

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



Université 20 Août 1955 Skikda

Faculté des Sciences

Département des Sciences Agronomiques



Filière : Sciences Agronomiques

Mémoire de fin d'études :

En vue de l'obtention du diplôme de Master II en amélioration des plantes.

Thème :

**INTERET DU BLE TENDRE DANE LA
FABRICATION DE LA FARINE**

Présenté par :

- M^{lle} SEDHANE Sihem
- M^{lle} SEHHOUL Feryal
- M^{lle} SAKER Wissem

Membres de jury:

Mr : HAFSI Zakaria	(CMCB)	Président	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M^{me} :GHAOUAS Souheila	(MAA)	Examinatrice	Université du 20 Août 1955 – Skikda
M^{me} : BECHIRI loubna	(MCB)	Rapporteur	Université du 20 Août 1955 – Skikda

Année universitaire : 2022-2023

Remerciement

Tout D'aborde

Nous remercions Allah pour tout, qu'il nous a donné le courage et la capacité pour faire ce travail Modest.

*Je voudrai remercier particulièrement mon encadreur **Mme BECHIRI Loubna** ;*

Qui aide nous pour faire ce mémoire pour ces conseils, ses bonne remarque ; ses bonne direction de la période de travail.

*Nous remercions également **Mr Hafsi Zakaria** et **Mme GHAOUES SOUHEILA**; qui a accepté d'examiner notre travail et de présider note jury.*

*Je remercie s'adresse également a toute personne dans le MOULIN LITORAL de HAMMADI KROUMA; chef de production **Mr BELOUSIF CHERIF** et **MrBousseliou Azzedine** et toutes les filles qui a travaillés dans laboratoire.*

*On tient également à remercier toute l'équipe de laboratoire de microbiologie particulièrement **Mr ZAYEDNacer** et toute l'équipe.*

*Nos plus grandes remerciement vos à l'ensemble des enseignants du département agronomie **Mr Laib MESSOUD** pour tous leur efforts pédagogiques durant notre parcours universitaire.*

Enfin, nous remercions toutes personnes ayant contribué de pré ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Dédicace

Je dédie ce mémoire à mes chers parents qui ont été toujours à mes cotés et m'ont toujours soutenu tout au long de ces longues années d'études. En signe de reconnaissance, qu'ils trouvent ici, l'expression de ma profonde gratitude pour me voir réussir dans mes études.

A mes chères sœurs et mes chers frères.

Et A la petite princesse RANIME et au prince des princes RACIM, je t'aime tellement.

Et A mon meilleur amis.

A mes collègues, WISSEM et FARYALE merci beaucoup, et nous vous souhaitons plus de succès et et de progrès pour votre vie.

A toute la promotion du master 2 de l'année 2022/2023 surtout le groupe (06) qui vous remercie pour les plus beaux moments d'étude.

SIHEM

Dédicace

*Tout d'abord, je veux **remercier Dieu**, de nous avoirs donné la santé, la volonté et la patience réalisé
Ce travail de recherche.*

*A Mon premier modèle, à Celle que j'ai élevée sur ses mains, à Celle qui m'a enseigné des Principes
et des valeurs, à la source d'espoir d'ambition,*

*A Celle pour que je ne trouve pas de mots pour exprimer; **A ma chère mere***

*Et à Celle qui ne m'oublie pas en priant jour et nuit, **à ma chère grand-mère***

Tous mes sentiments de reconnaissance:

*A Mes tantes et oncle; **Hiba Samia; Hakim et sa femme; Fethi et sa femme et le Mari de ma tante
Mourad***

*A Mes fleurs de la maison; **Khadîdja Sana***

*A Mes petits héros; **Raouf Anes Amdjed Adem***

*A Mes belle Amies, que dieu vous bénisse pour moi; **Nada Rawnak Sara Rahima***

*A ma voisine; **Lina** et sa fille **Olfa maram***

*A tous mes Amies (e) de « **Groupe 6** » pour les moments agréables et inoubliable que avons passée
ensemble, chacun avec son nom si nous sommes absents un jour et que la nouvelle est absente, la
supplication est un commandement entre nous.*

Saker Wsm

Dédicace

❖ Arrivé au terme de mes études par la grâce de dieu,

Je dédie ce modeste travail :

❖ *A mes très chers parents (Mourad, salima), que dieu les
garde et les protège*

*Pour leur soutien moral et financier, pour leur amour et
leur encouragement et les sacrifices qu'ils ont endurés,
trouvent le témoignage de ma profonde affection et
gratitude ;*

Tous mes sentiments de reconnaissance pour vous.

❖ *Mes sœurs : Amel, Wissal, Nour el houda, Chaïma*

❖ *Mes frères : Haytem, Abd el Rahim, Abd el Moeen*

❖ *A Toutes la famille sehhoul et boufligha*

❖ **A mon fiancé Khaled Aboubou** qui m'aide et soutenu moralement et
toute sa famille.

❖ **A mon amie Rahma Assas** pour les moments agréables et inoubliables
que nous avons passés ensemble.

❖ *A mes amis qui ont participé à ce travail Sedhane
Sihem et Saker Wissem*

❖ *A tous mes enseignants durant tous mon cursus.*

❖ *A tous la promotion d'agronomie 2022-2023*

❖ *A tous ceux que j'aime et je respect.*

FERVAL

LISTE DES FIGURES

Titre	Page
Fig. 01: Morphologie des graminées du blé tendre (<i>Soltner, 1998</i>).	7
Fig. 02 : Production en volume de blé tendre au niveau mondial 2015-2022 (FAO).	09
Fig. 03 : Production du blé tendre en Algérie.	10
Fig. 04: Cycle de développement du blé tendre (<i>Herney et Buysler, 2000</i>).	15
Fig.0 05 : Structure du grain de blé (<i>Surget et barron, 2005</i>).	20
Fig. 06 :Coupe d'un grain de blé tendre(<i>Feillet., 2000</i>).	21
Fig. 07 : Phase réception et pré nettoyage (www .benamor-group.com).	25
Fig. 08 : Phase nettoyage (www .benamor-group.com).	28
Fig. 09: Phase mouture (www .benamor-group.com).	32
Fig. 10 : Phase ensachage(<i>Minoterie Tafna., 2017</i>).	33
Fig. 11: Stock de farine en repos(<i>Minoterie Tafna., 2017</i>).	34
Fig. 12 : Farine de blé tendre (http://www.moulinssalmapro.com/fr).	35
Fig. 13 : Structure de l'amylose et l'amylopectine (Feillet 2000).	38
Fig. 14 : Vue microscopique de Flore totale aérobie mésophile (FTAM) (http://Monreseaudeau.fr)	56
Fig. 15 : Vue microscopique des coliformes fécaux (http://Shutterstock.com)	57
Fig. 16 : Vue microscopique des coliformes totaux (CT) (http://cbn.gestionweblex.ca/coliformes totaux).	58
Fig. 17: Vue microscopique des streptocoques fécaux(http://fr.wikipedia.org/wiki/streptocoques fécaux)	59
Fig. 18 : Vue microscopique des moisissures (www.a.gerard4.free.fr).	61
Fig. 19 : Vue microscopique de Clostridium sulfito-réducteurs (http://fr.wikipedia.org/wiki/clostridium).	62
Fig. 20 : Vue microscopique d'Escherichia coli coloré (www.psinicrographis.co.uk/escherichia-coli .)	63
Fig. 21 : Vue microscopique des Staphylococcus aureus (www, extension. org/)	65
Fig. 22 : Vue microscopique des Bacillus cereus(http://fr.wikipedia.org/wiki/Bacillus)	66
Fig. 23 : Diagramme des opérations de transformation du blé tendre	69
Fig. 24 : Nilemalitre	72

Fig. 25 :Tamisage manuel	73
Fig. 26 : Humidimètre	74
Fig. 27 : Etuve BRABANDER	76
Fig. 28 : Capsule métallique	76
Fig. 29 : Four à moufle	78
Fig. 30 : Dessiccateur	78
Fig. 31 : Nacelles	78
Fig. 32 : Pince en acier inoxydable	78
Fig. 33 : Planshister	79
Fig. 34 : Balance	79
Fig. 35 : Glutamique	80
Fig. 36 : Les étapes d'Analyses de l'eau du mouillage	84
Fig. 37 : Les étapes de Préparation du solution mère	86
Fig. 38 : Préparation les solutions décimales	87
Fig. 39 : Méthodes de recherche moisissures	88
Fig. 40 : méthode de recherche <i>d'Escherichia coli</i>	90

LISTE DES TABLEAUX

Titre	Page
Tableau 01 : Consommation moyenne algérienne des céréales, entre 1999-2019 (FAO, 2019)	3
Tableau 02 : Classification du blé tendre (Doumandji et al, 2003)	6
Tableau 03: marché mondial du blé tendre (FAO, 2023)	9
Tableau 04 : Tableau récapitulatif des maladies du blé tendre	15
Tableau 05: Principaux insectes ravageurs du blé tendre (Ayadi, 2019)	18
Tableau 06 : Variétés du blé tendre (C.N.C.C., 2021)	19
Tableau 07 : Composition chimique du grain de blé (limites habituelles de variation) (Feillet., 2000)	21
Tableau 08: Distribution histologique des principaux constituants du grain du blé (Feillet., 2000)	22
Tableau 09 : Etapes de nettoyage du blé et impuretés éliminés (Feillet, 2000)	27
Tableau 10 : Matériaux utilisés en meunerie (Feillet, 2000)	31

Tableau 11 : Les types de farine du blé tendre (<i>Bouleghie et Ouabed, 2002</i>)	35
Tableau 12 : Composition biochimique d'une farine extraite aux environs de 75 –76 % (<i>Bouleghie et Ouabed, 2002</i>)	41
Tableau 13 : Normes du poids spécifique des blés tendres (<i>ITCF, 2001</i>)	47
Tableau 14 : Caractéristiques physico–chimiques de la farine du blé tendre (<i>Doumandji et al, 2003</i>)	49
Tableau 15 : Caractéristiques biochimiques de la farine du blé tendre (<i>DOUMANDJI et al., 2003</i>)	51
Tableau 16 : Caractéristiques rhéologiques de la farine de blé tendre (<i>Doumandji et al. 2003</i>)	51
Tableau 17 : Caractéristiques technologiques de la farine de blé tendre (<i>Doumandji et al. 2003</i>)	54
Tableau 18 : Regroupe les différents germes recherchés pour chaque produit analysé (<i>Jora, 2017</i>)	60
Tableau 19 : PHL du blé tendre	100
Tableau 20 : Taux d'impuretés du blé tendre	101
Tableau 21 : Humidité du blé tendre	102
Tableau 22 : Poids de 1000 grains	103
Tableau 23 : Poids spécifique (PS)	104
Tableau 24 : Humidité du blé après addition d'eau	105
Tableau 25 : Résultats du dosage de l'humidité	106
Tableau 26 : Résultats du dosage des taux de cendres	107
Tableau 27 : Résultats du dosage de granulation	108
Tableau 28 : l'évolution du gluten et sa capacité d'hydratation	109
Tableau 29 : Résultats d'analyses organoliptique de la farine	110
Tableaux 30 : Résultats d'analyses microbiologique de l'eau du mouillage	112
Tableau 31 : Résultats d'analyse microbiologie de la farine du blé tendre	112

LISTE DES ABREVIATIONS

FAO : Food and Agricultural Organization.

ITGC : Institut Technique des Grandes Cultures.

U.S.D.A : United States Department of Agriculture.

C.N.C.C.S.: Centre National de Contrôle et de Certification des Semence.

OMS : Organisation Mondiale de la Santé.

MCA : Ministère du commerce algérienne.

JORA : Journal Officiel de la République Algérienne.

Pel : Pelshenke.

B : Broyage.

C : Convertissage et claquage.

PL : Plansichters.

Br : Les brosses.

SN : Société Nationale.

SEMPAC : Semouleries , pâtes alimentaires céréaliers.

SG : Semoule Grosse.

3SE : Semoule Supérieure Super Extra (destinée à la fabrication des pâtes alimentaires) .

SGM : Semoule Grosse Moyenne .

FP : Farine Panifiable .

FS : Farine Supérieure (extra) .

Km : kilometer G : gramme.

GH : Gluten humide .

PMG : Poids de 1000 grains.

PHL : Poids à l'Hectolitre PS : Poids Spécifique.

MG : Masse du gluten humide.

p: Prise d'essai.

GS : Gluten sec.

m2 : La masse du gluten sec.

CH : Capacité d'Hydratation.

K : Coefficient.

W : Le travail de déformation (Force boulangère) .

G : Le gonflement de la pâte .

P : La tenacité de la pâte .

L : L'extensibilité .

P / L : Rapport de configuration de la courbe.

% : Pourcentage.

(2n =42) : Chromosome.

C° : Degré.

G : gramme.

Mg : Milli gramme.

(C) : Carbone.

Co2 : Dioxyde de carbone.

H : Hydrogène.

O₂ : Oxygène.

SAU : Superficie Agricole Utile.

ZI : Zone un.

Z2 : Zone deux.

Z3 : Zone trois.

mm / an : Millimètre par an.

Cm : Centimètre.

qx / ha : Quintaux par hectare.

ha : hectare.

kg / ha : kilo gramme / hectare.

h : hectare.

etc : extra.

DLUO : Date limite d'utilisation optimale.

S : seconde

C° : degré sels sis.

a , B , y et oo : masse moléculaire.

SG - FPM : Les sous unités gluténines à faible poids moléculaire.

SG - HPM : Les sous unités gluténines à haut poids moléculaire.

NIRS : Near infra - red system.

SDS : Sulfate Dodecyl de Sodium.

SDS : Solution acide lactique.

(S.M.I.D.E) : Semoulerie , minoterie industriel et dérivées.

CCA : Chromocult Coliform.

Agar : (gélose chromogène pour bactérie coliforme).

CF : Coliforme Fécaux.

CSR : Clostridium Sulfito-Réducteurs.

CT : Coliforme Totaux CTR : Coliformes Thermorésistantes.

E . coli : Escherichia coli.

S. a : Staphylococcus aureus.

SF : Streptocoque Fécaux.

UFC : Unités Formatrices de Colonies.

NA : Norme Algérienne.

Abs : absence.

TSE : Tryptone -sel -eau.

SOMMAIRE

Liste des tableaux	
Liste des figures	
Liste des abréviations	
Résumé	

PARTIE 1 : SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Introduction.....	1
-------------------	---

CHAPITRE 01 : GÉNÉRALITÉ SUR LE BLE TENDRE

1. Importance du blé.....	3
2. Historiques et origine du blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>).....	3
3. Classification du blé tendre.....	5
4. Description morphologique du blé tendre.....	6
5. Production du blé tendre mondiale et en Algérie.....	8
6. Technique de culture.....	10
7- Cycle de développement du blé tendre.....	13
8- Les Maladies et les Ravageurs du blé tendre.....	15
9- Variétés du blé tendre.....	19
10- Structure et composition chimique et biochimique du grain de blé tendre.....	19

CHAPITRE 02 : TRANSFORMATION DU BLE TENDRE EN FARINE

1- Définition de la meunerie.....	23
2- Processus de la fabrication de la farine à partir du blé tendre.....	23
2-1- Réception et prés nettoyage de la matière première.....	23
2-2- Préparation à moulure.....	28
2-3- Transformation.....	29

CHAPITRE 03 : GÉNÉRALITÉ SUR LA FARINE DU BLE TENDRE

1- Définition de la farine.....	35
2- Différents types de la farine et utilisées.....	35
3- Qualité des farines.....	36
4- Composition biochimique de la farine du blé tendre.....	37

CHAPITRE 04 : CONTROLE DE QUALITE DE LA FARINE

1-Définition du contrôle de qualité.....	42
2- Prélèvements et échantillonnages	42
3-ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA MATIERE	
PREMIERE (BLE TENDRE).....	46
4- ANALYSES DE LA FARINE DU BLE TENDRE.....	48
4-1- Analyses physico- chimiques.....	48
4-2-Analyses biochimiques.....	50
4-3-Analyses rhéologiques de blé tendre	51
4-5- Analyses technologiques.....	51
4-6- Analyses organoleptique.....	55
4-7-Analyse microbiologique.....	55
4-7-1- Analyse de l'eau de mouillage du blé tendre.....	55
4-7-2-Analyse microbiologie de la farine du blé tendre.....	59
5-Évolution de la farine au cours du stockage.....	66
6-Causes de l'altération de la qualité de la farine.....	66

PARTIE 2 : ETUDE EXPERIMENTALE

Matériels et méthodes

1-PRESENTATION DU LE LIEU DE STAGE.....	68
2- ROLE DU LABORATOIRE.....	68
I-MINOTERIE.....	69
1-Matériel végétale utilisé.....	69
2- Les étapes de la technologie de transformation du blé tendre en farine panifiable.....	69
3- Matériels utilisés.....	70
II- CONTROLE DE QUALITE.....	71
1- Prélèvements et échantillonnages.....	71
2- Analyses physico-chimique de la matière première (blé tendre) après la réception.....	71
2-1-PHL poids à l'hectolitre (poids spécifique).....	71
2-2-Taux d'impuretés.....	72
2-3-Humidité.....	73
2-4-Poids de 1000 grains.....	73

3- Analyses physico-chimique de la matière première (blé tendre) après le nettoyage...	75
3-1-Détermination du poids à l'hectolitre (poids spécifique) PS	75
3-2-Humidité du blé après l'addition d'eau.....	75
4- Analyses effectuées sur la farine du blé tendre.....	75
4-1-Analyses Physico-chimiques.....	75
4-1-1-Détermination du taux d'humidité.....	75
4-1-2-Détermination de taux de cendres.....	77
4-1-3-Détermination du taux d'affleurement (granulation).....	79
4-2-Analyses biochimiques.....	80
4-2-1-Dosage du gluten.....	80
4-3- Analyses organoleptiques.....	82
4-3-1-Détermination du test organoleptique de farine.....	82
4-4-Analyses microbiologiques	82
4-4-1-Analyses microbiologiques de l'eau du mouillage.....	82
4-4-2- Analyses microbiologiques effectuées sur la farine du blé tendre.....	85

PARTIE III: RESULTATS ET DISCUSSION

1- Analyses physico-chimique de la matière première (blé tendre) après la réception...	100
2- Analyses physico-chimique de la matière première (blé tendre) après le nettoyage...	104
3- Analyses effectuées sur la farine du blé tendre.....	106
3-1-Analyses Physico-chimiques.....	106
3-2-Analyses biochimiques.....	109
3-3- Analyses organoleptique.....	111
3-4-Analyses microbiologiques.....	111
3-4-1-Analyses microbiologiques de l'eau du mouillage.....	111
3-4-2-Analyses microbiologiques effectuées sur la farine du blé tendre.....	112
Conclusion.....	114

Résumé

Références bibliographiques

Annexes

Introduction

Introduction

Les céréales et leurs dérivés constituent les principales ressources alimentaires de l'humanité dans la plupart des pays du monde, en raison de leur source d'énergie et leur grande richesse en protéines. Principalement destinés à l'alimentation des humains (à hauteur de 75% de la production), les céréales assurent 15% des besoins énergétiques, elles servent également à l'alimentation animale (15% de la production) et à des usages non alimentaires (*Feillet, 2000*). Les principales cultures des céréales sont : le blé, riz, seigle, orge, avoine, maïs, millet et sorgho (*Roudaut et Lefrancq, 2005*).

Le blé occupe actuellement la première place dans la production mondiale des céréales (environ 40 %) et présente une importance nutritionnelle et économique considérable. Depuis 1945, la production et la consommation moyenne du blé ont pratiquement quadruplé passant de 140 à 570 millions de tonnes (*Chardouh, 1999*).

Le blé en particulier constitue la principale base du régime alimentaire pour le consommateur algérien. En Algérie, le secteur des céréales occupe une place vitale en termes socio-économiques et parfois politiques. Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs des céréales en particulier le blé tendre du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population. En effet, la production locale des céréales ne couvre qu'un peu plus de 30% des besoins du pays (*Ammar, 2014*).

Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Ils fournissent plus de 60 % de l'apport calorique de la ration alimentaire nationale (*Talamalil, 2000*). Le blé tendre représente 60% de la ration alimentaire du citoyen algérien, et ses habitudes alimentaires (pâte, biscuit, pain) font de lui un grand consommateur de cette denrée (*Benbelkacem et al., 1995; Diponzo et al., 1993*).

Les céréales et dérivés représentent aussi bien en volume qu'en valeur la part la plus importante dans la production agroalimentaire, les importations agroalimentaires et la transformation des produits agricoles. Elle constituent également la ration alimentaire la plus importante de l'algérien. La qualité est une préoccupation permanente pour garantir la valeur commerciale des produits et la sécurité des consommateurs algériens (*Djermoun, 2009*). L'industrie de transformation occupe une place « leader » dans le secteur des industries agroalimentaires (*Djermoun, 2009*).

La minoterie moderne repose sur un procédé bien structuré, avec des machines très spécifiques, l'ensemble géré par des automates programmables et des ordinateurs. Afin d'obtenir des produits de meilleure qualité, il est nécessaire de suivre de près et avec vigilance toutes les étapes du procédé de fabrication (*Bourson, 2009*).

La farine est une poudre obtenue en broyant et en moulant des céréales ou d'autres produits alimentaires solides, souvent des graines. La farine de blé tendre est l'ingrédient alimentaire le plus consommé dans le monde, elle constitue la matière première de plusieurs secteurs de l'industrie agroalimentaire. Elle contient essentiellement de l'amidon et des protéines, certaines solubles (albumines, globulines), d'autres insolubles (prolamines, gliadines et gluténines), les protéines insolubles constituant le gluten (*FAO, 2006*).

Cependant, le consommateur algérien des doutes et des soucis sur la qualité du produit fini qu'il prend et utilise, où il cherche et souhaite de plus en plus une farine panifiable de bonne qualité qui lui garantisse une bonne qualité nutritionnelle, technologique et sanitaire surtout dans les préparations culinaires boulangère ou autres. Pour répondre à ce problème, nous avons fait ce travail qui a été réalisé au niveau de l'unité moulins de littoral à Hammadi Krouma à Skikda, son laboratoire et le laboratoire d'hygiène de wilaya de Skikda (Mardj El-Dib) qui a pour objectif principal d'évaluer la qualité de la farine produite (farine panifiable) destinée au marché pour l'intérêt du consommateur algérien et qui est devenue pour ces derniers temps l'un de ses soucis.

Nos objectifs secondaires sont :

- Décrire et suivre l'aspect technologique et la chaîne de transformation du blé tendre en farine panifiable ;
- Faire le contrôle de qualité du produit fini (farine panifiable), matière première (blé tendre) et eau de mouillage du blé tendre en effectuant quelques analyses physico-chimiques, biochimiques, organoleptiques, et microbiologiques ;
- Comparer les résultats obtenus avec les normes algériennes en vigueur (*JORA, 1991; JORA, 2017*);
- Juger la qualité de la farine si elle est conforme aux recommandations ou non.

Chapitre I

Généralité sur le blé tendre

1- IMPORTANCE DU BLE TENDRE

Les céréales occupent à l'échelle mondiale une place primordiale dans le système agricole. Elles sont considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale (*Slama et al., 2005*). Parmi ces céréales, le blé tendre occupe la première place pour la production mondiale et la deuxième après le riz, comme source de nourriture pour les populations humaines, il assure 15% de ses besoins énergétiques (*Bajji, 1999*). Le blé tendre est cultivé principalement dans les pays du bassin méditerranéen à climat arides et semi-arides là où l'agriculture est dans la plus mauvaise passe. Ces régions se caractérisent par l'augmentation de la température couplée à l'abaisse des précipitations, en plus la désertification et la sécheresse (*Abeledo et al., 2008*).

Actuellement, l'Algérie est un grand importateur de blé tendre (tableau 01) et se trouve dépendante du marché international. Cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, faute de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse croissants devant une forte évolution démographique (*Chellali, 2007*).

Tableau 01 : Consommation moyenne (kg/hab/an) algérienne des céréales, entre 1999-2019 (FAO, 2019)

Période	1999	2002	2005	2008	2010	2013	2016	2019
Consommation	110	120	182	193	190	201	215	231

2-HISTORIQUE ET ORIGINE DE BLE TENDRE

2-1Historique

Les premières cultures furent à l'origine de bouleversements majeurs pour les sociétés humaines. En effet ,l'homme sachant désormais produire sa propre nourriture, sa survie devenait moins dépendante de son environnement. L'agriculture marque aussi le début du commerce (*Bonjean et Picard, 1999*).

Dans un premier temps, le blé tendre semble avoir été consommé cru puis grillé ou cuit sous forme de bouillies puis de galettes sèches élaborées à partir des grains simplement broyés entre deux pierres. Le blé s'impose par la suite comme l'aliment essentiel de la civilisation occidentale. Il se présente sous forme d'aliments variés; pain, semoule, pâtes alimentaires, biscuits... (*Bonjean et Picard, 1999*).

La culture du blé tendre est beaucoup moins difficile que celle du riz: elle ne demande pas d'aménagement spécial du champ ni un trop lourd travail d'entretien. Entre la période des labours-semilles et celle de la moisson, les travaux sont plutôt réduits. Après la récolte, le

blé tendre, à la différence du riz, ne demande pas d'opération spéciale comme le décortilage. Les pays reposant fortement sur la culture du blé tendre comptent moins de travailleurs que les régions du maïs et du riz (*Bonjean et Picard, 1999*).

Ainsi, au Moyen Age, les fermiers des campagnes à blé européennes utilisaient la charrue à roue et le cheval. Les pays à seigle en restaient à l'araire et aux bovins. Le semoir mécanique et la moissonneuse-batteuse ont été mis au point dans les régions à blé d'Europe et d'Amérique du Nord. Le blé tendre est également le premier à bénéficier de l'usage des amendements (comme dans l'est de la France) et des engrais chimiques. Pendant plusieurs millénaires, le blé n'est cultivé qu'en faibles quantités et avec de très bas rendements. Au cours du XXe siècle, les progrès de la technologie permirent d'augmenter formidablement la production céréalière (*Bonjean et Picard, 1999*).

A partir de la seconde moitié du XIXe siècle, l'agriculture s'est mécanisée et rationalisée. Les machines agricoles, tirées au départ par des chevaux, puis par des machines à vapeur et enfin par des engins à moteur, se sont multipliées, en particulier dans les pays développés. Depuis 1950, les récoltes de blé tendre s'effectuent avec des moissonneuses-batteuses qui coupent et battent les céréales en une seule opération. De même, des engins agricoles spécialisés existent pour le labourage et les semis (*Bonjean et Picard, 1999*).

La culture du blé tendre est longtemps restée confinée au bassin méditerranéen et à l'Europe. En Europe, à la fin du XIXe siècle, la culture du blé tendre commence par reculer, en raison de la généralisation de l'économie urbaine, du développement des moyens de transport et les moindres coûts de production en outre-mer. Cependant la culture du blé tendre reprend son essor au cours du XXe siècle grâce aux progrès de la mécanisation, à la sélection de nouvelles variétés productrices et au développement de l'usage de fertilisants (*Bonjean et Picard, 1999*).

2-2 Origine du blé tendre

Selon Moule (1971), les trois groupes d'espèces du genre *Triticum* auraient trois centres d'origine distincts :

- Foyer Syrien et nord palestinien ;
- Foyer Afghano-Indien ;
- Foyer Abyssin ;
- Caucase.

Cette théorie est néanmoins très controversée, étant en désaccord avec les conclusions des cytogénéticiens (*Moule, 1971*).

2-2-1 Aspect génétique

Les études génétiques des blés ont permis de préciser les relations phylogénétiques entre les différents blés tendres, et de proposer pour les trois groupes naturels existants, les formules génomiques suivantes :

-Triticum aestivum 2X: AA 2n=14. Avec X=6

-Triticum aestivum 4X: AB/AB 2n=28.

-Triticum aestivum 6X: ABD/ABD 2n =42

Le blé tendre possède les trois génomes AA, BB et DD constituée chacun de sept paires de chromosomes homologues numérotés de 1 à 7(A1...A7, B 1...B7, D1...D7), soit au total 42 chromosomes ; le blé dur ne contient que les deux génomes AA et BB et 28 chromosomes (*Feillet, 2000*).

2-2-2 Aspect géographique

Le blé est monocotylédone qui appartient au genre au genre *Triticum* de la famille des graminées. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscence, appelé caryopse, constitué d'une graine et de tégument (*Feillet, 2000*). Le genre *Triticum* appartient à la tribu des triticées au sein de la famille des Poacées et plus largement au groupe des angiospermes monocotylédones (*Blot et al., 2009*). L'aire d'origine des blés tendres est le proche orient, dans la zone dite du croissant fertile, l'Irak, la Syrie et la Turquie La diffusion du blé tendre vers l'Europe, l'Asie et l'Afrique du nord est très ancienne. (*Baldy, 1986*).

3-CLASSIFICATION DU BLE TENDRE

Le blé tendre appartient à la classification de Doumandji et al. qui est illustrée dans le tableau 02 suivante:

Tableau 02 : Classification du blé tendre (Doumandji et al., 2003)

Règne	Plantae (Règne végétale)
Division	<i>Magnoliophyta (Angiospermes)</i>
Classe	<i>Liliopsida (Monocotylédons)</i>
S/Classe	<i>Commelinidae</i>
Ordre	<i>Poale</i>
Famille	<i>Poaceae (ex Graminées)</i>
S/Famille	<i>Triticeae</i>
Tribu	<i>Triticeae (Triticées)</i>
S/Tribu	<i>Triticinae</i>
Genre	<i>Triticum</i>
Espèce	<i>Triticum aestivum L. ou Triticum vulgare</i>

4-DESCRIPTION MORPHOLOGIQUE DU BLE TENDRE

Le blé est une plante herbacée annuelle à croissance définie, monocotylédone, appartenant au groupe des céréales à paille (Naville, 2005). Elle est constituée d'un ensemble de brins appelés talles, chaque talle est une entité comportant une tige feuillée, qui constitue la partie végétative, un épi qui est la partie reproductrice ainsi qu'un système racinaire (Soltner, 2005) (figure 01).

