

**UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA**  
**Faculté des Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Département des Sciences Biologique**



**Mémoire de Master Académique**  
**Domaine : Sciences de la Nature et de la Vie**  
**Filière : Sciences Alimentaire**  
**Spécialité : Qualité Des Produits Et Sécurité Alimentaire**

## **THEME**

***Contrôle de qualité de blé dur et tender au niveau de la minoterie***

**Présenté par :**

- **Berdji Rayhana**
- **Bouhamed Nesrin**

**Soutenu publiquement : 13/06/2023**

**Devant le Jury :**

**Président : Pr. OULD ELHADJ Mohamed Didi**

**Examineur : Dr. KEDDAR Mohamed Nadir**

**Encadrant : Dr. CHOUANA Toufik**

**Année Universitaire : 2022/2023**

## Remercîments

Nous remercions dieu de nous avoir donné, la patience et les moyens, à fin que nous puissions accomplir ce modeste travail.

Ainsi que nos sincères remerciements vont à nos **encadrants, Dr. CHOUANA Toufik** maitre de conférences à l'université Kasdi Merbah Ouargla et **Mme. BAKHALED Natidja** chef de laboratoire de contrôle de qualité au niveau du complexe industriel d'Agrodiv dans la wilaya de Tougourt, pour son aide précieux, et sa disponibilité, son soutien et sa contribution positif qui a été essentiels pour mener à bien notre projet de fin d'étude.

Nous tenons à remercier Monsieur le présidente du jury Pr. **OULD ELHADJ Mohamed Didi** ; qui a aimablement accepté de présider le jury de notre soutenance. Sincères remercîments.

Nous tenons à remercier **Dr. KEDDAR Mohamed Nadir** Qui a bien voulu accepter d'être membre de jury et d'examiner ce travail.

Nous témoignons notre gratitude à l'ensemble de l'équipe de l'unité MOULA ; AGRODIVE.

Nous exprimons également nos remercîments à tous les enseignants de département de science alimentaire et biologie, et tous ceux qui ont participé de près ou de loin.

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ceux qui, quelles que soient les expressions adoptées, je n'arriverai jamais à leur exprimer mon amour sincère.

À mon cher père Mohammed.

À ma chère mère Daouya.

À mon cher frère Mohammed Sadek.

À l'âme de mon oncle Jilali,

Que Dieu lui fasse miséricorde, qui n'a jamais cessé de formuler des prières en ma faveur, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

À mon cher ami Hanan

À mes sœurs dans la maîtrise de l'Îtqan Coran.

À mes sœurs de l'Académie Iqra Irtaqi Internationale des Lectures et des Sciences Islamiques.

À tout le personnel de l'école coranique, Taleb Mohammed Acho.

À tous mes amis et ma famille,

Merci pour leur amour et leurs encouragements.

Sans oublier mon binôme, Bouhamed Nesrine, pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce travail.

Rayhana

## Dédicace

Je dédie ce modeste travail à ceux qui, quelques soient les termes embrassés, je n'arriverais à leur exprimer mon amour sincère.

À mon cher père Mohammed.

À ma chère mère.

À mon cher frère Aymen et Hani.

À ma chère tante Souad

Qui n'ont jamais cessé, de formuler des prières à mon égard, de me soutenir et de m'épauler pour que je puisse atteindre mes objectifs.

A tous mes amis et ma famille

Merci pour leurs amours et leurs encouragements.

Sans oublier mon binôme Berdji Rayhana pour son soutien moral, sa patience et sa compréhension tout au long de ce travail.

Nesrine

## Résumé :

Cette étude vise à surveiller la qualité du blé tendre et du blé dur résultant de deux types de blé mélangé : local et importé, pendant la période de mouture en semoule et farine. L'étude a été réalisée au laboratoire de l'usine des Moulins Oasis de Touggourt. Dans ce contexte, nous avons utilisé deux types d'analyses : les analyses physico-chimiques comprennent plusieurs tests, dont les résultats sont généralement conformes aux normes internationales et les analyses microbiologiques axées exclusivement sur la recherche de champignons microscopiques et de Clostridium sulfito-réducteur.

En conclusion, il est possible d'affirmer que la chaîne de transformation et de stockage du blé au niveau des Moulins Oasis est de qualité conforme aux normes de qualité algériennes et internationales, garantissant ainsi la santé des consommateurs.

ملخص

هذه الدراسة تهدف إلى مراقبة جودة القمح اللين والصلب الناتج عن نوعين من القمح المختلط المحلي والمستورد خلال فترة طحنه إلى سميد وفريضة. الدراسة تمت على مستوى المخبر الخاص بمصنع مطاحن الواحات تقرت. وفي هذا السياق استخدمنا نوعين من التحاليل:

- التحاليل الفيزيوكيميائية: تشمل اختبارات حيث كانت نتائجها موافقة غالبا للمعايير الدولية والعالمية.
- التحاليل الميكروبيولوجية: تعتمد على البحث على الفطريات المجهرية و *Clostridium sulfite reducteur* فقط.

في النهاية يمكننا القول أن سلسلة التحويل والتخزين للقمح على مستوى مطاحن الواحات ذات جودة موافقة لمعايير الجودة الجزائرية والعالمية لضمان صحة المستهلك.

## Abstract

This study aims to monitor the quality of soft and hard wheat resulting from two types of mixed wheat: local and imported, during the grinding period into semolina and flour. The study was carried out at the laboratory of the Oasis Mills factory in Touggourt. In this context, we conducted two types of analysis:

1. Physicochemical analyses include several tests, and the results often conform to international standards.
2. Microbiological analysis focuses solely on the detection of microscopic fungi and Clostridium sulfite reducteur.

In conclusion, we can state that the processing and storage chain of wheat at the Oasis Mills is of high quality and complies with Algerian and international quality standards, ensuring consumer health.

# Sommaire

Remercîments .....	I
Dédicace .....	II
Dédicace .....	III
Résumé : .....	IV
Abstract .....	IV
Sommaire .....	V
Liste des figures .....	IX
Liste d'abréviations .....	XI
Introduction .....	1
1.1. L'histoire du blé : .....	3
1.2.1. Les enveloppes et la couche à aleurone : .....	4
1.2.2. Le germe .....	4
1.2.3. L'albumine : .....	5
1.3. Composition du grain de blé : .....	5
1.4. Définition du blé dure et tendre : .....	6
1.1.1. Les blés durs .....	6
1.4.2. Les blés tendres .....	6
1.6. La différence entre blé dur et tendre : .....	8
1.7. Culture du blé .....	9
1.8. La récolte du blé .....	10
Chapitre II: La transformation et la fabrication du blé .....	13
2.1. Stockage de blé .....	13
2.1.1 Les causes d'altérations des blés .....	13
2.2. Les transformations du blé .....	14
2.2.1. Réception du blé .....	15
2.2.2. Pré nettoyage du blé .....	15
2.2.3. Conditionnement du blé .....	16
2.2.4. Mouture du blé .....	16
2.3. Les maladies et les ravageurs .....	17
2.3.1. Les maladies .....	18
2.3.1.3. Septoriose .....	19
2.3.1.4. Oïdium .....	19

2.3.1.4. Rouille brune .....	20
2.3.1.5. Fusariose de l'épi .....	21
2.3.1.6. Carie commune .....	21
2.3.1.7. Ergot.....	22
2.3.1.8. Fumagines .....	22
2.3.1.9. Puceron de l'épi .....	23
2.3.1.10. Tordeuse des céréales.....	23
2.3.1.11. Cécidomyie .....	24
2.3.1.12. Oiseaux.....	24
2.3.2. Les ravageurs .....	25
2.4. Livraison de produits finis (farine et semoule) .....	25
2.4.1. La farine .....	26
2.4.2. Semoule.....	28
Chapitre III : La qualité de blé .....	32
1.1. Les critères de qualité.....	32
1.1.1. La qualité nutritionnel .....	32
1.1.2. La qualité technologique .....	33
1.1.3. La qualité microbiologiques.....	34
1.1.4. la qualité hygiénique .....	35
1.1.5. La qualité organoleptique.....	36
1.1.6. La qualité culinaire.....	36
1.1.7. La qualité rhéologiques de la pâte.....	37
Chapitre IV : Matérielset méthodes.....	39
4.1. Matérielset méthodes .....	39
4.2.1. Matériels biologique.....	40
4.2.2. Matériels non biologique.....	40
4.3. Méthodes :.....	40
4.3.1. Echantillonnage.....	40
4.3.2. Analyse physico-chimique .....	40
4.3.2.1. Analyses effectuées sur les grains .....	40
4.4.2.2. Analyses physico-chimiques effectuées sur la semoule et la farine.....	43
4.4.3. Analyses microbiologiques .....	47
Chapitre : Résultat et discussion.....	55
5.1. Les analyses de blé sec.....	55

5.1.2. Les analyses de blé tendre.....	56
5.2. Les analyses de blé sec après addition d'eau .....	56
5.2.1. Les analyses de blé dur .....	56
5.2.2. Les analyses de blé tendre.....	57
5.3. Analyse physico-chimique de production de la semoule et la farine .....	58
5.3.1. Analyse physico-chimique de la semoule .....	58
5.3.2. Analyse physico-chimique de la farine .....	62
5.4. Résultats des analyses microbiologiques de la semoule et de la farine de blé .....	67
5.4.1. La semoule .....	67
5.4.2. La farine .....	68
Conclusion.....	69
Références bibliographiques.....	71
Annexe1 .....	75
Annexe2 .....	76
Milieux de culture .....	76
Milieu gélose nutritive .....	76
Agar Viande-Foie (VF).....	76
Annexe 3 .....	76
Résultat microbiologique sec de la colonie.....	76
La formule de calcul.....	76



## Liste des figures

FIGURE 1 : LA STRUCTURE DE GRAIN DE BLE .....	4
FIGURE 2 : DIFFERENTES ETAPES DE LA POUSSEE DU BLE .....	10
FIGURE 3 DIAGRAMME DE LA TRANSFORMATION DE BLE.....	15
FIGURE 4 DES EPIS ECHAUDES. ....	18
FIGURE 5 : LES DIFFERENTES MODIFICATIONS DES EPIS DE FUSARIOSE. ....	18
FIGURE 6 : ATTAQUE GENERALISEE DE SEPTORIOSE.....	19
FIGURE 7 : LES SYMPTOMES DU CHARBON NU SUR EPIS. ....	19
FIGURE 8 : LA NUISIBILITE DE L'OIDIUM .....	20
FIGURE 9 : DES PUSTULES D'OIDIUM.....	20
FIGURE 10 : L'EPIDERME DE LA FEUILLE	
FIGURE 11 : LA ROUILLE BRUNE.....	20
FIGURE 12 : FUSARIOSE DE L'EPI DU BLE.....	21
FIGURE 13 : LES GRAIS PLUS ET MOINS FUSARIOSE.....	21
FIGURE 14 : LES SYMPTOMES DE CARIE COMMUNE DU BLE ET L'IMPACT PAR CARIE COMMUNE DE GRAIN.....	22
FIGURE 15 : COMPARAISON ENTRE LE GRAIN ET L'ERGOT.....	22
FIGURE 16 : LE NOIRCISSEMENT DES EPIS.....	23
FIGURE 17 ; SITOBIONAVENAE. ....	23
FIGURE 18 : LA CHENILLE DE TORDEUSE DES CEREALES.....	24
FIGURE 19 : LA DEFIRANCE ENTRE GRAINS CECIDOMYIES ET GRAINS SAINS.....	24
FIGURE 20 : QUELQUES OISEAUX FREQUEMMENT OBSERVES DANS LES CHAMPS DE BLE .....	25
FIGURE 21 : UNE SOURIS DANS UNE CHAMBRE DE STOCKAGE DE BLE .....	25
FIGURE 22 CLASSIFICATION DES TYPES DE SEMOULES. ....	29
FIGURE 23 : APPAREILLE DE DETERMINATION LA QUALITE RHEOLOGIQUE DE LA PATE.....	37
FIGURE 24 METHODOLOGIE DE TRAVAIL ADOPTEE DANS CETTE ETUDE.....	40
FIGURE 25 : APPAREIL DE NELIMA– LITRE. ....	41
FIGURE 26 : APPAREILLE DE FOURRE A MOUFLE MLT 700.....	43
FIGURE 27 : ETUVE BRABENDER. ....	44
FIGURE 28 : APPAREILLE DE PLANSICHTER .....	47
FIGURE 29 PREPARATION DE SOLUTION MAIRE ET LES DILUTIONS DECIMALE .....	49
FIGURE 30 : ETAPES DE LA RECHERCHE DES MOISSURES. ....	51
ETAPES DE RECHERCHE DES SPORES DE CLOSTRIDIUMS SULFITO-REDUCTEUR	
31	
FIGURE ....	2

## LISTE DES TABLEAUX

TABLEAU 1 :COMPARAISON ENTRE LE BLE DUR ET LE BLE TENDRE.....	8
TABLEAU 2 : COMPOSITION MOYENNE EN VITAMINES DU GRAIN DU BLE .....	33
TABLEAU 4 : LES ANALYSES DE BLE DUR AVANT L'ADDITION DE L'EAU .....	55
TABLEAU 5 : LES RESULTATS DE BLE TENDRE AVANT L'ADDITION D'EAU .....	56
TABLEAU 6 : L'HUMIDITE DE BLE DUR APRE L'ADDITION D'EAU.....	56
TABLEAU 7 : L'HUMIDITE DE BLE TENDRE APRE L'ADDITION D'EAU .....	57
TABLEAU 8 : RESULTAT D'HUMIDITE DE SEMOULE .....	58
TABLEAU 9 : RESULTAT DE LA GRANULATION DE SEMOULE .....	59
TABLEAU 10 : RESULTAT DE TAUX DE CENDRE DE SEMOULE .....	60
TABLEAU 11 : RESULTAT DE TAUX DE GLUTEN SEC ET HUMIDE DES SEMOULES.....	61
TABLEAU 12 : RESULTAT DE TAUX D'HUMIDITE DE FARINE .....	62
TABLEAU 13 : RESULTAT DE TAUX DE GRANULATION DE FARINE.....	63
TABLEAU 14 : RESULTAT DE TAUX DE CENDRE DE FARINE.....	64
TABLEAU 15 : RESULTAT DE GLUTEN SEC ET HUMIDE DE FARINE .....	65
TABLEAU 16 : RESULTAT MICROBIOLOGIQUE DE SEMOULE .....	67
TABLEAU 17RESULTAT MICROBIOLOGIQUE DE FARINE.....	68

## **Liste d'abréviations**

AFNOR : Association Française de Normalisation

FAO: Food and Agriculture Organization

GH: Gluten Humide

GS : Gluten Sec

INRAA : Institut National de Recherches Agronomiques Algérien.

ISO : Organisation Internationale de Normalisation

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne

kg/hl : kilogramme/hectolitre

PMG : Poids de Mille Grains

PHL : Poids à l'Hectolitre

PS : Poids Spécifique

SDS : Sulfate Dodecyl de Sodium

TA : Taux d'affleurement

TC : Taux de cendres

CNFTPM : Centre national de formation des techniciens des peches maritimes

## **Introduction**

---

### **Introduction**

Les céréales constituent une part importante des ressources alimentaires pour les humains et les animaux. Parmi ces céréales, le blé est une culture essentielle à l'échelle mondiale. Parmi les trois principales céréales, à savoir le blé tendre, le blé dur et l'orge, le blé dur représente la plus grande part, suivi du blé tendre.

Le blé est la principale céréale destinée à la consommation humaine. Il est indispensable en Afrique du Nord, au Proche-Orient et au Moyen-Orient. Les céréales se caractérisent par leur haute valeur nutritive, composée de matières amylacées et de protéines. Elles sont également facilement transformables par la cuisson, offrant ainsi une diversité de dérivés tels que le pain, les pâtes et les biscuits.

En Algérie, les céréales sont l'aliment de base de la population, mais malheureusement, la production reste faible en raison de plusieurs facteurs, notamment le manque d'eau, qui est considéré comme le principal déterminant de la production céréalière.

Ainsi, notre étude a les objectifs suivants :

- Changer la mentalité du consommateur en favorisant la pensée productive plutôt que l'importation.
- Clarifier les normes et les méthodes de plantation et de récolte du blé.
- Expliquer le processus de transformation du blé en semoule et en farine.
- Expliquer les méthodes de contrôle qualité et leur application.

Notre recherche offre un aperçu global, et tout investisseur peut se lancer dans la production de blé afin d'atteindre l'autosuffisance alimentaire.

Cette recherche particulière a été choisie en raison de la crise en Algérie depuis 2019 concernant la pénurie de semoule, dans le but de réduire les importations de blé. De plus, l'Algérie dépend principalement du blé parmi toutes les céréales, car il est essentiel pour l'alimentation humaine

# **Chapitre I :**

## **Généralité sur le blé**

**1.1. L'histoire du blé :**

Selon les archéologues, le blé a été cultivé pour la première fois au Levant entre la fin du Paléolithique et le début du Néolithique, soit entre 8900 et 7000 av. J.-C. À cette époque, on connaissait déjà trois principaux types de blé : les blés diploïdes (engrain ou petit épeautre), les blés tétraploïdes (amidonnier, blé dur, blé poulard, blé de Pologne, blé de Perse) et les blés hexaploïdes (épeautre, blé tendre, blé hérisson, blé compact) (Maurice Beaumont, 1967).

Au cours de la seconde moitié du XXe siècle, les scientifiques ont mené plusieurs études sur l'histoire du blé et de ses types. Ils ont constaté qu'il n'y avait pas d'ancêtres sauvages du blé hexaploïde cultivé, car les blés actuels sont le résultat d'hybridations et de croisements spontanés et aléatoires entre différentes espèces sauvages. Actuellement, il existe de nombreuses variétés de blé tendre et dur, avec les dernières statistiques estimant qu'il existe 49 variétés de blé dur et 209 types de blé tendre. Toutes ces variétés sont supposées avoir été obtenues grâce à des croisements indépendants entre différents génotypes de blé. Par la suite, la culture du blé s'est répandue de la région du Levant à l'Europe, où l'agriculture s'est largement développée. Les avancées mécaniques et technologiques modernes ont été intégrées à l'agriculture, en particulier à la culture du blé, ce qui a entraîné une augmentation et une expansion de la production. L'Europe est ainsi devenue un énorme point d'exportation vers de nombreux pays (Alain Bonjean, 2001).

**1.2. Structure du grain de blé :**

Le blé est obtenu après le battage, et il a une forme ovoïde. Sa couleur varie du rouge au blanc, et sa longueur est d'environ 0,48 à 0,95 cm. Le poids des grains de blé varie selon le type et la maturité, mais il est généralement d'environ 35 mg. Les grains de blé sont caractérisés par une enveloppe externe appelée brousse et par son caryopse. Ce dernier est composé de trois parties distinctes (Armand B, 1992).

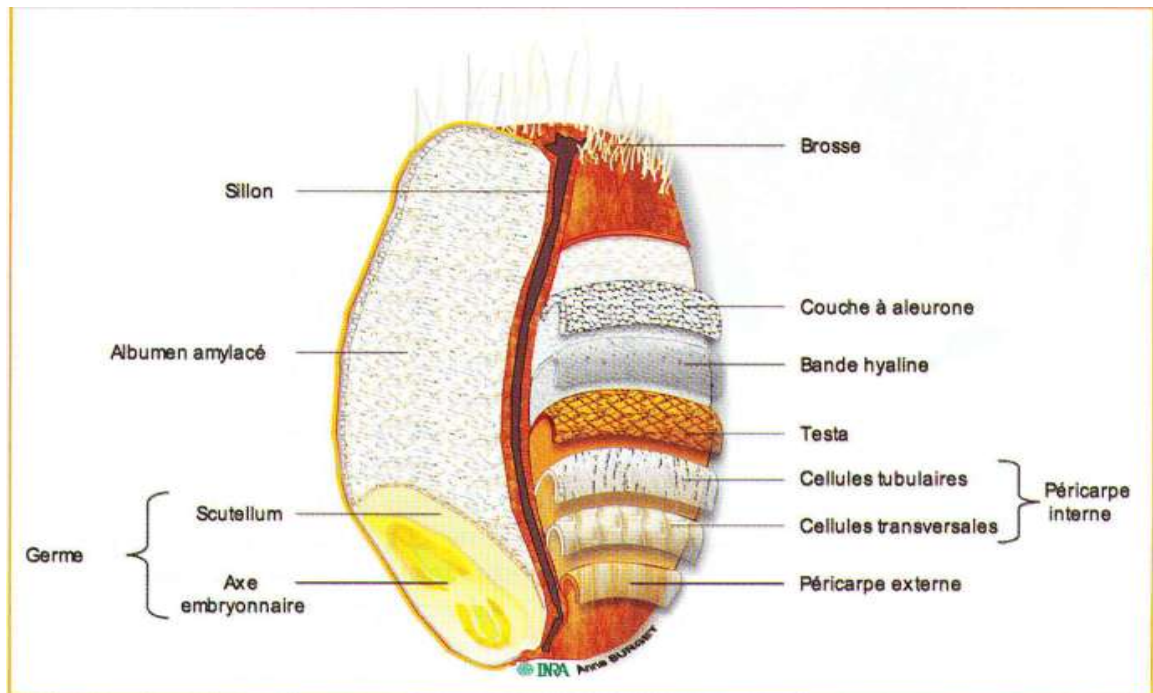


Figure 1 : la structure de grain de blé

### 1.2.1. Les enveloppes et la couche à aleurone :

Ces enveloppes et la couche d'aleurone contiennent principalement des polysaccharides, ainsi que des acides phénoliques, de la lignine et des protéines (globuline et albumine).

Les enveloppes se composent de quatre tissus distincts :

1. Le péricarpe externe : Il a une épaisseur de 15 à 30 micromètres et est principalement composé de 45% d'arabinoxylane, 25% de glucose, 10% de lignine et 6 à 7% de protéines.
2. Le péricarpe interne : Il correspond à l'endocarpe et au mésocarpe. L'endocarpe est également appelé testa et il est en contact direct avec le grain de blé. Il est composé de deux couches externes compressées riches en matières grasses, constituées de cellules. Le mésocarpe, quant à lui, est une bande hyaline.

