et al, 2003)
		Grains endommagés par la chaleur	Grains qui présentent une coloration marron foncé à noire, résultant de l'action de la chaleur. (Aziez et al, 2003)
	Grains attaqués par les prédateurs	grains attaqués par des insectes ou des rongeurs au cours de la culture ou de stockage. (Feillet, 2000)	
	Grains punaisés	grains présentant une plage blanchâtre de faible dimension, avec au centre un point noir plus au moins visible, représentant la cicatrice de la pique de la Punaise. (Aziez et al, 2003)	
	grains cécidomyiés	blés malformés par suite d'une attaque en cours de développement par des larves de cécidomyes. (Feillet, 2000)	
	Grain germé	sont caractérisés par le gonflement du germe, l'éclatement des enveloppes au niveau de l'embryon, l'apparition puis le développement de la racicule. (Aziez et al, 2003)	
	Grains cariés et boutés	Blés contaminés superficiellement par des spores de carie. (Feillet, 2000)	
	Grain de blé fusariés	Blés dont le péricarpe, de couleur rose ou blanche, est contaminé par le <i>Fusarium</i> . le grain est ridé. (Feillet, 2000)	
Les impuretés spécifiques au blé dur	Grains mouchetés	Ils présentent à la surface des taches noires ou brunes plus ou moins grandes provoquant des points noirs dans la semoule et les pâtes alimentaires. (Aziez et al, 2003)	

	Grains mitadinés	-Un grain mitadiné présenter à la coupe un ou plusieurs plages farineuses et a tendance, lors de la mouture ; à se désagréger en farine et non éclater en semoule, provoquant une diminution du rendement semoulier. (Aziez et al, 2003)
Autres céréales		Grains de céréales appartenant à des espèces autres que l'espèce concernée. (Aziez et al, 2003)
Matières étrangères		Après avoir enlevé les grains nuisibles toxiques et l'ergot, cette catégorie comprend tous les éléments d'un échantillon de céréales qui sont retenus par un tamis à fentes de 3.5mm de largeur et ceux qui passent par tamis de 1mm sont considérés comme impuretés proprement dites. (Aziez et al, 2003)
Graines nuisibles et/ou toxiques		-Graines qui lorsqu'elles sont présentes en quantité supérieure à une valeur donnée peuvent avoir une incidence dommageable ou dangereuse sur le plan sanitaire, organoleptique ou technologique. Comme : -Nielle ( <i>Agrostemma githago</i> ) -Ivraie ( <i>Lolium temulentum</i> ) -Mélampyre ( <i>Melampyrum arvense</i> ) -Céphalaire de Syrie ( <i>Cephalaria syrica</i> ) -Fénugrec ( <i>Trigonella foenum graecum</i> ) et Melilotus ( <i>Melilotus sp.</i> ) -Ail ( <i>Allium sativum</i> ) -Ergot (Aziez et al, 2003)
Prédateurs vivants, insectes morts et fragments d'insectes		Ils sont à dénombrer lors du passage à travers le tamis à fentes de 1,0 mm. (Aziez et al, 2003)

## Références bibliographiques

Aissaoui N., Oumeddour W., et Saidia M., 2011. Contribution à l'étude de la qualité du blé, semoulerie Amour Ben Amour d'El Fedjoudj – Guelma. Mémoire de Master. Université de 08 Mai, Guelma : 105 p.

Ait Kaki S., 2008. Contribution à l'étude de l'interaction génotype x milieu, pour la qualité technologiques chez le blé dur en Algérie. Thèse de Doctorat. Université Badji Mokhtar, Annaba: 210 p.

Allain E., 2014. Céréale données et bilan (Campagne 2013/14 / juillet 2014). FranceAgriMer : Pp140.

Amira D., et Fadel M., 2013. La sélection variétale du blé dur à partir des paramètres technologique. Mémoire de Master. Université de 08 Mai, Guelma : 57 p.

Anonyme, 1972. Blé dur. Imprimerie pirmin-didot.- PARIS - MESNIL-IVRY - 6918. Édition na 415: Pp 99.

Anonyme, 1997. Entreprise de l'industrie alimentaire céréalière et dérivées. ERIAD-Tiaret.

Anonyme, 2001. Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux. 2ème éd ITCF: Pp 51-208.

Anonyme, 2014. formation « meunerie » les moulins Mermoura Guelma. INPED : 63P.

Armand B. et Germain M., 1992. Le blé: éléments fondamentaux et transformation. Presse. France : Pp 28-50.

Atamnia H., et Madi A., 2010. Étude comparative de 3 paramètres technologiques de 5 variétés de blé dur cultivés au niveau de station d'El-Khroub. Mémoire de Master. Université de 08 Mai, Guelma : 81p.

Aziez M., Hamadouche O., Mallem S., et Tacherifet S., 2003. Le guide pratique de l'agréeur. OIAC: 45p.

Belkhiri L., et Yalaoui N., 2011. Contribution à l'étude de quelques caractères technologiques de trois variétés de blé dur (*Triticum durum* Desf.). Mémoire de Master. Université de 08 Mai, Guelma : 69p.

Benbelkacem A., Sadli F., Brinis L. La recherche pour la qualité des blés durs en Algérie. In: D I Fonzo N. (ed.), Kaan F. (ed.), Nachit M. (ed.). Durum wheat quality in the Mediterranean region. Zaragoza : CIHEAM, 1995. p. 61-65 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens; n. 22): Pp62.