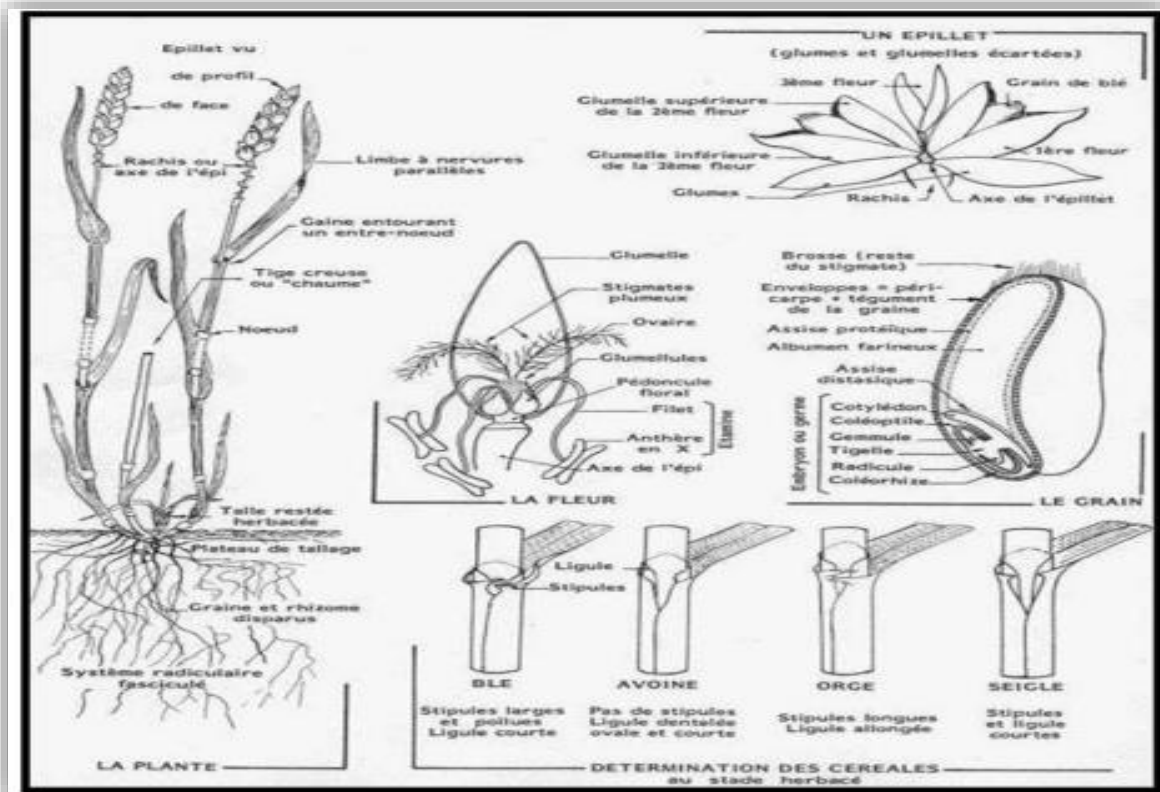


Fig. 01: Morphologie des graminées du blé tendre (Soltner, 1998)

4-1 Appareil végétatif

Il s'agit d'une graminée annuelle de hauteur moyenne dont la structure morphologique générale est la suivante (Belaid, 1996):

4-1-1- Système racinaire

Le système racinaire est de type fasciculé. En cours de développement, deux systèmes se forment (Belaid, 1996): le système racinaire séminal (primaire) et le système racinaire coronaire (secondaire).

- **Système séminal:** fonctionnel seul de la germination au début du tallage. Les racines de ce système sont au nombre de six, rarement sept (Benlaribi et al., 1990; Hazmoune, 2006).
- **Système adventif ou coronal :** apparaissant au moment où la plante émet ses talles. Ce système se substitue progressivement au précédent durant l'avancement du cycle biologique des céréales à paille. Il est de type fasciculé. bien que moins puissant (Soltner, 2005).

4-1-2-Système aérien

Il est formé d'un certain nombre d'unités biologiques ou des ramifications appelées talles. Ces ramifications partent toutes d'une zone, appelée court-nouée située à la base de la tige : le plateau de tallage. La tige est cylindrique, creuse, et formée d'entre-nœuds, séparés par des nœuds, zones méristématiques à partir des quelles s'allongent les entre-nœuds et se différencient les feuilles. Chaque nœud est le point d'attache d'une feuille. (*Belaid, 1996*).

Les feuilles sont alternes, longues, étroites et à nervures parallèles. Chaque feuille comprend deux parties : une portion inférieure enveloppant l'entre-nœud correspondant à la gaine et une portion supérieure; le limbe. Les gaines, attachées au niveau des nœuds, sont emboîtées les unes dans les autres et forment un tube cylindrique entourant la tige (*Soltner, 1990*).

4-2 Appareil reproducteur

Le blé est une plante monoïque à fleurs parfaites (*Cook et al., 1991*). Elle se reproduit par voie sexuée et par l'autofécondation (espèce autogame) (*Soltner, 1999*). Les fleurs sont groupées en inflorescences de type épi (figure 01). Ce dernier est constitué d'un axe appelé le rachis sur lequel sont fixés les épillets (*Belaid, 1996*).

5- PRODUCTION DU BLE TENDR MONDAIL ET EN ALGERIE

5-1 Production du blé tendre dans le monde

Avec quelques 130 millions de tonnes par an, la Chine est de loin le premier producteur de blé au monde, suivie de l'Inde (90 millions de tonnes), des Etats-Unis et de la Fédération de Russie, avec plus de 60 millions de tonnes chacun. Le blé domine le commerce international des céréales. Chaque année, 650 à 685 millions de tonnes de blé sont produites, 654 à 660 millions de tonnes sont consommées et 160 à 190 millions de tonnes sont entreposées en réserves (*FAO, 2019*). Les rendements du blé tendre varient considérablement d'un continent à l'autre. Le climat tempéré de l'Europe septentrional et central favorise la réalisation de rendements élevés, alors que les continents caractérisés par des climats et températures extrêmes, comme la sécheresse et le froid, sont moins productifs. Le rendement moyen varie de 0,31 t/ha au Venezuela à 9,86 t/ha en Irlande. Depuis mars 2010, la Nouvelle-Zélande détient le record mondial actuel de 15,64 t/ha. Le plafonnement atteint par le rendement de nombreux Opays est source de préoccupations, en particulier dans le contexte des défis posés par la sécurité alimentaire mondiale et la nécessité de nourrir une population qui ne cesse de croître (*FAO, 2019*). La figure 02 présente la production de blé tendre au niveau mondial entre 2015 et 2022.

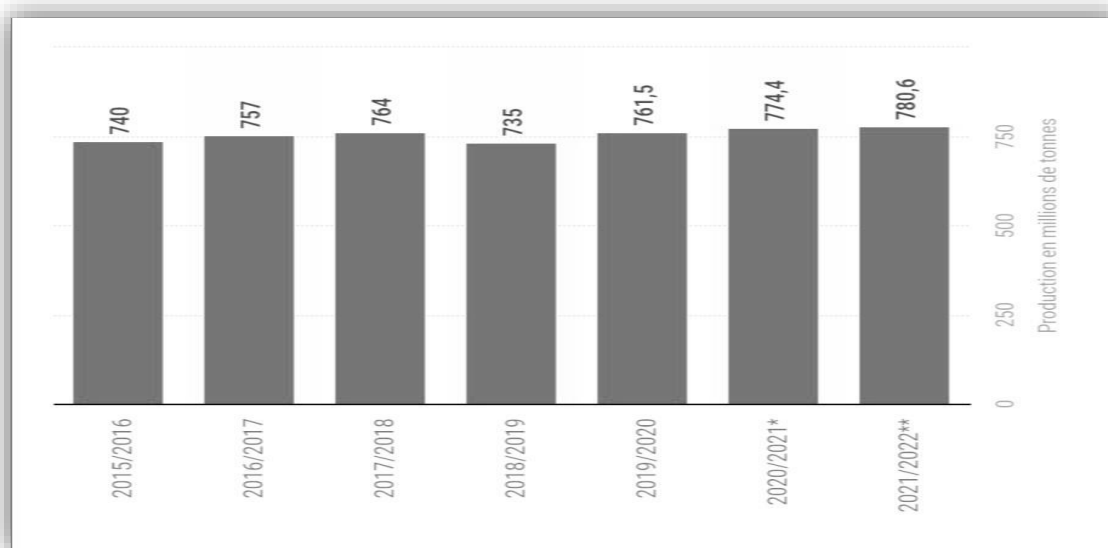


Fig. 02 : Production de blé tendre au niveau mondial (FAO, 2022)

Le tableau 03 présente le marché mondial du blé tendre entre 2018 et 2023.

Tableau 03: Marché mondial du blé tendre(FAO,2023)

Marché mondial du blé						
	2018/19	2019/20	2020/21	2021/22 estimation	2022/23 Prévision	
					précédente 3févr 2023	Dernière 3mars 2023
Millions de tonnes						
Production	0731,4	0759,7	0775,1	0778,0	0793,7	0794,6
Disponibilités	1020,3	1033,8	1059,8	1076,7	1087,3	1088,4
Utilisation	0749,6	0747,5	0761,9	0773,0	0777,6	0779,5
Commerce	0169,1	0183,7	0189,4	0195,70	0197,3	0197,8
Stocks de clôture	274,10	0284,6	0292,7	0293,8	0305,4	0305,7
Rapport stocks mondiaux-utilisation	0036,7	0037,4	0037,9	0037,7	0038,7	0038,7
Rapport stocks des principaux exportateurs (utilisation totale)	0018,1	15,60	0015,2	16,00	018,2	18,10

5-2 Production algérienne

L'Algérie est l'un des premiers importateurs de blé au monde, notamment le blé tendre, la demande locale reste importante. L'Algérie a importé de l'Union Européenne (UE) 3,2 millions de tonnes de blé tendre durant la campagne 2017/2018, selon le dernier bilan de France A grimer du mois de juin. Près de 98% de cette quantité est importée de France. Durant la campagne 2016-2017, la quantité importée de l'UE était de 3,5 millions de tonnes selon la même source (FAO, 2023).

En Algérie, la récolte du blé tendre est prévue pour s'établir à 3,3 millions de tonnes en 2022/2023. C'est ce qu'indique le Département américain de l'agriculture (USDA) dans son dernier rapport publié, le 30 septembre dernier sur les céréales en ce qui concerne le pays d'Afrique du Nord. Le volume escompte marquerait une hausse de 38% par rapport au stock de 2,4 millions de tonnes récolté au cours de la campagne précédente alors même que la superficie emblavée devrait stagner à 2 millions d'hectares. Cette embellie s'explique notamment par un retour à la normale des conditions météorologiques après la longue période de sécheresse survenue un an plus tôt. L'USDA s'attend d'ailleurs à une amélioration du rendement qui devrait passer à 1,5 tonne/hectare contre 1,2 tonne/ha précédemment. Malgré ces perspectives, le pays reste encore loin de son pic de production de 4 millions de tonnes de blé tendre atteint en 2018 et 2019 (USDA, 2023).

En Algérie, les besoins de consommation du blé tendre tournent autour de 11 millions de tonnes par an. Dans le pays (Algérie), les importations de céréales ont coûté environ 2,25 milliards de dollars en 2021, soit le quart de la facture totale des importations alimentaires (USDA, 2023). La 03 Figure présente la production du blé tendre en Algérie.

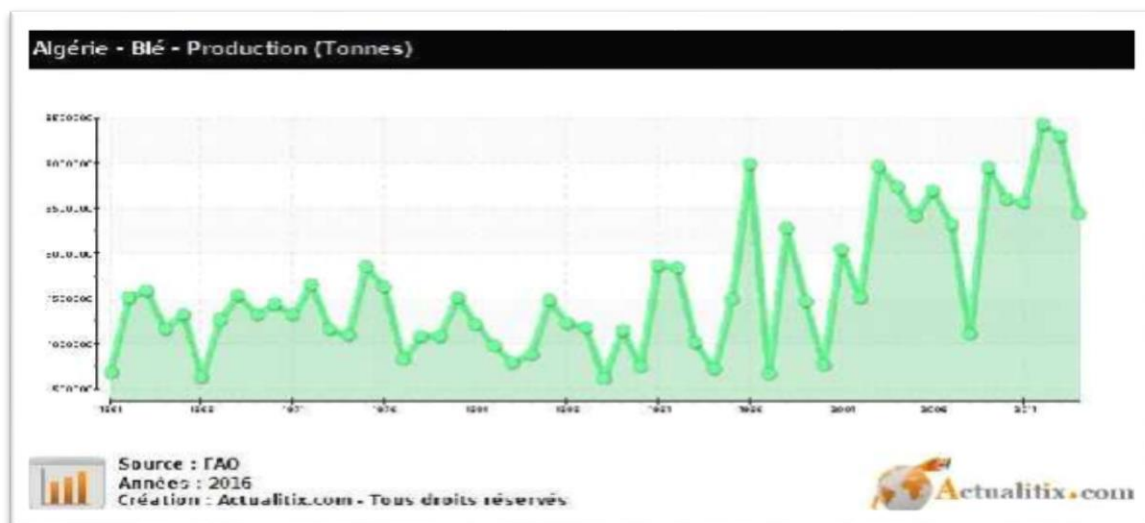


Fig. 03 : Production du blé tendre en Algérie

6-TECHNIQUE DE CULTURE

6-1 Choix de la variété

Choisir des semences de qualité représentant des variétés à haut potentiel de rendement et des variétés tolérantes aux principaux risques régionaux (échaudage climatique, maladies, verse, moucheture, mitadinage...)(*ITGC, 2013*).

6-2 Travail du sol

Le blé tendre a besoin de préparer un sol meuble adéquat, pour les sols clairs (limoneuse en générale) ou 20-25 cm pour les autres sols, la profondeur est de 12-15 cm. Le sol doit être légèrement motte, suffisamment profond pour être compacté, et avoir une structure de surface fine pour permettre une plantation régulière et superficielle (*Bebba, 2011*).

6-3 Type du sol

Les meilleures terres à blé tendre sont les terres de limon argilo-calcaires et argilo-siliceuses en raison de leur structure généralement bonne, de leur profondeur, de leur bon pouvoir absorbant, de leur réaction voisine de la neutralité. Les terres très riches en humus (tels les tchernozem ukrainiens), noires, bien aérées, nitrifiant régulièrement, sont les meilleures terres à blé du monde (*Moule, 1971*).

6-4 Semis

6-4-1-Date

Les semis un peu plus tardifs sont conseillés afin de limiter les risques de viroses et d'enherbement. La période de semis optimale en Poitou-Charentes se situe entre le 20 octobre et le 15 novembre (*Mathieu, 2017*).

6-4-2-Profondeur

Il est conseillé de semer sur un sol propre, bien ressuyé et à une profondeur de 2 ou 3cm (*Mathieu, 2017*).

En conditions sèches et sur sol caillouteux, semer plus profond (3à6 cm)(*ITGC, 2011*).

6-4-3-Densité

La densité de semis usuelle est comprise entre 160 et 200 kg/ha, en fonction du poids des grains. Attention cependant à ne pas semer d'une manière trop dense pour pouvoir être capable de bien nourrir les grains (*Mathieu, 2017*).

6-5 Place dans la rotation

C'est une pratique agricole importante pour l'amélioration de la fertilité des sols et la gestion des bioagresseurs abrités dans le sol, la place du blé tendre dans la rotation est assez variable. Le meilleur Procédé est finalement constitué par une plante sarclée (ou une jachère)(*Moule, 1971*).

6-6 Besoins en éléments fertilisants

Bien que les chiffres varient selon les auteurs, en raison de l'influence des conditions du milieu (de l'alimentation en eau en particulier) sur la composition des grains et des pailles, on peut estimer les besoins par quintal de récolte fraîche totale (grain et paille) selon (Moule, 1971):

2,1 à 2,7 kg d'azote (N_2); 2,2 à 4,8 kg de potassium(K_{20}) ;1,0 à 1,6 kg de phosphore (P_{202}) et 0,5 à 1,0 kg d'oxyde du calcium(Ca_0).

6-7 Irrigation

L'apport de complément d'eau d'irrigation est recommandé en cas de sécheresse (irrigation d'appoint), notamment durant les phases critiques de développement de la culture qui se situent de la montaison au stade grain pâteux. En cas de sécheresse printanière, il est conseillé, en général, de réaliser trois (03) irrigations de 30 à 40 mm chacune, durant les phases critiques de développement du blé (ITGC, 2006).

6-8 Désherbage

Les mauvaises herbes concurrencent les céréales pour l'alimentation hydrique et minérale et aussi pour la lumière affectent le rendement. Pour les mauvaises herbes, il existe trois moyens de lutte : lutte mécanique, lutte chimique, rotation des cultures (Hamadache, 2013).

6-9 Récolte

La récolte se fait aujourd'hui dans la quasi-totalité des cas, à la moissonneuse batteuse, à sur-maturité. L'humidité du grain optimale se situe à 14-15%; une aération est nécessaire lors du stockage (Moule, 1971).

6-10 Exigences climatiques

6-10-1-Température

Une température de 5°C est exigée pour la germination, la température journalière moyenne nécessaire à la croissance optimale au tallage se situe entre 18 et 20°C. Il est sensible à la haute température surtout à la phase de maturité (Akdif et Goudjil, 2001).

6-10-2-Eau

Dès la germination, l'eau peut constituer un facteur limitant important de la croissance du blé. Pour germer, le grain de blé doit absorber une certaine quantité d'eau. Bien que sa capacité d'absorption puisse atteindre 40 à 60 % de son propre poids, la germination commence lorsqu'il absorbe 25 %. Par la suite, à partir de la phase reproductrice, l'eau

peut encore constituer un facteur limitant. Sur le plan cultural, on peut donc considérer que le blé traverse en cours de végétation, deux périodes critiques principales (Moule, 1971):

- L'une se situant dans les 20 jours qui précèdent l'épiaison;
- L'autre se situant au moment de la maturation, tout particulièrement pendant le palier hydrique.

6-10-3- Lumière

Est un paramètre climatique indispensable qui agit directement sur le bon fonctionnement de la photosynthèse et le comportement du blé, le bon tallage est garanti, si le blé est placé dans les conditions optimales d'éclairement (Soltner, 1988).

7-CYCLE DE DEVELOPPEMENT ET MALADIES DU BLE TENDRE

Le cycle de développement d'un blé tendre comprend trois grandes périodes (Moule, 1971).

- Période végétative qui va de la germination aux premières manifestations de l'allongement de la tige principale, c'est-à-dire au début de la montée;
- Période reproductrice allant du début de la montée à la fécondation;
- Période de maturation allant de la fécondation à la maturité complète du grain.

7-1 Période végétative

7-1-1 Phase semis-levée

La germination d'une céréale se traduit par la sortie des racines séminales de la coléorhize et, à l'opposé, par la croissance d'une pré-feuille, la coléoptile. Celui-ci sert de manchon protecteur et perforateur du sol pour la première feuille qui sera fonctionnelle et percera le sommet de la coléoptile peu après l'apparition de ce dernier au niveau du sol (Moule, 1971).

7-1-2 Phase levée – tallage

On peut distinguer pendant cette phase à travers la coléoptile, un filament ou rhizome terminé par un renflement qui va se gonfler de plus en plus pour former le plateau de tallage qui se forme presque au niveau de la surface du sol. Le plateau de tallage s'épaissit et des racines secondaires se développent très vite. Des nouvelles feuilles apparaissent et à chacune correspond l'apparition d'une talle. La place des épillets fait par un simple étranglement sur la partie supérieure du végétal (Clément et Prats, 1970).

7-1-3 Phase tallage-Montaison

La différenciation des épillets se poursuit par étranglements successifs du cône formateur de l'épi. Les talles herbacées se forment activement (*Clément et Prats, 1970*).

7-2 Période reproductrice

Allant du début de la montée à la fécondation. Elle débute par la différenciation et l'élongation des entre-nœuds de la tige principales. L'inflorescence sort de la gaine de dernière feuille : c'est l'épiaison notée au stade 50% d'épis sortis (*Moule, 1971*). Selon *Babba(2011)*, l'épiaison débute quand la gaine éclate laisse apparaître l'épi qui va se dégager peu à peu de celle-ci. A ce stade, on parle de gonflement, le nombre total d'épi est défini, de même que le nombre total de fleur par épi.

7-3 Période de maturation

Allant de la fécondation à la maturité complète du grain. Durant cette période les substances de réserves (amidon, matières organiques) s'élaborent et migrent dans l'albumen parallèlement l'embryon se forme cette période comprend trois phases principales ; une phase de multiplication cellulaire intense durant laquelle il y a accroissement du poids d'eau et de matière sèche dans le grain. A la fin de cette phase l'amande encore verte a pris sa forme définitive l'albumen est devenu laiteux : c'est le stade laiteux(*Moule, 1971*).

Une phase d'enrichissement en glucides et protides ; au cours de laquelle le poids d'eau dans le grain demeure sensiblement constant : c'est le « plier » de poids d'eau. À la fin de cette phase, l'amande s'est colorée en roux pale, ses enveloppes résistant bien à la pression du doigt mais se déchirent à l'ongle : c'est le stade pâteux. Il marque la fin de migration des réserves ; la teneur en eau est alors de l'ordre de 40% du poids frais. Et une phase de dessiccation durant laquelle il y'a seulement diminution rapide du poids d'eau. Le grain devient alors successivement demi dur ; puis dur ; à sur maturité, il est devenu cassant, c'est le stade propice au battage immédiat (*Moule, 1971*).

La Figure 04 présente le cycle de développement du blé tendre.

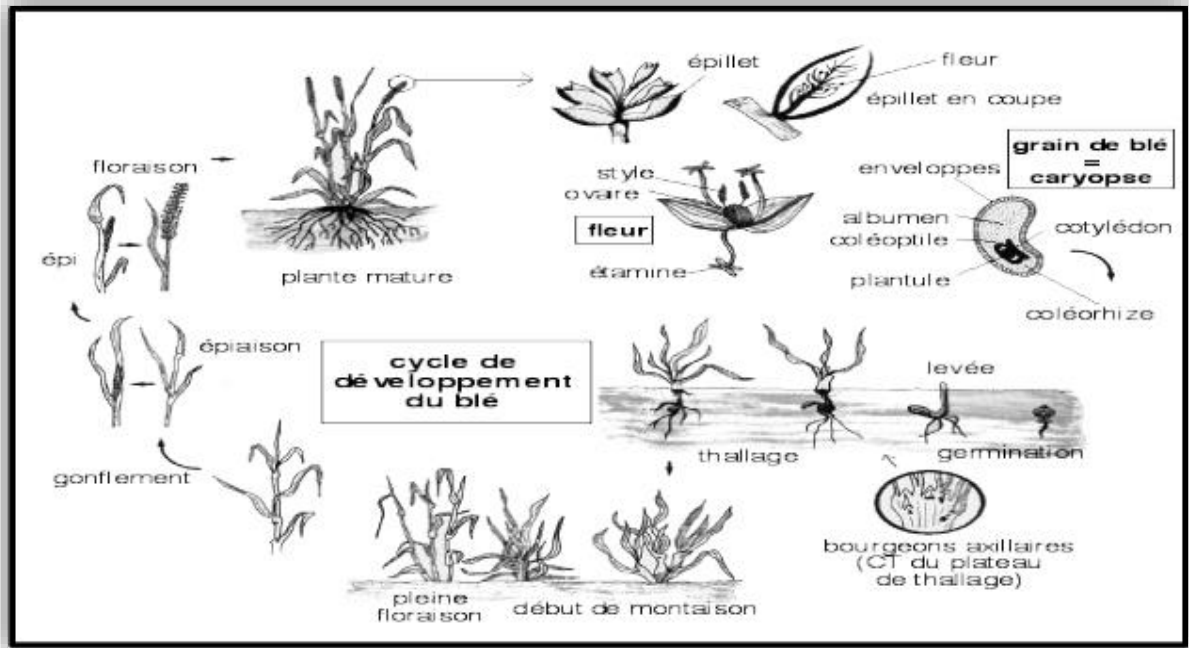




Fig. 04 : Cycle de développement du blé tendre (Herney et Buyser, 2000)







8- MALADIES ET RAVAGEURS DU BLE TENDRE



8-1 Maladies du blé tendre

Le blé tendre susceptible d’être confronté à différent maladie cryptogamique qui peut pénaliser le rendement et/ou la qualité (Le stum, 2017).Le tableau 04 se présente la récapitulatif des maladies du blé tendre.

Tableau 04 : Récapitulatif des maladies du blé tendre(Le stum, 2017)

Nom	Agent pathogène causal	Organe touché	Symptôme	Lutte
Charbon	<i>Ustilago tritici</i>	Epi		-Utilisation des semences. -Sélectionnées traitées au moyen d’un fongicide.
Fusarioses	- <i>Fusarium roseum</i> - <i>Fusarium nivale</i>	Epi		-Désinfecter les semences. -Eliminer les résidus des plantes contaminées.






				- Eviter les rotations blé continu, blé/orge, blé/maïs, lorsqu'on laisse des résidus de ces cultures.
Septorioses	- <i>Septoria tritici</i> - <i>Septoria nodurum</i>	Feuilles rarement les épis.	 	-Pratiques culturales (jachère travaillée, rotation). -Traitement de semences. -Résistance variétale. -Fongicides.
Rouille jaune	<i>Puccinia glumarum</i>	Feuilles Epis quelques fois les grains		-Utilisation des variétés résistantes. - l'emploi de produits fongiques.
Rouilles brune	<i>Puccinia triticina</i>	Feuilles		-Résistance variétale. -Fongicides.
Oïdium	<i>Erysiphe graminis</i>	Gaine Feuilles Glumes		-Utilisation des variétés résistantes. - traitement des semences. pratique d'une rotation qui délaisse le blé sur au moins 2 ans.

<p>Helminthosp oriose</p>	<p><i>Helminthosporium gramineum</i></p>	<p>Feuilles Tiges</p>		<p>-Traitement des semences. -Utilisation des variétés résistantes. -éviter les rotations blé/blé ou blé/orge.</p>
<p>Caries</p>	<p><i>Tilletia caries Tilletia foetida</i></p>	<p>Grain Epis</p>		<p>-Traitement des semences. Carboxine+Thirame (CA), Oxyquinoléate de Cuivre (CA), Tébuconazole (CA).</p>

8-2 Ravageurs de blé tendre

La mouche mineuse, cicadelle, pucerons, criquet...etc. ravageurs de blé tendre sont présents tout au long cycle de la culture. Ils peuvent provoquer jusqu'à 30 q/ha de perte de rendement (Ayadi,2019).Le tableau 05 présente les principaux insectes ravageurs du blé tendre.

Tableau 05: Principaux insectes ravageurs du blé tendre (Ayadi, 2019)

Nom commun	Nom scientifique	Parties attaquées	Figures	Lutte
La mouche de Hesse	<i>Mayetiola destructor</i>	Grains		Lutte chimique à l'aide de l'insecticide approprié sur grains.
Vers blancs Hanneton européen	<i>Geotrogus deserticol</i>	Racines		Lutte chimique et mécanique à l'aide de l'insecticide approprié sur racines.
Puceron	<i>Sitobion Rhopalosiphum pad</i>	Feuille et jeunes épi		Un traitement au seuil est efficace avec la plupart des produits (pyréthrinoïdes). Un traitement au-delà du seuil nécessite d'utiliser un produit à action de choc.
Punaise	<i>Eurygasterb sp</i>	Épis		Lutte chimique à l'aide de l'insecticide approprié sur épis.
Criquet	<i>Ocneridia volxemi</i>	Feuilles et tiges		La lutte chimique est rarement nécessaire sur feuilles et tiges.

9- VARIETES DU BLE TENDRE

Il existe une longue gamme de variétés sélectionnées par Centre National de Contrôle et de Certification des Semence (C.N.C.C, 2021), dont les plus utilisées en milieu producteur sont les suivantes (tableau 06).

Tableau 06 : variétés du blé tendre (C.N.C.C, 2021)

Les variétés du blé tendre (<i>Triticum aestivum</i>)	
Ain Abid	Mahon Demias
Ain El Hadjer	Massine
Akhamokh	Mawna
Almirante	Mezghena
Anapo	Mimouni
Andana	Nasser
Anforeta	Orion
Anza	Pinzon
Arz	Radia
Bonpain	Rmada
Boumerzoug	Sagitaro
Buffalo	Salama
Djanet	Sensas
Djemila	Tamezghida
El wifak	Tessalah
Florence Aurore	Tidis
Gades	Zanzibar
Guadalupe	Ziad
hiddab(HD1220)	Zidane
Honda(Acsad59)	Avvento
Cheliff	Strampelli
Isser	Wafia
Sidi Okba (Sham 4)	West Bred
Siete cerros	Yacora Rojo
Soummam	

10- STRUCTURE ET COMPOSITION CHIMIQUE ET BIOCHIMIQUE DU GRAIN DE BLE TENDRE

10-1 Structure du grain

Le grain de blé a une forme ovoïde et présente sur la face ventrale un sillon qui s'étend sur toute la longueur. Il est obtenu après le battage, c'est-à-dire une fois que les balles enveloppant le grain ont été supprimées. A la base dorsale du grain, se trouve le germe qui est surmonté par une brosse. Le grain de blé mesure entre 5 et 7 mm de long, et entre 2,5 et 3,5 mm d'épaisseur, pour un poids compris entre 20 et 50 mg (*Surget et Barron, 2005*). Par ailleurs, selon (*Calvel, 1983*), la couleur de blé varie du roux au blanc. En rapport avec le

pays d'origine, le sol, la culture et le climat. En outre, d'après (Emillie, 2007). La Figure 05 présente la Structure du grain de blé tendre.