Veillez noter que les informations fournies sont basées sur des connaissances générales sur la composition des enveloppes et des couches du grain de blé. La composition exacte peut varier selon les variétés de blé et d'autres facteurs (Meriem Zaddem, 2014) .

### 1.2.2. Le germe :

Le germe du grain de blé est formé par l'hybridation des gamètes mâles et femelles, et il représente environ 35% de la matière sèche du grain. Il est composé de l'axe embryonnaire, de la mésocotyle et de la radicule. Le germe contient des protéines, y compris des protéines d'albumine.

Le germe joue un rôle crucial dans le grain de blé car il est lié à l'humidité et fait partie intégrante du grain. Il contient des enzymes et des nutriments essentiels qui sont nécessaires pour la germination et la croissance de la nouvelle plante. En outre, le germe est également riche en vitamines, minéraux et acides gras bénéfiques pour la santé.

Il convient de noter que la composition précise du germe peut varier selon les variétés de blé et d'autres facteurs, mais en général, il est une partie importante du grain de blé en termes de valeur nutritionnelle et de potentiel de croissance (Nadège Baillot, 2019).

### **1.2.3. L'albumine :**

Le noyau du grain de blé représente environ 80% de sa taille et est principalement constitué de granules d'amidon enrobés d'une protéine. Cette protéine est composée en grande partie de prolamine, mais également d'albumine et de globuline, qui fournissent les acides aminés nécessaires à la germination des racines.

Les cellules d'albumine du noyau ont une paroi mince et peuvent être classées en trois catégories :

Les cellules périphériques, mesurant environ 60 micromètres.

Les cellules prismatiques, d'une longueur allant de 128 à 200 micromètres et d'une largeur de 40 à 60 micromètres.

Les cellules de la partie centrale, mesurant entre 72 et 144 micromètres de longueur et entre 69 et 120 micromètres de largeur.

L'albumine est une composante importante du noyau du grain de blé, et elle est utilisée dans divers processus biologiques. Ces informations ont été extraites de l'étude de Debiton (C, 2010).

Il convient de noter que la composition précise du noyau du grain de blé peut varier selon les variétés de blé et d'autres facteurs.

### **1.3. Composition du grain de blé :**

L'analyse chimique du blé a révélé la présence de quatre substances organiques de base : le carbone, l'oxygène, l'hydrogène et l'azote. De plus, il contient environ 20 autres substances telles que le phosphore, le sulfate de manganèse, le potassium, le calcium, le silicium, le fer et le chlore, comme mentionné dans l'étude d'Édouard-Jules Huet en 1903.

Les grains de blé sont des plantes séchées et les cotylédons représentent environ 82 à 85% de leur poids. Ils contiennent environ 14% d'eau et fournissent tous les nutriments nécessaires tels que les glucides, les protéines, les lipides, les minéraux et les vitamines.

Lorsque les graines mûrissent, des substances de réserve s'accumulent dans les cotylédons ou le cortex. Ces substances sont des métabolites qui nourrissent les plantules lors de la germination.



La réserve des graines de blé est principalement composée de :

Glucides, qui représentent environ 70 à 80% et comprennent principalement de l'amidon et des sucres, ainsi que des protéines solubles.

Protéines, qui représentent environ 9 à 15%.

Matières grasses, qui représentent environ 1,5 à 2%.

Les enzymes, telles que les  $\alpha$  et  $\beta$  amylases, les protéases et les lipases, sont également présentes.

Il convient de noter que les proportions exactes peuvent varier en fonction de la variété de blé et d'autres facteurs (Ait-Slimane, 2007).

#### **1.4. Définition du blé dure et tendre :**

##### **1.1.1. Les blés durs :**

Le blé dur est principalement cultivé dans des pays où le climat est chaud et sec. Les grains de blé dur se distinguent par leur forme allongée, souvent pointue. Les enveloppes qui les entourent sont relativement minces et légèrement translucides. Comparativement aux blés tendres, les blés durs produisent moins de son lors de la mouture. La farine obtenue à partir de blé dur contient cependant une plus grande quantité de gluten, généralement de l'ordre de 12 à 14%. Cela confère à la farine de blé dur des propriétés différentes par rapport à celle du blé tendre, et elle est moins adaptée à la panification Haddad (Leïla.2010).

##### **1.4.2. Les blés tendres :**

Les grains de blé tendre ont une forme arrondie et les enveloppes qui les entourent sont épaisses et opaques. Cela les rend particulièrement adaptés à la mouture. Lorsqu'ils passent entre les cylindres du moulin, les enveloppes s'aplatissent et s'ouvrent sans se briser, permettant ainsi de libérer l'amande du grain tout en donnant une proportion élevée de son (Jean.2020).

Les blés tendres sont utilisés pour produire une farine de bonne qualité. Cette farine contient généralement environ 8 à 10% de gluten, ce qui lui confère de bonnes propriétés pour la panification. Le gluten est une protéine qui contribue à la structure et à l'élasticité de la pâte, permettant ainsi à celle-ci de lever et de retenir les gaz produits lors de la fermentation.

Ainsi, les blés tendres sont privilégiés dans la production de farine de qualité pour la panification, en raison de leur teneur en gluten et de leurs bonnes aptitudes à la transformation (Boulkour. 2009).

#### **1.5. La classification du blé dure et tendre**

**Règne :** Plantae

**Embranchement :** Spermaphytes

**Sous-embranchement :** Angiosperme

**Classe :** Monocotylédones

**Ordre :** Poales

**Super ordre :** Commeliniflorales

**Sous ordre :** Comméliniflorale

**Famille :** Graminacées ou poacées

**Genre :** Triticum-sp

**Espèce :** Triticum durum (dur)      Triticum aestivum (tendre)

**Sous-espèce :** la variété est inconnue (Mrmorsli Lakhdar, 2010) (Mme Ait-Slimane, 2008)

### 1.6. La différence entre blé dur et tendre :

On peut classer les blés en deux espèces principales : le blé dur (*Triticum durum*) et le blé tendre (*Triticum aestivum*). Ces deux types de blé diffèrent par plusieurs caractéristiques (Tableau 1).

1. Structure du grain : Le blé dur a des grains plus durs et plus denses, tandis que le blé tendre a des grains plus tendres et plus légers.
2. Composition du gluten : Le gluten du blé dur est plus fort et plus élastique que celui du blé tendre. Cela signifie que le blé dur a une plus grande capacité à retenir les gaz de fermentation et à développer une structure alvéolée lors de la panification.
3. Utilisations culinaires : En raison de sa teneur élevée en gluten, le blé dur est principalement utilisé dans la production de pâtes alimentaires, de couscous et de certaines variétés de pain. Le blé tendre est plus polyvalent et est utilisé pour la fabrication de divers produits de boulangerie, tels que le pain, les biscuits, les pâtisseries, ainsi que pour la production de farine tout usage.
4. Rendement de la mouture : Lors de la mouture, le blé dur donne une plus grande proportion de son, en raison de ses enveloppes plus épaisses, tandis que le blé tendre produit une farine de meilleure qualité, avec une teneur en son moins élevée.
5. Adaptation au climat : Le blé dur est généralement cultivé dans des régions chaudes et sèches, tandis que le blé tendre est plus adaptable à différents climats et est cultivé dans une plus grande variété de régions.

**Tableau 1 : Comparaison entre le blé dur et le ble tendre**

Le visage de la comparaison	Le blé dur	Le blé tendre
espèce	<i>Triticum durum</i>	<i>Triticum aestivum</i>
Le sol	Sol profond (au moins 40cm) bien ameubli	Sol assez profond (ou moins 30cm) et de bonne structure
La pluviométrie	entre 400 et 600 mm par an	entre 400 et 600 mm par an
La demande	exigeant	moins exigeant
Dureté et douceur	Durs à moudre	Mous à moudre
L'énergie de transformation	Requiert 20% de plus d'énergie pour la transformation en semoules	Requiert 20% de moins d'énergie pour la transformation en semoules
les passages de broyage	Six passages de broyage à cylindres cannelés	Quatre passages de broyage à cylindres cannelés
La nature	Teneur en eau plus élevés	Sa mouture à une teneur en eau moins élevés

La désinsectisation	N'est pas utilisés en semoulerie	la désinsectisation, au moyen d'appareils à percussion comme l'épointeuse
Aspect génétique	2 génomes A.B $2n = 28 = 2 \cdot (2 \cdot 7)$	3génomme A.B et D $2n = 42 = 3 \cdot (2 \cdot 7)$
Prédominance	Protéiniques	De l'amidon
Forme	Texture vitreuse	Texture opaque Structure de l'amande farineuse
Utilisation	Obtention de la semoule à partir de laquelle on fabrique de la galette, du couscous et des pâtes alimentaires.	Obtention de la farine utilisé dans la fabrication du pain et des biscuits.
Poidsspécifique (Kg /hl)	75-85 (souvent >80)	70-80
Masse de mille grains	25à 60 g	35à 50 g
Aspect	Allongée, sillon ouvert, enveloppes blanches, ambrées, épis peu barbus.	Forme ronde, peu allongée, sillon fermé, enveloppes rousses, épis peu barbus.
longueur	6 à 9 mm	5 à 8 mm
Largueur	2,5 à 4,0 mm	3 à 4 mm
Epaisseur	2,2 à 3,2 mm	2,5 à 3,5 mm

(Armande.1992) (Sahri.2019) (Yousef.2015)

En résumé, le blé dur et le blé tendre se distinguent par leurs propriétés physiques, leur composition en gluten, leurs utilisations culinaires et leur adaptation au climat. Ces différences les rendent plus adaptés à certaines applications spécifiques dans l'industrie alimentaire.

### 1.7. Culture du blé :

La culture du blé nécessite des conditions spécifiques pour assurer une croissance saine et une bonne récolte. Voici quelques-unes des conditions importantes pour la culture du blé :

- **Température** : Le blé se développe dans une plage de température idéale située entre -6 °C et 20 °C. Des températures chaudes avant la croissance et un temps ensoleillé pendant la phase finale sont considérés comme des conditions optimales (J.Doorenbos, 1980).
- **Humidité** : Les précipitations annuelles nécessaires pour la culture du blé varient généralement entre 300 mm et 1000 mm. Il est préférable que les précipitations soient réparties de manière à économiser l'eau pendant la période de croissance de la plante et à avoir une augmentation significative à la fin de la maturation des graines (EUG. Risler, 1886).
- **Cycle de culture** : Le cycle de culture du blé se déroule en deux phases principales. La première phase végétative commence par l'hydratation des graines dans le sol. Les racines se développent pour ancrer la plante dans le sol, tandis que la partie supérieure émerge à la

surface. La température idéale pour cette phase se situe entre 3 °C et 4 °C (Pierre Crettas et al, 2005).

- Période reproductrice : Après environ 10 jours de semis, les germes commencent à émerger. La plante se développe pendant l'hiver en produisant de petites pousses. La formation du tallage, une tige basale à base de plantes, se produit, suivie de la phase de montaison, caractérisée par une croissance rapide de la plante et l'apparition de nouvelles feuilles. À la fin de mai, l'épiaison se produit, où l'épi de la plante se forme.
- Floraison et maturation : La floraison du blé se produit à des températures supérieures à 14 °C. La période de maturation du grain nécessite des conditions chaudes et sèches. Une fois que le grain est mûr, il est prêt à être récolté (Rawan Zeitoun, 20011).

Il est également important de choisir la bonne variété de blé en fonction du climat et des besoins du marché. La sélection génétique permet de développer des variétés de blé adaptées aux conditions spécifiques et résistantes aux maladies et aux virus.

En respectant ces conditions et en choisissant les bonnes pratiques de culture, il est possible d'obtenir une récolte de blé de qualité (Vincent Corfdir, 2011).

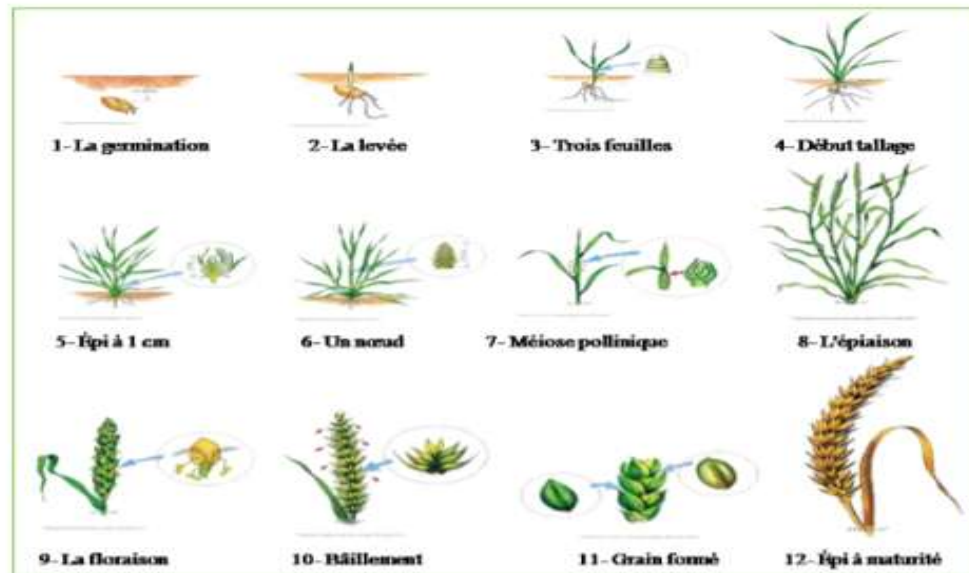


Figure 2 : différentes étapes de la poussée du blé

### 1.8. La récolte du blé :

La récolte du blé est un moment cruciale pour assurer une qualité optimale des grains. L'humidité des grains joue un rôle important dans le processus de récolte et de conservation

ultérieure. La récolte du blé est généralement réalisée lorsque les grains atteignent un taux d'humidité d'environ 18 à 19% (Gins, 2012).

Un indicateur visuel pour déterminer le stade de récolte approprié est lorsque l'ensemble des épis a la tête en bas. Cela se produit après l'apparition de l'épi, qui est composé de nombreuses fleurs. La fécondation des fleurs aboutit à la formation des grains. Une fois que la majorité des épis présente cette caractéristique, il est généralement considéré que les grains sont prêts à être récoltés (Vincent Corfdir, 2011).

La période de récolte du blé se situe généralement entre juin et Aout, lorsque les grains ont atteint leur maturité. Il est important de choisir le bon moment pour la récolte afin d'obtenir des grains de qualité et de minimiser les pertes (Jean Louveaux, 1958).

Une fois les grains récoltés, ils peuvent être soumis à des processus de séchage et de stockage appropriés pour préserver leur qualité et leur valeur nutritive (Noble, 1822).

# **Chapitre II :**

## **La transformation et la fabrication du blé**

## **Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé**

---

### **Chapitre II: La transformation et la fabrication du blé**

#### **2.1. Stockage de blé :**

Effectivement, les conditions de stockage du blé sont cruciales pour préserver sa qualité et éviter les problèmes tels que la détérioration, la germination, les attaques d'insectes et les moisissures. Voici quelques points importants à prendre en compte pour le stockage du blé :

- **Teneur en humidité :** Le blé doit être séché jusqu'à ce que son taux d'humidité atteigne environ 15% ou moins avant d'être stocké. Une teneur en humidité élevée peut favoriser la croissance de moisissures et entraîner des pertes de qualité.
- **Contrôle de la température :** La température de stockage du blé ne doit pas dépasser 65°C pour éviter la multiplication des organismes indésirables. Une température plus élevée peut favoriser le développement d'insectes nuisibles et accélérer la détérioration du grain.
- **Stockage en silos :** Les silos sont couramment utilisés pour le stockage du blé, car ils offrent une protection contre les intempéries, les ravageurs et les moisissures. Les silos doivent être étanches à l'air et à l'eau pour prévenir l'entrée d'humidité et de contaminants.
- **Séchage préalable :** Avant d'être stocké, le blé doit être correctement séché pour réduire son taux d'humidité. Cela peut être réalisé à l'aide de séchoirs adaptés, qui éliminent l'excès d'humidité du grain.
- **Surveillance régulière :** Il est important de surveiller régulièrement les conditions de stockage, y compris la température et l'humidité, pour détecter rapidement tout problème éventuel. Des mesures correctives peuvent être prises en cas de variation des conditions.

En respectant ces bonnes pratiques de stockage, on peut assurer la conservation optimale du blé, préserver sa qualité et sa valeur nutritionnelle, et éviter les pertes.

#### **2.1.1 Les causes d'altérations des blés :**

Lors de l'entreposage du blé, plusieurs facteurs peuvent provoquer des altérations et des changements dans les grains. Voici quelques-uns de ces facteurs :

1. **Moisissures :** Les moisissures se développent lorsque le taux d'humidité du grain est élevé, généralement supérieur à 14%. Les moisissures, en particulier le *Penicillium*, peuvent se multiplier rapidement et entraîner une détérioration de la qualité du grain.



## **Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé**

---

Un taux d'humidité élevé, combiné à une humidité relative supérieure à 75%, favorise leur croissance.

2. Insectes : Les conditions de température et d'humidité optimales favorisent la prolifération des insectes, tels que les insectes de stockage. Ces insectes peuvent pondre leurs œufs à l'intérieur des grains et leurs larves se nourrissent du grain, entraînant des pertes et des dommages.
3. Présence de matériel végétal : Lorsque des débris végétaux tels que des feuilles, des tiges ou d'autres parties de plantes sont présents dans le stockage de grains, ils peuvent augmenter la teneur en humidité de l'environnement et favoriser ainsi la croissance de micro-organismes indésirables.
4. Fissuration et rupture des grains : Lorsque les grains sont fissurés ou endommagés, cela crée une plus grande surface de contact pour les micro-organismes, tels que les moisissures et les bactéries, ce qui accélère leur détérioration.
5. Infestation de rongeurs : Les souris et les rats peuvent causer des dommages importants aux sacs de stockage de grains, en les perforant et en accédant aux grains. Cela peut entraîner des pertes et une contamination des grains par les excréments et l'urine des rongeurs.
6. Absence de traitement insecticide : Ne pas appliquer de traitement insecticide approprié peut laisser les grains vulnérables aux attaques d'insectes et à leur multiplication (Armand, 19992).

Pour prévenir ces problèmes, il est important de maintenir des conditions de stockage appropriées, telles qu'un taux d'humidité contrôlé, une ventilation adéquate, un nettoyage régulier des débris végétaux, une protection contre les rongeurs et l'utilisation d'insecticides autorisés si nécessaire. Une surveillance régulière de l'entreposage est également essentielle pour détecter et traiter rapidement tout signe d'altération ou de contamination (Fehd Bettahar, 2016).

### **2.2. Les transformations du blé :**

Le broyage du blé est une étape essentielle dans le processus de transformation du grain en semoule et en farine. Cette procédure physique vise principalement à séparer les différentes parties du grain, notamment les enveloppes et les germes, de l'endosperme, qui est la partie principale contenant l'amidon.

## Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé

L'objectif principal du broyage est d'améliorer la qualité de la semoule et de la farine obtenues, en termes de texture, de finesse et de pureté. Les grains de blé sont soumis à différents types de broyage, tels que le broyage à cylindres, le broyage à meules ou le broyage par impact, en fonction des équipements et des techniques utilisés dans les moulins (H.Devautour et al, 1987).

Le processus de broyage permet de séparer les enveloppes et les germes de l'endosperme, car ces parties ont des propriétés physiques et chimiques différentes (Naoufal, 2008). Cela permet d'obtenir une semoule de blé plus pure et une farine de meilleure qualité, qui sont utilisées dans diverses applications culinaires et industrielles (Salmi&Safia, 2015).

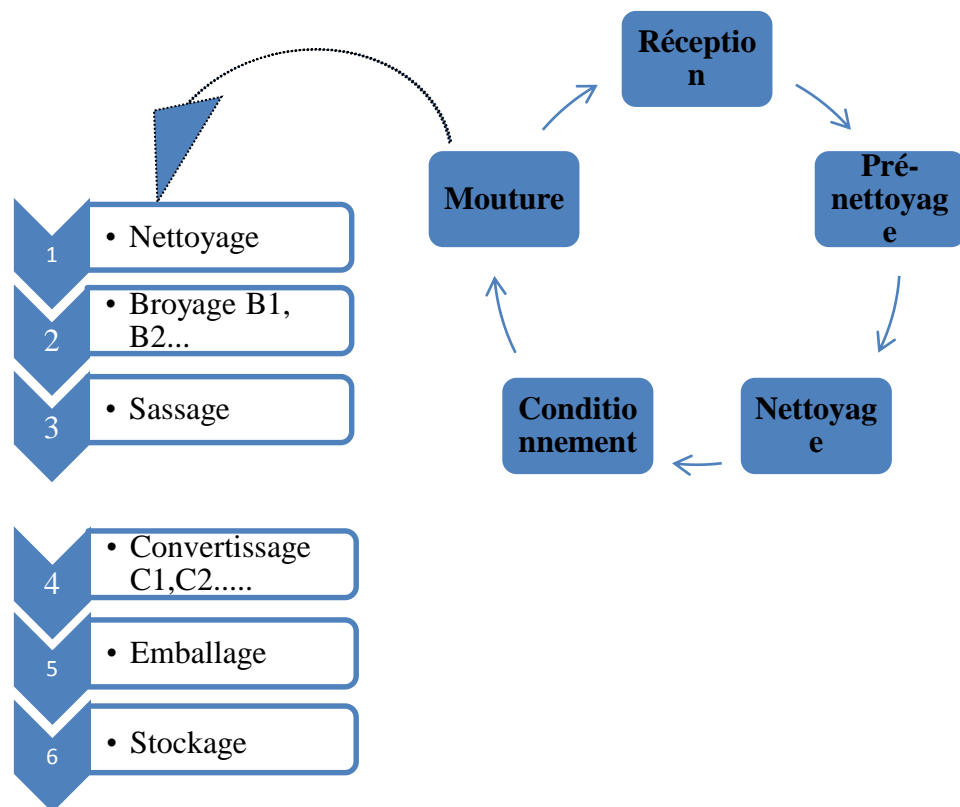


Figure 3 diagramme de la transformation de blé

### 2.2.1. Réception du blé :

Lorsque le blé est livré aux moulins, qu'il soit importé ou provenant directement des fermes, une étape de nettoyage est généralement nécessaire pour éliminer les impuretés présentes. Avant cette phase de nettoyage, les grosses impuretés telles que les sacs, les pierres, les rongeurs, etc., sont enlevées du lot de blé (Naoufal, 2008). Ces impuretés peuvent être détectées lors de la réception du blé et sont séparées du reste du lot.