Chavet J. -P., 1977. Le blé dans le monde: Evolution récente de la consommation, de la commercialisation et de la production. Annales de Géographie, 86e Année, No. 478 (Novembre-Décembre 1977). JSTOR : Pp 687.

Clément G. et Parts J., (1970). Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2<sup>ème</sup> Ed: Pp 14-44.

Derbal N., 2009. Etude de la variation spatio-temporelle de certaines caractéristiques technologiques de quelques variétés de blé dur cultivées en Algérie. Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de Magistère en Biologie Végétale. Université Mentouri, Constantine : 200 p.

Dexter J.E., Edwards N.M., 1998. Incidence des facteurs de classement fréquemment détectés sur l'aptitude technologique du blé dur. Cereal Chem. N° 54: Pp19.

Djermoun A., 2009, La production céréalière en Algérie : les principales caractéristiques, Revue nature et technologie, n01 : Pp 45-53.

Feuillet P., 2000. Le grain de blé: Composition et utilisation. INRA: Pp 45-281.

Godon B., Loisel W., 1984. Guides pratiques d'analyses dans les industries des céréales. Lavoisier : Pp110.

Godon B., Willm C.L., 1991. Les industries de première transformation des céréales. *Coll. Agro. Alimentaire*. Lavoisier : Pp78 – 82.

Hamadache A.-M., 2013. Eléments de phytotechnie générale-Grandes cultures-Tome 1: le blé. 1<sup>ère</sup> éd ITGC. Alger : Pp. 19.

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.



**Site web**

[1] :<http://www.forcesdz.com/forum/viewtopic.php?f=42&t=255&start=120>

(Consulter le 08-02-2015).

[2] :<http://www.boulangerie.net/MP/InfoBlefar>.

(Consulter le 13-02-2015).

[3] :<http://www.grainscanada.gc.ca/research-recherche/dexter/hdwb-habd/hdwb-habd-5-fra.htm>.

(Consulter le 26-03-2015).

[4]:[http://www.univlehavre.fr/enseign/fst/projets/alternative\\_desherbages/objets/images/Image%20B1%E9/cycle\\_ble.gif](http://www.univlehavre.fr/enseign/fst/projets/alternative_desherbages/objets/images/Image%20B1%E9/cycle_ble.gif).

(Consulter le 30/04/2015).

[5]:[http://www.forums.supertoinette.com/recettes\\_528285.difference\\_entre\\_semoule\\_et\\_cous\\_cous.html](http://www.forums.supertoinette.com/recettes_528285.difference_entre_semoule_et_cous_cous.html).

(Consulter le 16/03/2015).

[6]:[http://www.CODEX\\_Alimentarius.net/douinlood/65/CXS\\_202\\_F.pdf](http://www.CODEX_Alimentarius.net/douinlood/65/CXS_202_F.pdf)

(Consulter le 18/03/2015).

[7]:[http://www.joradp.dz/JO8499/1997/033/A\\_Pag.htm](http://www.joradp.dz/JO8499/1997/033/A_Pag.htm)

(Consulter le 15/03/2015).

[8]:<http://www.amorbenamor.com/nos-filiales/moulins-amor-benamor>

(Consulter le 25/04/2015).

[9]:<https://ssl10.ovh.net/~labocgac/impuretes-et-incidences-p30.htm>

(Consulter le 15/03/2015).

## Résumé

Le présent travail est une étude comparative de la qualité technologique de dix échantillon de blé dur (*Triticum durum*) issus de la moisson 2014 de la région de Guelma ; basée sur un ensemble des paramètres qualitatives technologiques (taux d'humidité, taux de protéines, poids de mille grains, poids spécifique, taux de mitadinage, recherche des impuretés pour des fins agronomiques, économiques et nutritionnelles.

Les résultats obtenus, ont montré que la plupart des paramètres étudiées affichent des différences significatives pour tout le lot d'échantillons mais restent globalement acceptables de point de vue technologique.

**Mots – clés :** Blé dur, *Triticum durum*, Guelma, paramètres, qualité, technologie,

## Abstract

The Present Work Aims To Compare The Technological Quality Of Ten Samples Of Durum Wheat (*Triticum Durum*) Brought From The Last Year's Harvest (2014) Of Guelma Region. The Study Focuses On The Evaluation Of A Set Of Parameters Namely: Rate Of Humidity, Rate Of Protein, Weight Of One Thousand Of Kernels, Specific Weight, The Rate Of Loss Of Vitreous Aspect, And The Detection Of Impurities For The Agronomic, Economic And Nutritional Characterisation. The Results Reported That Most Of The Studied Parameters Showed Significant Differences For All Samples. They Are Broadly Acceptable From Technological Point Of View.

**Key Words:** Wheat durum, (*Triticum Durum*), Guelma ,Parameters ,Quality, Technological

## الملخص

يتناول هذا العمل دراسة مقارنة لجودة التكنولوجيا لعشر عينات من القمح الصلب (*triticum durum*) من حصاد 2014 لمنطقة قالمة بناء على مجموعة من المؤشرات النوعية التكنولوجية ( نسبة الرطوبة، نسبة البروتينات، وزن ألف حبة، نسبة الميتاديناج، ابحاث عن الشوائب، الوزن النوعي) بهدف زراعي و اقتصادي وغذائي

أظهرت النتائج المتحصل عليها لمعظم المؤشرات المدروسة وجود إختلاف بين عينات القمح ولكن تبقى عموما مقبولة من الناحية التكنولوجية

الكلمات المفتاحية : القمح الصلب ، *Triticum durum*، قالمة، مؤشرات، نوعية ،تكنولوجيا