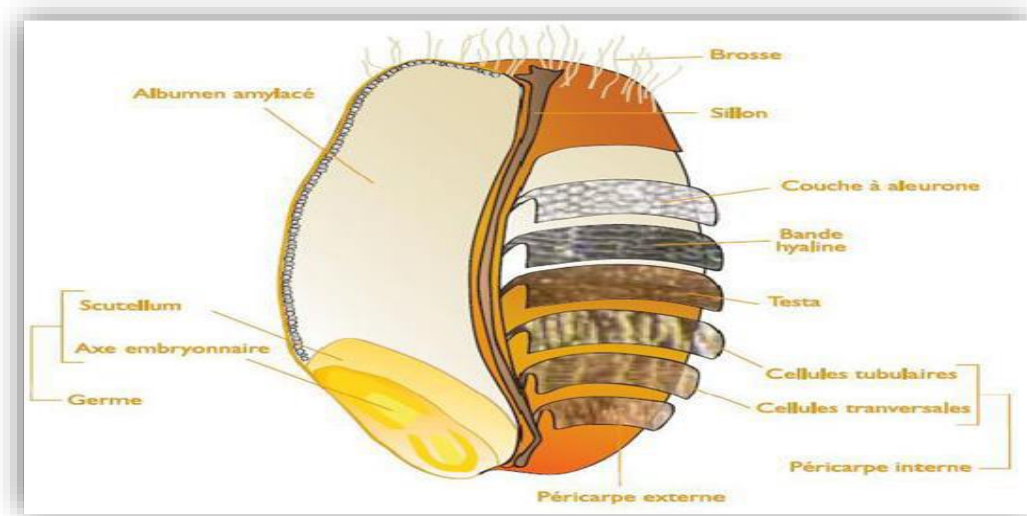


Fig. 05 : Structure du grain de blé tendre (Surget et barron, 2005)

Le grain de blé tendre se compose de trois parties (Godon, 1982) :

-Enveloppe : L'écorce représente à elle seule 20% du poids du grain, elle est formée de plusieurs couches et l'on observe, au microscope de l'extérieur vers l'intérieur les zones suivantes (Godon, 1982):

Péricarpe: qui constitue l'enveloppe, il est formé de plusieurs cellules à membrane épaisse.

Tégument séminal: qui contient les colorants de blé (jaune ou roux), la bande hyaline qui est transparente lorsqu'on l'observe au microscope.

Assise protéique : qui est composée de cellules de taille moyenne, de forme cubique à paroi moins épaisse que celle du péricarpe et moins lignifiée.

-Amande farineuse : Encore appelée albumen, représente la majeure partie de blé, 77 à 80% du poids du grain, elle est limitée à sa partie inférieure par le germe. Elle est constituée d'un ensemble de cellules renfermant les grains d'amidon, réunis entre eux par un réseau de gluten (figure 06). C'est ce dernier qui confère à la farine la propriété de former une pâte élastique lorsqu'on y ajoute de l'eau. Lorsque l'on va de la périphérie de l'amande vers le centre. Les grains d'amidon deviennent plus nombreux (Godon, 1982).

-Germe : Il représente environ 3% du poids de la graine (figure 06), il constitue la future plante c'est un groupe riche en matière grasses, en sucres et vitamines (B et E) (Godon, 1982). La figure 06 présente la coupe d'un grain de blé tendre.

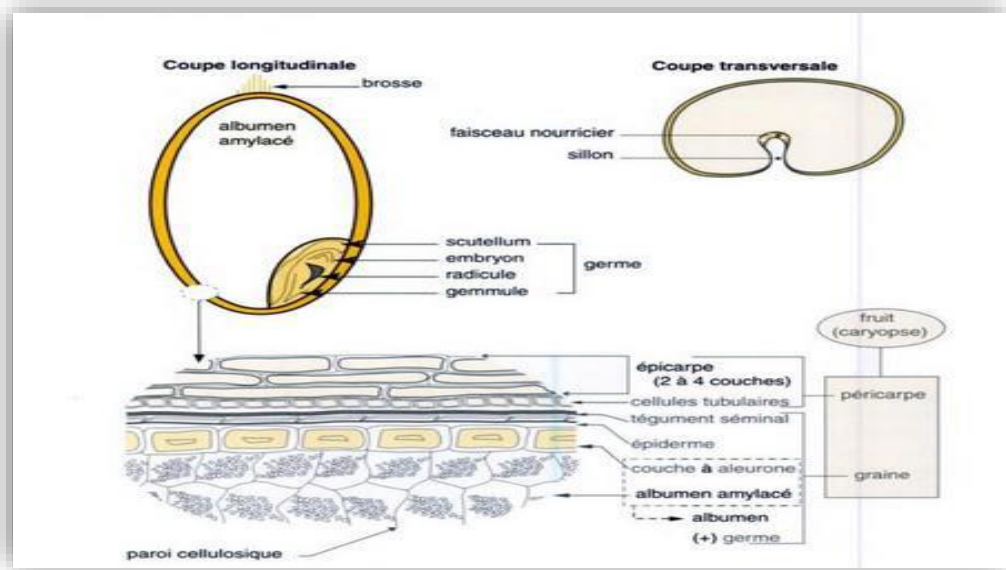


Fig. 06 : Coupe d'un grain de blé tendre (Feillet, 2000)

10-2 Composition chimique et histologique

Le grain du blé tendre est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéine (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%) : Les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques % seulement) (tableau 07), se sont des lipides, cellulose, sucres libres, et des minéraux et vitamines.

Tableau 07 : Composition chimique du grain de blé tendre (limites habituelles de variation) (Feillet., 2000)

Nature des composants	Teneur (%ms)
Protéines	10-15
Amidon	67-71
Pentosanes	8-10
Cellulose	2-4
Sucres libres	2-3
Lipides	2-3
Matières minérales	1,5-2,5

Ces constituants se répartissent de manière inégale au sein des différentes fractions histologiques du grain (tableau 08). L'amidon se retrouve en totalité dans l'albumen amylicé, les teneurs en protéines du germe et de la couche à aleurone sont particulièrement

élevées ; les matières minérales abondent dans la ouche à aleurone (Feillet, 2000). Le tableau 08 présente la distribution histologique des principaux constituants du grain du blé.

Tableau 08 : Distribution histologique des principaux constituants du grain du blé (Feillet., 2000)

Tissu/Grain Composant	Grain	Péricarpe (1)		Aleurone		Albumen		Germe	
	G(%)	T(%)	G(%)	T(%)	G(%)	T(%)	G(%)	T(%)	G(%)
Protéines	13,7	10	4,4	30	15,3	12,0	73,5	31	06,8
Lipides	02,7	0,0	0,0	09,0	23,6	2,0	62,7	30	37,3
Amidon	68,9	0,0	0,0	00,0	00,0	82	10,0	0,0	00,0
Sucres réducteurs	02,4	0,0	0,0	00,0	00,0	1,8	62,7	30	37,3
Pentosanes	07,4	43,0	35,1	46,0	43,8	1,6	18,3	07	02,9
Cellulose	02,8	40,0	87,1	03,0	07,6	0,1	03,1	02	02,2
Minéraux	01,9	07,0	22,6	12,0	43,6	0,5	22,6	06	09,7

T (%): =constituant dans le tissu ;

G (%)= du constituant dans le grain ;

(1) %= du tissu dans le grain.

Chapitre II

Transformation du blé tendre en farine

1-DEFINITION DE LA MEUNERIE

La fabrication de la farine est réalisée par l'industrie de meunerie. La mouture industrielle se caractérise par toute une série d'opérations nécessaires et suffisantes pour permettre au meunier de fabriquer à partir d'un blé préalablement nettoyé et préparé correctement un maximum de farine contenant un minimum de débris de son (*Willm, 1984*).

Le meunier doit choisir les conditions pour moulinier le blé à un taux d'extraction maximal (c'est la valeur meunière) et pour obtenir une farine de qualité supérieure et constante, conforme aux exigences du marché (c'est la valeur industrielle). La mouture d'un blé est définie par le taux d'extraction (*Boudreau et Worden, 1992*):

Taux d'extraction = Poids de farine extraite / 100Kg de blé sale mis en œuvre.

2-PROCESSUS DE FABRICATION DE LA FARINE A PARTIR DU BLE TENDRE

2-1-Réception et prés nettoyage de la matière première (blé tendre)

2-1-1- Réception de la matière première

La réception de la matière première est contrôlée quantitativement par un pont bascule camions. Les blés sont déversés sur les grilles des trémies qui permettent de récupérer les grands déchets (cailloux, débris de bois, pigeon morts...etc.) des transporteurs à chaînes précipitent le blé vers un élévateur à godets qui le transporte verticalement ; qui l'amènent vers le séparateur des céréales (*Mauzé et Scotti, 1968*).

2-1-2- Pré-nettoyage de la matière première

Malgré la récupération des grands déchets par la grille de la trémie de réception, un nombre assez important de déchet reste mélangé aux lots réceptionnés. Les blés qui arrivent aux silos renferment beaucoup des déchets (ficelles, pailles, cailloux...etc.), des impuretés légères et de la poussière. Le prés nettoyage prévoit que les blés sont mis en contact sur un séparateur nettoyage à une couche de tamis qui évacue les grands déchets (ficelles, pailles, cailloux, ...etc.), dont ils ont été laissés sur les grilles de réception, les flux des blés qui sortent des séparateurs sont ensuite soumis à un courant d'air pour récupérer toutes les particules légères. Le système d'aspiration est constitué d'un ventilateur et d'un cyclone de décantation pour l'élimination des poussières. Les blés sont maintenant prêts à être envoyés vers les cellules de stockage qui sont au nombre de 06 et dont les numéros sont les suivants : 501, 502, 503, 401, 402, 403. Le blé ainsi prés nettoyé est stocké et peut être transféré vers la section de nettoyage du moulin dans la cellule : 21, 22, 23 pour le blé tendre (*Mauzé et Scotti, 1968*). La figure 07 présente la phase réception et pré nettoyage.

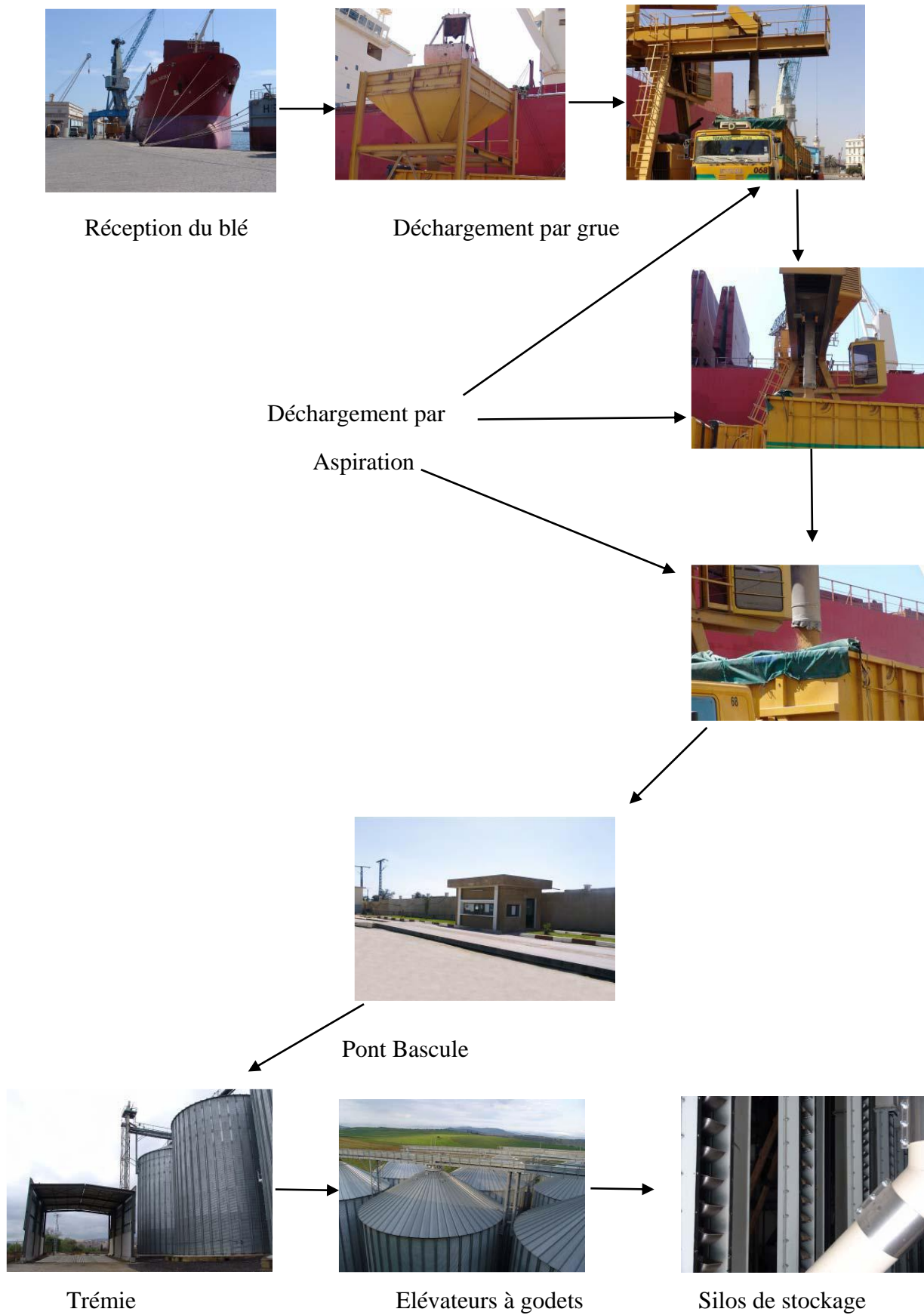


Fig. 07 : Phase réception et pré nettoyage ([www .benamor-group.com](http://www.benamor-group.com)).

2-1-3-Nettoyage

On entend par nettoyage proprement dite, le passage du blé sur des équipements appropriés, permettant de débarrasser les blés de toutes les déchets laissés passés par l'opération de prés nettoyage. Chaque équipement est conçu pour répondre à une tâche précise. La séparation prévoit les caractéristiques de bases suivantes (*Mauzé et Scotti, 1968*): La taille ou la dimension des particules, La forme des particules, La densité, Les propriétés aérodynamiques, Les propriétés dynamiques, La friction.

➤ Séparation selon la taille

Cette opération est réalisée par un séparateur nettoyage comportant deux couches de tamis métalliques permettent au premier tamis l'élimination de grosses impuretés (maïs, féveroles, pailles, ...etc.) et au second tamis l'élimination de sable.

➤ Séparation selon la densité

Cette séparation est réalisée par un épierreur qui permet l'élimination des pierres présentes dans la masse de blé.

➤ Séparation selon la propriété magnétique

Cette séparation consiste à débarrasser la masse de blé des particules métalliques grâce aux aimants placés juste avant le séparateur nettoyage et dans la masse de blé.

➤ Séparation selon la forme

Ce sont les trieurs qui réalisent cette opération ; le trieur à graines rondes a pour fonction d'éliminer les nielles, les vesces et les graines cassés des blés.

➤ Séparation par friction

Cette opération est réalisée par une décortiqueuse dont le triple rôle est de :

- Détacher les impuretés adhérentes à la surface du grain de blé ;
- Eliminer par friction les parties de fibres qui se sont décollées de l'enveloppes après le temps de repos ;
- Ecraser les corps étrangers se trouvent dans le blé (petites mottes de terre) réduire les micro-organismes.

➤ **Séparation selon la propriété aérodynamique**

C'est un principe de séparation par aspiration qui consiste à exposer le flux de blé à un courant d'air ascendant permettant d'emporter les débris de pailles, les grains maigres et les enveloppes détachées de blé.

L'opération est réalisée par un canal d'aspiration placé en parallèle avec deux décortiqueuses et le séparateur nettoyeur.

➤ **Récupération des déchets**

Les déchets séparés de la masse de blé à l'exception des pierres, les particules métalliques et matières inertes sont récupérées dans un boisseau alimentant un broyeur à marteaux pour être incorporé au son. Le tableau 09 représente les étapes de nettoyage du blé et impuretés éliminés.

Tableau 09 : Etapes de nettoyage du blé tendre et impuretés éliminés (Feillet, 2000)

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

La figure 08 représente la phase nettoyage de blé tendre.

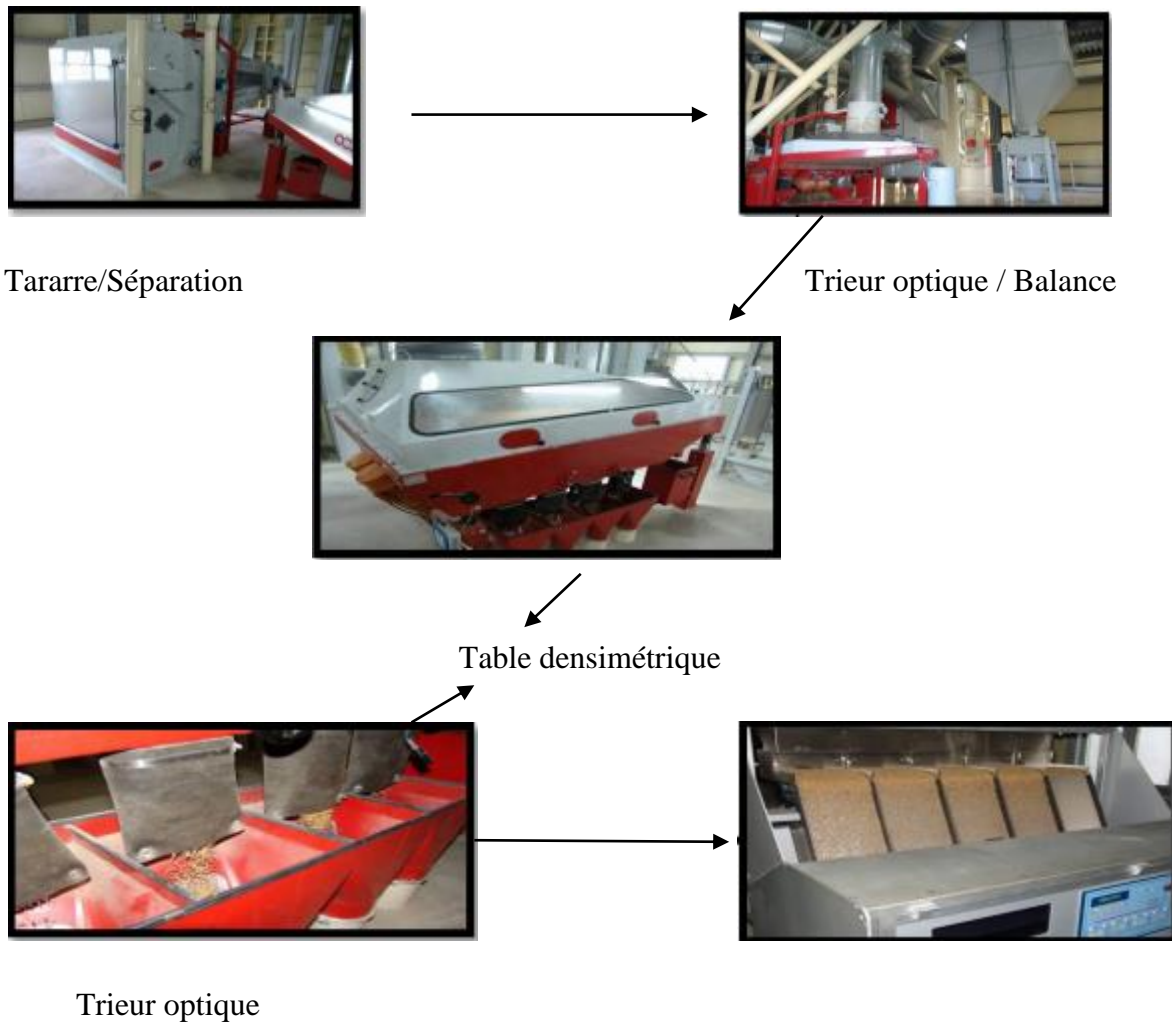


Fig.08: Phase nettoyage (www.benamor-group.com).

2-2-Préparation a mouture

Cette préparation répond à un double objectif (*Calvel, 1980*):

- Assouplir l'écorce du grain et faire en sorte que son humidité soit légèrement supérieure à celle de l'amande ce qui facilite leur séparation.
- Amener l'amande farineuse dans un état physique tel que sa réduction en farine fine soit obtenue le plus rapidement possible.

Le blé subit les opérations suivantes avant qu'il soit broyé (*Calvel, 1980*) :

2-2-1-Mouillage

Le mouillage doit porter le blé à une humidité de 16 à 16,5% et même à 17% après la préparation, cette opération est réalisée par l'addition d'eau au blé.

2-2-2-Conditionnement

Permet à l'eau de pénétrer dans le grain et de bien se répartir dans l'amande farineuse. Ce repos peut avoir lieu dans des « boisseaux de repos » ou dans des appareils spéciaux appelés conditionneurs- sécheurs, le lot de blé y séjourne de 18 à 36 h.

- nouveau brossage vient immédiatement après le conditionnement.

-vient ensuite un deuxième pesage du blé par une bascule enregistreuse.

-pour finir, un magnétisme est comme dispositif de sécurité pour retenir toutes les pièces métalliques accidentelles(*Calvel, 1980*).

2-3-Transformation

Le diagramme de transformation comprend plusieurs étapes (*Mauzé et Scotti, 1968*):

2-3-1-Mouture

Cette opération est prise en charge par des appareilles à cylindres lisses ou cannelés (*Mauzé et Scotti, 1968*).

➤ Broyage

Cette opération est réalisée par des appareils à cylindres cannelés c'est-à-dire pourvus des petites arrêtes qui augmentent au fur et à mesure qu'on progresse dans les broyages dans un but de fragmenter le grain de blé progressivement sur la série des cinq(5) broyeurs(B) B1. B2. B3.B4. B5. (*Annexe 1*)(*Mauzé et Scotti, 1968*).

➤ Convertissage et claquage

C'est une opération qui consiste à réduire les produits provenant des plansichters ou des sasseurs. Les convertisseurs (C) sont généralement appareilssur la série des cylindres lisses (2*C1 – 2*C2 – C3 – 2*C4 – C5 – C6 – C7 – C9 – C10 – 2*C1B) (*Annexe 1*) (*Mauzé et Scotti, 1968*).

2-3-2-Blutage

Le blutage est la première séparation du son de la farine ou de la semoule ; il se pratique dans des appareils de tamisage appelés plansichters, constitués par des empilages successifs de tamis ou planshister (PL) 3 (*Mauzé et Scotti, 1968*).

Animés d'un mouvement uniforme de rotation. Chaque passage d'appareils à cylindres est suivi par le blutage du son produit(*Mauzé et Scotti, 1968*).

2-3-3-Sassage

Le sassage est une seconde opération de tamisage et de séparation des produits selon leur densité. Le sasseur doit séparer les particules de son et classer les semoules et les gruaux provenant des plansichters de façon à obtenir un produit propre à faible teneurs en cendres (*Mauzé et Scotti, 1968*).

Les sasseurs sont en nombre de deux sasseurs pour la minoterie (S1, S2) pour la production de la farine supérieure (*Mauzé et Scotti, 1968*).

2-3-4-Curage de son

Cette opération est réalisée par des brosses à son (appelées aussi machines à nettoyer le son), dont le rôle est de séparer les particules de farine qui adhèrent encore aux parties d'enveloppe (son). De cette manière, on peut récupérer une farine foncée qui présente encore une qualité boulangère et extraire un son qui contient une faible teneur en farine (*Mauzé et Scotti, 1968*).

Les brosses (Br) sont en nombre de six pour la minoterie 1Xbr1, 1Xbr2, 1Xbr3, 1Xbr4, 1Xbr5, 1Xbr6 (*Mauzé et Scotti, 1968*).

2-3-5-Détacheurs

On trouve deux types de détacheurs, à tambours et à percussion (*Mauzé et Scotti, 1968*) :

Tambours : Lors de la mouture par des cylindres lisses des plaquettes de farines se forment. Ces plaquettes seront refusées sur les tamis à farine des plansichters et provoquent le cumul des plaquettes dans les passages de queue de mouture, tous en enrichissant les produits de queue de mouture au détriment du rendement, elles produisent une charge inutile de ces passages.

Percussion : Les détachements ont comme fonction de désagréger ces plaquettes de farine sans que les particules de son ou de germes soient réduits. Ils sont en nombre de onze pour la minoterie. Le tableau 10 présente les différents matériels de la phase mouture de blé tendre.

Tableau 10 : Matériaux utilisés en meunerie (Feuillet, 2000)

Cylindre lisse	Rouleau métallique dont la surface est sans aspérité
Cylindre cannelé	Rouleau métallique en surface du quel ont été gravées des cannelures. Celles-ci sont des sillons asymétriques régulièrement tracés en surface des cylindres, dans le sens de la longueur et dont la largeur et la profondeur peuvent être respectivement comprises entre 800- 2500 et 200-600µm.
Broyeur réducteur et Désagrégateur	Machine constituée de deux cylindres cannelés entraînés en sens inverse et à des vitesses différentes (rapport des vitesses : (1/2,5). L'écartement entre les deux cylindres est réglable.
Claqueur et convertisseur	Machines identiques aux broyeurs, à l'exception des cylindres qui sont lisses. Ils ne sont pas utilisés en semoulerie.
Plansichter	Machine constituée de tamis superposés et soumise à un mouvement de rotation (environ 200 tr/min) destinée à assurer une progression régulière des produits d'un tamis à l'autre.
Sasseur	Machine constituée de tamis inclinés soumise à un mouvement de va et vient et d'un système d'entraînement des produits par l'air permettant de les séparer sur la base de leurs propriétés aérodynamiques (forme, taille et densité).

La figure 09 présente la phase mouture du blé tendre.

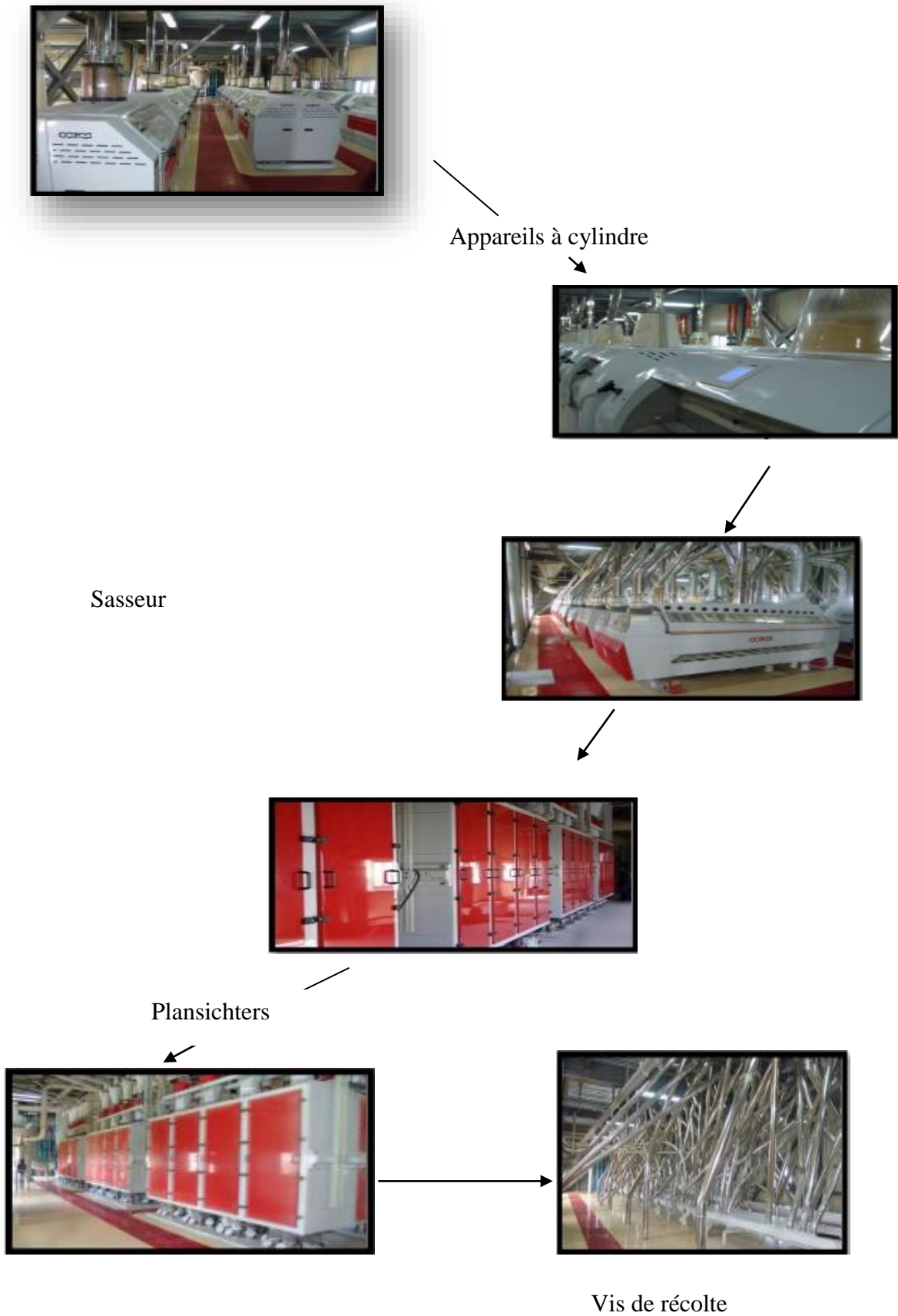


Fig. 09 : Phase mouture (www.benamor-group.com).

2-3-6-Mise en sac

Cette étape est faite à l'aide des tapis roulants qui servent à transporter la farine, le blé et le son des silos de stockage vers la main d'œuvre puis vers les machines qui servent à graver les sachets (MT, 2017).

La figure 10 représente la phase ensachage de la farine du blé tendre.