Une fois les grosses impuretés éliminées, le blé peut passer à la phase de nettoyage proprement dite (Louis.R&Vivien, 1887).

### 2.2.2. Pré nettoyage du blé :

## **Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé**

---

Cette étape vise à éliminer les impuretés plus fines telles que les poussières, les débris végétaux, les petites pierres, les graines étrangères, etc (Louis.R&Vivien, 1887). Le nettoyage peut être réalisé à l'aide de différentes machines et techniques, telles que les tamis, les séparateurs magnétiques, les souffleries, les trieurs optiques, etc. Ces équipements permettent de séparer les impuretés du blé en fonction de leur taille, de leur densité et d'autres caractéristiques (Germain .M & Amp; Armand. B, 1992).

### **2.2.3. Conditionnement du blé :**

Une fois que le blé a été correctement nettoyé, il peut être stocké dans les silos de stockage dédiés. Ces silos offrent un environnement contrôlé pour le stockage du blé propre, les protégeant ainsi des facteurs d'altération mentionnés précédemment. Le blé ainsi stocké peut être utilisé ultérieurement pour la production de farine ou d'autres produits dérivés.

Il est important de noter que le processus de nettoyage du blé peut varier d'un moulin à l'autre et dépend des normes et des équipements utilisés par chaque entreprise (Fehd Bettahar, 2016).

### **2.2.4. Mouture du blé :**

#### **2.2.4.1. Nettoyage :**

Dans le processus de nettoyage du blé, différentes machines sont utilisées pour la séparation et le tri des grains en fonction de leur forme et de leur taille. Ces machines permettent d'éliminer les impuretés et de conserver les grains de blé de qualité.

1. Machine de séparation : Cette machine utilise un tamis ou un réseau à mailles fines. Lorsque le blé passe à travers le tamis, il retient les objets étrangers tels que les fils de paille, les morceaux de tiges, etc. Les céréales et les petites impuretés peuvent passer à travers les mailles du tamis et être collectées séparément.
2. Trieuse : Les produits sont triés en fonction de leur dimension. Pour cela, des cylindres en forme de ruche, appelés comprimés d'abeilles, sont utilisés. Les grains de blé passent à travers ces cylindres, et en fonction de leur taille, ils sont redirigés vers différentes sorties. Par exemple, les grains de plus grande taille peuvent être séparés des grains plus petits, facilitant ainsi la séparation des grains de blé de différentes tailles (Feillet, 2000).

Ces machines de séparation et de triage contribuent à améliorer la qualité du blé en éliminant les impuretés et en obtenant des grains de taille plus homogène. Cela facilite ensuite les étapes de transformation ultérieures, telles que la mouture pour obtenir de la farine de blé.

Il convient de noter que les techniques et les machines spécifiques utilisées peuvent varier selon les installations de transformation du blé et les normes de l'industrie (Edouard, 2018).

#### **2.2.4.2. Le broyage :**

## **Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé**

---

C'est la première étape, et il est fait avec des dispositifs cylindriques qui tournent dans le sens de différentes vitesses (Salmi et Safia, 2015). C'est le processus d'ouverture mécanique des grains, soit par cisaillement, choc ou pression, et les grains sont séparés et les amandes sont progressivement séparées (Feillet, 2000).

### **2.2.4.3. Le sassage :**

Dans le processus de broyage du grain, une étape importante est la séparation des produits broyés et des déchets par le courant d'air montant au-dessus du tamis. Cette méthode de séparation est basée sur les propriétés de densité et de dynamique des particules. À mesure que le produit avance, la largeur du tamis diminue, permettant ainsi de séparer les particules de différentes tailles (Feillet, 2000).

Une fois le grain broyé, les fragments obtenus sont envoyés à l'élévateur de tamisage pour effectuer un premier tri en fonction de leur taille et de la taille de leurs granulés. Cette étape permet de séparer les fragments de grains des autres éléments tels que les morceaux d'albumine et les morceaux sans albumine.

Les fragments de grains sont constitués de morceaux de grains broyés, qui peuvent varier en taille et en forme. Les morceaux d'albumine font référence aux parties du grain contenant de l'albumine, une protéine présente dans les céréales. Les morceaux sans albumine désignent les parties du grain qui ne contiennent pas d'albumine (Bouchikhi-Gerardin, 2019).

Ces étapes de broyage et de tamisage sont essentielles dans la transformation du grain en fragments de différentes dimensions, ce qui permet ultimement d'obtenir les produits finaux tels que la farine et la semoule (Feillet, 2000).

### **2.2.4.4. Le convertissage :**

Cette procédure se fait dans des machines à rouleaux fins et le but est de réduire la taille des granulés.

Le tamisage permet de séparer les produits issus des cylindres lisses et ondulés selon la taille des granulés (Feillet, 2000).

### **2.2.4.5. Emballage et stockage :**

Le processus de transformation du blé dur et tendre se termine par le stockage de la semoule et de la farine produite.

Il est envoyé au lieu d'emballage automatique et à la balance automatique, pour être pesé ou pesé différemment, et placé dans des sacs vides, puis cousu avec une machine à coudre spéciale. Et est allé à la vente ou au stockage dans la zone de livraison et il est nécessaire de maintenir les propriétés physiques et chimiques du produit (Naoufal, 2008).

## **2.3. Les maladies et les ravageurs :**

### 2.3.1. Les maladies :

#### 2.3.1.1. Piétin verse :

Le risque piétin -verse est largement déterminé par les conditions agronomiques de la parcelle. Deux types de Souches de piétin verse lentes et rapides coexistent, la souche rapide *Oculimaculayallundal* est majoritaire en France. On observe les symptômes de la montaison jusqu'à la maturité. Cette maladie affecte généralement la tige et la plante, mais affecte un petit pourcentage et sur l'épi : échaudage de l'ensemble de l'épi (Arvalis.2013).



Figure 4 des épis échaudés.

#### 2.3.1.2. Fusariose du plateau de tallage.

La fusariose du plateau de tallage (également appelée fusariose de la couronne racinaire). Plusieurs champignons ont été identifiés comme les principaux responsables.

*F. culmorum* et *F. graminearum*. Les symptômes peuvent apparaître dès la phase hivernale et jusqu'à la récolte (épis blancs) ; des épis blancs en bouquets ou en larges plaques ; des grains échaudés petits et ridés que sortent difficilement des glumelles lors du battage (Daniel, 2000).



Figure 5 : les différentes modifications des épis de fusariose.

Les plantes échaudent brutalement donnant des épis maigres et blancs, aux grains très échaudés (Arvalise, 2012).

### 2.3.1.3. Septoriose

La septoriose est une maladie foliaire du blé qui peut être provoquée principalement par deux champignons *Septoria tritici* et *Stagonospora nodorum*. Il n'y a pas de symptôme sur épis pour *S. tritici* mais pour *S. nodorum* une coloration violacée sur la partie supérieure des glumes peut être observée. Le phénomène est toutefois rare (Fongicides, 2007).



**Figure 6 : Attaque généralisée de septoriose.**

La progression de la maladie se fait de la base vers le haut de la plante par les pluies les éclaboussures entraînent les spores vers les organes supérieurs de la céréale (Arvalise, 2012).



**Figure 7 : Les symptômes du charbon nu sur épis.**

Coloration violacée et présence de pycnides sur la partie supérieure des glumes pour *S. nodorum* il n'y a pas de symptômes sur épis pour *S. tritici* c'est la septoriose dominante (Arvalis, 2012).

### 2.3.1.4. Oïdium

L'oïdium peut attaquer le blé sur toute la durée de culture, sur feuilles et sur épis. Les symptômes de la maladie apparaissent sur les feuilles sous la forme des taches chlorotiques (Fiche, 2014).

Epis : Bords des glumelles, barbes



**Figure 8 : La nuisibilité de l'oidium**

La nuisibilité de l'oidium peut être importante si les épis sont touchés (Arvalis, 2012).

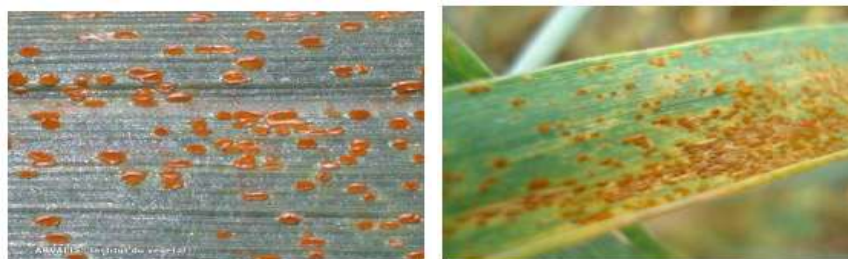


**Figure 9 : Des pustules d'oidium.**

Des pustules d'oidium le long des glumelles avec présence de cléistothèces (Arvalis, 2012).

### **2.3.1.4. Rouille brune**

Cette maladie apparaît généralement tardivement et peut provoquer de gros dégâts si elle est mal contrôlée. Les épis : les attaques graves peuvent atteindre l'épi (barbes, glumes) en fin de cycle.



**Figure 10 : L'épiderme de la feuille Figure 11 : la rouille brune.**

## Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé

---

L'épiderme de la feuille éclate et libère des milliers de spores. La rouille brune apparaît généralement tardivement sur les feuilles supérieures (Arvalise, 2012).

### 2.3.1.5. Fusariose de l'épi

Les attaques Sur épis sont causées par un complexe de différentes espèces. Appartenance aux genres *Fusarium* et *Microdochium*. Les Symptômes : Auréole noire sur un grain isolé ou un grain entier de couleur marron plus ou moins clair à noir Brunissement du col de l'épi (Dorothee SIOU, 2013).



**Figure 12 : Fusariose de l'épi du blé.**

Fusariose de l'épi du blé; la teinte orangée dénote la présence du champignon pathogène (Arvalis, 2012).



**Figure 13 : Les grains plus et moins fusariosés.**

Gros plan de grains en remplissage, plus ou moins fusariés, et d'un grain sain (à droite) et Fusariose de l'épi du blé; épillets décolorés (Arvalise, 2012).

### 2.3.1.6. Carie commune

La carie commune du blé est une maladie provoquée par le champignon *Tilletia caries* mais également par *Tilletia foetida* de façon plus éparse. Le mycélium contamine la plantule puis progresse sans symptôme à l'intérieur de la plante. Les grains caries sont remplis de spores de coloration noire, qui ont pris la place de l'amidon.





**Figure 14: les symptômes de carie commune du blé et l'impact par carie commune de grain.**

Les symptômes provoqués par la carie commune du blé sur les épis cariés (représentés à droite), par rapport à des épis sains (à gauche).

Les grains cariés remplis de spores (à droite), de forme arrondie et de couleur olive ; par rapport à des grains de blé sains (à gauche) plus allongés, de couleur jaune et avec un sillon très visible (Arvalise, 2012).

### 2.3.1.7. Ergot

La contamination des épis par l'ergot est rare, mais ce champignon mérite une attention particulière, car il est producteur d'alcaloïdes toxiques. Les symptômes apparaissent seulement sur les épis car le champignon attaque l'inflorescence des céréales (Danial, 2000).



Le sclérote a parfois la même taille et forme que les grains. Difficilement observables en culture, ils sont détectés dans les lots de grains.

L'ergot en coupe ressemble beaucoup au grain de blé tendre

Le sclérote d'ergot est noir à l'extérieur, avec une section blanc violacé.

Figure 15 : Comparaison entre le grain et l'ergot.

### 2.3.1.8. Fumagines

Lorsque le temps est humide et spécialement lorsque les récoltes sont retardées, les épis de blé prennent une coloration liée au développement superficiel de champignons saprophytes de couleur noire.

## Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé

---

Les fumagines n'ont aucune conséquence Sur le rendement mais voire parfois au niveau du sillon, ce qui confère au grain une légère coloration noire grisâtre (F. J. Zillinsky, 1983)



**Figure 16 : le noircissement des épis.**

Le noircissement des épis est provoqué par des champignons saprophytes qui se développent superficiellement sur les glumes desséchées (Arvalis, 2012).

### 2.3.1.9. Puceron de l'épi

En aspirant la sève des plantes, le puceron de l'épi peut provoquer des dommages importants sur les cultures de blé. En aspirant la sève des plantes, le puceron des épis (*Sitobionavenae*) provoque une limitation du poids de mille grains (PMG) (Danial, 2000).



**Figure 17 ; *Sitobionavenae*.**

### 2.3.1.10. Tordeuse des céréales

La chenille de ce papillon sectionne l'épi provoquant son échaudage complet ou consomme les épillets. Les Symptômes : Grains atrophiés ou rongés et épi en partie rongé (Ecophyto, 2015).



**Figure 18 : La chenille de Tordeuse des céréales.**

### 2.3.1.11. Cécidomyie

Les larves de cette mouche se développent dans les fleurs puis s'alimentent, du grain en formation. Les dégâts occasionnés sur culture sont d'ordre qualitatif et quantitatif. Dès l'éclosion, la larve consomme les grains (Jean, 2008).



**Figure 19 : la défirance entre grains cécidomyies et grains sains.**

### 2.3.1.12. Oiseaux

Certains phytophages réguliers ou occasionnels peuvent être à l'origine de dommages significatifs, sur céréales à paille, des corvidés (le corbeau freux, la corneille noire, le choucas des tours), des pigeons (le pigeon ramier, le pigeon biset féral) ou des bandes importantes d'étourneaux sansonnets sont responsables de dégâts au semis et à la levée (Noufel, 2010) (Caroline, 2018).



Figure 20 : Quelques oiseaux fréquemment observés dans les champs de blé

### 2.3.2. Les ravageurs

Les principales espèces de rongeurs susceptibles de s'attaquer aux grains surtout stockés sont les rats et les souris.

Les méthodes traditionnelles sont encore utilisées pour contrôler les rongeurs à ce jour, car nous pouvons utiliser la lutte biologique à l'aide de chats et piéger les souris avec des pièges. Cependant, ces techniques ne permettent pas à elles seules de réduire le nombre de rongeurs, c'est pourquoi l'usine ou le lieu de stockage recourt à l'utilisation de pesticides chimiques ou de raticides, y compris les poisons naturels et les poisons métalliques (phosphore de zinc, la crimidine ....). C'est ainsi que la tendance actuelle est à l'utilisation d'émetteurs à ultrasons inaudibles par l'oreille humaine mais qui provoquent chez les rongeurs des troubles cérébraux les forçant à s'éloigner (Tracey, 2012).



Figure 21 : Une souris dans une chambre de stockage de blé

### 2.4. Livraison de produits finis (farine et semoule)

La semoule et la farine sont des produits finis issus de la transformation du blé.

Une fois que la semoule ou la farine est produite, elles peuvent être livrées aux consommateurs, aux fabricants d'aliments ou aux entreprises de transformation. La livraison de ces produits finis peut se faire à différentes échelles, depuis la vente directe aux consommateurs dans les épiceries

## **Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé**

---

et les supermarchés jusqu'à la distribution en vrac aux industries alimentaires (Aissaoui, A. (2019).

La livraison de semoule et de farine doit généralement respecter les normes de sécurité alimentaire, notamment en termes d'emballage approprié, d'étiquetage clair et d'hygiène lors du transport. Les entreprises de transformation et de distribution des produits à base de blé veillent à ce que la qualité et l'intégrité des produits soient maintenues tout au long du processus de livraison.

### **2.4.1. La farine :**

La farine, est obtenue à partir de la mouture du blé tendre. Elle peut être de différentes variétés, classées par "type" (T), selon le degré de raffinage de la mouture (comme mentionné précédemment). La farine est utilisée dans de nombreuses applications culinaires, notamment la fabrication de pains, de pâtisseries, de pâtes, de biscuits et d'autres produits de boulangerie (Aissaoui, A. 2019).

La farine contient un fort pourcentage d'amidon estimé à environ 68 à 72% et le pourcentage d'eau est estimé à environ 15 à 16% et contient un pourcentage de gluten estimé à environ 12% et un faible pourcentage de sucres estimé à environ 2% et le pourcentage de graminées matière à 1,4 est un très faible pourcentage de matières minérales estimé de 0,5 à 0,6 %.

#### **2.4.1.1. Les protéines :**

Les protéines présentes dans les grains de blé peuvent être classées en différentes catégories, notamment les protéines solubles et les protéines structurelles.

Les protéines solubles, également appelées protéines albuminiques, sont des protéines simples qui se dissolvent dans l'eau. Elles sont généralement présentes en plus faibles quantités par rapport aux protéines structurelles. Les protéines solubles peuvent avoir différents rôles dans la qualité des produits à base de blé, tels que la formation de réseaux protéiques, la stabilité de la pâte, et la rétention d'eau. Elles contribuent également à certaines propriétés fonctionnelles des produits finis, comme la texture et la rétention de gaz dans la pâte lors de la cuisson.

Les protéines structurelles, également connues sous le nom de gluténines et de gliadines, sont les principales protéines présentes dans le blé. Elles sont responsables de la formation du gluten, qui confère à la pâte son élasticité et sa structure. Le gluten est formé par l'interaction des gluténines et des gliadines lors du pétrissage de la pâte. Les protéines structurelles jouent un rôle crucial dans la qualité des produits de boulangerie, en contribuant à la texture, au volume et à la mâche du pain, des pâtes et des produits similaires.

Il convient de noter que les propriétés des protéines du blé peuvent varier en fonction du type de blé (blé dur, blé tendre), de la variété de blé, des conditions de croissance et de nombreux

## **Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé**

---

autres facteurs. Ces variations peuvent influencer les caractéristiques de la pâte et des produits finis.

Il est important de comprendre les propriétés des protéines du blé afin de manipuler et d'optimiser la qualité des produits à base de blé, en ajustant notamment les proportions de protéines solubles et de protéines structurales.

### **2.4.1.2. L'amidon :**

En effet, l'amidon est l'un des composés les plus importants présents dans l'endosperme des grains de blé. Il constitue environ 70 à 75% de la composition des grains de blé. L'amidon est un polysaccharide complexe composé de molécules de glucose (AISSAOUI, A. 2019).

L'amidon se présente sous deux formes principales dans les grains de blé : les glucides disponibles et les glucides non disponibles.

Les glucides disponibles, également appelés amidon digestible, sont facilement dégradés par les enzymes digestives chez les humains. Ils sont une source d'énergie rapidement disponible. Ces glucides disponibles sont principalement composés d'amylase et d'amylopectine, qui sont des polymères de glucose.

Les sucres solubles, tels que le saccharose, peuvent également être présents dans la composition des grains de blé. Ils représentent une petite proportion des glucides totaux.

Quant aux glucides non disponibles, ils sont principalement représentés par la cellulose, un polysaccharide structurel qui n'est pas digestible par les enzymes humaines. La cellulose est un composant de la paroi cellulaire des grains de blé et constitue une partie de la fraction des fibres alimentaires.

Il est important de noter que la composition exacte des glucides dans les grains de blé peut varier en fonction de facteurs tels que le cultivar de blé, les conditions de croissance et les traitements post-récolte.

### **2.4.1.3. Le taux des lipides dans la farine :**

La teneur en lipides dans la farine de blé est généralement faible, d'environ 2%. Les lipides présents dans la farine de blé sont principalement composés d'acides gras, tels que l'acide palmitique et l'acide linoléique (Aissaoui, A. 2019).

Il est vrai que les lipides jouent un rôle important dans la qualité du pain et des biscuits. Ils contribuent à la texture, à la saveur et à la conservation des produits de boulangerie. Les lipides agissent en lubrifiant la pâte, ce qui facilite le travail de l'amidon et du gluten, et ils aident également à retenir l'humidité, ce qui contribue à la tendreté et à la fraîcheur des produits finis. Cependant, il est important de noter que la quantité de lipides dans la farine de blé est relativement faible par rapport à d'autres composants tels que l'amidon et les protéines. Les

## **Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé**

---

lipides jouent un rôle important dans la qualité des produits de boulangerie, mais leur contribution globale à la composition de la farine est relativement limitée.

### **2.4.1.4. Les différentes farines de blé :**

Les farines de blé sont classées en fonction du degré de raffinage de la mouture, ce qui est indiqué par leur "type" (T). Voici une description des types de farine de blé les plus courants :

1. T45 : C'est la farine la plus blanche et la plus raffinée. Elle est principalement utilisée dans la pâtisserie fine, comme la confection de pâtes légères, de gâteaux et de pâtisseries délicates.
2. T55 : C'est la farine blanche basique, dite "farine de tous usages". Elle convient à la plupart des utilisations en cuisine, que ce soit pour la préparation de pains, de pâtes, de pâtisseries ou de sauces.
3. T65 : Cette farine blanche est similaire à la farine T55, mais elle est légèrement plus complète. Elle convient généralement pour la plupart des usages en cuisine, mais on la déconseille pour les viennoiseries, qui nécessitent une farine plus raffinée.
4. T80 : Il s'agit d'une farine quasi universelle, car elle se situe entre la farine blanche et la farine semi-complète. Elle peut être utilisée dans la plupart des recettes, qu'il s'agisse de pains, de pâtes, de pâtisseries ou de sauces.
5. T110 : Cette farine est semi-complète. Elle est recommandée pour une utilisation en mélange avec d'autres types de farine, notamment pour apporter une saveur plus rustique et une texture plus dense aux pains et aux pâtisseries.
6. T150 : Il s'agit d'une farine complète. Elle contient une plus grande quantité de son et de germe, ce qui la rend plus nutritive mais aussi plus dense. Elle est généralement utilisée en mélange avec d'autres farines pour préparer des pains et des pâtisseries plus rustiques.
7. T170 : Cette farine est considérée comme intégrale, car elle est la moins raffinée. Elle contient l'intégralité du grain de blé, y compris le son et le germe. Elle est principalement utilisée pour des préparations spécifiques et peut nécessiter des ajustements dans les recettes en raison de sa teneur plus élevée en fibres et de sa texture plus dense.

Il est important de noter que ces classifications peuvent varier d'un pays à l'autre, et il peut y avoir des différences dans les terminologies utilisées selon les régions.

### **2.4.2. Semoule :**

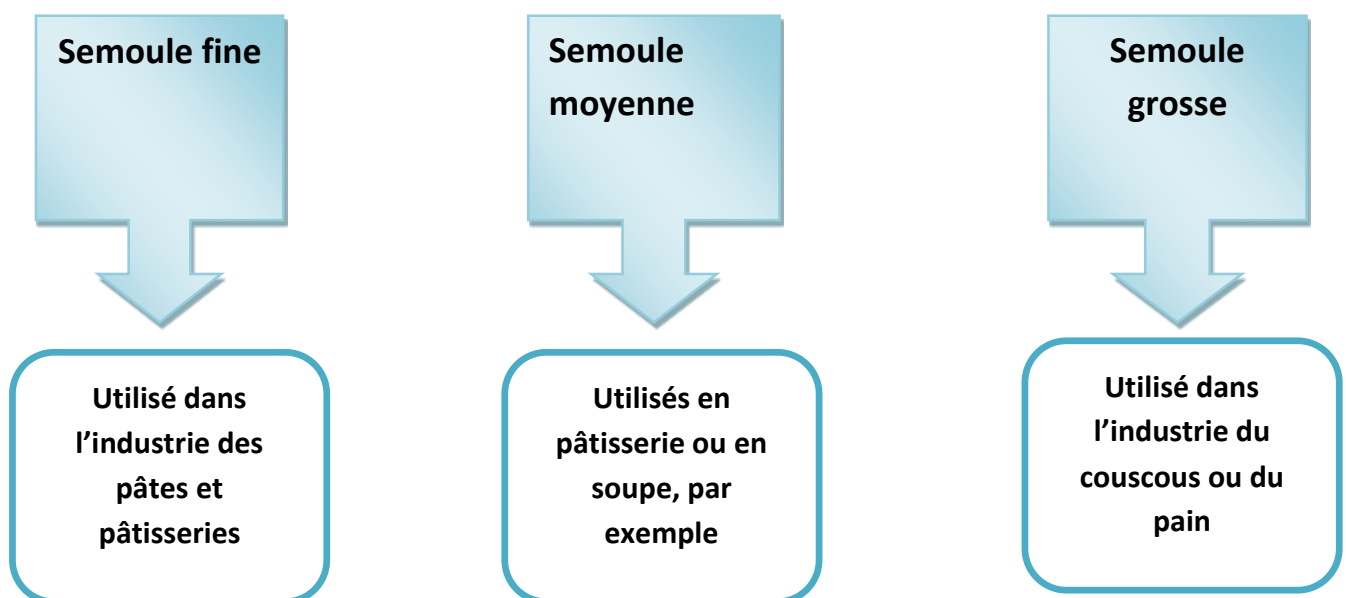
## **Chapitre II : La transformation et la fabrication du blé**

---

La semoule, quant à elle, est obtenue à partir de la mouture du blé dur. Elle est généralement de couleur jaune et a une texture granuleuse. La semoule est utilisée dans la préparation de plats tels que le couscous, les pâtes, les gâteaux de semoule, etc.

La classification des types de semoule est effectuée en fonction de la taille des granules pour différents usages. Voici quelques exemples courants :

1. Semoule extra fine : Elle a les granules les plus petits et est utilisée principalement pour la préparation de pâtisseries fines, comme la confection de pâtes à gâteau, de biscuits et de pâtisseries délicates.
2. Semoule fine : Elle a des granules légèrement plus gros que la semoule extra fine. Elle est couramment utilisée pour la préparation de couscous, de puddings et de certains types de pâtes.
3. Semoule moyenne : Elle a des granules plus gros que la semoule fine. Elle est souvent utilisée pour la préparation de couscous traditionnel, de pâtes alimentaires et de certains plats traditionnels.
4. Semoule grossière : Elle a les granules les plus gros et est principalement utilisée pour la préparation de couscous traditionnel et de plats régionaux spécifiques.



**Figure 22 Classification des types de semoules.**

les traditions culinaires. Certains pays peuvent avoir des classifications légèrement différentes ou utiliser des termes spécifiques à leur culture culinaire.



# **Chapitre III :**

La qualité de blé

## **Chapitre III : La qualité de blé**

---

### **Chapitre III : La qualité de blé**

#### **1.1. Les critères de qualité**

Il existe de nombreuses normes et types de qualité de blé avant et après le processus de conversion en (farine / semoule).

Un bon blé est celui qui satisfait le consommateur final, pour lequel la qualité implique de répondre à des critères suivants.

##### **1.1.1. La qualité nutritionnelle :**

###### **1.1.1.1 Les macronutriments**

###### **1.1.1.1.1. La teneur en protéines**

La teneur en protéine est une caractéristique essentielle. C'est un critère important d'appréciation de la qualité. Les protéines de l'albumen des céréales sont classiquement réparties en quatre classes selon leur solubilité. Les albumines et les globulines fractions sont formées par l'ensemble des enzymes et des structures protéiques nécessaires à la vie cellulaire.

Les prolamines (nommées gliadines chez le blé) et les glutélines fractions, principales constituants du gluten, forment les protéines de réserve et représentent 70 à 85% des protéines d'un grain (Céline Dumas, 2007).

###### **1.1.1.1.2. La teneur en amidon :**

L'analyse de la teneur en amidon présente un intérêt nutritionnel vu que l'amidon est une source de glucides importante dans l'alimentation et un intérêt réglementaire dans le but de contrôler la pureté des amidons industriels. L'amidon constitue le glucide le plus consommé dans le monde. C'est grâce à leur richesse en amidon que les céréales sont une source d'énergie (Attsidhoum, 2009).

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. L'amidon contribue de manière active à la formation de la pâte (Khaled Sassi, 2008).

###### **1.1.1.1.3. La teneur en lipide :**

Les principales matières grasses du blé ; du germe et de la farine sont des acides gras, des glycérides simples et des lipides polaires (phospholipides et glycolipides). Bien que leur teneur ne dépasse pas 2 à 3%, les lipides jouent un rôle important dans la panification. Les teneurs en acidité grasse est un indicateur de l'état de bonne conservation des blés des farines et des semoules (C. Bertièr, 2012).

##### **1.1.1.2. Teneur en micro nutriment :**

###### **1.1.1.2.1. Teneur en minéraux et oligo-éléments :**

## Chapitre III : La qualité de blé

Le blé constitue une excellente source minérale. Le dosage des minéraux pour le blé a un intérêt essentiellement réglementaire, il permet la classification des farines et des semoules. Les teneurs en p. K, Ca, Mg, Mn, Zn, Fe, Cu et Cr du grain. Entier du blé sont remarquablement constantes quel que soit le type de blé (Khaled Sassi, 2008).

### 1.1.1.2.2. Teneur en vitamines :

Les vitamines sont des substances organiques, sans valeur énergétique propre, qui sont nécessaires à l'organisme et que l'homme ne peut synthétiser en quantité suffisante. Elles doivent donc être fournies par l'alimentation. Il est à signaler que le blutage du blé, séparation du son de l'albumen provoque la perte de la Vitamine B1 Située essentiellement dans les enveloppes des céréales (Abidi Lila, 2008).

Composition vitaminique moyenne du grain du blé (en mg/100g de MS) dans le tableau suivant (Attsidhoum Amer, 2009) :

**Tableau 2 : composition moyenne en vitamines du grain du blé**

Vitamine	Blé entier	Farine	Germe
E	2,5	0,3	21
B1	0,41	0,1	2
B2	0,11	0,05	0,6
B3 ou PP (acide nicotinique)	4,7	0,6	5,7
B5 (acide pantothénique)	0,85	0,3	1,8
B6	0,38	0,2	2,2
B9 (acide folique)	50	24	350

### 1.1.2. La qualité technologique :

#### 1.1.2.1. Les facteurs extrinsèques :

1.1.2.1.1. La teneur en eau : Que l'on souhaite aussi faible que possible, elle est généralement comprise entre 12 et 18% (Attsidhoum A, 2009).

1.1.2.1.2. Le taux d'impuretés : le plus souvent égal à 2 ou 3% et qui représente la somme des produits étrangers utilisables (grains d'autres céréales, grains de légumineuses, etc) nuisibles ou inertes (pierres, etc.) (Khaled Sassi, 2008).

1.1.2.1.3. Le taux et la grosseur de grains cassés : les grains cassés par leur comportement différent au cours de la préparation et par le risque de contamination microbienne qu'ils représentent doivent être éliminés au cours du nettoyage. La quantification se fait par criblage ces différentes caractéristiques influencent le poids à l'hectolitre (Attsidhoum A, 2009).

#### 1.1.2.2. Facteurs intrinsèques :

##### 1.1.2.2.1. Le rapport albumen / enveloppes :

Que l'on recherche aussi élevée que possible est fonction de l'épaisseur des enveloppes, de la forme du grain et de son degré d'échaudage (Abidi Lila, 2009).

## **Chapitre III : La qualité de blé**

---

### **1.1.2.2.2. La fiabilité ou la dureté de l'albumen:**

Vitrosité et dureté sont les deux termes utilisés. Pour Caractériser la structure et la texture de l'albumen du grain. La texture des grains exerce une influence considérable sur la première transformation des blés ; leur comportement en monture et les caractéristiques des produits finis elle est appréciée par la mesure du taux de mitadinage (F. Mabile et al.2020).

### **1.1.2.2.3. La facilité de séparer l'albumen des enveloppes traduit la difficulté**

Rencontrée par le meunier ou le semoulier pour épuiser convenablement les sons. Une liaison trop intense entre l'albumen et les couches périphériques du grain aura pour effet de diminuer le rendement en farine ou semoule à qualité des farines ou semoules. Identique, piqures dans les produits, à rendement en mouture égal.

### **1.1.2.3. Facteurs réglementaire :**

#### **1.1.2.3.1. Le taux de cendre :**

La réglementation des produits céréaliers repose sur leur teneur en matières minérales ou taux de cendres. Qu'il est possible de déterminer la pureté et le taux d'extraction des semoules et farines en mesurant leur teneur en matières minérales. Plus le taux de cendres d'un produit (Farine ou semoule) sera faible et plus ce produit sera considéré comme pur du point de vue réglementaire (Armand, 1992).

### **1.1.3. La qualité microbiologiques :**

#### **1.1.3.1. Moisissures :**

A partir de 70% d'humidité ( $a_w=0,6$ ), les champignons de post-récolte et/ou de stockage peuvent se développer et altérer sérieusement, la viabilité et la qualité des grains de blé stockés (Naoufal, 1010).

Les moisissures absorbent les éléments nutritifs via les hyphes et les intègrent dans les réactions de synthèse et de dégradations du métabolisme (Khaled.S 2008).

Les moisissures sont des organismes très peu exigeants du point de vue éléments nutritifs. Mais les facteurs physiques de l'environnement constituent un élément déterminant pour la germination des spores et la croissance des moisissures. En tête de liste de ces facteurs, se trouve l'humidité ( $a_w$ ). Alors que certaines xérophiles, se contentent d'un taux d'humidité relativement faible (0,65 -0,7). Et en plus des conditions de température et d'oxygène. Le pH du milieu fait partie des facteurs limitant de développement fongique quoique son action est très faible de pH dans laquelle les moisissures peuvent se développer (de 4 à 8) (Naoufal, 1010).

#### **1.1.3.2. Mycotoxines:**

## Chapitre III : La qualité de blé

---

Les mycotoxines sont des métabolites secondaires secrétés par des moisissures appartenant principalement aux genres *Aspergillus*, *penicillium* et *Fusarium* dont six familles jugées dangereuses en toxicologie alimentaire.

Les mycotoxines affichent un faible poids moléculaire (312,3 pour l'aflatoxine B1, 318,4 pour la Zéaralénone) ce qui les rend assez résistantes aux traitements que peuvent subir les matières premières les comportant, lors de leur transformation en aliments. Molécules non pratiques, les mycotoxines ne sont pas dénaturées par la chaleur et m'entraînent pas d'immunisation chez l'homme et les animaux qui en ingèrent, sauf si elles sont liées à des polypeptides. Les conditions de production des mycotoxine diffèrent au développement des moisissures (Naoufal, 2010).

### 1.1.3.3. Flore pathogène:

*Clostridium sulfito\_réducteurs* :

Les bactéries anaérobies *sulfito-réducteurs* est un groupe de bactéries se développant uniquement en absence d'oxygène et qui possèdent des caractéristiques biochimiques particulières, notamment la production de sulfure d'hydrogène. Dans ce groupe on retrouve principalement *Clostridium perfringens* mais également le groupe des *Clostridium botulinum* et d'autres germes capables de réduire les sulfites (certains *Bacillus* et streptocoques). Les *Clostridium* sont des germes pathogènes rencontrés en hygiène alimentaire (Sidiya Diouf, 2001).

### 1.1.4. la qualité hygiénique:

La qualité hygiénique des produits biologiques. Attendue par les consommateurs correspond donc à l'absence de résidus pesticides et de produits toxiques d'origine biologique (Attsidhoum, 2009).

#### 1.1.4.1. Résidus de pesticides:

On peut affirmer qu'il y a moins de résidus Sur les produits biologiques et que la contamination des systèmes agrobiologiques est bien moindre. Les résidus chimiques ont un seuil spécifique (les normes) qui peuvent provenir des pesticides autorisés en agriculture ou dus à des (contaminations accidentelles) résultant de la volatilisation des pesticides dans les zones de production à proximité des champs de blé. Ou la pollution par l'air ou l'eau (Khaled Sassi, 2008).

#### 1.1.4.2. Résidus en métaux lourds:

La contamination de la chaîne alimentaire par les métaux lourds est liée à la pollution des sols. Les végétaux représentent la principale Source d'exposition du consommateur aux micropolluants du Sol. Les transferts sol. Les transferts sol / végétaux dépendent de nombreux

## **Chapitre III : La qualité de blé**

---

paramètres liés au sol (pH; matière organique teneur en argile.....) et au végétal (certaines espèces sont plus accumulatrices telles que le tabac pour le cadmium) (Attsidhoum, 2009).

La possibilité de contamination des denrées alimentaires par des métaux lourds, d'origine industrielle (Attsidhoum, 2009). .

### **1.1.4.3. La teneur en nitrates :**

Les aliments sont une source importante de nitrates dans notre alimentation. Ils posent des problèmes en matière de sécurité alimentaire à cause de leur transformation en nitrites. Ces nitrites présentent des risques graves tels que la synthèse possible des nitrosamines cancérigènes ou le risque de méthémoglobine. L'accumulation des nitrates dépend de l'ensoleillement, la température, la pluviométrie et l'irrigation et du régime de fertilisation azotée (Khaled Sassi, 2008).

### **1.1.5. La qualité organoleptique:**

#### **1.1.5.1. Le goût :**

Les critères de la qualité gustative sont en partie subjectifs car ils sont très liés à une perception personnelle. Le goût est influencé essentiellement par la variété, le terroir, le climat et éventuellement le mode de culture (Trentesaux E.1995).

#### **1.1.5.2. La couleur :**

La couleur de la pâte alimentaire est le résultat de la superposition d'une composante jaune (semoule) blanc (farine) recherché et une composante brune indésirable. Ont montré que pour des échantillons issus de la même variété, le brunissement est d'autant plus important que la teneur en protéines du grain soit plus élevée.

#### **1.1.5.3. L'aspect du grain :**

La longueur du grain est composée entre 5 et 8 mm, sa largeur est entre 2 a 4 mm son poids est entre 20 et 50 mg et sa densité est entre 1,3 et 1, 4. la taille des grains est considérée comme un facteur important de la valeur semoulière ou farinière du blé. Les variétés à gros grains sont généralement préférées aux variétés à petits grains. Une autre caractéristique du grain c'est la friabilité qui est un critère variétal de la texture de l'albumen qui traduit son état de cohésion (Trentesaux E.1995). .

### **1.1.6. La qualité culinaire:**

La qualité culinaire correspond à l'aptitude d'un blé à être transformé en pâtes.

Ce critère de qualité culinaire est complexe et recouvre plusieurs facteurs dont la texture des produits cuits qui tient compte de la fermeté et de la masticabilité des pâtes après cuisson et qui peut être déterminée par des caractéristiques rhéologiques (fermeté, ténacité et viscoélasticité) (Trentesaux E.1995). .

## Chapitre III : La qualité de blé

---

### 1.1.7. La qualité rhéologiques de la pâte :

Les qualités d'élasticité (capacité à reprendre sa forme initiale).

L'extensibilité (capacité de déformation de la pâte).

La résistance mécanique de celle-ci.

Le test effectué en laboratoire pour établir les capacités d'élasticité, d'extensibilité, de force et de gonflement est l'alvéogramme (Abidi Lila.2009).



**Figure 23 : appareille de détermination la qualité rhéologique de la pâte.**

# **CHAPITRE IV:**

## **Matériel Et Méthodes**



## Chapitre IV: Matériel et méthodes

### Chapitre IV : Matérielset méthodes

#### 4.1. Matérielset méthodes

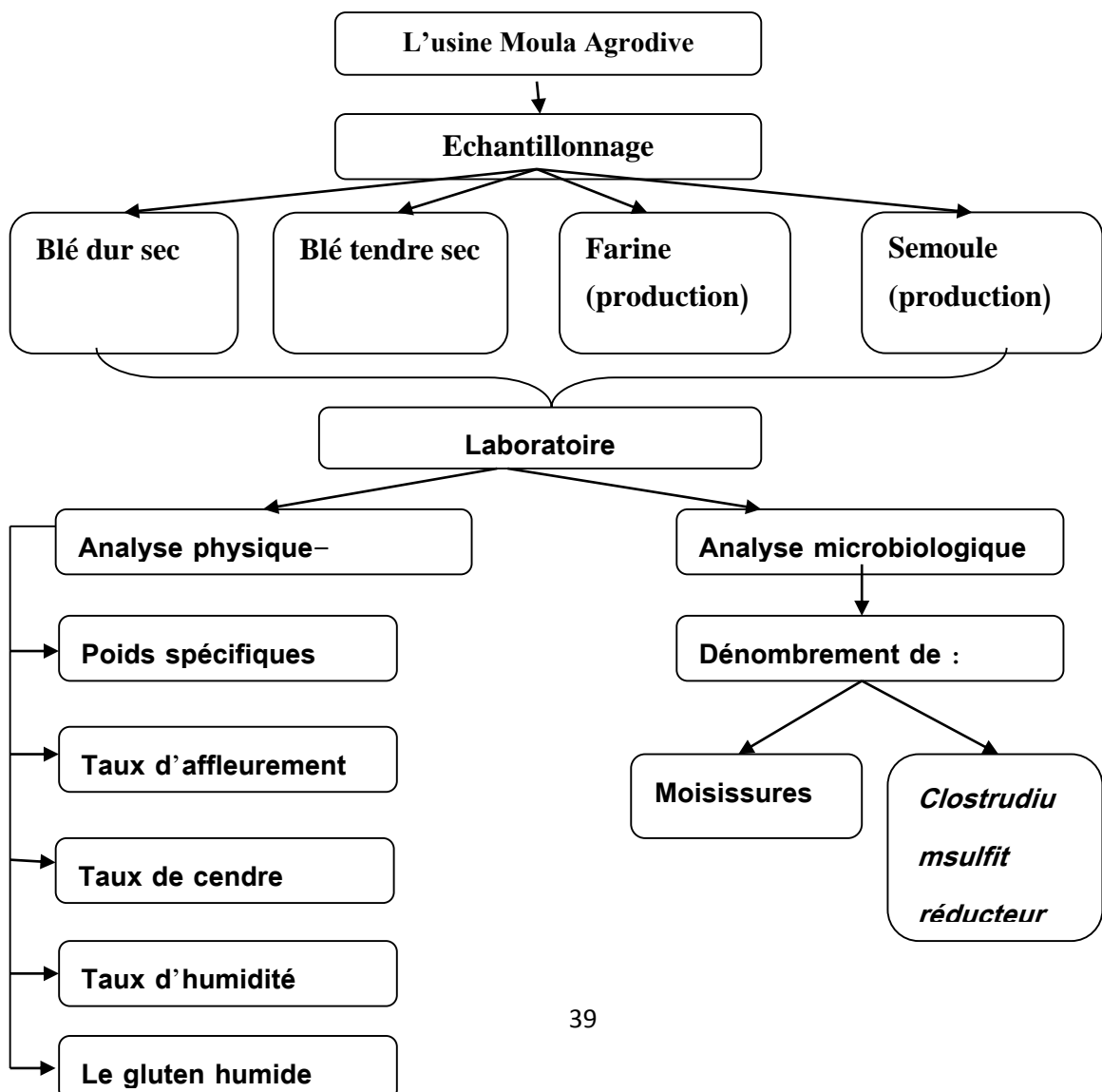
Ce travail consiste à réaliser un contrôle physicochimique et microbiologique des blés dans l'usine MOULA Agro Dive, située dans la région de Touggourt, dans la localité d'Al-zawiya Al-abidiya. Ce contrôle vise à garantir la qualité technologique des blés destinés pour la transformation, ainsi d'assurer la bonne qualité des produits de l'unité de production.

Le contrôle physicochimique consiste à évaluer les propriétés physiques et chimiques des blés tels que Poids spécifiques, la teneur en humidité, Taux d'affleurement, Taux de cendre Le gluten humide, etc.

Le contrôle microbiologique, quant à lui, vise à évaluer la présence de micro-organismes, tels les moisissures notamment *Clostridium sulfite réducteur*, dans le blé. Cela permet de mesurer l'hygiène et la qualité microbiologique des produits, afin de prévenir les risques liés à la contamination microbiologique et de garantir la sécurité alimentaire.

L'objectif est de s'assurer que les produits répondent aux normes de qualité établies et qu'ils sont sécuritaires et bénéfiques pour les consommateurs.

La méthodologie de travail adoptée dans cette étude, est récapitulée dans la figure suivante :



## Chapitre IV: Matériel et méthodes

---

### Figure 24 Méthodologie de travail adoptée dans cette étude

#### 4.2.1. Matériels biologique

L'usine MOULA Agro Dive, fond recours a du blé dur et du blé tendre d'origine à la fois locale et importée. Voici les proportions utilisées :

- Blé dur utilisé : 50% d'origine locale et 50% d'origine importée.
- Blé tendre utilisé : 50% d'origine locale et 50% d'origine importée.
- Semoule issue de blé dur : 50% d'origine locale et 50% d'origine importée.
- Farine issue de blé tendre : 50% d'origine locale et 50% d'origine importée.