Fig. 10 : Phase ensachage(MT, 2017)

2-3-7-Stockage et conditionnement

La farine est stockée en vrac dans des silos magasins (en béton). Ils sont dotés généralement de systèmes de contrôle de la température qui est un facteur majeur affectant la qualité des grains durant le stockage. Les silos sont constitués de plusieurs cellules cylindriques mesurant 30m et plus de hauteur, ils sont hermétiquement fermés à leurs parties supérieures. A la base une goulotte métallique formée par un clapet permet la vidange et une tuyauterie est prévue pour d'éventuelles fumigations. Après, La farine est commercialisée en sac, elle doit reposer de cinq à quinze jours avant d'être livrée au boulanger et peut être transportée en sac de 50 kg par camion (MF, 2017).

La figure 11 représente le stock de farine en repos.



Fig. 11 : Stock de farine en repos (MT, 2017)

2-3-8-Etiquetage de la farine

Les farines livrées doivent porter sur les sacs les mentions suivantes (MT, 2017):

- Nom et adresse du meunier ou de l'entreprise;
- Dénomination de vente;
- Type de farine. Ex : 45, 55,65 etc...;
- Date limite d'utilisation optimale : DLUO;
- Le poids net de farine;
- La liste des ingrédients et améliorants utilisés (cas farine corrigée).

Chapitre III

Généralité sur la farine du blé tendre

1-DEFINITION DE LA FARINE DU BLE TENDRE

La dénomination de la farine, désigne la farine de blé tendre tritium exclusivement la farine. Ce produit que l'on obtient avec la mouture de l'amande du grain de froment que l'on a broyée et nettoyée (*Calrel, 1975*).



Fig. 12 : Farine de blé tendre (<http://www.moulinalsmapro.com>).

2- DIFFERENTS TYPES DE LA FARINE ET UTILISATION

C'est par le poids des cendres contenu dans 100 grammes de matières sèche que l'on désigne (*Guinet, 2006*).

Tableau 11 : Types de farine du blé tendre (*Bouleghie et Ouabed, 2002*)

Type	Taux de cendre en% MS	Humidité(%)	Taux d'extraction Moyen correspondant
45	Moins de 0,5	15,5 %	67
55	0,5 à 0,6	15,5 %	75
65	0,62 à 0,75	15,5 %	78
80	0,75 à 0,9	15,5 %	80- 85
110	1,00 à 1,20	15,5 %	85- 90
150	Plus de 1,4	15,5 %	90 -98

La classification des farines (tableau 11), est basée sur la teneur en cendres ou matières Minérales. Du type 45 à 150, on passe de la farine la plus blanche (faible taux d'extraction en farine) à la plus « piquée », riche en enveloppes du grain (taux d'extraction en farine élevé). Cette différenciation est basée principalement sur la notion de pureté ou de blancheur, et ne correspond pas à une notion de valeur technologique même si le travail des pâtes est plus aisé avec des farines blanches qu'avec des farines bises et complètes (*Romanj et all.,2007*).

Le chiffre du type indiquant le poids en gramme du résidu minéral contenu dans ces 100 grammes de farine. Il existe un certain nombre de type (T) de farine bien déterminée (*Romanj et all.,2007*):

T45 : Farine blanche utilisée pour la pâtisserie.

T55 : Farine utilisée pour le pain de compagne.

T65 : Farine blanche sert à faire le pain de compagne, ou tout autre pour dit tradition généralement issue de l'agriculture biologique cette dernière ne contient pas d'acide ascorbique (vitamine C).

T80 : Farine bise au semi complète utilisée couramment dans les boulangeries biologique sert à faire le pain semi complet.

T110 : Farine complète.

T150 : Farine intégrale est utilisée pour la fabrication du pain complet.

3-QUALITE DES FARINES

La qualité d'une farine dépend de son utilisation future et il n'existe pas sur le marché une seule mais de plusieurs qualités de farines, cette dernière est définie par son aptitude à donner un bon produit fini, dans le cas de pain , c'est une farine qui permet d'obtenir bon et beau pain (*Godon et Willem, 1991*).

3-1-Les farines spéciales

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

3-1-1-Farine complète

La véritable farine complète contient la totalité du grain de blé mais elle fournit un pain grossier et indigeste. La farine complète est généralement extraite vers 95 % après élimination de 5 % du son grossier. Elle donne un pain de faible volume, parce que les grosse particules de son empêche une bonne rétention des gaz au cours de la panification (*Lockwood, 1950*).

3-1-2-Farine entière

Une farine complète dont on a éliminé une certaine proportion de son devrait être appelé plus exactement farine entière mais leur couleur sont très différentes et leurs taux d'extraction varie (de 85 à 95 %) (*Lockwood, 1950*).

3-1-3-Farine destinée à la biscuiterie

Les farines de biscuiterie sont d'ordinaire fabriquée à partir de blé très tendre et peut glutineux, les variétés qui convient le mieux sont les blés anglais, les farines doit être très fines, elles doivent contenir peu de gluten et être très extensible. L'humidité doit être assez importante pour la plupart des types de biscuits (*Lockwood, 1950*).

3-1-4-Farine de pâtisserie

Les farines de force moyenne ou supérieur conviennent à la pâtisserie, les farines pour cakes à aération chimique doivent être fabriquée à partir des blés australiens, anglais et des blés de côté américain du pacifique où a l'aide des blés de force moyennes ou faible extraction a fine granulation, on préfère des farines tirées à faible extraction à fine granulation (*Lockwood, 1950*).

3-1-5-Farine de boulangerie ou la farine à pain

Elle est constituée d'un mélange de blés tendres et sa teneur en gluten trop élevée fait qu'elle ne peut servir à un usage domestique (*Bonnardel, 1993*).

4- COMPOSITION BIOCHIMIQUE DE LA FARINE DU BLE TENDRE

4-1-Eau

Moins de 16% le taux d'humidité de la farine est un facteur important de conservation et de stockage (*Atwell, 2001*).

4-2-Amidon

C'est un sucre complexe, de la famille des glucides, contenant glucose et maltose. Le maltose sert de nutriment à la levure, lors du processus de fermentation. Il fait rarement l'objet de dosage, en laboratoire d'analyses, car on admet que sa quantité est toujours suffisante dans la farine, pour permettre une bonne fermentation (*Feillet, 2000*).

L'amidon est le principale polysaccharide de réserve des végétaux supérieurs (grains de céréales, grains de légumineuses), le grain de blé et l'albumen en contiennent respectivement 67-68% et 70-82%. C'est l'un des polymères fonctionnels des plus importants aliments en raison de son pouvoir gélifiant, viscosifiant et fixateur d'eau. L'amidon de blé est le résultat du mélange de 2 polymères d'alpha D-glucose (figure 13),

l'amylose (26-28%) et l'amylopectine (72%-74%). celle-ci est prépondérante par son poids, représentant environ 80% de l'amidon de blé (Feillet, 2000).

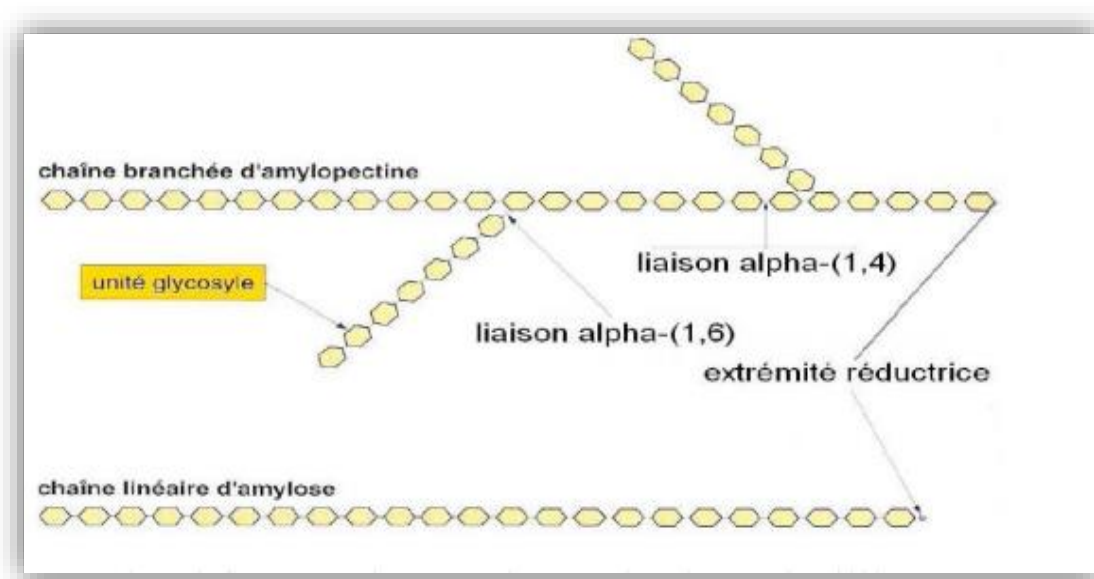


Fig. 13 : Structure de l'amylose et l'amylopectine (Feillet, 2000)

4-3-Protéines

Elles représentent 12% du poids du grain. Ce sont des composés azotés que l'on rencontre sous forme simple (acides aminés) ou complexe (protéines). Elles sont constituées par plus d'une cinquantaine de constituants classées d'après leurs propriétés de solubilité en quatre fractions (Berland et Roussel, 2005) :

- Albumines, hydrosolubles (9%);
- Globulines, solubles dans les solutions salées diluées (6%);
- Prolamines et gliadines, solubles dans les solutions alcooliques (45%);
- Glutenines, solubles dans les solutions acides diluées (40%).

Le gluten représente 90% des protéines et permet la panification par son élasticité lorsqu'il est mélangé avec l'eau. Il est constitué de glutenines et surtout de gliadines qui est l'agent responsable de la maladie cœliaque chez les personnes sensibles.

Il a la propriété de lever par fermentation et est très sensible à la température (Crus et al., 1989).

4-4- Pentosanes

Les pentosanes sont des polysaccharides non amylacés constitutifs des parois végétales. Ils représentent les principaux constituants des parois cellulaires de l'albumen 70 à 80%, de 6 à 8% du gluten et de 2 à 3% de la farine (Feillet, 2000).

Les pentosanes sont formés principalement de sucres en C5 (pentose). Les associations arabinose-glucose (arabinoxylanes) et arabinose-galactose (arabinoglactanes) sont plus fréquemment rencontrées parmi les pentosanes des céréales et du blé. Les pentosanes du grain, issus principalement des cellules de l'albumen, sont plus solubles que les pentosanes du péricarpe ou enveloppes (Jeantet et al., 2007).

Les pentosanes agissent aussi comme agent de liaison de l'eau au cours du pétrissage, il joue un rôle important dans l'augmentation du volume du pain (Boudreau, 1992).

4-5-Matières minérales

Représente 0,45 à 0,60 % les matières minérales sont peu importantes (Feillet, 2000): potassium, Phosphore, Magnésium, soufre, la pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidus minéraux ; les matières minérales de la farine sont le potassium, le phosphore, le magnésium et soufre. La pureté de la farine se juge d'après sa teneur en résidu minéral. Les Matières minérales de la farine apparaissent lorsqu'on calcine de la farine : après calcination, les résidus se retrouvent sous la forme de cendres. Comme les matières minérales existent en plus grande quantité dans les enveloppes du blé, on conclut que moins qu'il y a de cendres, plus que la farine est pure .

4-6-Matières grasse (lipides)

Représente 1,20 à 1,40% la présence des matières grasses influe sur les protéines mécanique de La farine : plus une farine contient de matière grasse, moins sa force boulangère est importante. Un excès de matière grasse dans une farine peut avoir de sévères conséquences sur la conservation, car l'acidité produit par la matière grasse ranci et attaque le gluten on le dégradant (Bornet, 1992).

4-7-Vitamines

Une farine complète de blé tendre contient la totalité des vitamines initialement présentes dans le grain une farine dont le taux d'extraction est de 75 à 80 % contient environ 20 % de la vitamine (B6), 25 % de biotine, 30 % d'acide nicotinique (B1), 55 % de l'acide pantothénique (B12) et 70 % de la vitamine E (*Bornet, 1992*). La teneur en vitamine B et notamment en vitamine B décroît très rapidement à mesure que la farine devient plus blanche (*Serviue, 1984*).

4-8-Enzymes

Les enzymes sont présentes en petites quantités dans la farine les plus courantes sont Les protéases, lipases, lipoidoses, amylases, peroxydases et catalases (*Cheftel, 1977*).

4-8-1-Protéases

Enzymes agissant sur la structure des protéines (*Lahbabi et al., 2004*); leur présence dans la farine est liée à la germination du grain qui n'est pas souhaitable (*Grandvoinet et Praix, 1994*).

4-8-2-Lipases

Les lipases distribuent les caroténoïdes sous une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanche (*Cheriet, 2000*).

4-8-3-Lipoxydases

Les lipoxydases agissent sur les caroténoïdes par une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanche (*Chertiet, 2000*).

4-8-4-Amylases

Les deux enzymes qui contrôlent la fermentation panair sont la β - amylase et α amylase la présence de la α amylase étant généralement constante et suffisante seule l'action de l'amylases a besoin d'être contrôlé soigneusement . (*Feillet, 2000*).

Le tableau 12 présente la composition biochimique d'une farine extraite aux environs de 75 –76 %.

Tableau 12 : Composition biochimique d'une farine extraite aux environs de 75 –76 % (Bouleghie et Ouabed, 2002)

Fraction	Teneurs en %
Humidité	14 -16%
Matières azotées	08 -12 (dont 7 à10 % de glutens)
Matières minérales	0,45- 0,6
Matières grasses	1,2 -1,4
Acidité	0,02 -0,05
Sucres	01-20
Amidon	60 –72
Matières cellulosique	Traces
Diastase	Plusieurs diastase sont présentes dont le B amylase et la plus important
Vitamines	De groupe B –PP et E

Chapitre IV

Contrôle de qualité de la farine

1- DEFINITION DU CONTROLE DE QUALITE

Nous pouvons définir le contrôle de qualité comme une activité ayant pour but d'assurer le respect des règles ou des normes. Le contrôle de qualité, est un système qui permet de surveiller la qualité du produit en cours de fabrication et d'avoir l'assurance de détecter précocement toute défaillance de façon à éviter qu'elle ne se traduise pas un défaut du produit, avec les analyses de laboratoire (*FAO, 1990*).

2- PRELEVEMENTS ET ECHANTILLONNAGES

Selon le ministère du commerce algérienne (*MCA, 2013*):

Il est procédé à ce type de contrôle après avoir effectué les examens visuels ou au moyen d'appareils de mesure et qui n'ont pas permis de se prononcer, d'une façon certaine, sur la conformité du produit concerné alors même que des doutes existent ou en présence d'informations sur la préemption d'une non conformité de la qualité intrinsèque du produit ou sur instruction pour le soumettre à un contrôle analytique. Dans le cadre de la protection du consommateur et de la répression des fraudes, les analyses, tests ou essais sont effectués obligatoirement, au niveau des laboratoires de contrôle de la qualité et de la répression des fraudes ou par des laboratoires agréés à cet effet par le ministère du commerce conformément aux dispositions du décret exécutif n° 13-328 du 26 septembre 2013 fixant les conditions et les modalités d'agrément des laboratoires au titre de la protection du consommateur et de la répression des fraudes.

Pour les besoins d'analyses, tests ou essais, les échantillons de produit prélevés doivent être homogènes et représentatifs du lot de farine (*ICMSF, 1986*). La norme ISO 2859 est aussi fréquemment utilisée. L'agent de contrôle est tenu de respecter ces deux conditions au moment de procéder au prélèvement, il doit réunir toutes les conditions permettant de s'assurer de la non contamination des échantillons au moment de l'opération de prélèvement et de transport particulièrement, ceux destinés aux analyses microbiologiques et veiller à ce que les échantillons soient acheminés, dans les plus brefs délais possibles, vers le laboratoire (*Salghi, 2006*).

Conformément aux dispositions des l'article 40, 41 et 42 de la loi n° 09-03 précitée et aux décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990, modifié et complété, relatif au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes, il- existe deux types de prélèvement d'échantillons en matière de répression des fraudes (*JORA, 1990*):

-Prélèvement de trois (03) échantillons homogènes et représentatifs du lot contrôlé " PO3" qui est le type le plus répandu et notre étude;

-Un seul (01) échantillon "PO1" dans les cas particuliers tels que les produits périssables, au vue de la nature et du poids élevé du produit, de la faible quantité, ou volume de produit, de la valeur élevée du produit ou pour étude.

2-1-Dans le cas du prélèvement d'échantillons destinés à l'analyse microbiologique

-Chaque échantillon doit être composé de cinq(05)unités homogènes soit quinze (3 x 5=15) unités dans le cas d'un prélèvement "PO3"; Pour permettre au laboratoire d'effectuer les analyses, tests ou essais et se prononcer sur la conformité du produit soumis au contrôle analytique microbiologique, les prélèvements d'échantillons peuvent être divisés en unités. L'ensemble de ces unités fait l'objet alors d'analyse du laboratoire chargé du contrôle de la qualité "art 6 de l'arrêté du 14 juillet 1990 portant définition des modalités de prélèvement d'échantillons et des modèles d'imprimés du contrôle de la qualité et de la répression des fraudes". Et conformément aux dispositions l'arrêté du 4 octobre 2016 fixant les critères microbiologiques des denrées alimentaires, l'échantillon doit être composé de cinq(05) unités (*JORA, 2016*);

-Cas des produits présentés en vrac, dans ce cas, de faibles quantités de produit (50- 100 g/unité) soit 250gr à 500gr par échantillon suffisent pour effectuer les déterminations nécessaires à l'analyse;

-Les prélèvements d'échantillon destinés à l'analyse bactériologique seront effectués de manière à Les prélèvements d'échantillon destinés à l'analyse bactériologique seront effectués de manière à éviter tout risque de contamination.(art 5 de l'arrêté du 14 juillet 1990 sus cité).éviter tout risque de contamination.(art 5 de l'arrêté du 14 juillet 1990 sus cité).A toute les étapes de la manipulation, du transport et de la conservation des échantillons, des précautions doivent être prises pour empêcher l'éventuelle d'dégradation des produits prélevés notamment par contamination, corrosion, contraintes ou autres dommages art 4 de l'arrêté du 14 juillet 1990 sus cité)(*JORA, 2009*).

2-2-Dans le cas de contrôle physico-chimique

Le prélèvement d'échantillon qui sera soumis à l'analyse, au test ou essai doit comporter (03 unités homogènes, soit $(3 \times 3 = 9)$ unités pour le prélèvement « P03 »; Pour permettre au laboratoire d'effectuer des analyses, tests ou essais sur l'ensemble des échantillons présenté avant de se prononcer sur la conformité du produit analysé. Dans le cas du prélèvement d'échantillon aux fins d'analyse physico-chimique, les quantités à prélever sont fixées par l'arrêté ministériel du 23 juillet 1995 fixant dans le cadre de la répression des fraudes la quantité à transmettre au laboratoire aux fins d'analyse physico chimique et ses conditions de conservation (*JORA, 1995*).

Pour le cas du prélèvement de trois (03) échantillons « P03 » (*JORA, 1995*):

-Le premier échantillon doit être transmis au laboratoire aux fins d'analyse, de test ou essai;

-Le second est laissé sous la garde de l'intervenant;

-Le troisième doit être conservé au niveau du service de contrôle ayant effectué le prélèvement;

-Dans le cas où l'intervenant refuse la garde de l'échantillon, mention en est faite sur le procès verbal de prélèvement d'échantillon;

-Étiquette de prélèvement composée de deux parties détachables est collée à l'aide de cire rouge cachetée sur chaque unité prélevée;

-Partie de l'étiquette est retirée lors du transfert de l'échantillon vers le laboratoire, l'autre partie n'est retirée qu'au niveau de celui-ci après vérification du cachet de cire;

-L'agent de contrôle est tenu de noter, avec précision les analyses, tests ou essais nécessaires au contrôle analytique permettant d'orienter les techniciens de laboratoire dans leur recherche, dans la partie sur l'étiquette de prélèvement réservée à cet effet;

-L'étiquette scellée à l'échantillon à l'aide du cachet de cire, placée sous la garde de l'intervenant ne doit pas comporter le numéro d'enregistrement administratif du service;

-La valeur de l'échantillon prélevé est déterminée sur la base de la déclaration du détenteur de la marchandise, le cas échéant selon l'estimation de l'autorité administrative

compétente. Cette valeur est mentionnée sur le procès verbal de prélèvement et le récépissé de prélèvement;

-Les deux échantillons prélevés sont enregistrés sur le registre tenu à cet effet au niveau des bureaux de services de la répression des fraudes. Ils leur seront affectés un numéro d'enregistrement administratif qui sera porté sur le procès verbal et les deux parties de l'étiquette de prélèvement. L'un des échantillons prélevés sera acheminé vers le laboratoire spécialisé quant au second, il sera conservé dans des conditions permettant sa bonne conservation ISO 17604:2015(MFC, 2015);

-Toutefois, si les conditions de conservation de l'échantillon ne sont pas réunies au niveau des locaux des services de la répression des fraudes, les échantillons seront transférés au laboratoire qui sera tenu de prendre toutes les dispositions nécessaires pour leur conservation dans les conditions appropriées;

-Le laboratoire habilité à effectuer les analyses tests ou essais dans le cadre de la répression des fraudes, est tenu d'utiliser les méthodes officielles d'analyses prévues par la réglementation ou à défaut des méthodes d'analyses reconnues au plan international et ce, conformément aux dispositions de l'article 37 de la loi 09-03 citée ci dessus;

- Les résultats d'analyses, tests ou essais ainsi que les méthodes utilisées sont portés sur des bulletins ou rapports avec la nécessité de se prononcer sur la conformité ou la non-conformité du produit;

- Dans le cas des mesures conservatoires, si les résultats d'analyses, tests ou essais révèlent la conformité de l'échantillon soumis au laboratoire, il est procédé immédiatement à la main levée du retrait temporaire du produit ou à l'admission temporaire de la cargaison importée ; et l'intervenant concerné est informé et de son droit de demander aux services fiscaux de soustraire la valeur des échantillons prélevés de sa charge fiscale, à condition de présenter le récépissé de prélèvement en sa possession modèle;

-Dans le cas où les résultats d'analyse révèlent la non conformité de l'échantillon, les services de la répression des fraudes engagent les mesures conservatoires selon les cas relatifs à la constatation de la non-conformité du produit.

Les paramètres n, c, m et M utilisés dans les annexes du présent arrêté représentent(JORA, 1995) :

- **n** : nombre d'unité constituant l'échantillon ;

- **m** : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur en dessous de laquelle la qualité du produit est considérée comme satisfaisante ;

- **M** : nombre de germes présents dans un gramme ou un millilitre de produit analysé, qui correspond à la valeur au dessus de laquelle la qualité du produit est considérée comme non satisfaisante;

- **c** : nombre maximal d'unités d'échantillonnage de produit analysé qui peut dépasser « m » tout en étant inférieur à « M » sans que le lot ne soit rejet;

- Cependant, le contrôle de la qualité est l'une des opérations qui permet de vérifier l'innocuité des produits. Pour cela les industries alimentaires sont toujours amenées à faire appel à divers laboratoires pour effectuer des contrôles à des fins réglementaires (législation).

3-ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUES DE LA MATIERE PREMIERE (BLE TENDRE)

3-1- Poids à l'hectolitre (PS)

Masse à l'hectolitre c'est le rapport de la masse des céréales au volume qu'elles occupent après un écoulement libre dans un récipient, dans des conditions bien définies (*Afnor, 1991*).

Le tableau 13 présente la classification du blé tendre selon son poids spécifique. Le blé tendre est adapté dans le moulin pour classer l'échantillon du blé .

Tableau 13 : Normes du poids spécifique des blés tendres (ITCF, 2001)

Classe de poids	Caractéristique et qualité
Au dessous de 70 kg/hl	Blé anormal, non commercial
Au dessous de 72 kg/hl	Blé inacceptable a l'intervention
Entre 72-75 kg/hl	Masse faible, léger et de faible valeur meunière
Entre 75-77 kg/hl	Masse moyenne Entre
77-79 kg/hl	Masse élevée, blé lourd et de bonne valeur meunière
Au dessus de 80 kg/hl	Masse très élevée, blés très lourd, vitreux et dense à très bon rendement

3-2-Taux d'impuretés

Les impuretés sont l'ensemble des éléments considérés conventionnellement comme indésirables dans l'échantillon (Bousslah et al., 2016).

Un lot de blé n'est jamais pur. Il peut être contaminé par des matières inertes (pierres, sable, terre, objets métalliques...), des débris d'animaux et de végétaux, des graines étrangères (graines nuisibles...), des grains de blés altérés ou mal venus (cassés, brûlés...) (Feillet, 2000).

3-3-Teneur en eau

La teneur en eau des produits céréaliers présente une très grande importance sur le plan technologique nutritionnel et économique. On entend conventionnellement par teneur en eau la perte de masse exprimée en pourcentage, subit par le produit (Godon et Loisel, 1997).

3-4-poids de mille grains

Le poids de mille grains est la masse de mille grains entiers exprimée en grammes, ce critère n'est jamais pris en compte dans les contrats commerciaux ou dans les règlements (Godon et Loisel, 1997).

Le PMG est un critère variétal pouvant subir des fluctuations liées particulièrement à l'échaudage (accident physiologique due à un déficit hydrique ayant pour conséquence un dessèchement du grain avant maturation). Le PMG est considéré comme un facteur déterminant du rendement semoulier des grains (*Bennerot et Galais, 1992*).

4- ANALYSES DE LA FARINE DU BLE TENDRE

4-1- Analyses physico- chimiques

4-1-1-Teneur en eau ou humidité (H)

La teneur en eau est mesurée à l'aide appareil à IR et selon les mêmes conditions de mesure. les résultats sont exprimés en (%) d'humidité par rapport à la matière sèche (*Doumandji et al., 2003*).

La teneur en eau de la farine est un facteur important de conservation au cours du stockage(*Benhania, 2013*). La teneur en eau est importante en boulangerie puisqu'elle intervient dans le taux d'hydratation des pâtes, et donc dans leurs caractéristiques rhéologiques (*Godon et Willm, 1998; Kiger et Kiger, 1967*). Plus la teneur en eau de la farine est faible, et plus il est possible de lui ajouter de l'eau au pétrissage pour arriver à une consistance optimum de la pâte. Cette incorporation est d'autant plus aisée que la teneur en eau de la farine est plus faible(*Grandvoininnet et Pratz, 1994*). Une farine saine loyale et marchande ne doit contenir plus de 16% d'eau.

la variation de d'humidité peut avoir pour origine (*Multon, 1982*):

- De mauvaises condition d'entreposage, telles que des locaux humides, de fortes variations de température, et voisinage avec des produits pouvant céder de l'humidité (*Multon, 1982*);
- Les condition climatiques précédant la récolte, qui peuvent augmenter l'hydratation du grain de blé lui-même à la récolte.

4-1-2-Teneur en cendre

La détermination du taux des matières minérales, principalement réparties dans les enveloppes et les germes, qui donner une indication sur le taux d'extraction pour le meunier 0,67% Tolérance 0,00 (NA 733)(*Doumandji et al., 2003*).

4-1-3-Acidité

Les mauvaises conditions de conservation s'accompagnent par d'autres phénomènes, d'une dégradation enzymatique des lipides se traduisant par un accroissement de l'acidité du

milieu, cette acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique (0,045% tolérance 0,015)(*Doumandji et al., 2003*).

4-1-4- Taux d'extraction

Le taux d'extraction représente le pourcentage de farine extraite à partir de la mouture de 100 kg de blé propre. Il dépend des caractéristiques du blé mis en œuvre et du réglage du Moulin. Dans une minoterie, le taux d'extraction est extrêmement important pour sa rentabilité (*Roussel, 1984*).

Le tableau 14 présente les Caractéristiques physico-chimiques de la farine du blé tendre.

Tableau 14 : Caractéristiques physico-chimiques de la farine du blé tendre (DOUMANDJI et al., 2003)

Caractéristiques	Farine de blé tendre
Teneur en eau %	≤15 ,5
Teneur en cendre (MS %)	0,56 –0,67 farine courante < 0,6 farine supérieur
Acidité en g/l de H ₂ SO ₄	0,045 -0,050

4-1-5-Taux d'affleurement (granulation)

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

La granulation d'un produit dépend de plusieurs facteurs qui sont (*Eriad, 1984*):

- La nature du blé et son humidité avant la mouture;
- Le taux d'extraction;
- Les différents appareils de mouture.

4-2-Analyses biochimiques

4-2-1-Taux en protéines

La teneur en protéines, par son intérêt technologique et nutritionnel, est un élément de la valeur d'utilisation du blé. La teneur en protéines des farines de blé destinées à la

fabrication de produits de cuisson à base de céréales varie de 7 à 15 % environ. Elle est fonction de la teneur en protéines des blés mis en mouture, de la répartition de celles-ci dans le grain et du taux d'extraction de la farine par rapport au grain (*Godon et Guinet, 1994*).

4-2-2-Teneur en lipides

La teneur en matière grasses totales est la totalité des substances extraites par l'hexane dans les conditions opératoires spécifiées dans la présente méthode, et exprimée en *pourcentage en masse du produit tel quel (*Afnor, 1986*).

4-2-3-Gluten humide

Pour mesurer la quantité de gluten, on réalise un pâton avec 10g de farine (m0) mélangée Avec 5ml d'eau salée. Après 10 mn de repos, on isole le gluten par lixiviation, c'est à dire par Lavage du pâton sous un mince filet d'eau tout en malaxant afin d'évacuer l'amidon et les Matières solubles dans l'eau. Le gluten (m1) obtenu est essoré avant d'être pesé (*ICC 137*)(*Doumandji et al. 2003*).

4-2-4-Gluten sec

Le principe du dosage du gluten sec repose sur le séchage ou l'élimination de la fraction d'eau présente dans le gluten humide à l'aide des plaques chauffantes.