#### 4.2.2. Matériels non biologique :

Nous avons utilisées plusieurs matériels tel que. : (Voir annexe1)

Etuve, Dessiccateur, Etuve, Broyeur, Balance.

#### 4.3. Méthodes :

##### 4.3.1. Echantillonnage

Dans notre étude, nous avons effectué des prélèvements des quatre types de produits (cinq échantillons distincts de chaque type de produit soumis à des analyses spécifiques), à savoir le blé dur (1,5 kg), la semoule (0,5kg), le blé tendre (1,5 kg), et la farine(0,5kg). L'échantillonnage a consisté à prélever des échantillons représentatifs de chaque produit afin de les analyser et d'évaluer leur qualité. Cela permet également de réduire les erreurs expérimentales et d'obtenir une estimation plus précise des caractéristiques physico-chimiques ou microbiologiques des produits étudiés.

Ce nombre d'échantillons permettent d'obtenir des informations sur les caractéristiques physico-chimiques et microbiologiques des produits, conformément à nos objectifs de contrôle de la qualité et d'obtenir des données statistiquement significatives.

##### 4.3.2. Analyse physico-chimique

###### 4.3.2.1. Analyses effectuées sur les grains

###### 4.3.2.1.1. Le poids spécifique : (ISO 7971-1.2 et 3/NA 613/1990)

Le poids spécifique est une mesure qui correspond à la masse des grains de blé dur contenus dans un hectolitre de grains, y compris les impuretés et l'air interstitiel. Cette mesure remonte à une époque où la qualité des grains était évaluée en fonction de leur volume, également appelé la masse à l'hectolitre. Le poids spécifique revêt un intérêt commercial, car il permet d'évaluer la densité des grains et peut influencer leur valeur marchande.

L'utilisation du Nélima-litre (220class wark) permet de mesurer le poids spécifique de manière précise et reproductible. L'appareil est conçu pour contenir un volume spécifique de grains,

## Chapitre IV: Matériel et méthodes

---

généralement un hectolitre, et pour éliminer les impuretés et l'air interstitiel. En mesurant la masse des grains contenus dans cet hectolitre, on obtient le poids spécifique du blé.

### Principe :

Dans la pratique, la masse à hectolitre est la masse de grains mesurés en kg, elle est calculée à partir de la masse d'un litre (Nélima-litre) pour le blé dur et tendre sur un échantillon débarrassé manuellement de grosse impureté.



Figure 25 : Appareil de Nélima– litre.

### 4.4.2.1.2. Taux de cendre : (Norme : ISO 2171)

On entend Par (cendres) le résidu de l'incinération du produit à analyser dans la condition décrite dans la présente méthode.

### Principe :

Mettre le produit à analyser, préalablement broyé de besoin, dans un four à moufle à  $900\text{C}^{\circ} \pm 25\text{C}^{\circ}$  jusqu'à ce que le résidu incombustible ait une fois refroidi un aspect blanc.

Le taux de cendres étant exprimé par rapport à la matière sèche, il faut déterminer parallèlement la teneur en eau du produit à analyser.

### Réactif

.Alcool éthylique à 90%

### Appareillage

- . Balance analytique
- . Four à moufle électrique à  $900 \pm 25\text{C}^{\circ}$  (MLT 700) de Marque BUHLER-MIAG
- .Capsules d'incinération en platine de référence, en quartz ou en porcelaine
- .Dessiccateur contenant de l'anhydride phosphorique

### Mode opératoire

A/ Nettoyage des capsules

Les capsules d'incinération peuvent être nettoyées après chaque usage par édition dans HCL à différentes concentration selon la nature des capsules (en platine dans HCL 5%)

## Chapitre IV: Matériel et méthodes

---

### B/Pré-incinération

Immédiatement avant usage, les capsules bien propres sont calcinées au four ou sur un bec de gaz (pour détruite la matière organique restant à l'intérieur, ou sur les parois) et refroidies complètement dans un dessiccateur.

- Ne jamais se servir des capsules conservées à l'air libre

- Ne retirer ces capsules du dessiccateur qu'au demie moment c'est-à-dire une fois qu'elles ont pris la température ambiante et que tout est prêt pour utilisation, chaque capsule attend son tour d'utilisation dans le dessiccateur tenu hermétiquement fermé en dehors des prélèvements

- prendre les capsules à l'aide de la pince, les peser vides, puis ajouter 5 grammes de produit (farine ou semoule) en répartissant de façon uniforme et en évitant de le tasser à la cuillère (risque de projection de charbon).

P1 : poids de la capsule vide

P2 : poids de la capsule vide + 5 grammes de produit

### C/ Incinération

Dans le but d'obtenir une incinération uniforme, il faut mouiller la prise d'essai avec 1 à 2ml d'alcool éthylique distillé, peu avant l'incinération. Ceci permet aussi d'éviter l'autoallumage dont l'effet explosif soulève et déplace la matière hors des capsules. La porte du four ouvert, les capsules sont prises en place à l'entrée du four (le four étant chauffé à l'avance à 900 C°. Lorsque la porte du four est fermée un courant d'air suffisant doit être maintenu, mais il ne doit pas être trop pour entraîner la matière hors des capsules pour suivre l'incinération à 900 C° jusqu'à obtention d'un blanc après refroidissement ; opération qui dure deux heures en principe. Ainsi, les cendres qui étaient floconneuse et avides d'eau sont transformées en une masse vitreuse peu hygroscopique et ainsi, il n'a y aura pas de reprises d'humidité avant la pesée.

L'incinération terminée, mettre les capsules à refroidir sur une plaque pendant une minute, puis dans le dessiccateur. Fermer le dessiccateur et ne peser que lorsque les capsules ont pris la température ambiante (au bout de 30 minutes environ). Les capsules doivent être manipulées avec la pince, cependant éviter tout contact de la pince avec les cendres.

P3 : poids de la capsule + cendre.

### Expression des résultats

Le poids des cendres est d'abord calculé en pourcentage de matière humide, puis rapporté à la matière sèche. Le taux de cendres correspond à la proportion de cendres fournie par cent (100) parties de matière sèche.

P1: poids de la capsule vide

## Chapitre IV: Matériel et méthodes

---

P2: poids de la capsule vide + 5 grammes de produit.

Pourcentage de cendres par rapport à la matière telle quelle

$$(m_1 - m_1/5) \cdot 100 / (100 - h)$$



Figure 26 : Appareil de Fourre à moufle MLT 700.

### 4.4.2.2. Analyses physico-chimiques effectuées sur la semoule et la farine

#### 4.4.2.2.1. Méthode de détermination de taux d'humidité : ISO 712

Étuve **BRABENDRE** permet de déterminer le taux d'humidité de tous les types de produit comme le grain, la semoule, etc.

**Alimentation électrique** 220V, 50HZ, 5A.

#### 1-Principe :

La teneur en eau est la perte de masse exprimée en pourcentage effectuée pendant 2h, dans une étuve réglée à 130- 133 C à la pression atmosphérique jusqu'à obtention d'un poids constants.

#### 2-Matériels :

- Balance automatique d'une précision de 0.1 % comprise dans l'appareil.
- Étuve Brabender.
- Vase métallique.

#### 3-Mode opération :

- Peser 10 G à 0.01 % près de farine extraite de blé tendre.
- Mettre 10 G dans un vase après avoir équilibré la balance qui vient avec étuve,
- Manipuler les vases avec une pince.
- Le plateau doit toujours être tourné lentement et dans le sens des aiguilles d'une montre.
- pour éviter les projections qui sont une source d'erreur.

#### 4-La lecture :

## Chapitre IV: Matériel et méthodes

---

Eclairer la balance à l'aide de l'interrupteur placé en bas à droite cette interruption à un double rôle :

- Mise en route du chauffage à air chaud.
- Eclairage de la balance

Ces deux fonctions ne pouvant avoir lieu simultanément pour Peser, il faut éclairer la balance, donc arrêter la ventilation ce qui diminue l'influence de la pression d'air sur la pesée.

- Abaisser le levier de la balance et faire la lecture du pourcentage d'humidité.
- Pousser le levier vers le haut et faire la lecture après avoir fait tourner le plateau.



**Figure 27 : Etuve BRABENDER.**

### 4.4.2.2.2. *Méthode de dosage de gluten* : ISO21415 NA735 NA736.

#### **Principe**

Le gluten sec représente la fraction insoluble d'un pàton de farine recueillie, sous un filet d'eau par malaxage essorage et séchage le gluten comprend les protéides insolubles de la farine, augmentée d'un reste de substance non azotées (grasses, minérales, etc)

Ce dosage constitue un moyen approximatif simple d'appréciation de la quantité et de la qualité des protéides insolubles ; il permet de détecter des altérations que ne révèlent pas les analyses chimiques. Bien que sur le plan quantitatif la teneur en protéines donne des résultats plus précis et plus reproductibles, la détermination du gluten reste encore utilisée en particulier pour le blé.

#### **Appareillage et réactif**

##### A-Réactif

- Eau salée à 2.5% cette solution doit être utilisée à une température comprise entre 18 et 22

##### B-Appareillage

- Tamis de toile de cuivre.
- Mortier en porcelaine.

## Chapitre IV: Matériel et méthodes

- Glutamique.
- Plaque en Nickel.

### Mode opératoire

Pour évaluer la capacité d'hydratation du gluten, les étapes suivantes ont été suivies. Tout d'abord, 10 g de farine ont été pesés avec précision. Ensuite, la farine a été déposée dans un tamis. Quelques gouttes d'eau du robinet ont été ajoutées à la farine dans le tamis. Ensuite, le petit tamis contenant le mélange a été placé dans un appareil de pétrissage, et celui-ci a été mis en marche pour pétrir la pâte. Le gluten a été lavé avec de l'eau du robinet jusqu'à ce que l'eau devienne blanche. À ce stade, la pâte obtenue a été pesée afin de déterminer le poids du gluten humide. Le gluten ainsi essoré a été déposé sur une plaque en nickel, puis cette plaque a été placée dans une étuve réglée à une température de 110-115°C pour permettre au gluten de sécher. Une fois sec, le gluten a été pesé à nouveau pour obtenir le poids du gluten sec. Ces résultats seront utilisés pour calculer la capacité d'hydratation du gluten selon une équation spécifique.

$$\text{Capacité d'hydratation du} = (\text{Gluten humide} - \text{gluten sec}) * 100 / \text{Gluten humide}$$

### Expression des résultats

De vue quantitative, pour la farine du blé tendre le gluten sec est de l'ordre de 8 à 12% et nul pour la farine.



Figure26 : méthode de détermination du gluten

#### 4.4.2.2.3. Méthode détermination de taux de granulation (NA 1828/ NA 6447)

**Plansichter** permet de détermination le taux d'affleurement de la semoule et la farine

#### Principe

La détermination du taux d'affleurement est réalisée à l'aide d'un plansichter possédant un tamis à 155µm d'ouverture des mailles. Les taux d'affleurement sont la quantité de farine ou de semoule

## **Chapitre IV: Matériel et méthodes**

---

extraite ou refusée par un tamis dont l'ouverture de maille est choisie en fonction de finesse du produit à considérer

### **Matériels**

Plansichter de laboratoire

Tamis en nylon ou soie

Balance analytique

### **Mode opératoire**

Pour réaliser le processus de tamisage, suivez les étapes suivantes. Commencez par introduire 100 g de farine dans le tamis. Ensuite, placez 2 ou 3 petites boules de caoutchouc dans chaque tamis. Ces boules de caoutchouc serviront à nettoyer les garnitures et à créer le diagramme de la surface de blutage. Fermez le tamis en le recouvrant avec son couvercle, puis fixez une boîte réceptrice inférieure en utilisant votre main droite. Maintenant, imprimez un mouvement au tamis en utilisant votre main gauche pour tenir le cadre du tamis avec un doigt. Répétez ce cycle de mouvement pendant 5 à 15 minutes.

Après cela, ouvrez les tamis et procédez au passage des refus de chaque tamis. Assurez-vous que les particules qui restent coincées entre les mailles du tamis sont détachées et pesez-les. Ces particules sont considérées comme des refus. Veillez à effectuer cette opération pendant au moins 25 minutes pour éviter la pulvérisation du produit par frottement sur les tamis.

Il est important de suivre ces étapes avec précision pour obtenir des résultats de tamisage fiables et précis.

### **Expression des résultats**

Farine courante (production)=100% d'extraction sur tamis N° 7xx ù

Farine courante (sassage) = 100% d'extraction sur tamis N° 7xx ù

La granulation d'un produit dépend de plusieurs facteurs qui sont

.La nature du blé et de son humidité avant la mouture

.Le taux d'extraction

.Les différents appareils de mouture





**Figure 28 : appareille de plansichter**

### **4.4.3. Analyses microbiologiques**

Les analyses microbiologiques visent le contrôle des aliments du point de vue présence ou absence des micro-organismes. Elles se font par isolement des micro-organismes du substrat solide et les mettre en suspension dans un diluant et les placer après au contact d'un milieu nutritif et dans les conditions favorables de développement (humidité et température)

Dans le cas des céréales, les micro-organismes recherchés sont surtout les Moisissures *et Clostridium Sulfito-Réducteur*.

Dans les laboratoires de contrôle de qualité, les analyses microbiologiques se réalisent en trois étapes fondamentales :

- .La préparation des suspensions mères
- .La préparation des dilutions décimales
- .La recherche et le dénombrement des germes

#### **4.4.3.1. Préparation des suspensions mères**

Pour préparer une suspension mère, nous procédons comme suit :

Pour préparer l'échantillon à analyser, suivez les étapes suivantes dans des conditions aseptiques :

1. Préparez un récipient stérile qui sera utilisé pour le broyage de l'échantillon.
2. Introduisez avec précaution 25 g du produit à analyser dans le récipient stérile.
3. Ajoutez environ 70 ml d'Eau Tryptone-sel (TSE) à l'échantillon. Assurez-vous de bien recouvrir l'échantillon avec la solution TSE.
4. Utilisez un dispositif de broyage approprié pour broyer le mélange de produit et de TSE. Ce processus de broyage permettra d'extraire tous les micro-organismes présents dans le produit.
5. Versez la solution obtenue, comprenant l'échantillon broyé et le TSE restant (environ 155 ml), dans un flacon approprié. Assurez-vous de bien homogénéiser la solution en la mélangeant de manière vigoureuse. Cela garantira une meilleure dispersion des micro-organismes dans la solution.

## **Chapitre IV: Matériel et méthodes**

---

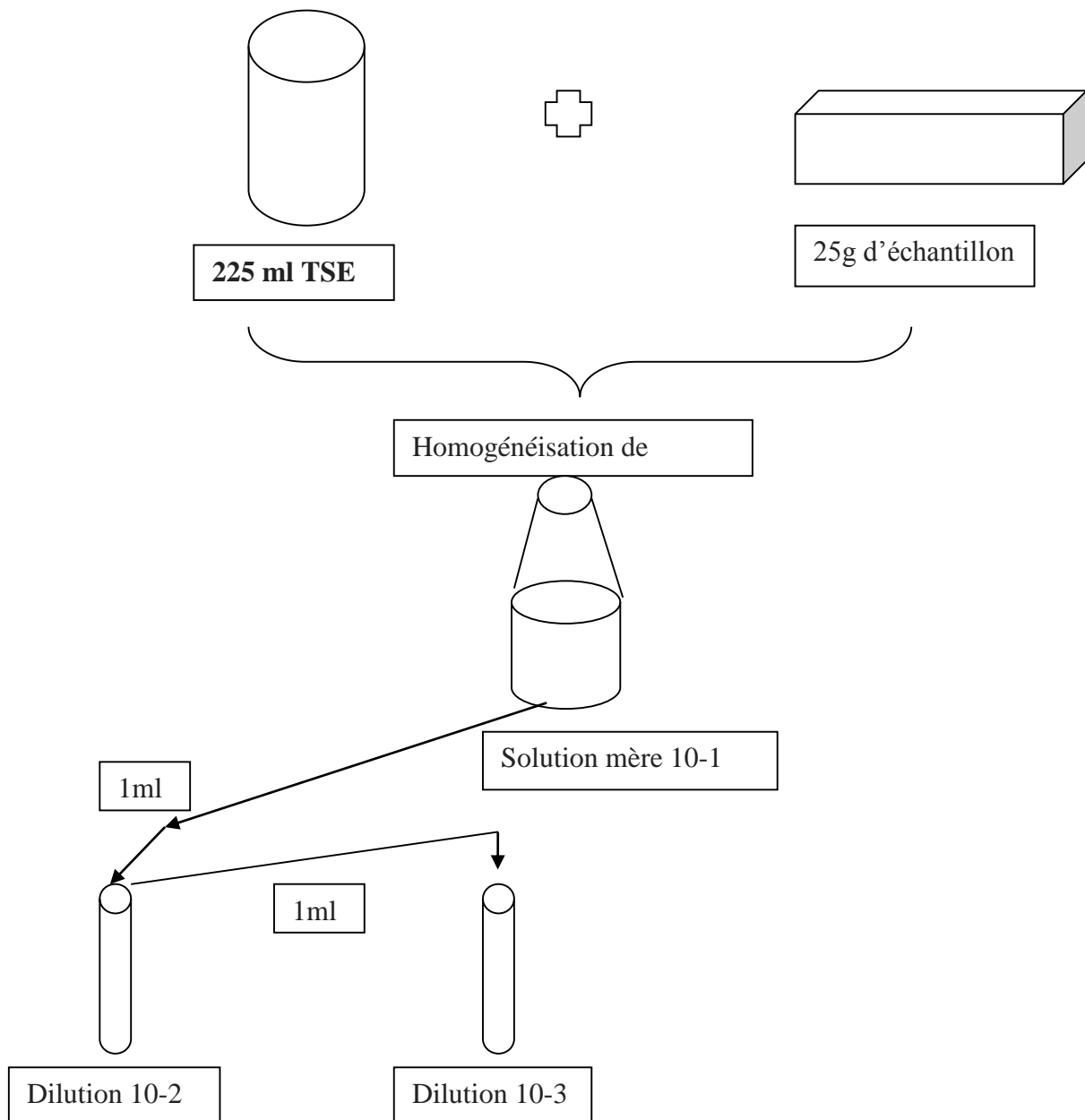
Il est important de maintenir des conditions stériles tout au long de cette procédure afin de prévenir toute contamination croisée et d'obtenir des résultats d'analyse fiables.

### **4.4.3.2. Préparation des dilutions décimales**

La technique de dilution est réalisée de manière aseptique avec un maximum de précision. La préparation des dilutions décimales se déroule comme suit :

1. Préparez une série de tubes stériles, chacun contenant 9 ml d'eau physiologique stérile (TSE).
2. De manière aseptique, à l'aide d'une pipette graduée, prélevez 1 ml de la solution mère (non diluée) et introduisez-le dans le premier tube de la série préparée précédemment. Cela permettra d'obtenir la première dilution, notée 10<sup>-1</sup>.
3. Ensuite, prélevez 1 ml de la dilution 10<sup>-1</sup> et transférez-le dans le deuxième tube de TSE de la série. Cela produira la deuxième dilution, notée 10<sup>-2</sup>. Continuez ce processus de dilution en prélevant 1 ml de la dilution précédente et en le transférant dans le tube suivant de TSE.
4. Répétez les étapes de dilution jusqu'à atteindre la dilution souhaitée. Par exemple, si vous souhaitez obtenir une dilution 10<sup>-4</sup>, vous continuerez à prélever 1 ml de la dilution 10<sup>-3</sup> et à le transférer dans le tube suivant de TSE.

Il est essentiel de maintenir des conditions aseptiques tout au long de ce processus pour éviter toute contamination croisée et assurer la précision des dilutions. Cette méthode de dilution décimale permet de préparer des échantillons avec des concentrations décroissantes pour faciliter les analyses microbiologiques et obtenir des résultats fiables.



29 Figure Préparation de solution mère et les dilutions décimale

### 4.4.3.3. Recherche et dénombrement des moisissures

Les moisissures sont des champignons filamenteux, aérobie, acidophile (pH=3 à 7) et mésophile, se développe sur les aliments à faible activité d'eau.

#### Principe

Pour l'isolement des moisissures, le milieu sélectif utilisé est la gélose glucosée OGA (Oxytétracycline Glucose Yeast Extract Agar), qui est enrichie avec un antibiotique sélectif, l'oxytétracycline. Voici les étapes de préparation du milieu sélectif OGA.

#### Mode opératoire

## Chapitre IV: Matériel et méthodes

---

La préparation du milieu gélosé OGA (Oxytetracycline Glucose Yeast Extract Agar) se déroule comme suit :

1. Fondre préalablement un flacon de gélose OGA conformément aux instructions du fabricant. Généralement, cela implique de chauffer le flacon dans un bain-marie ou en utilisant un autoclave jusqu'à ce que la gélose soit complètement fondue.
2. Une fois la gélose fondue, laissez-la refroidir jusqu'à atteindre une température d'environ 45°C. Il est important de vérifier la température à l'aide d'un thermomètre pour s'assurer qu'elle n'est pas trop élevée.
3. Préparez trois boîtes de Petri stériles. Assurez-vous qu'elles sont propres et exemptes de contamination.
4. Lorsque la gélose atteint la température de 45°C, versez environ 15 à 20 ml de gélose fondue dans chaque boîte de Petri stérile. Veillez à répartir uniformément la gélose dans chaque boîte.
5. Placez les boîtes de Petri contenant la gélose sur une surface plane et horizontale, comme une paillasse de laboratoire.
6. Laissez la gélose se solidifier à température ambiante. Cela peut prendre plusieurs minutes. Assurez-vous que les boîtes de Pétri ne sont pas déplacées ou secouées pendant le processus de solidification.