Laisser les plaques chauffantes atteindre la température de service, prendre la boule de Gluten humide obtenue par la méthode spécifiée précédemment, et la mettre entre les plaques Chauffantes préchauffées, pendant 300 s. Enlever le gluten séché des plaques chauffantes et le peser (m2) (*ISO 21415-4, 2006*)(*Doumandji et al. 2003*).

4-2-5-Capacité d'hydratation du gluten

La capacité d'hydratation du gluten (CH) représente la quantité d'eau absorbée par le Gluten. $CH\% = \frac{\text{Teneur en gluten humide} - \text{Teneur en gluten sec}}{\text{Teneur en gluten humide}} \times 100$ (*Doumandji et al. 2003*).

Le tableau 15 présente les Caractéristiques biochimiques de la farine du blé tendre.

Tableau 15 : Caractéristiques biochimiques de la farine de blé tendre (DOUMANDJI et al., 2003)

Caractéristiques	Farine de blé tendre
Teneur en protéines (MS %)	> 8
Teneur en lipides (MS %)	<1,4
Gluten sec (MS%)	>8 8-10 : boulangerie 7-8 : pâtisserie légère 5-7 : biscuiteries sèche

4-3-Analyses rhéologiques de blé tendre

4-3-1-Essai à l'avéographe Chopin

Les caractéristiques plastiques (rhéologiques) d'une pâte déterminées par la mesure de W, du G et du P/L. Le W représente le travail de déformation de cette pâte et donne une bonne indication de la force boulangère. Le G ou indice de gonflement exprime l'extensibilité de la pâte. Le rapport P/L traduit l'équilibre entre ténacité et extensibilité (Doumandji et al. 2003).

Le tableau 16 présente les Caractéristiques rhéologiques de la farine de blé tendre.

Tableau 16 : Caractéristiques rhéologiques de la farine de blé tendre (Doumandji et al. 2003)

Caractéristique	Mesure recommandée
Avéographe Chopin	W : >130 (130-180 pour la farine panifiable) P/L : 0,46-0,65 G : >18 (18-23 pour la farine panifiable)

4-5-Analyses technologiques

4-5-1-Notion de valeur technologique

Il s'agit de la valeur d'utilisation de la farine pour la fabrication d'un produit (pain, biscuit ...etc.) dans des conditions opératoires bien définies dont la détermination suppose des protocoles de fabrication ou de mise en œuvre d'analyses indirectes pour l'appréciation de la qualité de la farine (Rounda et al. 2007).

4-5-9- Notion de valeur meunière

Le terme valeur meunière englobe, par définition, la somme des qualités que présentera un blé durant sa mouture (*Calvel, 1984*). Elle se trouve dans l'aptitude de blé à donner du bon rendement en farine, de pureté désirée avec un minimum d'énergie dépensée au cours des différentes étapes de la mouture (*Chasseray, 1991*). On distingue :

- **Valeur meunière extrinsèque**

C'est la caractéristique commerciale du lot (*Feillet, 2000*). C'est celle d'un lot de blé avant qu'on exclue tout ce qui n'est pas blé sain, loyal et marchand, elle dépend de la teneur en eau, quantité et nature des impuretés et du taux de grain cassés (*Bourdreau et Worden, 1992*).

- **Valeur meunière intrinsèque**

C'est celle d'un lot de blé qui a été soumis au nettoyage et prêt à entrer en mouture. Ses principaux facteurs sont (*Grandvoinet, 1991*):

- Pourcentage relatif de l'amande et des enveloppes;
- Le poids spécifique (PS), ou poids à l'hectolitre;
- Poids des grains;
- Dureté et vitrosité des grains;
- Finesse et couleur des enveloppes;
- Matière minérale ou cendre;
- Autres paramètres : la production d'issus et la puissance nécessaire pour conduire à bien le processus de mouture.

4-5-2-Taux de blutage

L'opération de blutage est la séparation de la farine de l'amande et les fractions périphériques du blé par tamisage. Le taux de blutage est le pourcentage du grain éliminé au cours de l'opération (*Adrain et al, 1981*).

4-5-3- Notion de valeur boulangère

La nécessité d'apprécier la valeur d'utilisation d'une farine se manifeste tout au long de la filière blé-farine-produit de cuisson (*Godon et Loisel, 1984*). Pour Calvel (1978), la valeur boulangère représente l'aptitude que possède un blé ou une farine à donner du beau et du bon pain (*Multon, 1982*).

On distingue généralement deux aspects de la valeur boulangère (*Calvel, 1980 ; Godon et Loisel, 1984*) :

- Qualités fermentatives qui dépendent de l'état des glucides et des amylases dans la farine;
- Propriétés rhéologiques ou viscoélasticité de la pâte qui dépend des propriétés de force de la farine. Cette viscoélasticité, parce qu'elle est la plus fluctuante, constitue de loin, un des aspects les plus importants de la valeur boulangère. Cependant, il y a deux ou trois facteurs qui sont directement reliés aux propriétés viscoélastiques d'une pâte. Il s'agit de la capacité d'absorption d'eau d'une farine, de la maniabilité et de la tolérance de la pâte. C'est le gluten qui, dans ce domaine, communique ses propriétés plastiques à la pâte. L'amidon jouerait, lui aussi, un rôle non négligeable dans la formation de la texture finale et le développement du pain.

4-5-4 Indice de ZENELY

Il donne une indication globale sur la quantité et la qualité du gluten, on admet qu'il est en relation avec la force boulangère (22 à 30 /NA 1184 -94)(*Doumandji et al. 2003*).

4-5-5-Indice de chute de HAGERG

Il est utilisé pour déterminer l'activité amylolytique qui peut devenir excessive par la suite de la présence de grains germés ou en voie de germination (180 à 280 secondes /NA 1176)(*Doumandji et al. 2003*).

Le tableau 17 présente les Caractéristiques technologiques de la farine de blé.

Tableau 17 : Caractéristiques technologiques de la farine de blé tendre(Doumandji et al. 2003)

Caractéristique	Mesure recommandée
Indice de zenely	>18 22-30(pour la farine panifiable)
Indice de chute de HAGBERG	180-280 secondes

4-5-6-Test de sédimentation (SDS)

Ce test a été effectué selon le protocole d'Axford et al. (1979) et dont le mode opératoire schématique .

Selon PAYNE et al. (1979), on peut classer les blés à partir de leur volume de Sédimentation comme suit :

- Volume de sédimentation compris entre 76-86 ml : très bonne qualité boulangère.
- Volume de sédimentation compris entre 60-75 ml : qualité boulangère moyenne.
- Volume de sédimentation compris entre 51-60 ml : blés de qualité boulangère médiocre.

4-5-7-Test de Pelshenke (PEL)

C'est un test de rhéologie qui mesure un développement de la pâte sous l'action d'un gaz dû à la fermentation. Ce test indirect d'appréciation de la qualité boulangère est réalisé à température constante et homogène de 32°C. C'est un test simple qui est fonction de la qualité du gluten et de celle des sucres fermentescibles. La boule formée est laissée à fermenter dans un verre d'eau à 32 °C. L'indice de Pelshenke, qui est le temps nécessaire pour obtenir la rupture de la boule, est d'autant plus élevé que le blé est de force. Ce test, assez largement utilisé par les sélectionneurs en Europe, s'est révélé particulièrement apte à refléter des différences de qualité attribuables à la composition en gluténines de la farine (Branlard et al, 1984).

On additionne 10g de farine à 6ml de suspension de levure à 10%, on pétrit l'ensemble pendant 1min 30sec. Puis le pâton est séparé en deux boulettes identiques (2 répétitions) qui sont plongées dans des verres d'eau permutée et tempérée à 32°C. Sous l'effet de la levure et de la température de 32°C, les boulettes de pâte gonflent,

remontent en surface, puis au bout d'un certain temps se disloquent et retombent. L'indice Pelshenke représente le temps exprimé en minutes, écoulé entre la mise de la boulette dans le verre et sa dislocation. Cet indice varie en fonction de nombreux paramètres : température, temps de pétrissage, type de levure...etc (Branlard et al, 1984).

4-6- Analyses organoleptique

Le but de la détermination des caractères organoleptiques est de rechercher l'état de conservation et la détermination de la pureté (Doumandji et al. 2003).

4-6-1-Essai au touche

L'essai au touché consiste à serrer dans la main une poignée de farine puis ouvrir et observer : la farine de blé tendre forme une espèce de pelote (Doumandji et al. 2003).

4-6-2- Odeur

Il s'agit de préparer un pâton avec de l'eau tiède et sentir. L'odeur de la farine est franche, agréable, analogue à celle de la noisette. Les farines bises ont une odeur qui rappelle celle du son. Une odeur acide, rance, acre indique que la farine est ancienne, et une odeur de moisi indique que la farine est en voie d'altération (Doumandji et al. 2003).

4-6-3-Saveur

La saveur normale est agréable et caractéristique douçâtre avec arrière-goût amer pour les queues de la mouture. Des altérations déjà prononcées la modifient.

L'addition de farine étrangère peut être aussi décelée ainsi que celle de graines parasites (mélilot,..). La farine ne doit pas crisser sous la dent (sable).

4-6-4- Couleur

La couleur varie avec le taux d'extraction et avec la nature de blé. La farine dont le taux d'extraction moyen (70%) est blanche. Si le taux d'extraction est élevée (80% et plus), la couleur varie du crème au marron claire. Cette couleur indique la présence de piqûres (Doumandji et al., 2003).

4-7-Analyse microbiologique

4-7-1- Analyse de l'eau de mouillage du blé tendre

- **Flore totale aérobie mésophile (FTAM)**

La flore aérobie mésophile (aussi appelée flore totale) représente l'ensemble des microorganismes se développant en présence d'oxygène à une température optimale de 30°C (multiplication active de 10°C à 45°C) (*Theau, 2005*).

Cette microflore peut comprendre des microorganismes pathogènes pour l'homme et l'animal mais aussi des microorganismes d'altération variés. On considère que, en général, il y a risque pour la santé du consommateur que si la flore totale mésophile aérobie est supérieure ou égale à 10⁵ microorganismes / g, et peut aussi être considérée comme flore d'altération car la présence d'une FTAM revivifiable abondante indique un processus de dégradation en cours. Il n'y a cependant pas de relation étroite entre le nombre totale des microorganismes et le temps d'apparition de l'altération perceptible des caractéristiques organoleptiques de l'aliment. En principe, une FTAM dépassant 10⁵ à 10⁸ microorganismes /g provoque une détérioration visible du produit. La FTAM est un indicateur microbiologique qui permet d'évaluer la charge bactérienne globale présente dans un aliment ou sur une surface (micro-organismes tests d'hygiène) (*Bonnefoy et al., 2002*). La figure 14 présente le vue microscopique de Flore totale aérobie mésophile (FTAM).



Fig. 14 : Vue microscopique de Flore totale aérobie mésophile (FTAM)(<http://Monreseaudeau.fr>)

- **Coliformes thermotolérants (CTT)**

Les coliformes thermotolérants ou fécaux, sont un sous-groupe des coliformes totaux. Ils font partie de la famille des entérobactéries vivant notamment dans l'intestin des humains et des animaux, Leur température optimale de développement est de 44°C contrairement à ceux de l'environnement. Ils sont utilisés comme un indicateur de contamination fécale d'origine humaine ou animale. L'espèce le plus fréquemment associée à ce groupe bactérien est *Escherichia coli* (Theau, 2005).

Leur présence dans l'aliment sous-entend qu'il y a eu non respect des règles d'hygiène et peut en conséquence signifier la présence de bactéries intestinales responsables de toxico-infection (Carip, 2008). La figure 15 présente la vue microscopique des coliformes fécaux.

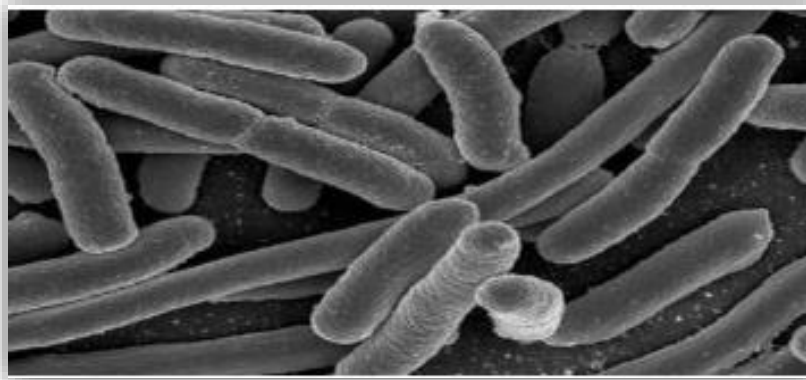


Fig. 15 : Vue microscopique des coliformes fécaux

<http://Shutterstock.com>

- **Coliformes totaux (CT)**

Les coliformes totaux sont des germes ubiquitaires qui existent fréquemment dans l'environnement (Sol, végétaux) ainsi que dans l'intestin de l'homme et des animaux (Bourgeois et al., 1996).

Ce groupe bactérien correspond aux espèces de la famille des Enterobacteriaceae. Les coliformes totaux se caractérisent par leur aptitude à fermenter le glucose en produisant des acides et du gaz (CO₂) en 48h à une température de 35°C-37°C et en présence de sels biliaires ou d'autres agents de surface. Ce sont des bacilles Gram négatif, oxydase négatif, non sporulés. Ils possèdent un métabolisme respiratoire ou fermentaire (aérobie ou anaérobie facultatif), ils réduisent les nitrates en nitrites en anaérobiose (Carip, 2008).

Les principaux genres inclus dans le groupe sont : *Escherichia*, *Citrobacter*, *Enterobacter*, *Klebsiella*, *Yersinia*, *Serratia*, *Rahnella*, et *Buttiauxella* (Rodier et al., 1996 ; Joly et

Reynau, 2003). La presque totalité des espèces sont non pathogènes et ne représentent pas de risque direct pour la santé (Edberg et al, 2000; Oms, 2000), à l'exception de certaines souches d'*Escherichia coli* ainsi que de rares bactéries pathogènes opportunistes. Les Coliformes totaux sont utilisés depuis très longtemps comme indicateurs de qualité microbienne des aliments parce qu'ils peuvent être indirectement associés à une pollution d'origine fécale mais leur présence dans l'aliment n'implique pas nécessairement un risque pour la santé publique (Gse, 2003).

L'analyse des coliformes totaux est un indicateur permettant d'apprécier l'état d'hygiène (Carip, 2008). La figure 16 présente la vue microscopique des coliformes totaux au microscope électrique.

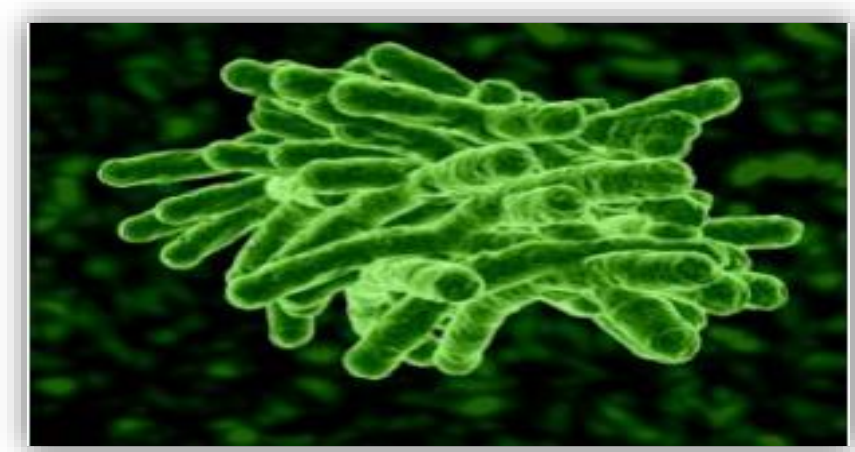


Fig. 16 : Vue microscopique des coliformes totaux (CT)

http://cbn.gestionweblex.ca/coliformes_totaux.

- *Streptocoques fécaux*

Ce sont des bactéries de forme sphérique au coccoïde, Gram+, disposées en pair ou en chaînette, dépourvues de catalase, capables de croître à 37 °C en 48h; elles font partie de la flore intestinale normale humaine ou d'autres animaux à sang chaud. Ces bactéries constituent un indice de contamination ancienne, capables d'hydrolyser l'esculine en présence de bile (Soudani, 2016). La figure 16 présente les *Streptocoques fécaux* au microscope électrique. La figure 17 présente la vue microscopique des streptocoques fécaux.



Fig.17 : Vue microscopique des streptocoques fécaux

http://fr.wikipedia.org/wiki/streptocoques_fécaux

4-7-2-Analyse microbiologie de la farine du blé tendre

Le contrôle microbiologique a pour but de garantir la bonne qualité hygiénique. Il détermine le risque pour la santé du consommateur (Brule *et al*, 2006). Les analyses reposent sur la recherche et le dénombrement des germes les plus significatifs de l'état hygiénique de produit alimentaire (Brule *et al*, 2006).

Le développement des microorganismes est dû aux mauvaises conditions de stockage des grains de céréales. La prolifération des microorganismes est favorisée par une humidité élevée ainsi qu'une température comprise entre 20°C et 40°C (Doumandji *et al.*, 2003).

La qualité microbiologique des farines a été évaluée par la détermination des niveaux de contamination en flore mésophile aérobie totale, en coliformes totaux et fécaux, en bactéries lactiques, en *Staphylococcus aureus* et en levures et moisissures....(Feuillet, 2000).

Le tableau 18 regroupe les différents germes recherchés pour chaque produit analysé selon le journal officiel de la république algérienne n°39 (Jora, 2017) qui indique les germes recherchés dans les différents produits alimentaires.

Tableau 18 :Regroupe les différents germes recherchés pour chaque produit analysé (JORA,2017)

Catégories des denrées alimentaires	Micro-organismes/ Métabolites	Plan d'échantillonnages		Limites microbiologiques (ufc/g)	
		N	C	M	M
Farine et semoule	<i>Escherichia coli</i>	5	2	10	10 ²
	<i>Staphylocoques à coagulase +</i>	5	2	10 ²	10 ³
	<i>Bacillus cereus</i>	5	2	10 ³	10 ⁴
	Moisissures	5	2	10 ³	10 ⁴
	<i>Anaérobies sulfito-réducteurs</i>	5	2	10 ²	10 ³

- **Moisissures**

Les moisissures sont des champignons microscopiques filamenteux. Les cellules sont organisées en mycélium se développant sur des déchets organiques et contaminant les produits alimentaires. Elles sont souvent dotées de propriétés hydrolytiques importantes (sur cellulose, pectine, amidon, protéines, lipides...) (Guiraud et Rosec, 2004).

Les moisissures sont aérobies, en général acidophiles (ph de développement entre 3 et 7) et mésophiles (température optimale de 20 à 30°C ; Cependant certaines espèces sont psychrophiles. Les moisissures produisent souvent des métabolites secondaires dont des mycotoxines (Guiraud et Rosec, 2004). La figure 18 présente les moisissures au microscope électrique:



Fig.18 : Vue microscopique des moisissures(www.a.gerard4.free.fr).

- *Clostridium sulfito-réducteur*

Les *Clostridium sulfito-réducteurs* sont des bacilles à Gram positif (de taille environ 0,3-1,9 x 2-10µm), isolés ou en chaînettes, non capsulés (à l'exception de *Clostridium perfringens*), sporulés ; la spore est de grand taille, elle est parfois plus grande que la bactérie, la plupart sont mobiles (flagelles péritriches), ils sont mésophiles et acceptent des variations assez importantes de PH et de températures ; quelques espèces sont thermophiles (*Carip, 2008*).

Elles sont anaérobies stricts, à une catalase négatif et ne possèdent pas de superoxyde dismutase, ce qui explique leur intolérance à l'oxygène aussi bien pour la survie que pour la multiplication, l'oxygène est toxique à cause de la formation d' H_2O_2 (*Guirandet Rosec, 2004*).

Les spores de *Clostridium* sont extrêmement résistantes, notamment à la température : la spore de *C.botulinum* résiste jusqu'à 5 h à 100°C et 15 min à 120°C. Du point de vue métabolique, les clostridies sont protéolytiques, et glucoalytiques. Certaines souches produisent des toxines (*Singleton, 2005*).

Ce sont des bactéries qui cultivent en anaérobiose en réduisant les sulfites (SO_3^{2-}) en sulfures (S^{2-}) à 44°C. Cette réaction est mise en évidence par la formation de sulfure de fer dans un milieu contenant du sulfite de sodium et un sel de fer. Ils sont très répandus dans la nature, en particulier, dans le sol et dans les intestins de l'homme et autres animaux, ils contaminent de nombreux produit : lait, eau, viande, aliment fermentés ou congelés et, surtout, conserves alimentaires. Ils ont un grand pouvoir de dégradation vis-à-vis des

sucres et des protéines, libérant de l'acide butyrique ou de l' H_2S . Leur présence dans l'aliment est un témoin d'une contamination fécale ou tellurique (Singleton, 2005).

Quelques espèces sont pathogènes, responsables de gastro-entérite (*C. perfringens*) ou de graves intoxications souvent mortelles (*C. botulinum*, *C. tetani*), et les clostridies de la gangrène gazeuse, mais aussi altèrent la qualité des aliments (forte activité protéolytique) (Carip, 2008). La figure 19 présente les *Clostridium sulfito-réducteurs* au microscope électrique.



Fig.19 : Vue microscopique de *Clostridium sulfito-réducteurs* (<http://fr.wikipedia.org/wiki/clostridium>).

- *Escherichia coli*

Escherichia coli appelée également colibacille, c'est une bactérie de la famille des enterobacteriaceae, Gram négatif, mobile, ne possède pas de désaminase, fermente le glucose par la voie des acides mixtes et le lactose, a une particularité de transformer le tryptophane en indole du fait d'une activité tryptophanase, ne produit pas H_2S , uréase négative, incapable d'assimiler le citrate comme seule source de carbone en aérobiose. Il représente l'espèce dominante de la flore intestinale aérobie. *Escherichia coli* est un coliforme fécal généralement commensal intestinal cependant certaines souches pathogènes dont la souche entérohémorragique (O157 :H7) qui est particulièrement dangereuse. Ce germe se développe facilement dans les aliments et leur présence témoigne d'une contamination fécale et suggère la possibilité que d'autres bactéries ou virus d'origine digestive s'y trouvent. On considère que leur présence rend les aliments

impropres à l'utilisation ou à la consommation (Carip, 2008). La figure 20 présente les *Escherichia coli* au microscope électronique.



Fig. 20 : Vue microscopique d'*Escherichia coli* coloré (www.psinicrographis.co.uk)

- *Staphylococcus aureus*

Staphylococcus aureus ou *Staphylococcus doré*, est un germe ubiquitaire. Il est commensal de la peau et des muqueuses de nombreux mammifères, y compris l'homme. On le trouve surtout dans les fosses nasales et le pharynx (20 à 50 % des individus), dans le tube digestif. Il se trouve aussi comme saprophyte dans l'environnement. La transmission peut survenir d'homme à homme, d'animal à homme mais aussi par des objets contaminés, la poussière, les vêtements, les aliments, etc (Djelouat, 1990).

S. aureus est une coque Gram positif, de 0,8 à 1 μm de diamètre, disposé en amas, en diplocoque, en courte chaînette, voire en grappe de raisin(Djelouat, 1990) immobile, asporulé, non capsulé. Les colonies souvent hémolytiques ont un pigment jaune orangé (Jean-Louis, 2007).

S. aureus se multiplie facilement en aérobiose qu'en anaérobiose halophile (fortes concentrations de NaCl), mésophile (Température optimale de croissance : 37°C), neutrophile (PH optimale de croissance 7). Il tolère une activité de l'eau basse, jusqu'à 0,83 (Bourgeois et al., 1996).

Le germe présente une forte résistance aux agents désinfectants et antiseptiques. Il est également sensible aux radiations ionisantes (Carip, 2008).

S. aureus possède les caractéristiques du genre *Staphylococcus* (Grosjean et al., 2011) :

Il possède une catalase (qui va décomposer l'eau oxygénée H_2O_2), oxydase négatif, réduisent les nitrates et sont capables de fermentation du glucose. Mais *S. aureus* possède bien d'autres caractéristiques biochimiques, propres à l'espèce, notamment (Carip, 2008) :

-Présence d'une coagulase libre et liée ou staphylocoagulase, phosphatase alcaline, hyaluronidase, fibrinolysine, lipase, protéolysines;

- Protéine A;

- Thermonucléase ou DNase thermo stable;

- Dégrade le mannitol sur la gélose Chapman, VP positif .

La bactérie est un pathogène opportuniste, son pouvoir pathogène résulte de plusieurs sécrétions particulières(Carip, 2008).

Des enzymes (Coagulase, fibrinolysine ou staphylokinase, hyaluronidase, nucléase,), qui lui confèrent son pouvoir invasif, et des toxines (Entérotoxines, leucocidines, exfoliative hémolysine) qui lui confèrent son pouvoir toxique (Avril et al., 1992).

Les intoxications alimentaires à *S. aureus* sont dues à une entérotoxine (Stable à la chaleur et à l'acidité) produite dans l'aliment ingéré tel que la pâtisserie à la crème, dessert, mayonnaise, etc. La toxine est responsable de troubles importants de la digestion. Ceux-ci se manifestant en six heures après ingestion de la nourriture incriminée contenant la toxine par de violents vomissements accompagnés le plus généralement par des nausées, diarrhées. Mais l'intoxication à *S. aureus* n'est en général pas mortelle pour un individu en bonne santé par contre elle provoque un problème grave pour les individus affaiblis par d'autres problèmes de santé. Elle guérit presque spontanément dans les 24 heures suivant l'apparition des symptômes (Perry et al., 2004).

L'apparition d'une intoxication à *S. aureus* suppose deux conditions (Perry et al., 2004):

-L'aliment contaminé doit être approprié pour la croissance et la production de toxine de la bactérie;

- L'aliment doit rester à une température qui permet la croissance de la bactérie .

La figure 21 présente les *Staphylococcus aureus* au microscope électrique.

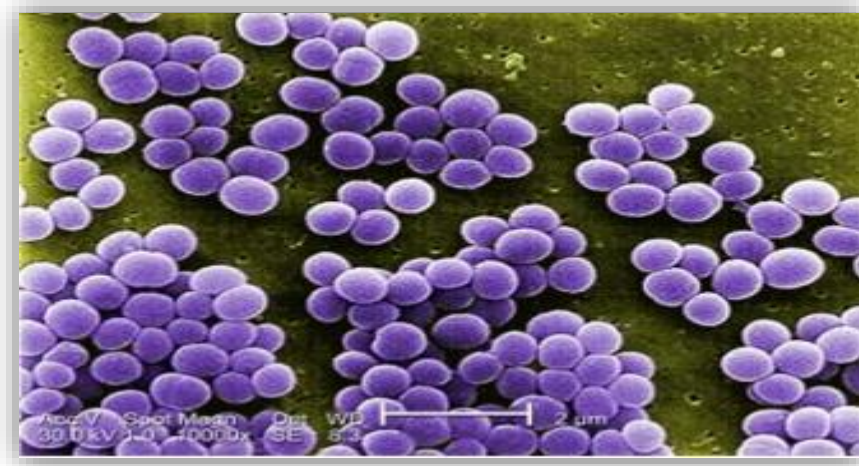


Fig.21 : Vue microscopique des *Staphylococcus aureus*

www.extension.org/pages

- **Bacillus cereus**

Bacillus cereus est responsable de toxi-infections caractérisées par des symptômes diarrhéiques, ainsi que d'intoxinations se traduisant par des symptômes émétiques. Il s'agit d'un bacille à coloration de Gram positive, sporulant et aéro-anaérobie facultatif.

Il fait partie d'un groupe de bactéries qui ont été longtemps considérées comme des espèces différentes mais qui, d'après des expérimentations d'hybridation ADN/ADN, appartiennent à la même espèce. Pour simplifier la description de ce groupe, les noms des anciennes espèces seront ici conservés (Anses, 2010). Elles sont souvent regroupées dans la littérature sous le terme « *Bacillus cereus sensu lato* » au sein duquel on distingue (Anses, 2010) :

Pathogènes pour l'Homme :

- *Bacillus cereus sensu stricto* ;
- *Bacillus thuringiensis*, se différenciant de *B. cereus sensu stricto* par la production d'un cristal parasporal toxique pour les insectes et étant utilisé comme bio-insecticide ;
- *Bacillus anthracis*, sensible à la pénicilline, agent de la maladie du charbon ;
- *Bacillus cytotoxicus*, thermotolérant et hautement toxique.

Non-pathogènes pour l'Homme :

- *Bacillus weihenstephanensis*, correspondant à certaines souches de *B. cereus* psychrotrophes ;

- *Bacillus mycoides* et *Bacillus pseudomycoïdes*, caractérisés par la formation de colonies à bords filamenteux sur milieux gélosés. La figure 22 présente la vue microscopique des *Bacillus cereus*.

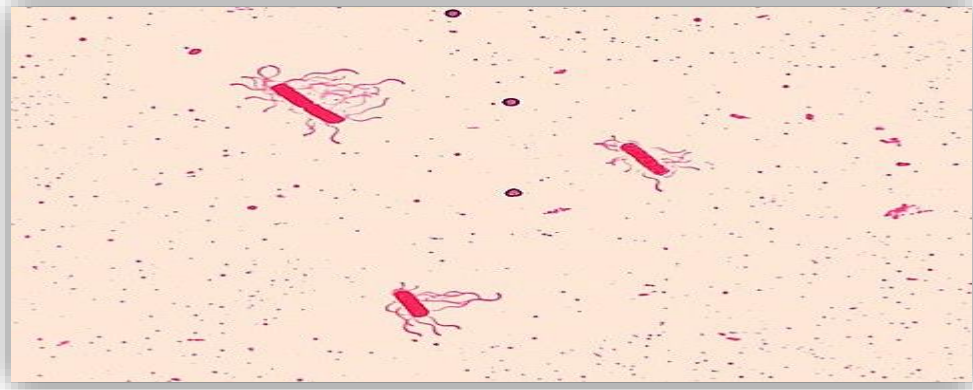


Fig. 22 : Vue microscopique des *Bacillus cereus*

[\(<http://fr.wikipedia.org/wiki/Bacillus>\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/Bacillus)

5-Évolution de la farine au cours du stockage

Le stockage des blés durant plusieurs mois est une pratique courante, puisqu'il existe un décalage entre leur production saisonnière et leur utilisation par la meunerie. Par contre, le stockage des farines est de plus courte durée, parce que la mouture détruit les parois cellulaires et les constituants des cellules sont au contact direct de l'air et des microorganismes. Dans des bonnes conditions de stockage, il y a souvent amélioration de la qualité de la farine (maturation de la farine), notamment celle de la valeur boulangère. Cependant, le stockage prolongé des farines, comme celle destinées à l'exportation, ou bien des conditions de stockage non satisfaisantes, peuvent être à l'origine de l'altération (Multon, 1992).

6-Causes de l'altération de la qualité de la farine

L'altération de la farine peut avoir plusieurs origines (Cangardel, 1978 ; Multon, 1982) :

6-1-Altérations d'origine biochimique et chimique

Réaction de Maillard, dénaturation des protéines, dégradation de la structure de l'amidon, destruction des amidons, destruction des vitamines, oxydations non enzymatiques (Multon, 1982).

6-2- Altérations d'origine enzymatique

sont dûes à des hydrolases qui vont tendre à dégrader les réserves biochimiques au niveau du grain de blé lui même (*Cangardel, 1978*).

6-3-Altérations d'origine mécanique ou physique

sont surtout dues à des chocs entraînant des fissures ou des brisures qui favorisent très largement les autres causes d'altération et notamment l'invasion des microorganismes ; elles peuvent également provenir de l'action des radiations en doses excessives (*Cangardel, 1978 ; Multon, 1982*).

6-4-Altérations biologiques

sont dues aux activités métaboliques de l'écosystème constitué par les microorganismes, les arthropodes (acariens, insectes), les petits vertébrés (rongeurs, oiseaux) et les germes présents initialement au niveau du grain lui-même (*Multon, 1982*).

Matériel et méthodes

1-PRESENTATION DU LE LIEU DE STAGE

1-1-Historique de l'unité de transformation du blé tendre

Nous avons réalisé notre travail au niveau de la semoulerie, minoterie industriel et dérivées (S.M.I.D.E) de Constantine. C'est la dénomination de l'entreprise économique des industries alimentaires et dérivées de Constantine. Elle est issue de la restructuration de la société mère : la société nationale (SN) anciennement appelée : semouleries, pâtes alimentaires céréaliers (SEMPAC) en 1982. L'entreprise est dotée d'une filiale chargée des analyses de contrôle de qualité, la filiale de Skikda (Hammadi KROUMA)Siège de notre stage pratique. Elle regroupe deux parties productives :

➤ Partie Semoulerie C'est la phase qui produit la semoule en ses trois qualités

SG : Semoule Grosse;

3SE : Semoule Supérieure Super Extra (destinée à la fabrication des pâtes alimentaires);

SGM : Semoule Grosse Moyenne.

➤ Partie Minoterie

C'est la phase qui produit la farine en ses deux qualités :

FP : Farine Panifiable;

FS : Farine Supérieure (extra).

1-2-Situation géographique

Quant à l'implantation de l'unité, notons qu'elle est située au Sud Est de la ville de Skikda à environ six km au loin milieu du village Hammadi Krouma. Sa vocation est de transformer les matières premières (blé dur et blé tendre) en produits finis (Semoule et Farine). Le but de l'unité est de satisfaire la région et les autres régions avoisinantes (Batna, Tébessa, Biskra, ... etc.) en farine et semoule.

2- ROLE DU LABORATOIRE

2-1- Laboratoire l'unité Hammadi Krouma

Laboratoire l'unité Hammadi Krouma est chargé de :

-Suivi du contrôle de qualité des matières premières, des produits en cours de transformation, des produits finis et des sous produits fabriqués par l'entreprise;

-Veiller au respect des normes qualitatives des produits fabriqués par l'entreprise;

-Sensibiliser et orienter le service de production pour le respect des paramètres technologiques de fabrication et garantir la qualité des produits.

2-2- Laboratoire d'analyses microbiologiques

Les analyses microbiologiques du produit fini ont été effectuées au niveau de laboratoire d'hygiène (DSP) Mardj el-Dib de wilaya de Skikda pour but :

- Contrôle de qualité de produit fini;
- Recherche différents germes de farine présente, selon les normes algériennes;
- Veiller à ce que les normes d'hygiène et de santé soient respectées pour le produit final.

I-MINOTERIE

1-Matériau végétal utilisé

La matière première est le blé tendre (local et importé).

2- Les étapes de la technologie de transformation du blé tendre en farine panifiable

Dans cette partie, nous avons suivi le diagramme ci-dessous:

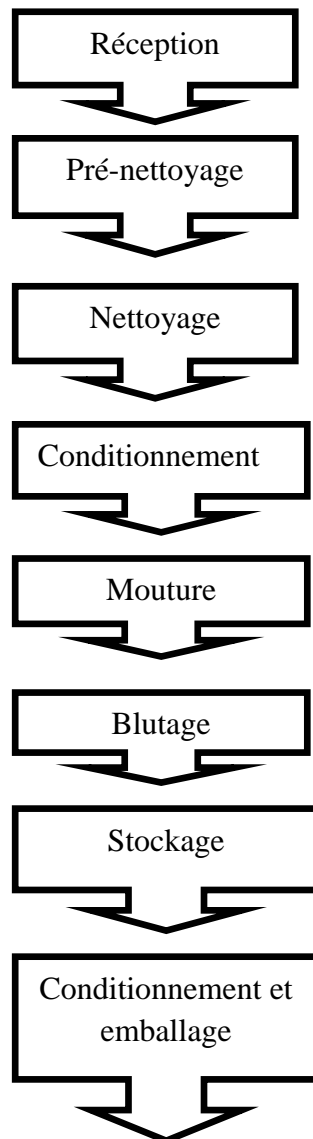


Fig. 23 : Diagramme des opérations de transformation du blé tendre

3- Matériels utilisés

La chaîne de transformation du blé tendre nécessite le matériel suivant:

- Ventilateur** : aspire de la poussière;
- Balance**: pèse le blé et le produit;
- Séparateur**: sépare le blé propre des déchets;
- Epierreur**: c'est une machine inclinée, sert à éliminer les pierres;
- Trieur** : élimine les déchets pour les graines rondes;
- Tarares**: c'est une machine qui travaille par l'air, elle sépare le produit et le déchet;
- Doseurs** : ont un rôle de régler la quantité de blé à utiliser pour avoir une qualité homogène ;
- Planschter** : c'est une machine qui contient des tamis de différentes ouvertures de mailles pour la séparation des produits;
- Broyeur** : (gros et fin) sont utilisés pour moulinier le blé tendre ;
- Brosse** : sépare le son de produits ;
- Décortiqueuse** : élimine la barbe du blé et la partie superficielle de l'enveloppe;
- Sasseur** : sert à sasser le produit (séparation entre le produit et le son);
- Table densimétrique** : elle sépare toutes les impuretés mélangées avec le blé suivant la densité et le poids spécifique ;
- Convertisseur** :Ecraser les finots, il a un forme d'un cylindre;
- Filtre** : filtre de l'air et de la poussière absorbés avec le produit;
- Transporteur vertical** : assuré par un élévateur avec des godets.
- Transporteur horizontal** : assuré par une vis sans fini;
- Cellules** : stockent le blé et produit fini;
- Cascade** : diminue la force de chute de blé;
- Soufflantes** : transporte le produit par refoulement;
- Aimant** : capte tous les déchets de matière métallique;
- Cyclone** : sépare entre la poussière et l'air.

II- CONTROLE DE QUALITE

1- Prélèvements et échantillonnages

Pour l'analyse initiale du blé qui arrive au moulin dans des camions chargés, les échantillons initiaux ont été prélevés de petites quantités de blé au point de lot (sur toute la hauteur de la couche à des fins d'analyses), ainsi que pour le blé après nettoyage. En ce qui concerne l'analyse physique, chimique (humidité, taux de cendres, taux d'affleurement) et biochimique (dosage du gluten) et organoleptiques (touche, odeur, saveur, couleur) du produit fini. des échantillons ont été prélevés sur plusieurs unités homogènes et identiques à partir de sacs d'une capacité de 50 kg, ou ces échantillons ont été mélangés et dirigés vers l'étude physique, chimique (humidité, taux de cendres, taux d'affleurement), biochimique (dosage du gluten) et organoleptiques (touche, odeur, saveur, couleur) dans le laboratoire . Pour l'analyse microbiologique, un échantillon de l'eau de mouillage du blé a été prélevé dans un flacon stérile d'une capacité de 225 ml. Pour la farine, un échantillon homogène a été prélevé d'un sac de capacité de 5 kg. sur la hauteur du sac (de la surface à la profondeur) à des fins de contrôle qualité en laboratoire.

2- Analyses physico-chimiques de la matière première (blé tendre) après réception

2-1-Poids à l'hectolitre ou poids spécifique(PS)

- **Principe**

Il détermine le poids naturel du grain à l'hectolitre, la masse d'un hectolitre de grains mesurée en kilogramme. Il consiste à peser un volume d'un litre de blé à l'aide d'un (Nilemalitre) ; c'est une trémie conique en miniature d'un litre de capacité (Afnor, 1991).

- **Matériel**

Le poids à l'hectolitre est mesuré par un appareil appelé Nilemalitre de capacité d'un litre. Il est composé d'une trémie fixée sur un manchon adaptable au récipient de mesure ayant un volume d'un litre et d'un couteau d'arasage. La figure 24 présente l'appareil de Nilemalitre.



Fig. 24 : Nilemalitre

- **Mode opératoire**

Nous avons mesuré le récipient vide. nous remplissons la trémie par l'échantillon qui doit être bien homogénéisé. Puis nous ouvrons l'obturateur et laisser couler les grains dans la mesure d'un litre, enfoncer le couteau raseur à fond, enlever la trémie, suspendre la mesure à la balance pour la peser avec précision.

- **Expression des résultats**

Le résultat se trouve avec la formule suivante (kg/hl).

$$\text{Poids spécifique} = \text{masse récipient rempli} - \text{masse récipient vide.}$$

2-2-Taux d'impuretés

- **Principe**

La recherche des impuretés est l'opération qui a pour but de séparer, classer, et peser les différentes impuretés contenues dans un échantillon de blé tendre (Godon et Loisel, 1984).

- **Matériel**

Différents tamis sont été utilisés: tamis 3,55mm, 1,80mm, tamis 1mm. La figure 25 présente le tamisage manuel.



Fig. 25 : Tamisage manuel

- **Mode opératoire**

Une prise d'essai d'environ 100g par division successives de l'échantillon puis on installe un tamis à fentes arrondies de 3,55mm x 20mm, sur un tamis à fentes arrondies de 1mm x 20mm. Les fentes des tamis doivent être parallèles au sens du mouvement des tamis et on les places sur un fond de recueil. Du coup la prise d'essai est mise sur le tamis supérieur et le couverte avec un couvercle. Le tamisage doit être effectué par un tamiseur mécanique ou manuellement de façon à reproduire le tamisage mécanique.

- **Expression des résultats**

Les différentes impureté sont été séparées, et ont été mesurées sur la balance (g).

2-3-Humidité

- **Principe**

Les appareils sont basés sur la mesure d'une caractéristique électrique des grains, variable en fonction de leur état d'hydratation. Cette mesure est reliée, après étalonnage, à la teneur en eau des grains(*Godon et Loisel, 1997*).

- **Matériel**

Humidité est mesurée par l'Humidimètre. La figure 26 présente l'Humidimètre.



Fig. 26 : Humidimètre

- **Mode opératoire**

Après allumage et étalonnage de l'humidimètre les grains sont versés dans l'humidimètre jusqu'au point de débordement, le couvercle est inséré.

- **Expression des résultats**

La lecture du pourcentage (%) d'humidité des grains est directement sur l'humidimètre.

2-4-Poids de 1000 grains

- **Principe**

Cette méthode repose sur le comptage manuel du nombre de grains contenus dans une prise d'essai de masse connue, et qui a pour but de donner le degré d'échaudage (NA731/1990). Cette analyse permet l'appréciation de l'homogénéité et le rendement du blé tendre et la classification de ce dernier. pesée d'une quantité de l'échantillon, séparez les grains entiers et divisons toute leur masse en fonction de leur nombre. et expression du résultat rapporté à 1000 grains.

- **Matériel**

-Grains de blé tendre;

-Balance;

-Tamis.

- **Mode opératoire**

Une prise 30g de blé tendre puis nous éliminé tous les impuretés ensuite et avons pèse exactement le poids P(g) des grains entier et nous compté le nombre N de ces grains, puis nous déterminé l'humidité H(%) de l'échantillon.

- **Expression des résultats**

La fonnule de détermination de poids mille grains est la suivante :

$$\text{Poids de mille grains (g)} = 10 \times P \times (100 - H) / N$$

Où :

P : poids des grains entiers(g).

N : nombre de grains entiers.

H: l'humidité de l'échantillon(%).

3- Analyses physico-chimique de la matière première (blé tendre) après le nettoyage

3-1-Détermination du poids à l'hectolitre: poids spécifique(PS)

La même méthode de mesure du poids à l'hectolitre utilisée précédemment après réception avec le même appareil.

3-2-Humidité du blé après l'addition d'eau

La même méthode de mesure de l'humidité précédemment utilisée et du même appareil.

4- Analyses effectuées sur la farine du blé tendre

4-1-Analyses Physico-chimiques

4-1-1-Détermination du taux d'humidité

- **Principe**

La méthode consiste en un étuvage à pression atmosphérique, à une température de 130-133°C pendant 1h, dans des conditions opératoires définies. La perte de masse observée est équivalente à la quantité d'eau présente dans le produit.

- **Matériel**

- Balance analytique;
- Capsule métallique, munie d'un couvercle;
- Etuve, à chauffage électrique, réglable de façon que la température de l'air et des plateaux porte-échantillon, au voisinage des prises d'essais, soit comprise entre 130° et 133°C en régime normal pendant 1h;
- Dessiccateur à plaque métallique contenant un agent déshydratant efficace;
- Pince métallique.

La figure 27 présente l'étuve BRABANDER.



Fig. 27 : Etuve BRABANDER

La figure 28 présente la capsule métallique.



Fig. 28 : Capsule métallique

- **Mode opératoire**

Une Prise 10 gramme à 0,01 % près de farine extraite de blé tendre. Nous mettons 10 gramme dans une vase après avoir équilibré la balance qui vient avec étuve.

et utilisons la 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.

- **Lecture**

Après allumage la balance à l'aide d'interrupteur placé en bas à droite, cet interrupteur 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, arrêter donc la ventilation ce qui diminue l'influence de la pression d'air sur la pesée.

Nous abaissons 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 tourné le plateau.

4-1-2-Détermination de taux de cendres

- **Principe**

La détermination se fait par incinération de 5g de farine à 900°C pendant 2 heures, jusqu'à combustion complète de la matière organique. La teneur en cendres est déterminée par la pesée du résidu sec.

- **Matériel**

- Balance analytique;
- Nacelles en porcelaine ou en quartz;
- Four à Moufle;
- Pince en acier inoxydable;
- Pipette graduée;
- Dessiccateur à plaque métallique contenant un agent déshydratant efficace. Les figures 29 et 30 présentent le four à moufle et le dessiccateur



Fig. 29 : Four à moufle



Fig. 30 : Dessiccateur

Les figures 31 et 32 présentent les nacelles et le pince en acier inoxydable.



Fig. 31 : Nacelles



Fig. 32 : Pince en acier inoxydable

• Mode opératoire

Chauffons durant 10mn les nacelles dans un four réglé à $900^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$, ensuite nous les laissons refroidir à température ambiante, puis nous les avons pesés. Dans les nacelles à incinération préparées, nous avons pesé 5 g de farine et nous reparti la matière en une couche d'épaisseur uniforme sans la tasse. Nous humecter la prise d'essai au moyen de 1 à 2 ml d'éthanol (afin d'obtenir une incinération uniforme). Puis nous le mettons place les nacelles et ses contenus à l'entrée du four préalablement chauffé à $900^{\circ}\text{C} \pm 25^{\circ}\text{C}$ jusqu'à ce que la matière s'enflamme. Aussitôt que la flamme est éteinte, nous avons places avec

précaution les nacelles à incinération dans le four pendant 1 heure. Une fois l'incinération terminée, nous avons retiré les nacelles, et nous les avons mis à refroidir et on les pèse.

- **Expression des résultats**

Le taux de cendre est d'abord calculé en pourcentage (%) de matière humide, puis rapporté à la matière sèche, il est égale à :

$$T_{CM.h} = \frac{(P_2 - P_3)}{P_2 - P_1} \times 100 \times \frac{100}{100 - H}$$

Où:

P₀: Masse en gramme de la nacelle vide.

P₁ : Masse en gramme de la nacelle avec la prise d'essai.

P₂ : Masse en gramme de la nacelle avec le résidu après incinération.

P₃ : Poids de la capsule + cendre.

H : Teneur en eau du produit.

4-1-3-Détermination du taux d'affleurement (granulation)

- **Principe**

La détermination du taux d'affleurement est réalisée à l'aide d'un plansichter possédant un tamis à 155 A° d'ouverture des mailles. Le taux d'affleurement est la quantité de farine extraite ou refusée par un tamis dont l'ouverture de maille est choisie en fonction de finesse du produit à analyser.

- **Matériel**

-Planshister de laboratoire;

-Tamis ;

-Balance. Les figures 33 et 34 présentent le planshister et la balance.



Fig. 33: Planshister



Fig. 34: Balance

- **Mode opératoire**

Mettez 100g (m_0) de notre échantillon dans une tamiseuse qui comprend 8 tamis organisés selon le diamètre des pores du haut vers le bas, En plus d'un fond ramasseur et procéder à l'agitation pendant 10 min; une fois le tamisage terminé, nous desserré le couvercle et pesé l'extraction (m_1) de chaque tamis.

- **Expression des résultats**

Après tamisage, nous mesurons le poids de la farine restante du tamisage sur la balance.

4-2-Analyses biochimiques

4-2-1-Dosage du gluten

- **Principe**

Le dosage du gluten repose sur son insolubilité dans l'eau chargée de sel est sur la Propriété qu'il possède de s'agglomérer lorsqu'on le malaxe dans un courant d'eau qui Élimine les autres constituants.

- **Matériels et réactifs**

- Mortier;
- Spatule;
- Plaque de nickel;
- Eau de robinet;
- Eau salée.

La figure 35 présente la glutamique.



Fig. 35 : Glutamique

- **Mode opératoire**

une prise 10g de la farine, nous mettons 10g dans le mortier, nous Ajoutons quelques Gouttes d'eau salée, nous mélangeons l'ensemble d'eau et la farine par une spatule ou la Main pour avoir un pâton, laissé ensuite reposer le pâton 5 minutes, puis on pétrit le Pâton à la main avec l'eau de robinet jusqu'à l'obtention de l'eau blanche, nous pesons Le gluten obtenu pour déterminer le poids de gluten humide et nous posons le gluten pesé Sur une plaque de nickel, nous plaçons cette plaque dans une étuve à 110-115°C pour Sécher le gluten même pas un eminute, après peser le gluten sec obtenu, Au cours de L'opération, il faut noter les caractéristiques du gluten, telles que :

- La facilité d'obtention;
- L'élasticité;
- La consistance;
- La couleur;
- Tous ces aspects permettent d'apprécier la qualité de la farine.

4-2-2-Détermination du gluten humide

Le gluten humide (GH) est exprimé par la formule suivante :

$$\text{GH}\% = (m_1/p) \times 100$$

GH: gluten humide.

m1 : masse du gluten humide.

p : prise d'essai (10g).

4-2-3-Détermination du gluten sec

Le gluten sec (GS) est exprimé par la formule suivante :

$$\text{GS \%} = (m_2/p) \times 100$$

GS: gluten sec.

m2 : masse du gluten sec.

p : prise d'essai (10g).

4-2-4-Détermination de la capacité d'hydratation

La capacité d'hydratation du gluten (GH) représente la quantité d'eau absorbée par le gluten. Est exprimée par la formule suivante :

$$\text{CH}\%=(\text{GH-GS} /\text{GH}) \times 100$$

CH : capacité d'hydratation.

GH : gluten humide.

GS : gluten sec.

4-3-Analyses organoleptiques

4-3-1-Détermination du test organoleptique de farine

- **Principe**

Un test organoleptique de la farine a pour but de contrôler sa qualité organoleptique (Couleur, goût ou odeur).

- **Mode opératoire**

On s'intéresse généralement seulement aux perceptions suivantes :

-La vision : on observe la couleur de la farine à l'oeil nu;

-L'odeur : on teste l'odeur de la farine à l'aide du nez;

-Goût : on déguste la farine dans la bouche.

4-4-Analyses microbiologiques

34-4-1-Analyses microbiologiques de l'eau du mouillage

- **Recherche sur Coliformes totaux (CT)
et Streptocoques fécaux**

- **Principe**

L'eau destinée à l'alimentation humaine qui possèdent des critère intrinsèque;

La seul manière de savoir les micro-organisme est présent ou non(Coliforme totaux ; E. Coli ; *Streptocoque fécaux*).

- **Méthode Opératoire**

- **Recherche et dénombrement des Coliformes totaux (CT)**

Test présomption:

A partir de l'eau à analyser, porter aseptiquement :

-3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL D/C muni d'une cloche de Durham ;

-3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham ;

-3 fois 0,1ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu BCPL S/C muni d'une cloche de Durham et chasser le gaz présent éventuellement dans les cloches de Durham et bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation: se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Le résultat positif est traduit par un dégagement de gaz carbonique(dont le volume est supérieur 1/10 de la hauteur de la cloche) ainsi que l'apparition d'un trouble bactérien accompagné d'un virage du milieu du ver au jaune.

- **Recherche et dénombrement des streptocoque fécaux**

Test présomption:

-3 fois 10 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE D/C ;

-3 fois 1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C;

-3 fois 0,1 ml dans 3 tubes contenant 10 ml de milieu ROTHE S/C. Bien mélanger le milieu et l'inoculum.

L'incubation : se fait à 37 °C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Sont considérés comme positifs les tubes présentant à la fois : un dégagement gazeux (supérieur au 1/10 de la hauteur de la cloche). Un trouble microbien accompagné d'un virage du milieu au jaune (ce qui constitue le témoin de la fermentation du lactose présent dans le milieu). La figure 36 présente les étapes d'analyses de l'eau du mouillage.





Fig. 36 : Les étapes d'Analyses de l'eau du mouillage

4-4-2- Analyses microbiologiques effectuées sur la farine de blé tendre

- **Préparation de la solution mère**
- **Principe**

La préparation de la dilution primaire (solution mère) ; est nécessaire pour les dilutions décimales suivantes en vue de réduire le nombre de microorganismes par unité de volume ; pour faciliter l'analyse microbiologique.

- **Matériel**

-Balanc;

-Bec bunsen;

-Eau(TSE).

- **Méthode Opératoire**

Peser 22,22g de l'échantillon à analyser et ajouter 250 ml de déliant tryptone sel eau (TSE) ; homogénéiser la solution mère. La concentration de la solution mère est toujours à 10^{-1} . La figure 37 présente la méthode de préparation d'une solution mère.



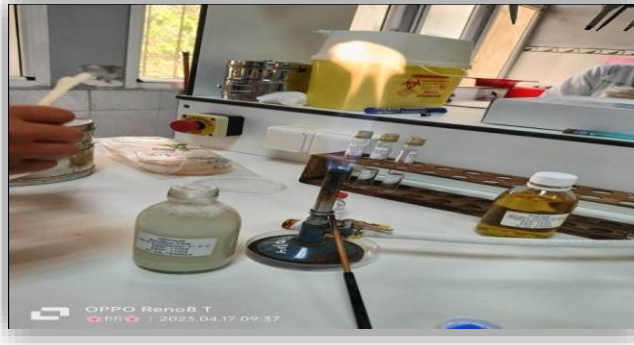


Fig. 37 : Les étapes de Préparation du solution mère

Préparation des solutions décimale:

- Introduire 1ml de la suspension 10^{-1} dans 9ml de TSE;
- Mélanger; puis prélever 1ml de la dilution 10^{-2} et l'introduire ensuite dans 9ml de TSE;
- Répéter ces opérations pour obtenir des dilutions a recherché. La figure 38 présente la Préparation des solutions décimales.

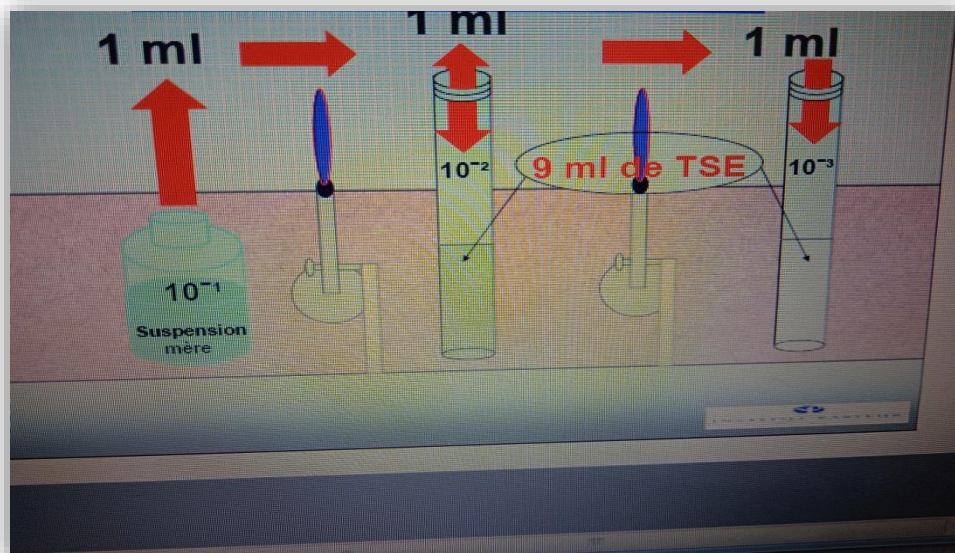


Fig. 38 : Préparation les solutions décimales

- Recherche et dénombrement des moisissures

- **Principe**

La présence de bactéries, levures et moisissures dans la farine permet d'apprécier l'abondance des micro-organismes et /ou souvent aussi la destination, afin de déterminer la nature de cette microflore afin : d'évaluer la qualité hygiénique du lot ou de contrôler l'évolution dynamique de la flore pour évaluer l'efficacité de ce type de stockage ou pour évaluer les effets d'un traitement physique ou chimique sur la microflore.

- **Matériel et réactifs**

- Boîtes pétrie stérile;
- pipette stérile;
- four à Mouffle;
- Gélose SABOURAUD.

- **Méthode Opératoire**

La préparation de la gélose SABOURAUD en la faisant fondre et refroidir à 45 °C ,Ensuite nous la colons sur les boîtes pétris, après séchage des boites nous portons aseptiquement 0,1ml d'inoculum de chaque tube et nous le méthode sur la surface de la gélose. L'incubation: se fait à une température 30⁰c pendant 5jours à7 jours. La figure 39 présente la méthode de recherche les moisissures





Fig. 39 : Méthodes de recherche moisissures

- **Recherche et dénombrement d'*Escherichia coli***
- **Principe**

La recherche d' *Escherichia coli* est effectuée sur Gélose VRBG. La recherche de ce germe permet de savoir si le produit présente des risques pouvant atteindre la santé du consommateur.

- **Matériel et réactifs**

-tubes stéril;
-Boîte pétri;
-four à moufle;
-Gélose VRBG;

- **Méthode Opératoire**

Incuber 2 séries de boîtes avec 1ml des différentes dilutions et Déposer l'inoculum (1ml) goutte à goutte sur toute la surface de la boîte; Couler une couche de gélose de VRBG=15ml ; refroidie à la température 45°C.

Mélanger et laisser solidifier puis Incuber une série de boîtes 24-48h à37°C pour la recherche des coliformes totaux , Incuber l'autre série à44°C pour la recherche des coliforme thermo tolérants et *Escherichia coli* Et Dénombrer les colonies rouges qui poussent en masse ; noter les dilutions et les températures correspondantes. Tenir compte

des boîtes ayant un nombre compris entre 10 et 150. La figure 40 présente la méthode la recherche d'*Escherichia-coli*.

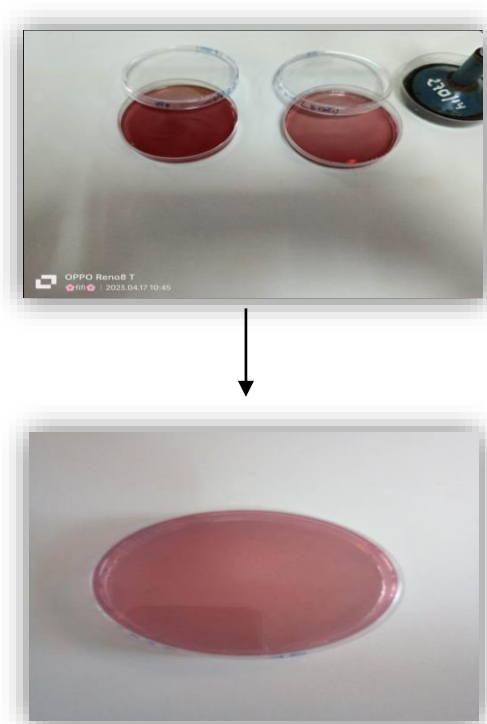


Fig. 40 : méthode de recherche d'*Escherichia coli*

- **Recherche et dénombrement des *Staphylococcus aureus***
- **Principe**

La forte concentration en chlorure de sodium inhibe la croissance de la plus part des bactéries autre que les *staphylocoques*.

- **Matériel et réactifs**

- Boîte pétri stérile;
- Râteau stérile;
- Bec Bunsen;
- Lame;
- Eau distillée;
- Microscope;

- Pipette stérile;
- Gélose Chapman;
- Réactif de coloration.