Une fois que la gélose OGA a complètement solidifié dans les boîtes de Pétri, elles sont prêtes à être utilisées pour les cultures

### **Ensemencement :**

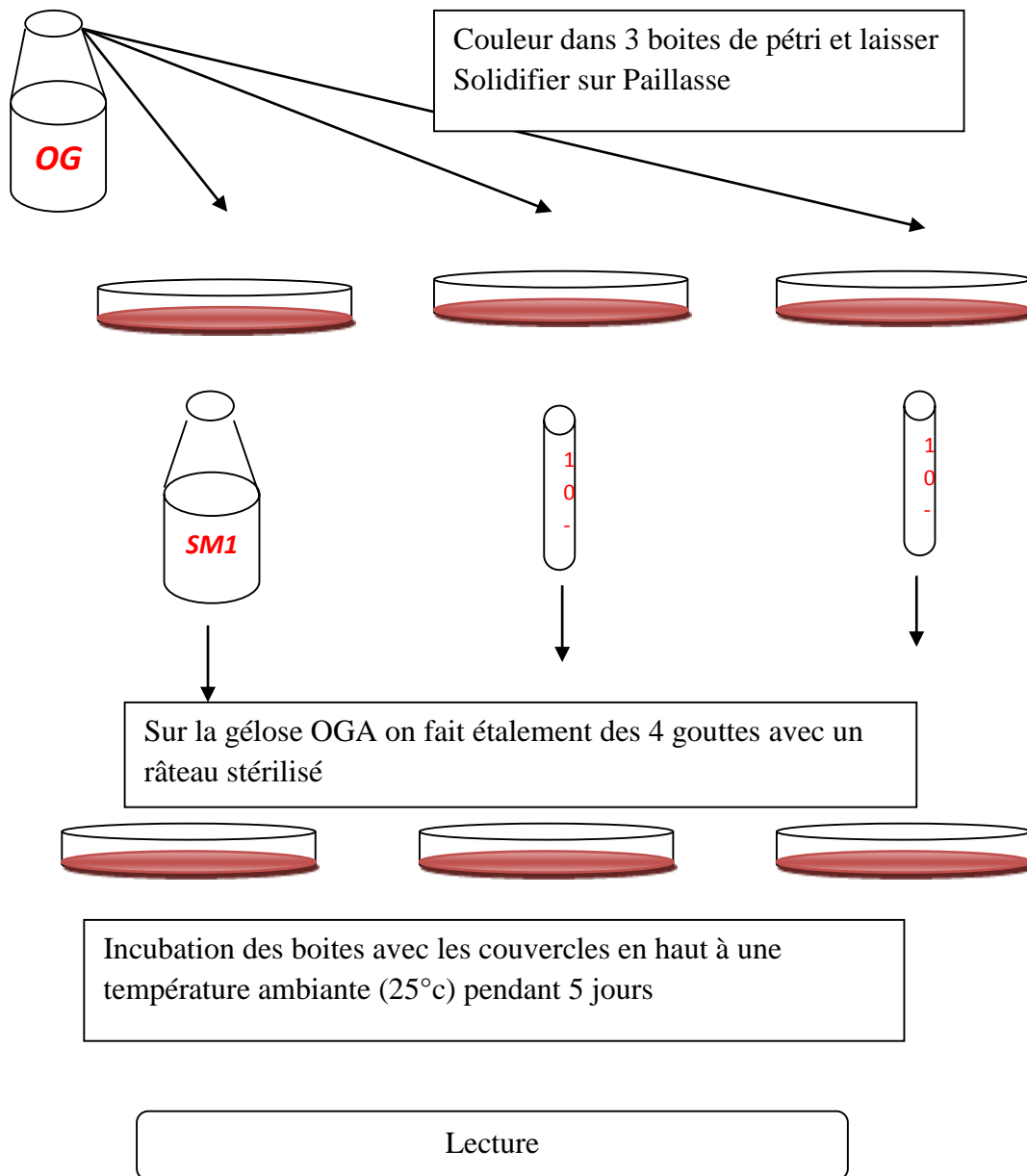
La technique d'ensemencement en surface pour l'isolement des moisissures sur le milieu solide OGA est réalisée de la manière suivante :

1. Préparez des dilutions ( $10^{-1}$ ,  $10^{-2}$ ,  $10^{-3}$ ) de l'échantillon à analyser.
2. Déposez 4 gouttes de chaque dilution sur le milieu solide OGA dans des boîtes de Petri séparées.
3. À l'aide d'un râteau en verre stérile, étalez délicatement les gouttes sur toute la surface du milieu dans chaque boîte. Assurez-vous d'utiliser un râteau en verre stérile pour chaque boîte afin d'éviter toute contamination croisée.
4. Deux autres boîtes de Petri sont utilisées comme témoins, l'une avec du milieu OGA et l'autre avec du milieu TSE. Dans ces boîtes témoins, déposez également 4 gouttes de TSE et étalez-les de la même manière.
5. Incubez toutes les boîtes de Petri à une température de 20-25°C pendant une période de 5 jours. Cela permettra aux colonies de moisissures de se développer.

## Chapitre IV: Matériel et méthodes

- Après l'incubation, procédez à la lecture des boîtes. Observez les colonies qui ont poussé, en tenant compte de leur densité, de leur pigmentation et de leur éventuelle invasivité.
- Pour effectuer le dénombrement des colonies, choisissez les boîtes qui contiennent entre 15 et 300 colonies. Comptez le nombre de colonies présentes et multipliez ce nombre par l'inverse de la dilution utilisée.

Cette méthode permet d'obtenir une estimation du nombre de colonies de moisissures présentes dans l'échantillon initial en utilisant des dilutions en série. La lecture et le dénombrement des colonies permettent d'évaluer la charge microbologique de l'échantillon.



**Figure 30 : Etapes de la recherche des moisissures.**

## Chapitre IV: Matériel et méthodes

---

### 4.4.3.4. Recherche des spores de *Clostridium sulfito-Réducteur*

#### Principe

Les *Clostridium sulfito-réducteur* sont mis en évidence en utilisant la gélose viande foie (VF) à laquelle on ajoute le sulfite de sodium (milieu sélectif des *Clostridium* qui réduisent les sulfites en sulfures) et l'alun de fer qui permettent la formation d'un complexe noir entre le fer et le sulfite réduit par les *Clostridium*

#### Mode opératoire

##### Préparation de la gélose

- Fondre un flacon de gélose de VF, le refroidir dans un bain d'eau à 45°C et ajouter une ampoule d'alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium
- Mélanger soigneusement et aseptiquement

Le milieu est ainsi prêt à l'emploi, mais il faut le maintenir dans une étuve à 45°C jusqu'au moment de l'utilisation

##### Ensemencement

Les tubes contenant les dilutions 10-1, 10-2, 10-3 seront soumis : D'abord à un chauffage dans un bain marie à 80°C pendant 8 à 10 mn. Puis à un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet, dans le but d'éliminer les formes végétatives et garder uniquement les formes sporulées.

- A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis de 16 mm de diamètre, puis ajouter dans chaque tube environ 15 ml de la gélose VF prête à l'emploi.
- Laisser solidifier sur la paillasse pendant 30 mn.

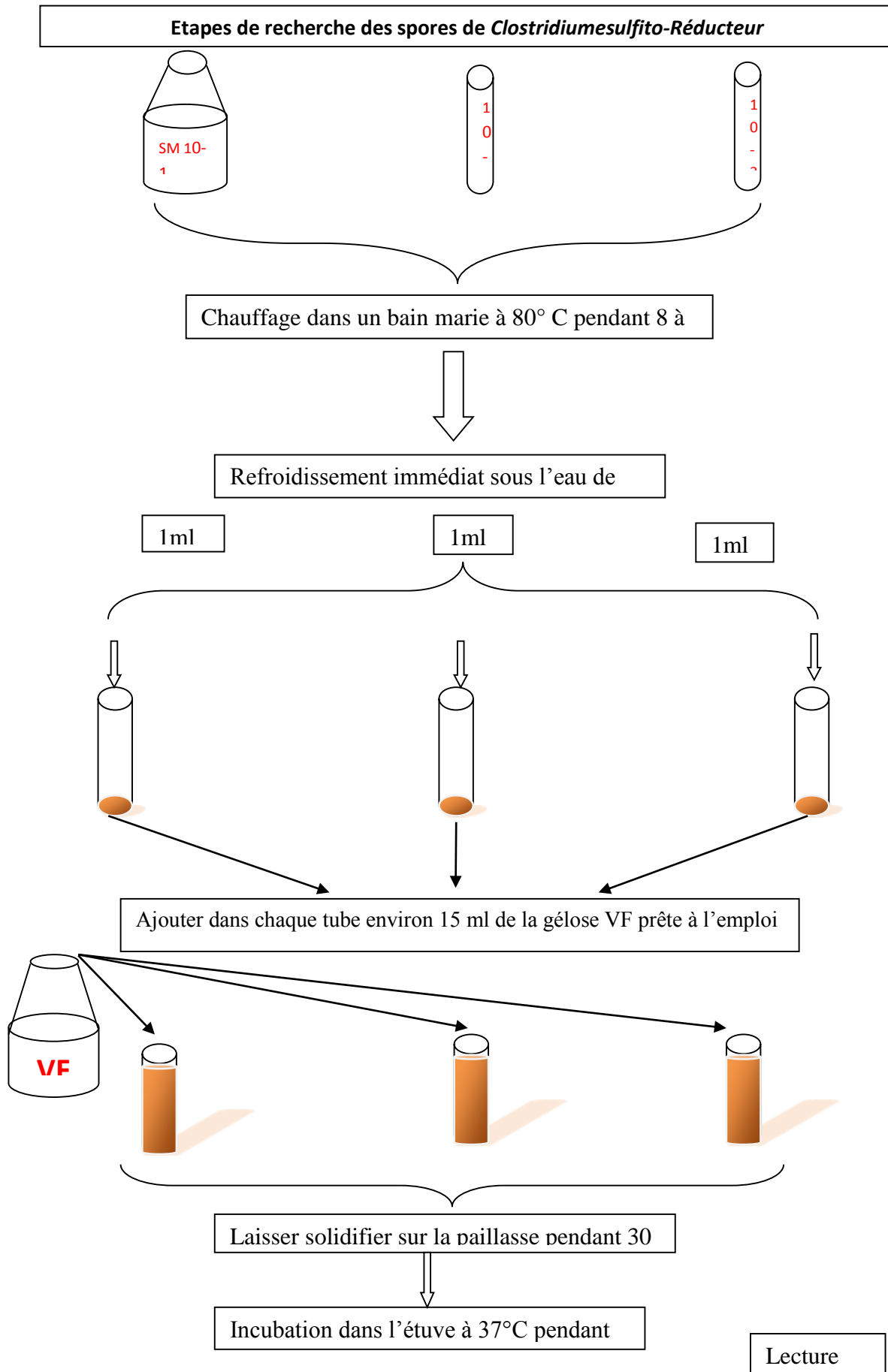
**Incubation :** incuber les tubes à 37°C pendant 16,24 ou 48 heures

**Lecture :** la première lecture doit se faire impérativement à 16 h car :

D'une part les colonies de *Clostridium sulfito-réducteurs* sont envahissantes auquel cas on se trouverait en face d'un tube complètement noir rendant alors l'interprétation difficile voire impossible et l'analyse à refaire.

- D'autre part, il faut absolument repérer toute colonie noire ayant poussé en masse et d'un diamètre supérieur à 0.5 mm .
- Dans le cas où il n'y a pas de colonies caractéristique ré-incuber les tubes et effectuer une deuxième lecture au bout de 24 h voir 48 h\*

## Chapitre IV: Matériel et méthodes



## **Chapitre IV: Matériel et méthodes**

---

**Figure31 Etapes de recherche des spores de Clostridium Sulfite-Réducteur**



# **Chapitre V :**

## **Résultat et discussion**

## Chapitre : Résultat et discussion

## 5.1. Les analyses de blé sec

Tableau 3 : les analyses de blé dur avant l'addition de l'eau

Echantillon	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	Moy	NA
PS Kg/hl	80,70	80,20	80,50	81,40	80,70	80,7	82-85
H%	9,90	10,00	11,00	10,00	9,80	10,14	Max 14,5

La connaissance de l'humidité de grain du blé à ce stade technologique certain, et qui correspond aux modalités de stockage, de séchage et transformation.

Le poids spécifique du blé : Cette mesure peut être utilisée pour évaluer la qualité du blé, notamment sa densité, sa teneur en impuretés et sa capacité de remplissage. Elle peut également être utilisée pour estimer la quantité de farine qui peut être obtenue à partir d'un certain poids de grains de blé.

Le poids spécifique du blé peut varier en fonction de plusieurs facteurs, tels que la variété du blé, les conditions de croissance, la récolte et le stockage. Il peut être influencé par des facteurs tels que l'humidité des grains, la taille des grains et la présence d'impuretés.

Selon les résultats que nous avons obtenus, la moyenne du poids spécifique de 80,7 et la moyenne de la teneur en eau de 10,14 sont conformes aux normes nationales algériennes ISO 2020 et au CODEX STAN 199-1995, qui fixent une valeur maximale de 14,5 % d'humidité. Cette teneur en humidité respecte donc les normes de conservation du blé. Il est important de maintenir une humidité adéquate pour éviter le développement de champignons, qui peuvent nuire à la qualité du blé.

La teneur en humidité du blé peut varier d'une variété à une autre et est influencée par l'environnement et le climat, notamment la quantité de précipitations pendant la période de croissance des plantes et la nature des sols. Des conditions climatiques avec une humidité élevée peuvent favoriser le développement des champignons, ce qui peut entraîner une détérioration de la qualité du blé.

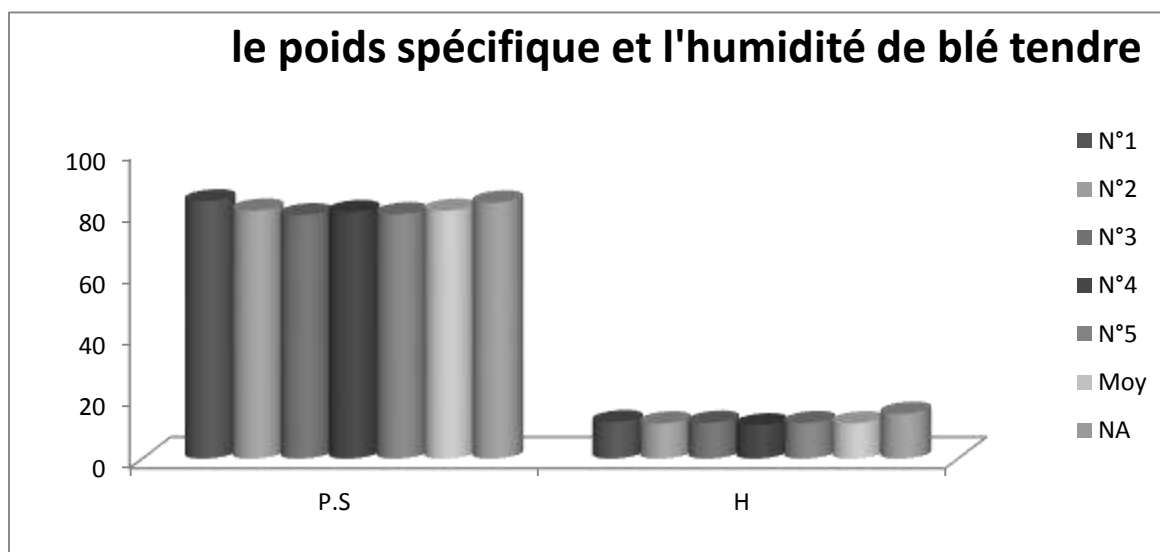
Il est donc important de maintenir une surveillance régulière de l'humidité du blé pendant le stockage afin de prévenir toute augmentation excessive de l'humidité, qui pourrait favoriser la croissance de champignons et entraîner des altérations du produit. Des mesures de contrôle de l'humidité, telles que le séchage approprié du blé et un stockage adéquat dans des conditions de température et d'humidité contrôlées, peuvent contribuer à préserver la qualité du blé à long terme.

Il est recommandé de suivre les bonnes pratiques de conservation du blé, y compris le contrôle régulier de l'humidité, pour assurer une qualité optimale et prévenir les altérations indésirables.

**5.1.2. Les analyses de blé tendre : Résultats de poids spécifique et Humidité de blé tendre :**

**Tableau 4 : les résultats de blé tendre avant l'addition d'eau**

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	Moy	NA
PS Kg/hl	<b>83,40</b>	<b>80,40</b>	<b>78,90</b>	<b>79,90</b>	<b>79,20</b>	<b>80,36</b>	<b>80-83</b>
H %	<b>11,80</b>	<b>11,80</b>	<b>11,40</b>	<b>10,80</b>	<b>11,50</b>	<b>11,42</b>	<b>&lt;14,5</b>



**Interprétation :**

Le tableau montre la teneur en eau du blé tendre dans 5 échantillons :

D'après les résultats que nous avons obtenus, la teneur moyenne en eau 11,42 est conforme aux normes nationales algériennes JOU-1992 et le poids spécifique moyen 80,63 est conforme aux normes ISO-2020.

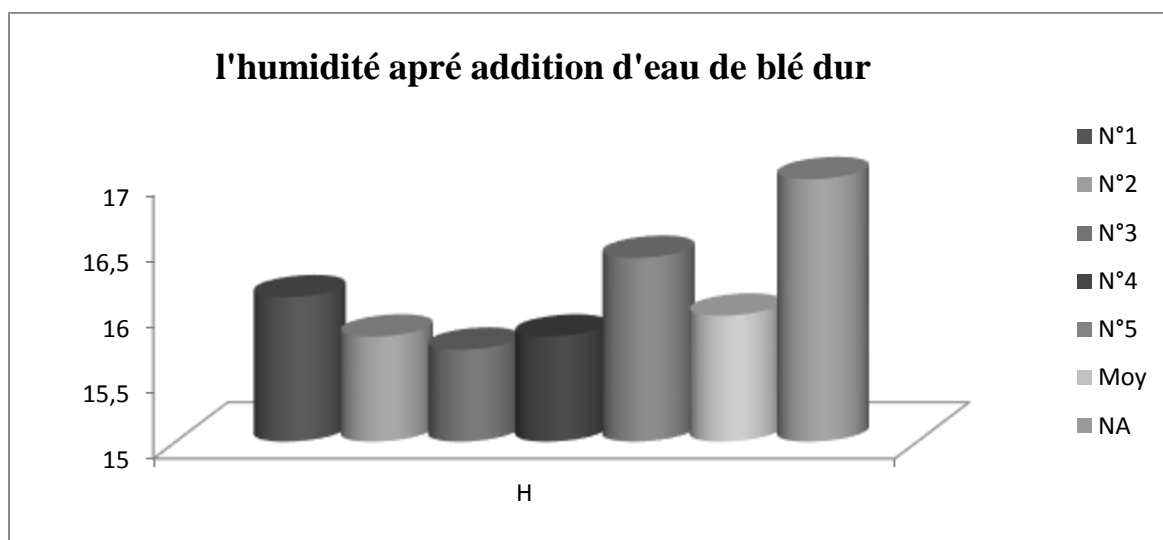
**5.2. Les analyses de blé sec après addition d'eau :**

**5.2.1. Les analyses de blé dur :**

Résultats d'Humidité de blé dure :

**Tableau 5 : l'humidité de blé dur après l'addition d'eau**

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	Moyenne	NA
H %	<b>16,10</b>	<b>15,80</b>	<b>15,70</b>	<b>15,80</b>	<b>16,40</b>	<b>15,96</b>	<b>Max 17</b>



L'ours du broyage du blé, l'humidité doit être d'environ 16 %. Le but de ce procédé est de faciliter le processus de broyage, de ramollir les enveloppes de grain et de faciliter la séparation de l'endosperme du son (Naoufal, 2008). Pour cela, trois critères doivent être suivies : la quantité d'eau ajoutée et la température ou le temps de repos du blé (Salmi&Safia, 2015).

### Interprétation

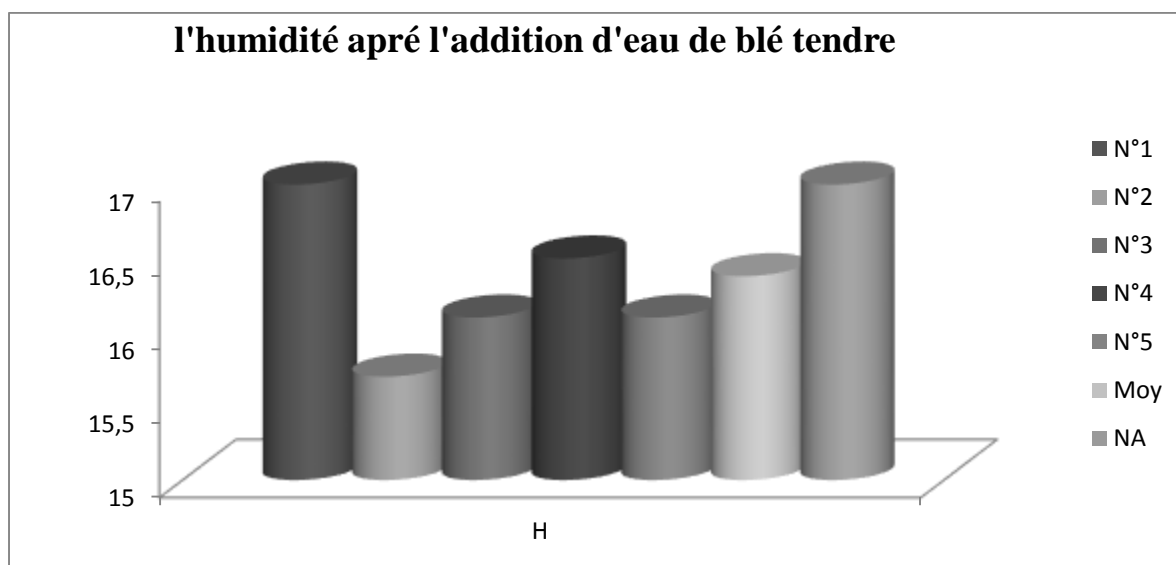
D'après les résultats que nous avons obtenus, la teneur moyenne en eau 15,96 après l'addition de l'eau est conforme aux normes nationales algériennes JOU-2007.