- **Méthode opératoire**

A partir des dilutions décimales de 10^{-1} 10^{-2} et 10^{-3} dans le milieu Giolitti Cantoni, porter aseptiquement 4 gouttes dans une boîte de pétri contenant de la gélose Chapman et étaler les gouttes à l'aide d'un râteau stérile.

L'incubation: se fait à 37°C pendant 24 à 48 heures.

- **Lecture**

Les *Staphylococcus aureus* se présente alors sous forme de colonies de taille moyenne ; lisse ; brillante ; en jaune et pourvues d'une catalase et d'une coagulase.

- **Coloration de gram**

La coloration de Gram est fréquemment utilisée en microbiologie pour mettre en évidence les bactéries Gram positif ou négatif.

Lecture : Les bactéries qui retiennent la coloration violette sont appelées bactéries Gram-positif, tandis que celles qui ne retiennent pas la coloration violette et prennent une couleur rouge ou bien rose sont appelées bactéries Gram-négatives.

- **Méthode de Coloration de gram**

Inonder le frottis séché à l'air et fixé à la chaleur pendant 1min avec le réactif de coloration au cristal violet. Veuillez noter que la qualité du frottis (concentration cellulaire trop lourde ou trop légère) affectera les résultats de la coloration. Laver la lame dans un jet doux et indirect d'eau du robinet pendant 2 secondes ; Inondation avec le mordant : iode ou lugol. Attendez 1min. Laver la lame dans un jet doux indirect d'eau du robinet pendant 2 secondes. Inondation la lame avec agent décolorant et Attendez 15secondes ou ajouter goutte pour faire sortir l'agent de décoloration; Inondation la lame avec contre-colorant safranine et Patienter 30 secondes à 1 min et puis Laver la lame dans un jet d'eau douce et indirecte de l'eau du robinet jusqu'à ce qu'aucune couleur n'apparaisse dans l'effluent et puis sécher avec du papier absorbant. Observez le résultat de la procédure de coloration sous immersion dans l'huile. Examiner au microscope objectif $\times 100$. La figure 41 présente la méthode de recherche les *Staphylococcus aureus* .

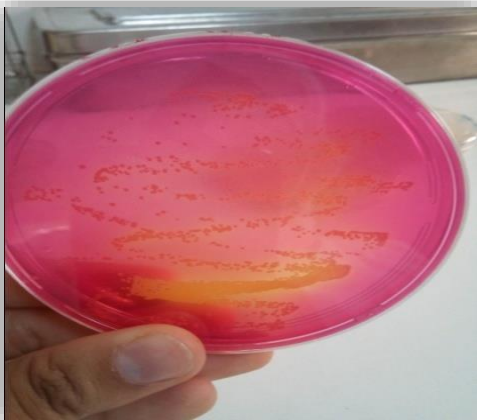


Fig. 41 : Méthode de recherche les *staphylocoque aureus*

La figure 42 présente les étapes de coloration de gram.





Fig. 42 : Méthode de coloration de gram

- Recherche et dénombrement des *Clostridium Sulfito-Réducteur*

- **Principe**

Les clostridium sont des bactéries sporulées sulfito-réducteurs fermentent le lactose avec production de gaz. Leur recherche se base sur la croissance sur un milieu sélectif muni De sodium et d'alun de fer, qu'il est réalisé sur la gélose VF(viande foie).

Les *clostridium réduisent* les sulfites de sodium et sulfites de fer.

- **Matériel et réactifs**

- Tubes stériles;
- Bec bunsen;
- Pipette stérile;
- Bain marie;
- Gélose viande foie.

- **Méthode opératoire**

La faire fondre un flacon de gélose Viande foie, la refroidir à 45°C, puis ajouter une ampoule d'Alun de fer et une ampoule de sulfite de sodium, mélangé soigneusement et aseptiquement. Les tubes contenant les dilutions décimales seront soumis :d'abord à un chauffage à 80 °C pendant 8-10 min au bain marie pour la destruction de forme Végétative, puis un refroidissement immédiat sous l'eau de robinet. A partir de ces dilutions, porter aseptiquement 1 ml de chaque dilution en double dans deux tubes à vis stériles, puis ajouter avec pipette environ 15 ml de gélose VF(Viande foie) dans chaque tube, laisser solidifier sur la paillasse .

L'incubation : Ces tubes seront incubés à 37°C pendant 48 heures.

- **Lecture**

Après la période d'incubation, les tubes considérés positifs sont grosses colonies noires de spores de *Clostridium sulfito-réducteurs*. La figure 43 présente la méthode de recherche les *Clostridium sulfito-réducteurs*.

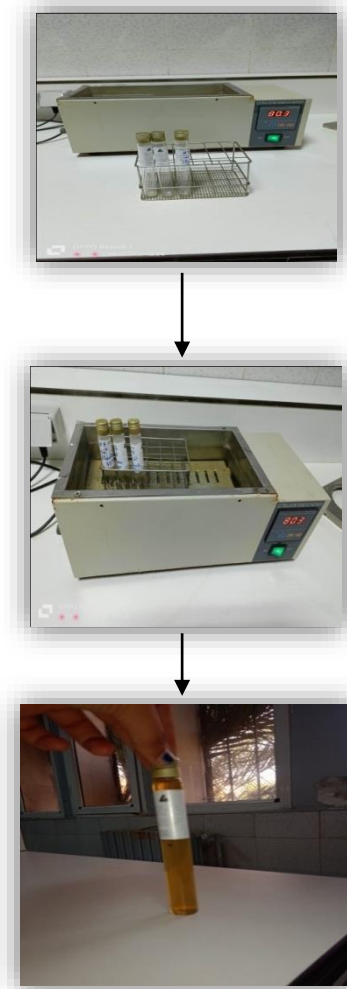


Fig. 43 :Méthode de recherche et dénombrement

les Clostridium sulfito-réducteurs

• **Expression des résultats**

$$N = \frac{\varepsilon C}{Vml(n1+0,1n2) \times d}$$

$$N = \frac{0+1}{1(1+0,1) \times 1}$$

$$N = \frac{1+0}{1(1+0,1)10^{-2}} \quad \curvearrowright$$

$$N = \frac{1 \times 100}{1,1}$$

$$N = 100 \text{ spore/g.}$$

Résultats et discussion

1- RESULTATS D'ANALYSES PHYSICO-CHIMIQUE DE LA MATIERE PREMIERE (BLE TENDRE) APRES LA RECEPTION

1-1-Poids à l'hectolitre(PS)

Le résultat du PHL obtenu du blé tendre, est présenté dans le tableau 19 .

Tableau 19 : Résultats de PHL du blé tendre

Paramètres	Résultats	Norme (<i>JORA,1991</i>)	Qualité du blé tendre
PHL kg/hl	79,3kg/hl	79-80 kg/ht et plus	Blé de 1 ère qualité.
		<79	Blé de 2ème qualité.
		< 75	Blé de 3ème qualité.

Nous remarquons que le PHL du blé tendre est égale à 79,3kg/hl. Cette valeur est incluse dans la fourchette de la norme[79-80 et plus] (*JORA, 1991*).

Notre blé tendre appartient à la premier qualité, on peut donc avoir une extraction en farine de 79 % seulement avec un bon réglage des équipements. Cependant, le PHL seul ne renseigne pas sur la qualité du blé, il faut donc effectuer une série d'analyses.

En comparant le résultat de poids à l'hectolitre du blé tendre après la réception obtenu avec les résultats d'autres études, nous trouvons:

A l'échelle nationale, un étude a été menée dans la wilaya de Ouargla par Benhania (2013), elle a trouvé que le poids à l'hectolitre du blé tendre est égale à 79,80 kg/hl. donc l'extraction de la farine est de 79%, le blé est classe dane premier qualité.

A Skikda l'étude de Boueloudnin (2019), a trouvé que le poids à l'hectolitre du blé tendre est égale à 77 kg/hl. Cette valeur est incluse dans la fourchette de la norme [<79] (*JORA, 1991*). le blé tendre appartient au deuxième qualité et une extraction de la farine est 77% .

A travers les résultats, la connaissance du poids spécifique d'un blé est très importante dans les contrats commerciaux et dans les spécifications réglementaires, plus le poids spécifique est grand plus le rendement en farine est élevé (*Delachaux, 1983*).

La détermination de la masse à l'hectolitre a été considérée comme la seule méthode valable pour mesurer la valeur meunière, elle a même servi comme critère de réglementation du taux d'extraction (*Abecassis, 1993*).

Le poids à l'hectolitre peut être influencé, principalement par(*Laumont et Marcel, 1957*) :

- Densité du grain (% d'air à l'intérieur du grain, humidité du grain, taux respectif de divers constituants);
- Pourcentage de l'espace vide dans le récipient rempli de grains (forme, grosseur et la régularité de grains, états de leur surface, soin apporté à l'exécution de l'opération de tassement;
- Taux et la nature des impuretés.

Donc, les deux résultats du poids à l'hectolitre sont conformes aux normes algériennes (*JORA, 1991*). qui est entre:79-80 kg/ht et plus: blé de 1 ère qualité,<79: blé de 2ème qualité,<75:blé de 3ème qualité.

1-2-Taux d'impuretés

Le résultat de taux d'impuretés obtenu du blé tendre, est présenté dans le tableau 20 .

Tableau 20 : Taux d'impuretés du blé tendre

Paramètres	Résultats	Normes (<i>JORA, 1991</i>)
Taux d'impuretés	05%	05% max.

Les impuretés sont l'ensemble des éléments considérés conventionnellement comme indésirables dans l'échantillon (*Bousslah et al., 2016*).

Un lot de blé n'est jamais pur. Il peut être contaminé par des matières inertes (pierres, sable, terre, objets métalliques...), des débris d'animaux et de végétaux, des graines étrangères (graines nuisibles...), des grains de blés altérés ou mal venus (cassés, brûlés...) (*Feillet, 2000*).

Nous constatons que le taux impuretés totales de blé tendre étudié obtenu est de 5%, donc il est conforme aux normes qui préconisent un maximum de taux d'impuretés de 5%(*JORA, 1991*) .

En comparant le résultat de taux impuretés obtenu avec les résultats d'autres études, nous trouvons:

A l'échelle nationale, une étude menée dans la wilaya de Mostaganem par Mahi (2020) elle a trouvé le taux impuretés est égale à 3,28%.

Dans une autre étude dans la même wilaya par Benhamimed et Chaoui (2016) ils ont trouvé que le taux impuretés est égale à 1,2%.

A travers les résultats, la présence de certaines impuretés présente des risques pour une bonne conservation. Il est à noter que les grains cassés facilitent l'attaque des micro-organismes à l'intérieur des grains. Du point de vue qualité technologique la quantité d'impuretés dans le blé tendre a une incidence directe sur le rendement en farine (*Laumont et Marcel, 1957*).

Le faible taux impuretés et la détermination de la valeur commerciale et marchande d'un lot de blé peut donner une idée sur la propreté du blé, grâce à la bonne récolte. (*Zairi et Menadi, 2014*).

Donc, les deux résultats de taux impuretés sont conformes aux la norme algériennes(*JORA, 1991*), qui est entre [$<5\%$].

1-3-Humidité

Le résultat du (H%) obtenu du blé tendre; est présenté dans le tableau 21.

Tableau 21 : Humidité du blé tendre

Paramètres	Résultats	Normes (<i>JORA, 1991</i>)
Humidité (%)	10,7%	$<14\%$

Les grains de céréales sont particulièrement déshydratés. Leur teneur en eau est aux environs de 14%, du fait de leur fonction d'abord protectrice de l'embryon, puis ensuite nourricière de la jeune plante (*Feillet, 2000*).

La mesure de l'humidité du blé est une opération essentielle dans les industries de transformation du blé, car elle permet de déterminer la quantité d'eau à ajouter lors du conditionnement, mais aussi de savoir si le blé peut être stocké sans risque d'altération par les moisissures lors du stockage(*Feillet, 2000*).

Nous constatons que le taux d'humidité du blé non nettoyé est 10,7 %. Cette valeur est conforme aux normes (H $<14\%$) (*JORA, 1991*), homologué pour que le blé peut être stocké sans aucun dommage.

En comparant le résultat d'humidité du blé tendre après la réception obtenu avec les résultats d'autres études, nous trouvons:

A l'échelle nationale, une étude menée dans l wilaya de Ouargla par Benhania (2013),elle a trouvé l'humidité est égale à 12,6%.

Une autre étude dans la wilaya de Skikda par Boueloudnin (2019), elle a trouvé l'humidité est égale à 13%.

Le taux d'humidité des grains du blé tendre est inférieure pour les deux résultats cela montre qu'elles sont issues des grains bien séchés et bien conservés.

En effet, la différence d'humidité d'un échantillon à un autre peut être attribuée aux conditions climatiques, à la région de culture, et aux conditions de stockage. La teneur en eau est un critère essentiel de sa conservation (*Ladraa, 2012*).

Donc, les deux résultats sont conformes aux normes algériennes ($H < 14\%$) (*JORA, 1991*). Elle renseigne sur la quantité d'eau à ajouter pour ramener l'humidité du grain à 14% dans le but d'avoir un bon taux d'extraction. , elle permet aussi d'évaluer les risques lors du stockage.

1-4-Poids de 1000 grains

Le résultat du (PMG) obtenu du blé tendre; est présenté dans le tableau 22.

Tableau 22 : Poids de 1000 grains

Paramètres	Résultats	Normes (<i>JORA, 1991</i>)
Poids de 1000 grains	38g	60-80 : Gros blés(g) 33-55 : Blé moyen(g) au dessous de 30 : petits blés(g)

Le poids de 1000 grains est un indicateur du rendement technologique dans l'industrie de première transformation. La masse du grain est une caractéristique variétale en relation directe avec la taille des grains (*Ladraa, 2012*).

Nous constatons que le PMG de blé non nettoyé est 38g. donc, notre blé est classé dans la deuxième catégorie comme un blé moyen, cela permet de prédire que ces rendements en farine seront moyens.

En comparant le résultat de PMG obtenu avec les résultats d'autres études, nous trouvons: A l'échelle nationale, une étude menée dans la wilaya de Biskra par Torchi (2022), elle a trouvé le PMG de blé tendre est égale à 32,80g est classé les blés de petites taille.

Une autre étude dans wilaya de Mostaganem par Mahi 2020, elle a trouvé le PMG de blé tendre est égale à 47,2g. Le blé est classé dans la deuxième catégorie comme un blé moyen.

Les deux résultats sont différents en termes de classification de la taille des grains de blé tendre donc, la masse de mille grains est en étroite relation avec leur grosseur qu'elle exprime indirectement, en conséquence les possibilités de rendement de la farine, à cause du rapport (surface/volume). En effet, un blé à PMG de 35-45g est dit de taille moyenne (Chasseray, 1991).

La taille du grain est une caractéristique essentiellement variétale, mais elle dépend également des conditions de culture. La masse de mille grains est une des composantes du rendement agronomique des céréales. Elle est donc un bon indicateur du mode d'élaboration du rendement et du problème rencontrés par la plante lors de son développement tels que l'échaudage et l'attaque par les maladies ou les insectes. Elle permet également aux agricultures de calculer les doses de semences pour répondre à un objectif de densité de semis (ITCF, 1995).

Donc, les deux résultats de PMG sont conformes aux normes algériennes (JORA, 1991).

2- ANALYSE PHYSICO-CHIMIQUE DE LA MATIÈRE PREMIÈRE (BLÉ TENDRE) APRES LE NETTOYAGE

2-1- Détermination du poids à l'hectolitre: poids spécifique (PS)

Le résultat du (PS) obtenu du blé tendre; est présenté dans le tableau 23.

Tableau 23 : Poids spécifique (PS)

Paramètres	Résultats	Normes (JORA, 1991)
Poids spécifique en kg/hl	77,30 kg/hl	80-83 : Blé de 1 ère qualité. 77-79 : Blé de 2ème qualité. < 77: Blé de 3ème qualité.

Le poids à l'hectolitre après le conditionnement est 77,30kg/hl. Notre blé tendre appartient à la deuxième qualité.

On remarque que la valeur du PHL du blé tendre est diminuée après le conditionnement, et cela dû aux mauvaises conditions de stockage qui affectent le rendement, Le taux d'extraction et la qualité globaux de la farine, mais la moyenne est conforme à la norme.

En comparant le résultat du poids à l'hectolitre après le nettoyage obtenu avec les résultats d'autres études, nous trouvons:

A l'échelle nationale, nous avons trouvé un seul cas qui a fait cette analyse après le nettoyage, l'étude a été menée dans la wilaya de Ouargla par Benhania (2013), elle a

trouvé le poids à l'hectolitre de blé tendre après le nettoyage est égale à 77,46 kg/hl. Le blé tendre appartient à la deuxième qualité.

Le résultat a diminué de PS par rapport à avant le nettoyage, et cela est dû aux mauvaises conditions de stockage et de conservation, ce qui affecte l'extraction. Le PHL est influencé par plusieurs facteurs sur le blé tendre comme la température, l'humidité du grain, le stockage, les maladies et les impuretés (*Ghaderi et al., 1971*).

Donc, le résultat est conforme à la norme algérienne (*JORA, 1991*).

2-2-Humidité du blé après addition d'eau

Le résultat de l'humidité (H%) obtenu du blé tendre après addition d'eau (mouillage de blé tendre) ; est présenté dans le tableau 24.

Tableau 24 : Humidité du blé après addition d'eau

Paramètres	Résultats	Normes (<i>JORA, 1991</i>)
Humidité (%)	15,5%	15 et 16%

Après l'addition de l'eau, on remarque une élévation du taux d'humidité (avant 10,7 % et après 15,5 %), il est donc conforme aux normes (entre 15 et 16% selon la norme algérienne) (*JORA, 1991*).

C'est l'étape qui consiste à ajouter de l'eau pour faciliter la séparation entre le tégument (l'enveloppe) et le grain de blé proprement dit, le mouillage est très important en meunerie car il est en lien direct avec le rendement (*Feillet, 2000*).

Cette élévation est due à l'addition de l'eau au cours du processus de fabrication de la farine. La pression exercée par les cylindres et la vitesse de rotation élève leur température et celles des produits (*Bourdeau et Menard, 1992*). Selon Godon (1991), l'humidité des farines de passage diminue du cylindre lisse au cylindre cannelé.

Selon Bourdeau (1992), une période de repos insuffisante lors de conditionnement de blé ne permet pas à l'humidité de se répartir uniformément dans le grain.

En comparant le résultat d'humidité après le nettoyage obtenu avec les résultats d'autres études, nous trouvons:

A l'échelle nationale, une étude de l'humidité menée dans la wilaya de Ouargla par Benhania (2013) elle a trouvé l'humidité de blé tendre nettoyée est égale à 16,20%.

Une autre étude dans la wilaya de Skikda par Bouloudnin (2019), elle a trouvé l'humidité de blé tendre nettoyée est égale à 17%.

Le taux d'humidité dans les deux résultats sont supérieures par rapport à la norme. En effet, l'humidité élevée est probablement due à la quantité d'eau ajoutée au blé tendre (Calvel, 1984). Il y a un risque d'altération de la farine lors du stockage (Chene, 2001).

Donc, les deux résultats sont élevés il ne sont conformes pas aux normes algériennes (JORA, 1991) qui entre 15 et 16%, quant au résultat que nous avons obtenu.

3- ANALYSES EFFECTUEES SUR LA FARINE DU BLE TENDRE

3-1-Analyses physico-chimiques

3-1-1-Détermination du taux d'humidité

Le tableau 25 montre l'humidité de trois essais du produit farine.

Tableau 25 : Résultats du dosage de l'humidité

Echantillon	Humidité	Moyenne	Norme (JORA, 1991)
Essai 1	14,5%	14,5%	14-16%
Essai 2	14,8%		
Essai 3	14,2%		

Les résultats présentés dans ce tableau montre un de le taux d'humidité 14,5% ce chiffre correspond à la norme de journal officiel de la république algérienne (JORA, 1991) qui est entre [14-16%]. le blé peut être stocké sans aucun dommage. Il est essentiel de connaître le taux d'humidité pour les farines boulangères, ce qui permet de vérifier la conformité à la réglementation.

La détermination de l'humidité est importante puisqu' elle conditionne d'une part la précision des divers résultats analytique rapportés à la matière sèche et d'autre part celle de la mise en œuvre des tests technologiques tel l'essai de la panification (Calvel, 1984).

L'abaissement de l'humidité à travers le temps traduit un transfert d'eau sous forme de vapeur, des farines vers l'atmosphère moins humide. Il se produit un échange entre l'humidité de la farine et l'humidité relative de l'environnement (Godon, 1991).

Une humidité élevée peut provoquer l'altération de la farine donc une humidité basse

augmente la durée de stockage, cependant elle augmente le risque de rancissement vu que les lipases sont activées à de faible activité d'eau. La richesse en eau d'une farine à une influence directe sur la capacité d'absorption de la pâte. Ce qui doit obliger le boulanger de prendre en considération la teneur en eau de la farine (Calvel, 1984).

En comparant le résultat d'humidité de la farine du blé tendre obtenu avec les résultats d'autres études, nous trouvons:

A l'échelle nationale, une étude de l'humidité menée dans la wilaya de Ouargla par Benhania (2013), elle a trouvé l'humidité de la farine est égale à 14,50%.

L'étude de Boueloudnin (2019), elle a trouvé l'humidité de la farine est égale à 15,6%.

Donc, les valeurs l'humidité de la farine du blé tendre sont acceptables, cela indique de bonnes conditions de stockage et la conservation du blé, et une bonne addition d'eau avant mouture (Martin, 1998).

Les valeurs de humidité respectent la norme de Journal officielle de la république algérienne (JORA, 1991) qui est entre 14-16%.

3-1-2-Détermination de taux de cendres

Le Tableau 26 montre que le taux de cendres de trois essais du produit final (farine).

Tableau 26 : Résultats du dosage des taux de cendres

Echantillon	Taux de cendres	Moyenne	Norme(JORA, 1991)
Essai 1	0,66%	0,60%	0,55-0,75%
Essai 2	0,44%		
Essai 3	0,71%		

Les résultats présentés dans ce tableau 26 montre un taux de cendres de 0,60% .Ce chiffre correspond aux normes de (JORA,1991) qui est entre [0,55 et 0,75%].

Le taux de cendres d'une farine constitue l'une des caractéristiques de la pureté de celle ci et peut aider à déterminer le taux d'extraction d'une farine, plus le taux d'extraction est faible, plus la teneur en cendres est faible et réciproquement(Calvel, 1984).

Le taux de cendres varie dans le grain, selon la variété de blé, la région de culture, les méthodes culturelles, l'origine histologique et l'année de récolte(Calvel, 1984).

Les facteurs liés aux variations du taux de cendre sont entre autre : les facteurs génétiques notamment la dureté, la taille et la teneur en enveloppes de grains, les facteurs

pédologiques tels que la nature du sol et la disponibilité des minéraux des sols (Godon, 1978).

En comparant le résultat des taux de cendres obtenu avec les résultats d'autres études, nous trouvons:

A l'échelle nationale, une étude a été menée dans la wilaya de Ouargla par Benhania (2013), elle a trouvé que le taux de cendres est égale à 0,58%.

Une autre étude dans la wilaya de Mostaganem par Mahi (2020), elle a trouvé le taux de cendres est égale à 0,48%.

les résultats du taux de cendres sont inférieures. donc, il détermine la bonne extraction de la farine et une bonne valeur technologique. D'après Feuillet (2000), les meuniers utilisent la teneur en cendre afin de déterminer le taux d'extraction et de régler convenablement leur moulin.

Ces deux valeurs du taux de cendres est conformes la norme de Journal officielle de la république algérienne (JORA, 1991) qui est entre [0,55 et 0,75%].

3-1-3-Détermination du taux d'affleurement (granulation)

Le tableau 27 montre le taux de cendres de trois essais du produit farine.

Tableau 27 : Résultats du dosage de granulation

Echantillon	G%	Moyenne	Norme (JORA, 1991)
Essai 1	8,5%	8,5%	[<10%]
Essai 2	9%		
Essai 3	8%		

Les résultats notés dans le tableau 27 montrent les taux de d'affleurement (granulation) de 8,5% ce chiffre correspond à la norme de JORA qui est max 10%.

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

La norme Afnor (1982), fixe pour une farine courante un taux de refus au tamis de maille 180 micromètre, inférieur à 10%.

En comparant le résultat de taux d'affleurement obtenu avec les résultats d'autres études, nous trouvons:

A l'échelle nationale, une étude a été menée dans la wilaya de Ouargla par Benhania (2013), elle a trouvé que le taux d'affleurement (granulation) est égale à 95,52%.

A Skikda par Boueloudnin (2019), elle a trouvé que le taux d'affleurement (granulation) est égale à 11%.

Ces deux résultats de granulation sont élevés. donc, ce qui indique la mauvaise qualité de la farine. Cette farine n'a pas subi une bonne mouture parce qu'il y avait un problème dans une étape de la chaîne de transformation du blé tendre qui est le blutage. le blutage n'a été pas bien, la farine n'est pas pure parce qu'elle contient d'autres éléments. et ça peut être dû à une erreur qui se produit lors de processus de tamisage (Feuillet, 2000).

Donc, les deux résultats de granulation ne sont pas conformes aux normes algériennes (JORA, 1991). qui est inférieur à 10%, quant au résultat que nous avons obtenu.

3-2-Analyses biochimiques

3-2-1-Dosage du gluten

Le Tableau 28 présente l'évolution du gluten humide et sec et sa capacité d'hydratation de trois essais du produit farine du blé tendre.

Tableau 28 : l'évolution du gluten et sa capacité d'hydratation

Echantillon	m (g)	Gluten humide (GH)	m (g)	Gluten Sec (GS)	mGH (%)	mGS (%)	Capacité D'hydratation
A	3,66	36,6	0,91	09,1	32,2	14,2	55,9
B	3,30	33,0	1,72	17,2			
C	2,72	27,2	1,63	16,3			
La norme					[24-36] (JORA, 1991)	[8-12] (JORA, 1991)	65-69

Nous constatons que le taux du gluten humide de la farine fabrication est de : 32,2% .Cette respecte la norme [24-36] (JORA ,1991).

Nous constatons que le taux du gluten sec de la farine fabrication est de 14,2%.

Cette valeur est supérieur par rapport à la norme [8-12](JORA ,1991).

En ce qui concerne la capacité d'hydratation du gluten, la farine à une capacité d'hydratation une très grande partie des propriétés technologiques de la pâte peut être associée au gluten. Plusieurs auteurs ont soulignés que la composition du gluten est un

facteur déterminant de la force d'une farine. La quantité et la qualité de cette dernière sont responsables des propriétés viscoélastiques de la pâte (l'extensibilité et l'élasticité) (*Lecoq, 1965*).

Au plan technologique le gluten détermine en grande partie les caractéristiques rhéologiques de la farine d'où la nécessité d'avoir un taux de gluten sec de 8 à 10% et une capacité d'hydratation de 67 à 68% pour que la farine soit préconisée en boulangerie (*Baghous, 1998*). Selon *Feillet (2000)*, les caractéristiques du gluten dépendent des propriétés des farines dont il est extrait. Le gluten des farines de mauvaise qualité s'hydrate plus facilement et se révèle plus visqueux et moins élastique que celui extrait à partir de farines de bonnes qualités.

En comparant le résultat de taux de gluten obtenu avec les résultats d'autres études nous trouvons:

A l'échelle nationale, une étude a été menée dans la wilaya de Boumerdès par Bengriche et Tiliouine (2017), elle a trouvé que le taux du gluten humide est égale à 24,3% le gluten sec est égal à 8,1%. Les résultats sont acceptables, le gluten sec de la farine de blé tendre peut être considéré comme riche en gluten et donnera des pâtes élastiques et extensibles (*Calvel, 1984*). Le gluten humide est de bonne qualité plus il absorbe de l'eau et plus la différence est grande entre le poids du gluten sec et humide (*Delachaux, 1983*).

Donc, les deux résultats de gluten sont conformes aux normes algériennes (*JORA, 1991*) qui est entre le gluten humide (24%-36%) et le gluten sec (8%-12%).

A Skikda par Boueloudnin (2019) elle a trouvé que le taux de gluten humide est égale à 32,2% le résultat est acceptable. Le gluten sec est égale 14,2% le résultat est supérieur. Cette élévation anormale pourrait s'expliquer par le séchage insuffisant de gluten humide et un problème dans l'étuve.

Donc, le résultat de gluten humide est conforme les normes algériennes (24%-36%) et le résultat de gluten sec est élevée il ne conforme pas aux normes algériennes (8%-12%) (*JORA, 1991*), quant aux résultats que nous avons obtenu.

3-3-Analyses organoliptique

3-3-1-Détermination L'essai au touche, odeur, saveur, couleur

Le Tableau 29 présente Résultats d'analyses organoliptique de produit fini (la farine).

Tableau 29 : Résultats d'analyses organoliptique de la farine

Paramètre	Analyses	Résultats	Normes(JORA, 1991)
Test organoleptique	Couleur	Crème	Couleur jaunâtre
	Odeur	Normal	Odeur fraîche
	Saveur	Agréable	Gout agréable
	Toucher	Lisse	Lisse

La farine est de bonne qualité ; elle se manifeste par une couleur crème, une Odeur normal et un goût agréable, et une touche lisse.

En comparant le résultat detest organoleptique obtenu avec les résultats d'autres études nous trouvons:

A l'échelle nationale, une étude a été menée dans la wilaya de Bouira parBoubekeur (2020),elle a trouvé queletest organoleptique est couleur jaunâtre, odeur fraîche et goût agréable.

Donc, les résultats de test organoleptique est conforme aux normes algériennes (*JORA, 1991*).