### 5.2.2. Les analyses de blé tendre :

Résultats d'Humidité de blé tendre :

**Tableau 6 : l'humidité de blé tendre après l'addition d'eau**

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	Moy	NA
<b>H</b>	17,5	15,7	16,5	16,10	16,10	16,38	15-16.5



**Interprétation :**

Le tableau montre la teneur en eau du blé tendre après addition d'eau dans 5 échantillons :

D'après les résultats que nous avons obtenus, la teneur moyenne en eau 16,38 est conforme aux normes nationales algériennes JOU-2007.

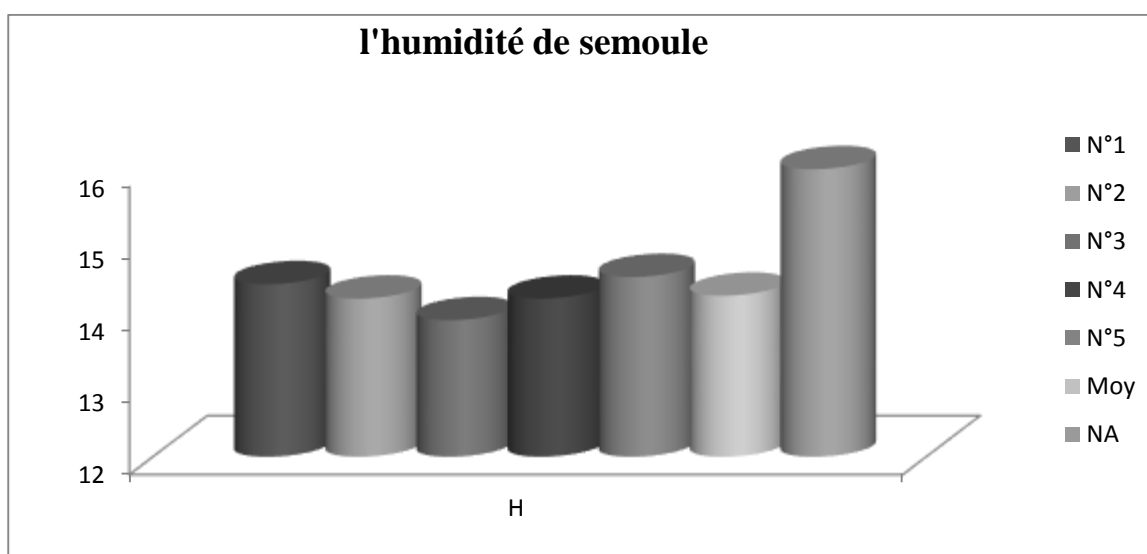
**5.3. Analyse physico-chimique de production de la semoule et la farine.**

**5.3.1. Analyse physico-chimique de la semoule :**

**5.3.1.1. Résultats de la teneur en eau des semoules :**

**Tableau 7 : résultat d'humidité de semoule**

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	Moy	NA
<b>H%</b>	<b>14,40</b>	<b>14,20</b>	<b>13,90</b>	<b>14,20</b>	<b>14,50</b>	<b>14,24</b>	<b>Max 16%</b>



Les teneurs moyennes en eau enregistrées dans nos échantillons de la semoule est de 14,24%. Ce résultat est conforme aux normes algériennes CODEX-1991, qui établissent des critères de qualité pour la semoule.

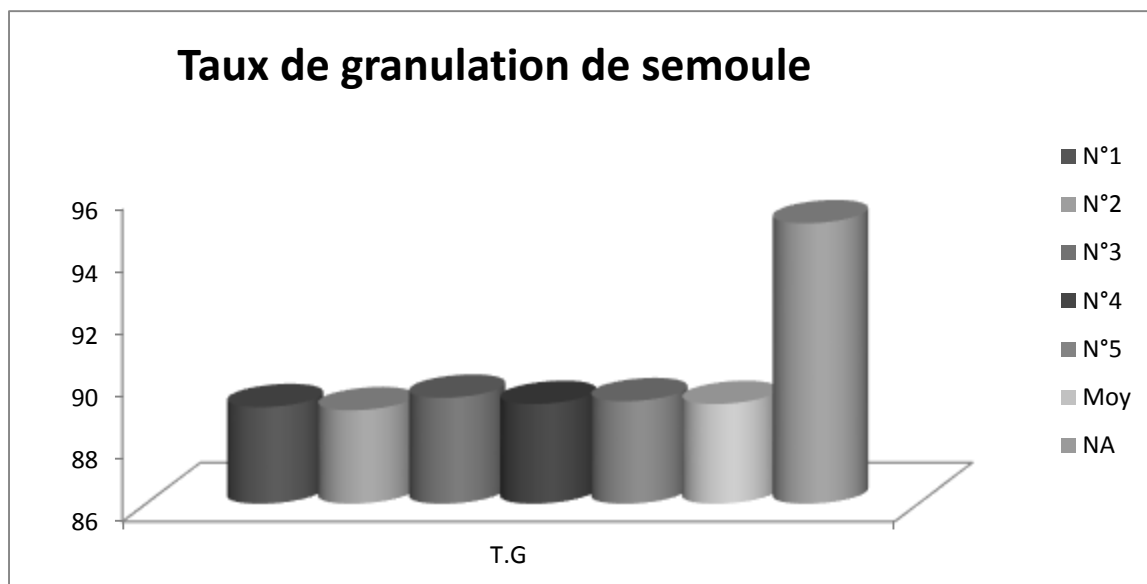
La teneur en eau de la semoule est un paramètre important du point de vue technologique, car elle influence les propriétés de la pâte et sa capacité à retenir l'humidité. Une teneur en eau adéquate est nécessaire pour obtenir les taux d'hydratation souhaités de la pâte et pour assurer ses caractéristiques rhéologiques appropriées. Une teneur en eau trop élevée ou trop faible peut avoir un impact négatif sur la qualité de la pâte et des produits finis.

De plus, le contrôle de l'humidité est important pour prévenir la détérioration de la semoule pendant l'emballage et le stockage. Une teneur en eau correcte contribue à réduire les risques de contamination microbienne, et garantit une meilleure stabilité et durée de conservation de la semoule.

#### 5.3.1.2. Résultats de la granulométrie des semoules :

**Tableau 8 : résultat de la granulation de semoule**

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	Moy	NA
<b>TG</b>	<b>89.10</b>	<b>89,00</b>	<b>89,40</b>	<b>89,20</b>	<b>89,29</b>	<b>89,20</b>	<b>&gt;95</b>



D'après les résultats mentionnés, le taux d'extraction de la semoule panifiable au tamis en nylon (200 µm) est de 89,20%. Ce taux est légèrement inférieur à la norme maximale de 95%, mais il est conforme à la norme algérienne Codex Alimentarius.

La granulométrie, c'est-à-dire la taille des particules, peut jouer un rôle important dans la qualité du produit fini. En général, plus la granulométrie des particules est réduite, plus la quantité et la vitesse d'absorption d'eau augmentent. Cela peut avoir un impact sur les caractéristiques de cuisson et de texture de la semoule.

Le taux d'affleurement, c'est-à-dire la proportion de semoule obtenue par rapport à la quantité totale de blé moulu, dépend principalement du processus de mouture utilisé. La conduite de la mouture, y compris les réglages des machines et les techniques utilisées, peut influencer le taux d'affleurement et donc la qualité de la semoule obtenue.

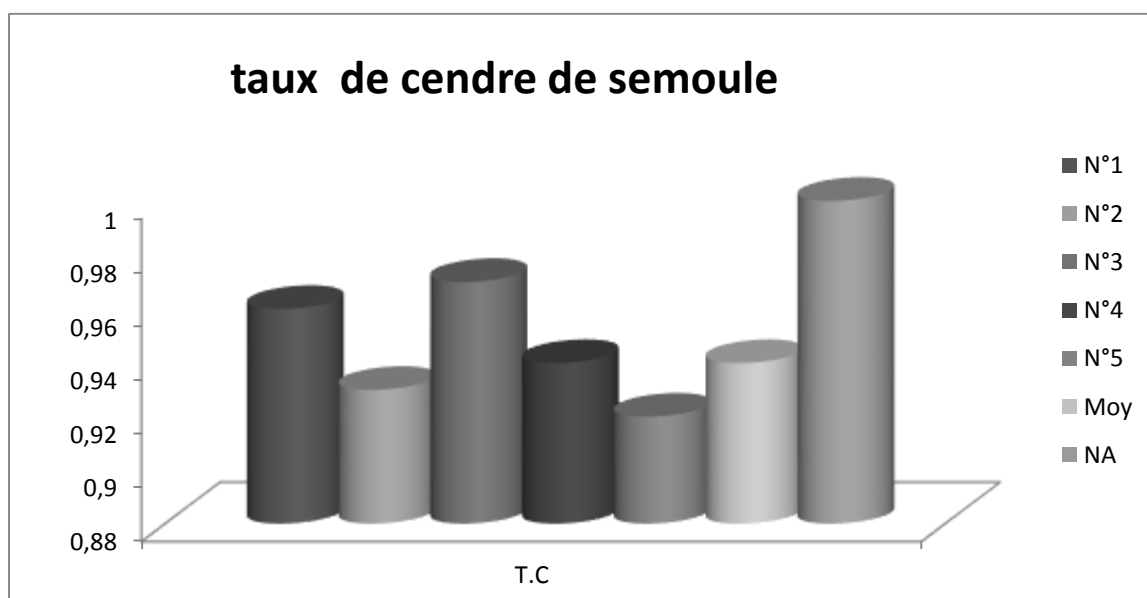
Il est important de maintenir un contrôle de la granulométrie et du taux d'affleurement lors du processus de mouture afin d'obtenir une semoule de haute qualité. Des ajustements appropriés peuvent être nécessaires pour atteindre les spécifications souhaitées en termes de granulométrie et de taux d'affleurement.

Il convient également de noter que la conformité aux normes réglementaires, telles que la norme algérienne Codex Alimentarius, est importante pour garantir la qualité et la sécurité des produits alimentaires destinés à la consommation.

**5.3.1.3. Résultats du taux de cendres des semoules :**

**Tableau 9 : résultat de taux de cendre de semoule**

	N°1	N°2	N°3	N°4	N°5	Moy	NA
TC	<b>0,96</b>	<b>0,93</b>	<b>0,97</b>	<b>0,94</b>	<b>0,92</b>	<b>0,94</b>	<b>≤1</b>



Effectivement, la teneur en cendres d'une farine ou d'une semoule est souvent considérée comme un critère important de pureté et de qualité du produit. Les cendres correspondent aux minéraux et aux résidus minéraux présents dans la farine ou la semoule, et leur quantité peut être utilisée comme indication de la présence de matières étrangères ou d'impuretés.

Selon les résultats mentionnés, le taux moyen de cendres est de 0,94. Cette valeur est conforme aux normes algériennes JOU-2007, qui fixent certaines limites acceptables pour la teneur en cendres des produits céréaliers.

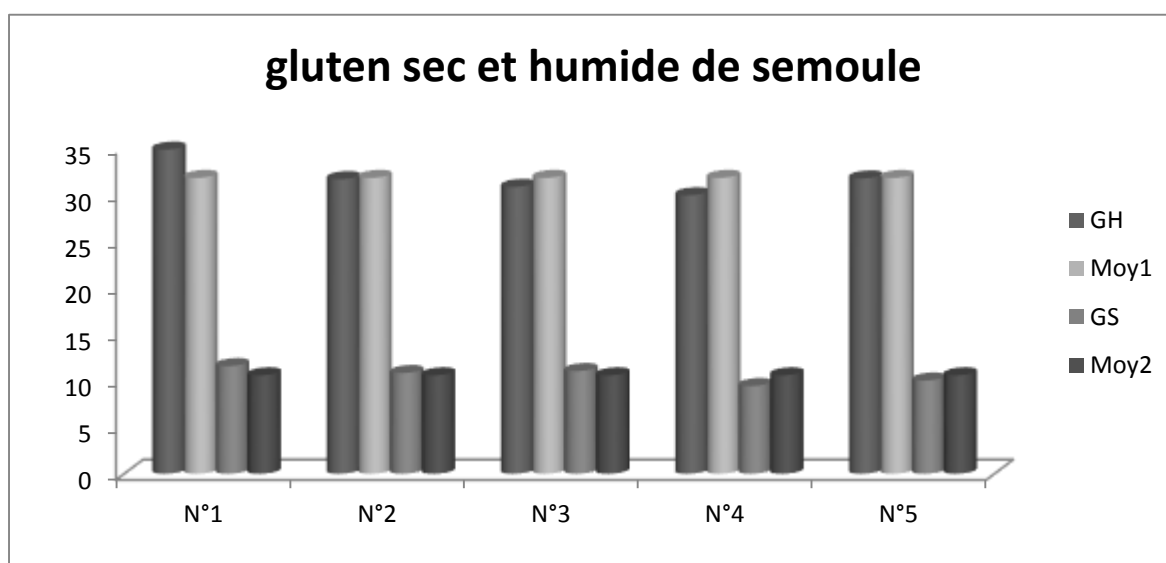
Il est important de noter que la teneur en cendres peut varier en fonction de différents facteurs tels que la variété de blé utilisée, les conditions de culture, les procédés de transformation et les méthodes d'analyse. Par conséquent, il est essentiel de se référer aux normes nationales ou internationales appropriées pour évaluer la conformité d'un échantillon spécifique.

**5.3.1.4. Taux de gluten:**

Résultats du gluten sec et humide des semoules.

**Tableau 10 : résultat de taux de gluten sec et humide des semoules**

	GH	Moy( %)	GS	Moy( %)
N°1	34,84		11,57	
N°2	31,66	<b>31,8</b>	10,83	<b>10,58</b>
N°3	30,83		11,04	
N°4	29,93		9,43	
N°5	31,74		10,02	





L'évaluation de la qualité et de la quantité de gluten revêt un intérêt principalement technique. Le gluten est une fraction insoluble des protéines qui joue un rôle crucial dans la formation d'un réseau viscoélastique. Cette propriété influence la texture et la viscosité de la pâte, ce qui affecte le comportement lors de la fabrication et la qualité du produit final, qu'il s'agisse de pain, de biscuits ou d'autres produits à base de pâte.

Le test de gluten peut également être utilisé comme un indicateur de la qualité dans le processus d'amidonnerie, permettant de prédire la performance de la matière première dans la production d'amidon.

Les résultats obtenus pour le taux de gluten humide dans la semoule varient de 29,93% à 34,84%, avec une moyenne de 31,8%. Ces valeurs sont conformes aux normes mentionnées par la réglementation (de 15% à 34%), ce qui indique une qualité acceptable en termes de contenu en gluten humide.

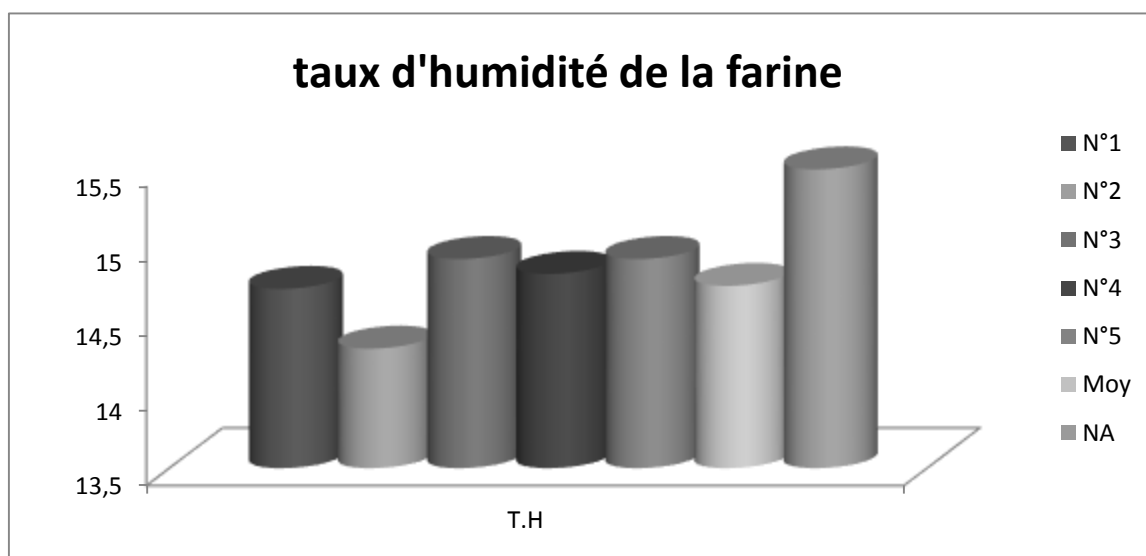
Quant au taux de gluten sec, les résultats obtenus se situent juste en dessous des normes mentionnées. Il est important de noter que les valeurs moyennes peuvent varier en fonction des méthodes d'analyse utilisées et des caractéristiques spécifiques des échantillons testés.

**5.3.2. Analyse physico-chimique de la farine :**

*5.3.2.1. Taux d'humidité*

**Tableau 11 : résultat de taux d'humidité de farine**

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	Moy	NA
<b>H %</b>	<b>14,70</b>	<b>14,30</b>	<b>14,90</b>	<b>14,80</b>	<b>14,90</b>	<b>14,72</b>	<b>Max 15,5</b>



**Interprétation :**

Les résultats obtenus indiquent que la teneur en eau de la farine est conforme aux normes algériennes JOU-2007 et CODEX 1991. Cela signifie que la quantité d'eau présente dans la farine est dans les limites acceptables définies par ces normes.

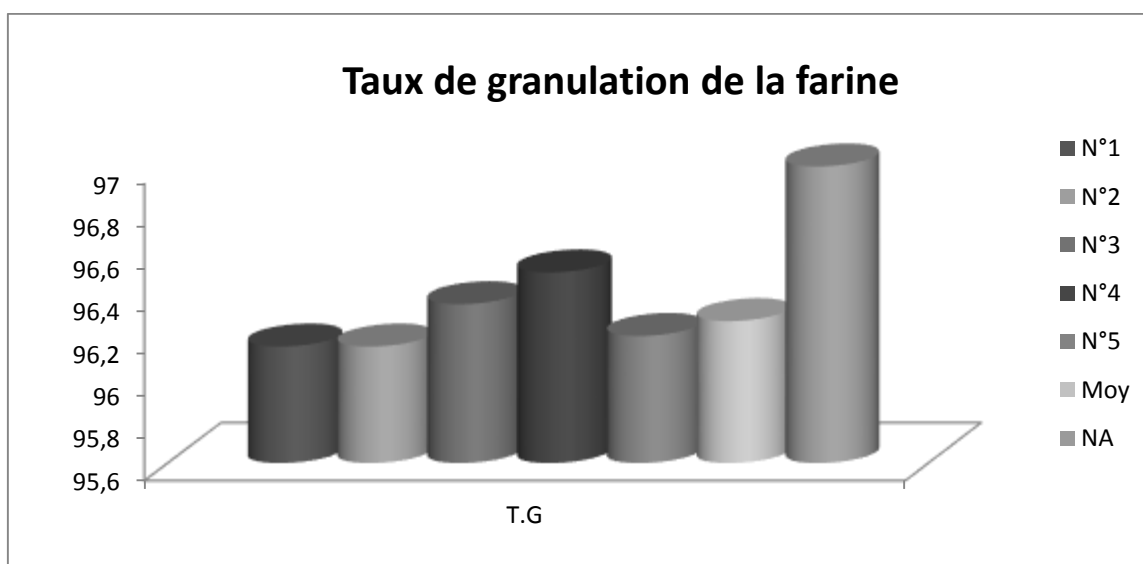
Le contrôle de l'humidité dans la farine est essentiel car il contribue à réduire les risques d'altération pendant le stockage. L'humidité excessive dans la farine peut favoriser la croissance de micro-organismes indésirables tels que les moisissures, ce qui peut entraîner la détérioration de la farine et altérer sa qualité. En maintenant une teneur en eau appropriée, on limite les conditions favorables à la prolifération de ces micro-organismes, ce qui contribue à préserver la qualité de la farine pendant sa conservation.

Il est important de respecter les normes de teneur en eau spécifiées pour assurer la sécurité alimentaire et maintenir la qualité des produits à base de farine.

**5.3.2.2. Taux de granulation**

**Tableau 12 : résultat de taux de granulation de farine**

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	Moy	NA
TG%	96,15	96,15	96,35	96,50	96,20	96,27	MAX 9' >95 %



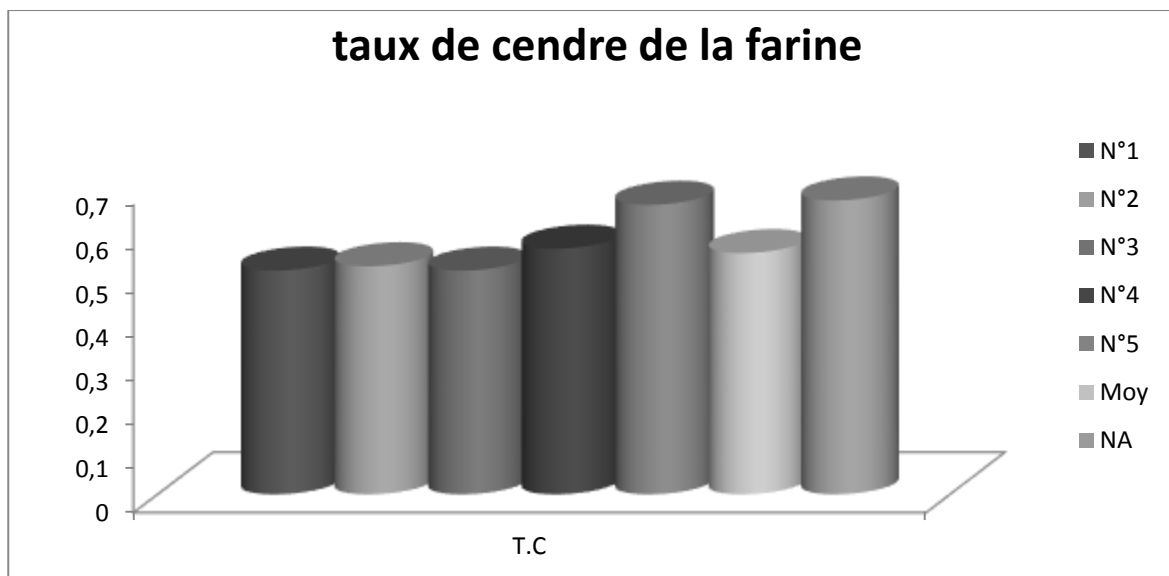
Selon les informations fournies par les nos calculs, le taux d'extraction de la farine panifiable est de 96,27% au tamis métal de 100 microns. Ce résultat est conforme à la norme Algérienne JOU-2007 ainsi qu'au Codex Alimentarius.

Ces normes spécifient les exigences pour le taux d'extraction de la farine panifiable, c'est-à-dire la proportion de farine obtenue à partir de la mouture du blé. Un taux d'extraction de 96,27% signifie que 96,27% du blé utilisé a été transformé en farine panifiable, ce qui est considéré comme conforme aux normes en vigueur.

**5.3.2.3. Taux de cendre**

**Tableau 13 : résultat de taux de cendre de farine**

	N° 1	N° 2	N° 3	N° 4	N° 5	Moyenne	NA
<b>TC%</b>	0,51	0,52	0,51	0,56	0,66	0,55	0,56% -0,67%



**Interprétation :**

Les résultats obtenus révèlent que le taux de cendres moyen enregistré est de 0,55. Cette valeur est conforme aux normes JOU-2007 (Journal Officiel de l'Union européenne) et CODEX Alimentarius.

Le taux de cendres est une mesure utilisée pour évaluer la quantité de minéraux inorganiques présents dans la farine. Ces minéraux proviennent généralement des parties non volatiles des grains utilisés pour produire la farine.

Les normes JOU-2007 et CODEX Alimentarius fixent des limites acceptables pour le taux de cendres dans les produits alimentaires, y compris la farine. Ces normes sont établies pour garantir la qualité et la sécurité des aliments. Un taux de cendres conforme aux normes indique que la farine ne contient pas d'excès de minéraux inorganiques, ce qui est important pour maintenir la qualité des produits à base de farine et garantir leur conformité réglementaire.

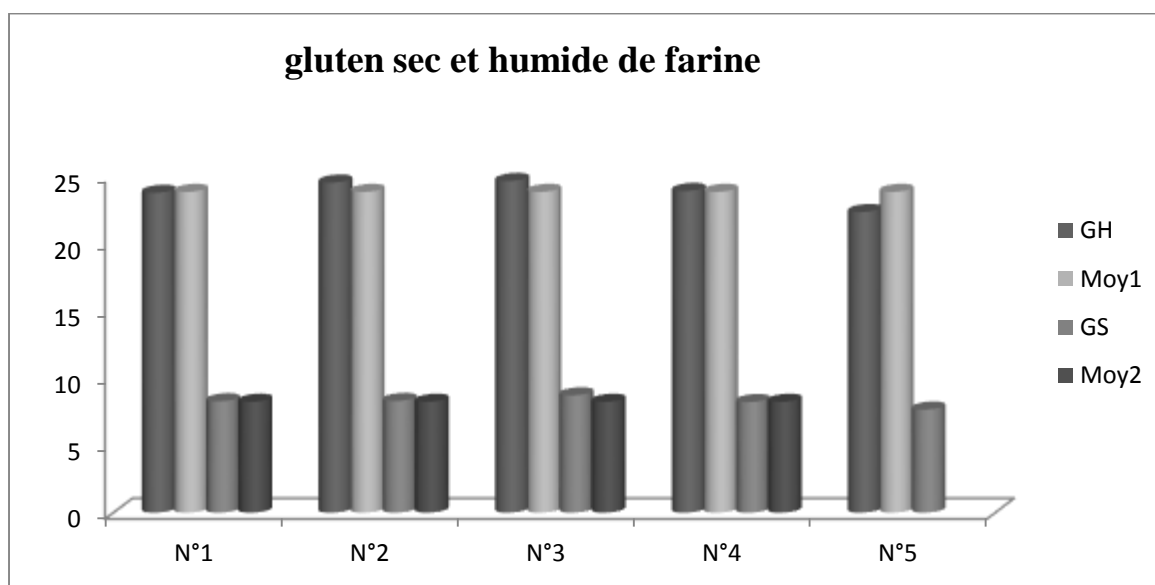
Enregistrer un taux de cendres moyen de 0,55 indique donc que la farine satisfait aux exigences réglementaires en termes de composition et de qualité.

**5.3.2.4. Taux de gluten :**

Les résultats du gluten sec et humide de la farine sont représentés dans le tableau suivant :

**Tableau 14 : résultat de gluten sec et humide de farine**

Echantillons	GH	Moy( %)	GS	Moy( %)
N°1	23,77		8,28	
N°2	24,53		8,30	
N°3	24,65	<b>23,84</b>	8,72	<b>8,24</b>
N°4	23,91		8,22	
N°5	22,34		7,66	



Les résultats obtenus indiquent que le taux de gluten sec est de 8,24% et le taux de gluten humide est de 23,84%. Ces valeurs se situent dans les limites spécifiées par les normes Delachaux 1983, Gresel et al. 2000, ainsi que la référence (JORA N° 85).

Cela signifie que les échantillons de farine respectent les normes en termes de teneur en gluten sec et humide telles que définies par les références mentionnées. Le taux de gluten sec se situe dans la plage acceptable de 8% et est inférieur à la limite maximale de 12%. De même, le taux de gluten humide de 23,84% est conforme à la norme de 27,85%.

Il est important de noter que ces interprétations sont basées sur les normes spécifiques citées (Delachaux 1983, Gresel et al. 2000, et JORA N° 85). Les normes et références peuvent varier en fonction des réglementations et des pays. Par conséquent, il est essentiel de se référer aux normes locales applicables pour une évaluation précise de la teneur en gluten des produits de farine.

#### 5.4.Résultats des analyses microbiologiques de la semoule et de la farine de blé :

Les normes microbiologiques pour les produits de farine et de la semoule comprennent des limites spécifiques pour les levures, les moisissures et la présence de Clostridium sulfito-réducteur (C.S.R.). Voici les limites générales mentionnées dans le (JORA N° 35) :

- Levures et moisissures : inférieur ou égal à 100 colonies formant unités (CFU) par gramme.
- Clostridium sulfito-réducteur (C.S.R.) : inférieur ou égal à 100 CFU par gramme.

Les résultats que nous avons obtenus montrent une absence totale de Clostridium sulfito-réducteur (C.S.R.) dans les 5 échantillons de farine et de semoule. Par contre, une présence de quelques colonies de moisissures et de levures a été détectée, mais elle est inférieure à 15 CFU par gramme dans les deux types de produit (farine et semoule).

Ces résultats indiquent que la qualité microbienne des échantillons de farines et de semoules analysés est considérée comme acceptable ou conforme aux normes mentionnées.

##### 5.4.1. La semoule :

**Tableau 15 : résultat microbiologique de semoule**

Echantillon	moisissures	C . S . R
N°1	Absence	Absence
N°2	Absence	Absence
N°3	Absence	Absence
N°4	Absence	Absence
N°5	Absence	Absence

Il existe plusieurs règles qui doivent être respectées par les fabricants car les organisations internationales (FAO - OMS) insistent sur le respect des règles de sécurité et d'hygiène maximales. C'est la seule garantie pour la santé du consommateur.

Selon la FAO, le contrôle de la qualité des produits ne se fait qu'en évaluant la qualité microbiologique. Et que les micro-organismes sont les facteurs les plus courants responsables des troubles de la santé.

Les céréales et les produits dérivés après broyage sont porteurs d'un grand nombre de différents types de micro-organismes, bactéries, levures et moisissures. FAO-08-31.

#### Les normes :

#### Présences des levures et moisissures et C. S. R dans les produits:

Les résultats que nous avons obtenus montrent l'absence totale de *Clostridium Sulfito-Réducteur* (C.S.R) dans les 5 échantillons de semoule et la présence de quelques colonies de moisissures et de levures inférieur du 15 colonne Ces résultats indiquent une qualité microbienne acceptable ou conforme aux normes JOU.2005

#### 5.4.2. La farine :

Tableau 16 résultat microbiologique de farine

Echantillonne	Les levures et moisissures	C . S . R
N°1	Absence	Absence
N°2	Absence	Absence
N°3	Absence	Absence
N°4	Absence	Absence
N°5	Absence	Absence

#### Les normes :

Les levures et moisissures : inférieur ou égal à 100.

C. S. R : inférieur ou égal à 100.

Les résultats que nous avons obtenus montrent l'absence totale de *Clostridium Sulfito-Réducteur*(C.S.R) dans les 5 échantillons de farine et la présence de quelques colonies de moisissures et de levures mais inférieur de 15. Ces résultats indiquent une qualité microbienne acceptable ou conforme aux normes (JORA N° 35

## Conclusion

---

### Conclusion

L'usine fait une combinaison de blé local et importé pour produire de la semoule et de la farine. Cette approche permet d'obtenir des caractéristiques spécifiques et de répondre aux besoins du marché en termes de qualité et de disponibilité des matières premières. Il est important de prendre en compte l'origine du blé dans le contrôle de la qualité et la traçabilité des produits finis.

- Pour les analyses physico-chimiques :
- Valeurs d'humidité de nos échantillons de blé dur et blé tendre sont conformes aux normes et bonne conservation.
- Valeurs L'humidité de la semoule et de la farine est conforme aux normes algériennes
- Le pourcentage de poids spécifique le blé, qu'il soit tendre ou dur, conforme aux normes nationales algériennes.
- Les résultats en cendres indiquent une teneur en semoule et en farine dans les normes nationales algériennes.
- Le pourcentage de gluten est un peu faible pour les normes algériennes.
- Taux d'affleurement de la semoule et de la farine est dans les normes nationales algériennes.
- Pour les analyses microbiologiques :

Absence totalement des moisissures et *Clostridium sulfito-réducteur*

Donc, on conclue que les types de blé utilisés, la semoule et la farine, qui sont destinés à la consommation, sont de bonne qualité selon les normes algériennes.



## Références

---

### Références bibliographiques

1. Abecassis, J. (2015). Blé tendre vs blé dur. INRA-UMR IATE, France, Novembre 2015, p 02.
2. A. Hebrard. (2016). Techniques de stockage des grains. Éditions QUAE.
3. Aissaoui Mohammed Ridha. (2019) . Etude de l'effet de l'irrigation du blé tendre (*Triticum aestivum* L) dans la région de sétif , Thèse doctorat. P11-13.
4. Ait-Slimane-Ait-Kaki, S. (2007-2008). 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.
5. Alain Bonjean (2001). Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticumaestivum* L.). January 2001, p2\_7.
6. Armand Boudreau and Germain Ménard (1992). Le blé : Éléments fondamentaux et transformation. Les Presses de l'Université Laval, Sainte-Foy, 1992, p65-66-67.
7. Armand Boudreau and Germain Ménard (1992). Le blé : Qualité, post-récolte, transformation. Presses internationales Polytechnique.
8. Beaumont, M. (1967). Le blé. Vendôme, Paris (France), 108, 1967, p13\_96.
9. Ben Salem, M., Daaloul, A., Ayadi, A. (1995). Le blé dur en Tunisie. Zaragoza: CIHEAM, Tunisie, n.22, p88 et p89.
10. Benamieur, D., et al. (2011). Contrôle de qualité de céréales cultivées en Algérie : blé tendre et blé dur. P53-83.
11. Bonjean, A., Limagrain. (2001). Histoire de la culture des céréales et en particulier de celle du blé tendre (*Triticumaestivum* L.). January 2001, p2\_7.
12. Bouchikhi-Gerardin.(2019). Contribution à la formulation d'un béton végétal structurel à base cimentaire incorporant des coproduits / déchets de bois. Thèses doctorat, UNIVERSITE DE LILLE.
13. Boulkour Assia, Lamri Noura ,Tazir Nadia . (2009).Evaluation de la qualité des grains et des farines de quatre variétés de blé tendre. 2009.3\_15 p Diplôme d'ingénieur Jijel.
14. Brahim Ezzahri (2015). Les maladies du blé : Identification, facteurs de développement et méthodes de lutte. N°77, Février 2001.
15. Calveir (1984). La boulangerie moderne. Eyrolles, 10ème édition, Paris, 460p.
16. Caroline leblanc, oiseaux noiris .(1992).armande boudreau ; le grain de blé. Canada, p 35.
17. Caroline leblanc, oiseaux noiris.(2018). Ravageurs des épis de maïs sucré. Canada ,p 4-10.
18. Caron, D. (2000). Maladies des blés et des orges. Institut technique des céréales et des fourrages (ITCF), novembre 2000, p29-81.
19. Céline Dumas. (2007). Apport en protéines : consommation qualité : besoins et recommandations. P 202.
20. Clément Debiton (2010). Identification des critères du grain de blé (*Triticumaestivum* L.) Favorables à la production de bioéthanol par l'étude d'un ensemble de cultivars et par l'analyse protéomique de lignées isogéniqueswaxy. Thèse de doctorat, Université Blaise Pascal - Clermont - Ferrand II, 2-3-4 p.

## Références

---

21. Codex Alimentarius. CODEX STAN 199-1995 (Rev. 1-2003). Norme pour la farine de blé tendre.
22. Cruz, D et autre.(2020). La transformation des grains Quæ CTA Presses agronomiques de Gembloux Jean-François .Éditions Quæ, CTA, Presses agronomiques de Gembloux, p 11\_20.
23. Daniel Caron (2000). Maladies des blés et des orges. Paris : Institut technique des céréales et des fourrages (ITCF), novembre 2000, p29-81.
24. Delachaux, N. (1983). Technologie de la minoterie. Dunod.
25. D.L. Proctor,.(1995), Techniques d'emmagasinage des grains Evolution et tendances dans les pays en développement. BULLETIN DES SERVICES AGRICOLES DE LA FAO 109.
26. Doorenbos,.(1980). Réponse des rendements à l'eau. BULLETIN FAO D'IRRIGATION ET DE DRAINAGE 33,16P.
27. Dr M.-C. Bertièrè – Y. Soustre, Dr ès Sc.(2012). PRINCIPAUX CONSTITUANTS DES LIPIDES STRUCTURE. CLASSIFICATION, ET NOMENCLATURE CHIMIQUES, Paris, P 1\_10.
28. Ecophyto.(2015). Réduire et améliorer l'utilisation des phytos. Symptômes , dégats et seuils de nuisibilité des bioagresseurs , p 4-10.
29. Edouard Da silva vieira,(2018).La mouture, Article.
30. Édouard-Jules Huet (1903). Le grain de blé d'où vient-il? Où va-t-il? Librairie Guillaumin, Rue Richel.
31. EUG.RISLER,.(1886). PHYSIOLOGIE ET CULTURE DU BLÉ, LIBRAIRIE HACHETTE ET Cie 79, BOULEVARD SAINT - GERMAIN, PARIS.
32. Fehd Bettahar, (2016). Conception et prototypage d'un système complet pour la surveillance du grain dans les silos de stockage, thèses doctorat. Université Toulouse le Mirail - Toulouse II, Français.
33. Fehd Bettahar,.(2016). Conception et prototypage d'un système complet pour la surveillance du grain dans les silos de stockage. Thèses doctorat, Université Toulouse le Mirail - Toulouse II.
34. Feillet, P. (2000). La mouture du blé. Techniques de l'ingénieur, Agroalimentair, BEA 7 020.
35. Fiche accident ; reconnaitre au champ l'oidium. N°409- mars 2014. Perspectives agricoles.
36. Fiche 2014 accident ; fongicides .2007 septoriose comment résister à la résistance, p 4\_5.
37. Fiche technique ; le pietin verse sur blé, avril.2013. Agruculture &territoires. Arvalise. P1\_4.
38. F. J. Zillinsky,.( 1983) . Maladies Communes des céréales à paille. Mexico, p 59.
39. Frédéric Mabile, et autre.(2020). Expérimentation et modélisation pour la compréhension des mécanismes de fractionnement des céréales. P96\_103.
40. FUSARIEN(2013). DEVELOPPEMENT EPIDEMIQUE DE LA FUSARIOSE DES EPIS DE BLE ET CONSEQUENCES DES INTERACTIONS ENTRE ESPECES. Thèses doctorat, PARIS, P6\_16.
41. Germain Ménard, Armand Boudreau,.( 1992).Le Blé : éléments fondamentaux et transformation. Presses de l'Université Laval, P101.

## Références

---

42. Gins, M. S. (2012). Le blé : Culture et technique de récolte. Editions Quæ.
43. Gins (2012). Techniques de culture et activités pédagogiques –Blé dur- cultivons la diversité. P2.
44. Haddad Leïla. (2010). CONTRIBUTION A L'ETUDE DE LA STABILITE DES RENDEMENT DU BLE DUR (Triticum durum Desf). SOUS CLIMAT MEDITERRANEEN, p 3\_10.
45. H.Devautour et autre.,(1987). Equipements pour la transformation des produits agricoles à petite échelle et nouvelles formes de coopération industrielle.la Documentation française, P47.
46. ISO 2020:2017 (2008). Céréales - Détermination du poids spécifique - Méthode à l'appareil Nélima-litre.
47. Jean Louveaux, (1958). RECHERCHES SUR LA RÉCOLTE DU POLLEN PAR LES ABEILLES (*Apis mellifica* L). Les Annales de l'Abeille, p.113-188.
48. Jean-Philippe Légaré, (2008). LA CÉCIDOMYIE ORANGÉE DU BLÉ .*Sitodiplosis mosellana* Gehin (Diptera : Cecidomyiidae) , Canada.
49. Jou, D. (2007). Technologie de la panification : Comprendre la boulangerie pour mieux innover. Tec & Doc Lavoisier.
50. Le chevalier Noble.(1822). Examen général et détaillé des récoltes et des consommationsdes blés en France. Paris, p11-29.
51. Louis Roussel, Vivien de Saint – Martin,. (1887). Nouveau dictionnaire de géographie universelle. Librairie Hachette et Cie, P147.
52. Meriem Zaddem,. (2014). Application de la méthode des surfaces de réponse pour l'optimisation du blanchiment du son de blé par du peroxyde d'hydrogène et son incorporation dans une farine de pain, Maîtrise en Génie Agroalimentaire. Québec, Canada.
53. Mlle Rawan Zeitoun. (2011). Cycle de vie du blé. Mémoire de Licence, Université Saint-Esprit de Kaslik, Liban.
54. Nadège Baillot,.(2019). Distribution de la masse individuelle du grain de blé tendre : analyse de la variabilité de la masse en fonction de la position au sein de l'épi. Thèses doctorat.
55. Naoufal, Z. (2008). Valorisation des sous-produits de céréales : cas de la semoule et du son de blé dur. Thèse de doctorat, Université Mohamed V, Rabat, Maroc.
56. Pierre Crettaz & Myriam Saade & Olivier Joilliet,. (2005). Analyse du cycle de vie : comprendre et réaliser un écobilan. Presses polytechniques et universitaires romandes.
57. Rawan ZEITOUN,.(2011). Procédés de fractionnement de la matière Végétale - Application à la production des polysaccharides du son et de la paille de blé. Thèse doctorat.
58. Salmi, A., Safia, B. (2015). Amélioration de la qualité nutritionnelle de la farine de blé dur par des additifs naturels. Revue des Sciences et Technologies de l'Information, 30, 59-68.
59. SALMI MEBARKA, MERBAH SAFIA,.(2015). TECHNOLOGIE ALIMENTAIRE D'INGENIORAT EN AGRONOMIE A L'UMMTO, PROMOTEUR : PROFESSEUR AMIR YUCEF .
60. Sidiya diouf .(2001). Analyses microbiologiques et chimiques des produits. (CNFTPM), p8-13.
61. Tracey Baute, Jocelyn Smith, Gilles Quesnel,. (2012). Guide des Ravageurs En Grandes Cultures. l'Ontario Imprimé au Québec, p 24\_26.

## Références

---

62. Trentesaux E, et autre. (1995). Evaluation de la qualité du blé dur. In : Durum wheat quality in the Mediterranean region . Zaragoza : CIHEAM, . P. 53-59 (Options Méditerranéennes : Série A. Séminaires Méditerranéens ; n. 22).
63. Vincent Corfdir.(2011). Comparaison de trois variétés de blé tendre de types génétiques différents dans des environnements contrastés d'agriculture paysanne dans l'Ouest de la France. 52 p.

### Annexe1 :

#### 1/ Appareillage

- \_ Etuve
- \_ Broyeur
- \_ Balance pour peser les échantillons
- \_ Agitateur
- \_ Un four
- \_ Bain marie
- \_ Plaque chauffante
- \_ bain marie
- \_ Un dessiccateur

#### 2/ Verrerie et accessoires

- \_ Béchers
- \_ Boîte de pétri
- \_ La burette
- \_ Flacons
- \_ Éprouvette graduée
- \_ Gants
- \_ Portoirs pour les tubes
- \_ Spatule
- \_ Tubes
- \_ Pipette gradué
- \_ Râteau en verres
- \_ Ampoules à décanter

#### 3/ produits et réactifs

- \_ TSE l'eau tryptone-sel
- \_ Milieu gélose nutritif
- \_ Le milieu VF
- \_ fer liquide
- \_ Sulfit de sodium liquide

## Annexe

---

### Annexe2 :

Milieux de culture

#### 1. Eau Tryptone-sel (TSE)

Pour 1 litre de milieu :

- Tryptone.....1.0g
- Chlorure de sodium.....8.5g
- pH du milieu prêt à l'emploi à 25°C : 7.0=0.2 .

Milieu gélose nutritive

- Extrait de viande .....1.,g
- Extrait de levure .....2,0g
- Peptone .....5,0g
- Chlorure de sodium .....5,0g
- Agar .....15,0g
- Eau .....1,0g

pH = 7,4

Agar Viande-Foie (VF)

- Base viande foie .....20g
- Glucose .....0.75g
- Sodium sulfure .....1.20g
- Fer citrate amoniacal .....0.50g
- Agar-agar .....11g
- Eau distillé .....1000ml
- Autoclavage .....5 min à 120°C

### Annexe 3

Résultat microbiologique sec de la colonie

Résultat microbiologique du colonie

	10*-1	10*-2	10*-3
13/semoule	1	0	2
13/ farine	3	0	0
14/ s	6	1	2
14/f	2	1	0
20/s	2	3	0
20/f	3	0	0
21/s	1	6	2
21/f	3	3	4
22/s	7	6	4
22/f	1	0	2

La formule de calcul

$$N = (E C) / ((1 + 0.1) \cdot d \cdot v)$$