3-4-Analyses microbiologiques

3-4-1-Analyses microbiologiques de l'eau du mouillage

- **Recherche sur Coliformes totaux (CT) et Streptocoques fécaux**

Les analyses bactériologique ont été effectuées an niveau de laboratoire DSP qui consiste à la recherche des coliforme totaux et des streptocoques fécaux, les résultat obtenus dans le tableau 30 suivante :

Tableaux 30 : Résultat d'analyse microbiologique de l'eau du mouillage

Les germes	Résultats	Normes(JORA, 2017)
Coliforme totaux	ABS	Absence/Présence
Streptocoques fécaux	ABS	Absence/Présence

On remarque une absence totale des différents germes dans cet échantillon analysé. Donc, l'eau est de bonne qualité.

3-4-2-Analyses microbiologiques effectuées sur la farine du blé tendre

• **Résultat de analyse microbiologie de la farine du blé tendre**

Le blé tendre est la principale de la fabrication de la farine, elle est susceptible d'être une source de contamination à cause de son stockage et son transport. Le tableau 31 présente les résultats de analyse microbiologie en comparaison avec la norme de JOR N°39/2017.

Tableau 31: Résultats d'analyse microbiologie de la farine du blé tendre

Germes	Résulta	Norme(Ufc/g)
Moisissure	Abs	10 ³
<i>Escherichia-coli</i>	Abs	10
<i>Staphylocoque-aureus</i>	Abs	10 ²
<i>Clostridium sulfito-réducteurs</i>	100 spores/g	10 ²

Les résultats des analyses microbiologiques mentionnées dans le tableau 31 montrent, une absence totale de l'ensemble des germes recherchés. Donc on peut affirmer que le stockage des grains et des farines a été fait dans de bonnes conditions.

Les conditions de stockage (durée, température, humidité) sont importantes pour empêcher une prolifération de ces microorganismes. Les études de Beattie (1998) menées sur l'effet de sept mois de stockage d'orge dans des conditions différentes de températures (-20°C, 4°C, 24°C). Les grains et farines ne constituent pas des milieux très favorables pour les germes pathogènes ou toxigènes comme *salmonella*, *Clostridium* ou *staphylococcus*.

contre, après une contamination accidentelle par des rongeurs ou des insectes par exemple, la meilleure des farines peut parfaitement véhiculer de tels germes, en état de vie ralentie (Zia-ur-rahman, 2006).

L'altération des céréales durant le stockage a été largement étudiée dans la littérature. La contamination fongique compte parmi les principales causes de détérioration des grains de céréales. Lors de la contamination du blé ; les paramètres régulant la croissance fongique et qui permettraient la production de toxines sont nombreux (Atalla, 2003). On cite principalement la charge initiale en microflore, la présence de grains

brisés, le taux d'humidité et la température de stockage des grains (Spicher, 1964).

Il a été rapporté qu'au cours du stockage et même sans contamination du blé, l'augmentation de la température et/ou de l'humidité, peuvent entraîner des pertes en qualité, en affectant la dureté et la vitrosité du grain, ainsi que son acidité et la qualité de ses protéines. Ceci se traduit par des variations dans les paramètres technologiques du grain et peut engendrer des pertes considérables. La nécessité de contrôles qualitatifs du blé avant, pendant et après stockage s'impose.

En comparant les résultats des analyses microbiologiques que nous obtenons avec les résultats d'autres études, nous trouvons :

A l'échelle nationale, une étude des analyses microbiologiques a été menée dans la wilaya d'Oum bouaghi par Amezrar (2021), elle a recherché les germes *Escherichia coli*, *Salmonelle*, *Staphylocoque* à coagulase et ASR, elle a trouvé une présence d'une anomalie des moisissures et absence d'autres germes comme des *Clostridium sulfite-réducteur*.

En générale ces résultats des minoteries aboutissent à une bonne qualité microbiologique.

Une autre étude menée a été dans la wilaya de Blida par Benlemmane (2021), elle a recherché les germes *Clostridium sulfite-réducteur* et moisissure, elle a trouvé une absence totale des germes, c'est une bonne qualité de farine de blé tendre.

Donc les résultats d'analyses microbiologiques sont conformes aux normes algériennes (JORA, 2017).

Conclusion

Conclusion

Notre travail a pour objectif d'évaluer la qualité de la farine panifiable destinée au marché. Notre travail a été réalisé au niveau de l'unité moulins de littoral à Hammadi Krouma à Skikda, son laboratoire et le laboratoire d'hygiène de wilaya de Skikda (Mardj El-Dib). Nous avons essayé de :

- Décrire l'aspect technologique de la fabrication de la farine panifiable en suivant les étapes de la chaîne de la transformation du blé tendre en farine.-Par la suite contrôler la qualité en effectuant quelques analyses physico-chimiques, biochimiques, organoleptiques (laboratoire de l'unité de Hammadi KROUMA de Skikda) et microbiologiques (laboratoire d'hygiène de la wilaya de Skikda) sur la matière première, le produit fini et l'eau de mouillage du blé tendre.

Les résultats obtenus ont été comparés avec les normes algériennes en vigueur (*JORA, 1991 ; JORA, 2017*).

Les résultats obtenus ont concerné les paramètres physicochimiques du blé qui sont :

Taux d'humidité (14,5%), poids à l'hectolitre (79, 3kg/hl), poids de 1000 grains (38g), taux d'impuretés (5%).

Les résultats des paramètres physicochimiques, biochimiques et microbiologiques de la farine sont: humidité (15,39%), taux des cendres (0,60%), taux d'affleurement (8,5%), taux du gluten sec (14,2%), gluten humide (32,2%), couleur crème, odeur normale, goût agréable, touchet lisse, absence des moisissures, *Staphylococcus aureus*, *E. Coli*, et *Clostridium botulinum* (sulfito- réducteur). Ainsi que ceux de l'eau de mouillage ; absence des coliformes totaux et streptocoques fécaux.

D'après ce travail, nous avons trouvé que notre farine panifiable est conforme aux normes algériennes (*JORA, 1991 ; JORA, 2017*). Donc la farine est jugée de bonne qualité.

Parmi les perspectives, nous proposons comme suit:

- Compléter les analyses de la farine par d'autres paramètres physico-chimiques (acidité, la présence d'oxygène et/ou de CO₂, durée de stockage...), biochimiques (taux des protéines, et dosage de l'amidon...) et technologiques (valeur boulangère, test de l'avéographe Chopin, test de Pelshenke, test de Sédimentation SDS, test SIG.....)

- Nous avons travaillé avec un mélange de blé local et importé, il est très intéressant si nous effectuons ce travail sur notre blé local uniquement et juger la qualité de notre farine locale.

- Utilisation stricte et continue d'une eau de mouillage de bonne qualité hygiénique et sanitaire.

Résumé

Notre travail a pour but d'évaluer la qualité de la farine produite (farine panifiable) destinée au marché.

Notre travail a été réalisé au niveau de l'unité moulins de littoral à Hammadi Krouma à Skikda, son laboratoire et le laboratoire d'hygiène de wilaya de Skikda (Mardj El-Dib). Nous avons suivi toute la chaîne de transformation du blé tendre à la farine panifiable puis nous avons effectué quelques analyses physico-chimiques, biochimiques organoleptiques sur la matière première et le produit fini et les analyses microbiologiques pour la farine et l'eau de mouillage.

Les résultats obtenus ont concerné les paramètres physicochimiques du blé qui sont : taux d'humidité (14%), poids à l'hectolitre (79, 3kg/hl), poids 1000 grains (38g), taux d'impuretés (5%). Les résultats des paramètres physicochimiques de la farine qui sont: l'humidité (15,39%), Taux des cendres (0,6%), Taux d'affleurement (8,5%).

Les résultats des paramètres biochimiques de la farine qui sont : taux du gluten sec (14,2%) et le gluten humide (32,2%). Le paramètre organoleptique couleur crème, une odeur normale et un goût agréable, touche lisse. Et les paramètres microbiologiques qui sont moisissures, *Staphylococcus aureus*, *E.Coli*, *Clostridium botulinum*(sulfito- réducteur). Ainsi que ceux de l'eau de mouillage absence des coliformes totaux et streptocoque fécaux. D'après ce travail, nous avons trouvé que notre farine panifiable est conforme les normes algérienne (JORA, 1991) (JORA, 2017) Pour un bon contrôle de qualité de la farine, il est nécessaire de compléter d'autres paramètres physico-chimiques (acidité, la présence d'oxygène et/ou de CO₂, durée de stockage...), biochimiques (taux des protéines, et dosage de l'amidon....), technologiques (valeur boulangère, avéographe Chopin test dePelshenke, test de Sédimentation SDS, test SIG.....) et microbiologique (recherche d'autres germes).

Mots clés : farine panifiable, blé tendre, les paramètres physico-chimique , microbiologique,biochimique, organoleptique,l'eau de mouillage.

Abstract

Our work aims to evaluate the quality of the flour produced (bread flour) intended for the market. Our work was carried out at the coastal mills unit in Hammadi Krouma in Skikda,its laboratory and the hygiene laboratory of the wilaya of Skikda (Mardj El-Dib). We followed the entire processing chain from soft wheat to bread flour and then we carried out some physico-chemical, biochemical organoleptic analyses on the raw material and the

finished product and microbiological analyses for flour and wetting water. The results obtained concerned the physicochemical parameters of the wheat which are: moisture content (14%), weight per hectolitre (79.3kg/hl), weight 1000 grains (38g), impurity rate (5%). The results of the physicochemical parameters of flour which are: moisture (15.39%), ash rate (0.6%), outcrop rate (8.5%). The results of the biochemical parameters of flour are: dry gluten rate (14.2%) and wet gluten (32.2%). The organoleptic parameter cream color, normal smell and pleasant taste, smooth touch. And microbiological parameters that are mold, Staphylococcus aureus, E. coli, Clostridium botulinum (sulfito-reducer). As well as those of wetting water absence of total coliform and fecal streptococcus. Based on this work, we found that our bread flour complies with Algerian standards (JORA,1991) (JORA, 2017) . For a good quality control of flour, it is necessary to complete other physico-chemical parameters (acidity, the presence of oxygen and / or CO₂, storage time...), biochemical (protein rate, and starch dosage), technological (bakery value, Chopin aveograph Pelshenke test, SDS sedimentation test, GIS test) and microbiological (search for other germs).

ملخص

يهدف عملنا إلى تقييم جودة الدقيق المنتج (دقيق الخبز) تم تنفيذ عملنا في وحدة المطاحن الساحلية في حمادي كرومة في سكيكدة ومختبرها ومختبر النظافة بالولاية في سكيكدة (مرج الديب). تابعا لسلسلة المعالجة بأكملها من القمح العادي إلى دقيق الخبز ثم أجرينا بعض المواد الكيميائية الفيزيائية والكيميائية العضوية على المواد الخام والمنتجات النهائية والتحليل الميكروبيولوجية للدقيق ومياه الرطوبة. تتعلق النتائج التي تم الحصول عليها بالمعايير الفيزيائية الكيميائية للقمح وهي : محتوى الرطوبة (14%) والوزن لكل هكتولتر (79,3كجم/هكتار) وزن 1000 حبوب (38 جرام) ومحتوى الشوائب (5%) نتائج المعلمات الفيزيائية الكيميائية للدقيق هي : الرطوبة (15,39, 15%)، معدل الرماد (6,0)، معدل النتوء (5,8%) نتائج المعلمات الكيميائية الحيوية للدقيق هي : الغلوتين الجاف (14,2%) والغلوتين الرطب (32,2%) معلمة عضوية بلون الكريم ورائحة عادية وطعم لطيف ولمسة ناعمة. الميكروبيولوجية والمعلمات العفن هي التي (Staphylococcus au ، E. Coli ، Clostridium botulinum reducer -sulfito) بالإضافة إلى تلك الموجودة في مياه المرسة التي تفتقر إلى الشكل القولوني الكلي والمكورات العقدية البرازية. بناء على هذا العمل، وجدنا أن دقيق الخبز لدينا يفي بالمعايير الجزائرية (JORA،1991) (JORA، 2017) للتحكم الجيد في جودة الدقيق، من الضروري إكمال المعلمات الفيزيائية الكيميائية الأخرى (الحموضة، وجود الكسجين و/أو ثاني أكسيد الكربون، وقت التخزين) الكيماويات الحيوية مستويات البروتين، وجرعة النشا، التكنولوجيا قيمة الخبز، اختبار شوبان بيلشينيكي، اختبار الترسيب (SDS)، اختبار (SIIG).

Références bibliographiques

Références bibliographiques

- Abeledo L. G., Savin R., Gustavo A. et Slafer. (2008). Wheat productivity in the Mediterranean Ebro Valley: Analyzing the gap between attainable and potential yield with a simulation model. *European journal of Agronomy*. 28. 541-550p.
- AFNOR, 1991. Contrôle de la qualité des produits alimentaires : céréales et produits céréaliers. 3eme édition ISBN. Paris. p.360.
- AFNOR., Contrôle de la qualité des produits alimentaires ; céréales et produit céréaliers, (1991).
- Anonyme A, (1999) . Extrait tiré des Nouvelles de la Boulangerie Pâtisserie Supplément Technique I.N.B.P– 1er février 99,
- Anonyme2, 2012
- Anses. 2010. « Avis de l’Agence française de sécurité sanitaire des aliments relatif à la demande d'avis complémentaire concernant les références applicables aux denrées alimentaires en tant que critères indicateurs d'hygiène des procédés » Maisons-Alfort : Anses
- Atalla, M.M., “Mycotoxin production in wheat grains by different Aspergilli in relation to different relative humidity and storage periods”, *Nahrung/Food* vol. 47, issue 1, (2003), 6-10.
- AVRIL J.L; DABERNAT H; DENIS F; MONTEIL H, 1992, bactériologie clinique, 2ème édition, édition marketing, PP : 21.
- AXFORD D. W. E., MCDERMOTT E. F., REDMAN D. G., (1979). Note on the sodium dodecyl sulfate test of breadmaking qualité: comparaison with PELSHENKE and ZELENY test. *Cereale Chemistry*, vol. 56, p.p. 582-584.
- Ayadi S., 2019. Bioécologie des insectes ravageurs inféodés au blé dur et tendre (*triticum* l) dans la région de Constantine. Mémoire de master de biologie. Biologie et contrôle la population d’insectes. Université de frères Mentouri Constantine Alegria. 48p
- Baldy. 1986. Comportement des blés dans les climats méditerranéens. *EcologiaMediterranea*, (12): 73-88
- Benhania, Z. (2013). étude de la fabrication de la farine et contrôle de sa qualité. Master académique: science et techniques, Université kasdimerbah.
- Bennerot H., et Galais A., (1992) – amélioration des espèces végétales cultivées : objectifs et critères de sélection. Montpellier, France : Edition INRA. Pp.437.
- Bolot, Abrouk, Masood-Quraishi, Stein, 2009. The ‘inner circle’ of the cereal genomes. *Current opinion in plant biology*, 12(2) :119–125

- Bonjean A et Picard E. (1999): Les céréales à paille origine, historique, économie et sélection. Edition Nathan. P: 235.
- BONNEFOY C; GUILLET F; LEYRAL G; VERNE E; BOURDAIS, 2002, microbiologie et qualité dans l'industrie agroalimentaires, édition doit ; CRDP d'aquitaine, Paris, PP : 101.
- Bornet F, (1992) .Le pain et produit céréaliers, alimentaire et nutrition humaines Edition, ESF. Paris. , P.1533.
- BOUDREAU A., 1992. Le blé. PP. 25-49 in "le blé éléments fondamentaux et transformation".
- Boudreau A., Worden G., 1992. Le blé. La Meunnerie Ed : Les presses de l'université LAVAL. Canada. p. 533
- BOURGEOIS C.M; MESCLE J.F; ZUCCA J, 1996, Microbiologie alimentaire aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments, Tom 1, édition technique et documentation Lavoisier collection sciences et techniques agroalimentaires, PP : 67, 108, 260.
- BOUSLAH F., EL MOUEDDEB KH. et HAMZA M.E. (2016). Les problèmes de qualité du blé dur après stockage en Tunisie [Durumwheatstorageproblemsquality in Tunisia]. International Journal of Innovation and Scientific Research, vol. 21,190- 200.
- Branlard G., Chevallet C. (1984). Sur la diversité des blés tendres cultivés en France », Agronomie, 4 (10), 933-938.
- C, microbiologie Hygiène bases microbiologiques de la diététique, Edition Tec\$ doc et médicales internationales, Londres-Paris-NewYork, 2008, PP : 58, 59, 69, 70, 79, 85, 86, 103, 240, 241.
- C.Mauzé, G.Scotti., Guide pratique d'agrèage des blés. Institut technique des céréales et des fourrages, (1968).
- C.Mauzé, G.Scotti., Guide pratique d'agrèage des blés. Institut technique des céréales et des fourrages, (1968).
- C.Mauzé, G.Scotti., *Guide pratique d'agrèage des blés*. Institut technique des céréales et des fourrages, (1968).
- CALVEL, R, 1980. « La boulangerie moderne ». 9ème édition
- CALVEL, R, 1980. « La boulangerie moderne ». 9ème édition.
- Cangardel H., 1978. Facteurs favorables au développement des insectes et des acariens. In : Les insectes et les acariens des céréales stockées, 1ère édition, AFNORITCF, pp. 83-97.

- Carbonnelle B., Denis F., Marmonier A., Pinon G., Vargues R., (1990) – Bactériologie médicale technique usuelles. 2^{ème} édition. Pp.108.
- CARIP C, microbiologie Hygiène bases microbiologiques de la diététique, Edition Tec&doc et médicales internationales, Londres-Paris-NewYork, 2008, PP : 58, 59, 69, 70, 79, 85, 86, 103, 240, 241.
- Cheftel (J.C.), (1977) .Introduction à la Biochimie et à la Technologie des aliments. Lavoisier, Paris., P. 105-142. CherietG.,(2000) .Étude de la galette différent types recettes et mode de préparation,, P . 99.
- Clement G. et Prats J., 1970.Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2^{ème} Ed.351p.
- Dcwoeb : Direction de commerce oum el bouaghi.
- DJELOUAT S, 1990, Le diagnostic biochimique bactérien ; collection guides pratiques de microbiologie médicale, éditions sciences et techniques, Constantine, PP : 45
- Emillie. (2007). Connaissance des aliments Base alimentaire et nutritionnelles de la diététique. ED : Tec et Doc, Lavoisier, paris.
- ERIAD., Le manuel de contrôle de qualité, document des industries alimentaires céréalières et dérivée. Moulin des oasis, (1984).
- FAO., Manuels sur le contrôle de la qualité des produits alimentaires, Assurance de la qualité dans le laboratoire d'analyse microbiologique des aliments , Rome (1992). 32
- FAO2019
- Feillet P. (2000). Le grain de blé, composition et utilisation. INRA, Paris, 308p
- Feillet P. (2000). Le Grain de blé: composition et utilisation, Editions Quae, P.124-128. -
- -- Feillet P. (2000). Le grain de blé, composition et utilisation. INRA, Paris, 308p.
- Feillet P. (2000).Le Grain de blé: composition et utilisation, Editions Quae, P.124-128.
- Godon B .et Loisel w .1997. Guide pratique d' analyse dans les industries des céréales.2^{ème} édition. Technique et documentation. Lavoisier. Paris. pp. 76-99.
- Godon, (1982).Biotransformation des produits céréaliers, Tec et Doc-Lavoisier, paris.
- Godon, B., and Willm, C. (1998). "Les industries de première transformation des céréales."
- GODON, B., ET WILLIAM, C.I (1991). « les industries de première transformation des céréales ». page : 79 à 85.
- Grandvoinet P., Pratz B. (1994). Les ingrédients des pâtes, Farines mixtes, P. 100-131.
- Grandvoinet, P., and Pratz, B. (1994). Farines et mixtes. la panification françaises, PariGUINET R., GODON B. Tec. et Doc. Lavoisier. Paris. .

- GROSJEAN J; CLAVE D; ARCHAMBAUD M; PASQUIER C, 2011, bactériologie et virologie pratique, 2e édition révisée, édition de boeck, Paris, PP : 74.
- Group scientifique sur l'eau (2003), Coliformes Totaux, dans fiches synthèses sur l'eau potable et la santé humaine, Institut national de santé publique du Québec, 4P.
- GUINET., Technologie du pain français ; In, pain et nutrition P.P.I.S, (Ed) paris. (2006), P.75.
- GUIRAND J.P; ROSEC J.P, 2004, pratique des normes en microbiologie alimentaire, édition Afnor, PP : 165, 200
- Herney, Buysen., 2000. Cycle de développement du blé in Bouasla S, DebabsaR,Djouamaa M., 2008. Comportement morphologique, physiologique et biochimique de trois variétés de blé dur (*Triticum durum*.desf) sous traitement par un fongicide (TILT 250EC) Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de D.E.S Option : Biochimie Centre universitaire de Souk – Ahras.
- ICMSF. International Commission on Microbiological Specifications for Foods (ICMSF): Microorganisms in Foods 2 - Sampling for microbiological analysis: Principles and specific applications. Second edition, 1986. University of Toronto Press, Toronto, Canada.
- ISO 17604:2015: Microbiology of the food chain - Carcass sampling for microbiological analysis.
- ISO 2859. different parts: Sampling procedures for inspection by attributes.
- JEAN-LOUIS CUQ, 2007, microbiologie alimentaire, Science et technologies des industries alimentaire 4^{ème} année, université Montpellier 2.
- JEANTET R., CROGUNNEC T., SCHUCK P. et BRULEG. 2007. science des aliments. Volume 2. Ed. TEC et DOC. Lavoisier. Paris. 453pages.
- Jora,1989 Décret exécutif n° 03-318 du 4 Chaâbane 1424 correspondant au 30 septembre 2003 modifiant et complétant le décret exécutif n°89-147 du 08 août 1989 portant création, organisation et fonctionnement du centre algérien du contrôle de la qualité et de l'emballage « CACQE » (JO N°59 du 05 Octobre 2003, P5);
- Jora,1990 . Le décret exécutif n° 90-39 du 30 janvier 1990 relative au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes modifié et complété .
- Jora,1991 . Décret exécutif n° 91-572 du 24 Joumada Ethania 1412 correspondant au 31 décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain (JO N°02 du 08 Janvier 1992, P43)

- Jora,2001 .Décret exécutif n°01-315 du 28 Rajab 1422 correspondant au 16 octobre 2001 modifiant et complétant le décret exécutif n°90-39 du 30 janvier 1990 relatif au contrôle de la qualité et à la répression des fraudes (JON°61 du 21 Octobre 2001, P9);
- Jora,2005. Le décret exécutif n° 05-467 du 10 décembre 2005 fixant les conditions et les modalités de contrôle aux frontières de la conformité des produits importés.
- Jora,2009. Rabie El Aouel 14308 mars 2009. Loi n° 09-03 du 29 Safar 1430 correspondant au 25 février 2009 relative à la protection du consommateur et à la répression des fraudes.
- Jora,2013. Arrêté du 13 Rabie El Aouel 1433 correspondant au 6février 2013 rendant obligatoire la méthode de détermination de la teneur en eau dans les céréales et produits céréaliers.
- Jora,2013. Décret exécutif n°13-328 du 20 Dhou El Kaada 1434 correspondant au 26 septembre 2013 fixant les conditions et les modalités d'agrément des laboratoires au titre de la protection du consommateur et de la répression des fraudes (JO N°49 du 02 Octobre 2013, P17); (P.Bonnardel, 1993)
- KELLOU R, 2008. « Analyse du marché algérien du blé dur et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pole de compétitivité Quali-Méditerranée. Le cas des coopératives sud céréales, Groupe coopératif Occitan et Audecoop ». centre International de Hautes Etudes Agronomiques Méditerranéennes (CIHEAM), Institut Agronomique Méditerranéen de Montpellier.
- Kiger, J. L., and Kiger, J.-G. (1967). "Techniques modernes de la biscuiterie, pâtisserieboulangerie indus
- LahbabA , . Jib A, Yahya M, (2004) .guide pratique de la fortification de la farine.
- Lockwood, J. F. 1950 : La meunerie. N°145
- LOCKWOOD, J.F. (1950). « la meunerie ». pages : 489-497.
- Madame HERMEZ Fatma, ingénieur principal, Chef de service chargée de l'appui technique.
- Mauze C., Richard M. Et Scatti G., 1972.Contrôle de la qualité des blés. Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales et des fourrages .Paris. p.170-188.
- Moule C., 1971. Céréales Tom 2. La Maison Rustique –Paris. 95p
- Moule C., 1971. Céréales Tom 2. La Maison Rustique –Paris. 95p.
- Moule C., 1971. Céréales. La Maison rustique. Paris. 235p.

- Multon J. L., 1982. Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés- Céréales, oléagineux, protéagineux, aliments pour animaux. Technique & Documentation Lavoisier Paris Apria. Volume 1, p. 576.
- Multon J.L., 1992. Conservation et stockage des grains et graines et produits dérivés, volume II. Technique et Documentation, Lavoisier, Paris.
- NF EN ISO 6579 .Yao, W., Simonnet, C., Boubetra, A., LE FOLL, A. P., & Bouix, M. (2008). Evaluation of an alternative method for Salmonella detection in food products using Flow cytometry. *Sciences des aliments*, 28(6), 415-429.
- NF V 08-053. Ferreira, V., Barbosa, J., Silva, J., Gibbs, P., Hogg, T., & Teixeira, P. (2009). Microbiological profile of Salpicão de Vinhais and Chouriça de Vinhais from raw materials to final products: Traditional dry sausages produced in the North of Portugal. *Innovative Food Science & Emerging Technologies*, 10(2), 279-283.
- NF V 08-061. ACHOUKE, W. F. O. (2018). TECHNOLOGIE DE PRODUCTION ET QUALITE MICROBIOLOGIQUE DU" PAIN DE MAÏS"«KANDJI» COMMERCIALISE A PAHOU (SUD-BENIN). EPAC/UAC/CAP.
- PADILLA ET OBERTI, 2000. Cité par RymKellou (2008).
- PAYNE P. I., CORFIELD K. G., HOLT L.M., BLACKMAN J. A., (1979). Identification of high-molecular-weight subunit of glutenin whose presence correlates with quality in wheats of related pedigree. *Theoretical and applied genetics*, vol. 55, p.p. 153-159.
- PERRY J.J; STALEY J.T; LORY S, 2004, *microbiologie*, édition Dunod, Paris, PP : 725 ,72.
- R. BOULEGHIE ; K. OUABED., Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état, département de nutrition de l'alimentation et des technologies agro alimentaires, D.N.A.T.A.A, (2002). P .19- 34.
- R. BOULEGHIE ; K. OUABED., Mémoire de fin d'étude d'ingénieur d'état, département de nutrition de l'alimentation et des technologies agro alimentaires, D.N.A.T.A.A, (2002). P .19- 34.
- R. CALREL., fabrication de produits alimentaire. (1975).
- R. CALVEL., La boulangerie moderne , Ed Egrolle. France . (1984), P. 459.
- ROMAIN J., THOMAS C., PIERRE S., GERARD B., (2007). *Science des aliments: biochimie-microbiologie-procédés-produits*. Lavoisier, Paris, 449p.
- Salghi, R. (2006). *Cours d'analyse physico-chimique des denrées alimentaires*. GPEE, ensa, Maroc.

- Servieu .,(1984) . Valeur alimentaire et al, Manuel d'alimentaire humaines. Les aliments tome 2. Edition : technique et documentation, la voisin, paris , P. 516.
- SINGLETON P, 2005, cours bactériologie pour la médecine, la biologie et les biotechnologies, 6e édition, édition DUNOD, paris, PP: 513.
- Soltner D., 1988. Les grandes productions végétales céréales plantent sarclées.16eme édition, collection sciences et techniques agricole. P : 466-229.
- Soudani S. 2016. Evaluation et caractérisation de l'eau potable dans différents quartiers de la ville de Biskra. Mémoire de master. Université de Mohamed Khider-Biskra. 94p.
- source les pains français: Hubert , Philippe ROUSSEL
- Stum H., 2017. Le blé.édition France agrocole. Production végétale et grandes cultures. 269 p.
- Spicher, G., “Considération nouvelles sur la classification de la flore bactérienne du blé ”, la meunerie Fr, (1964) ,22-33.
- Surget A., Baron C. (2005).Histologie du grain de blé. Industrie des céréales.
- taux d'extraction : ROUSSEL P., (1984).Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales: test de panification. Paris, Lavoisier, p.p. 511-545. (Collection techniques et documentation)
- THEAU A, 2005, Coliformes thermotolerants, Le laboratoire partenaire de votre qualité.
- THEAU A, 2005, flore totale aérobie mésophile, Le laboratoire partenaire de votre qualité.
- Zia-ur-rahman, A., “Storage effect on nutritional quality of commonly consumed cereals, Food and Biotechnology Research Center, Food Chemistry”,(2006) , 53-57
- www, extension. org/ pages/ 28432/ Staphylococcus-aureus \$.41ePaXaYols
- www.psinicrographis.co.uk/escherichia-coli.-e—coli—bacteria/science-image/ 80013959.
- Site internet(<http://www.moulinsalmapro.com/fr/actu/quelle-farine-utilisez-vous.html>)
- Site internet (www.benamor-group.com), pdf.
- site internet (<http://omasindustries.com/fr/nettoyage>)
- Site internet (www.benamor-group.com), pdf.
- [ww\(\[http://cbn.gestionweblex.ca/coliformes totaux\]\(http://cbn.gestionweblex.ca/coliformes-totaux\)\)](http://cbn.gestionweblex.ca/coliformes-totaux).
- [\(\[http://fr.wikipedia.org/wiki/streptocoques fécaux\]\(http://fr.wikipedia.org/wiki/streptocoques-fécaux\)\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/streptocoques-fécaux)
- [\(<http://fr.wikipedia.org/wiki/clostridium>\)](http://fr.wikipedia.org/wiki/clostridium).

[\(http://Monreseaudeau.fr\)](http://Monreseaudeau.fr)

[\(http://Shutterstock.com\)](http://Shutterstock.com)

[w.a.gerard4.free.fr \).](http://w.a.gerard4.free.fr)

Annexe

Annexe

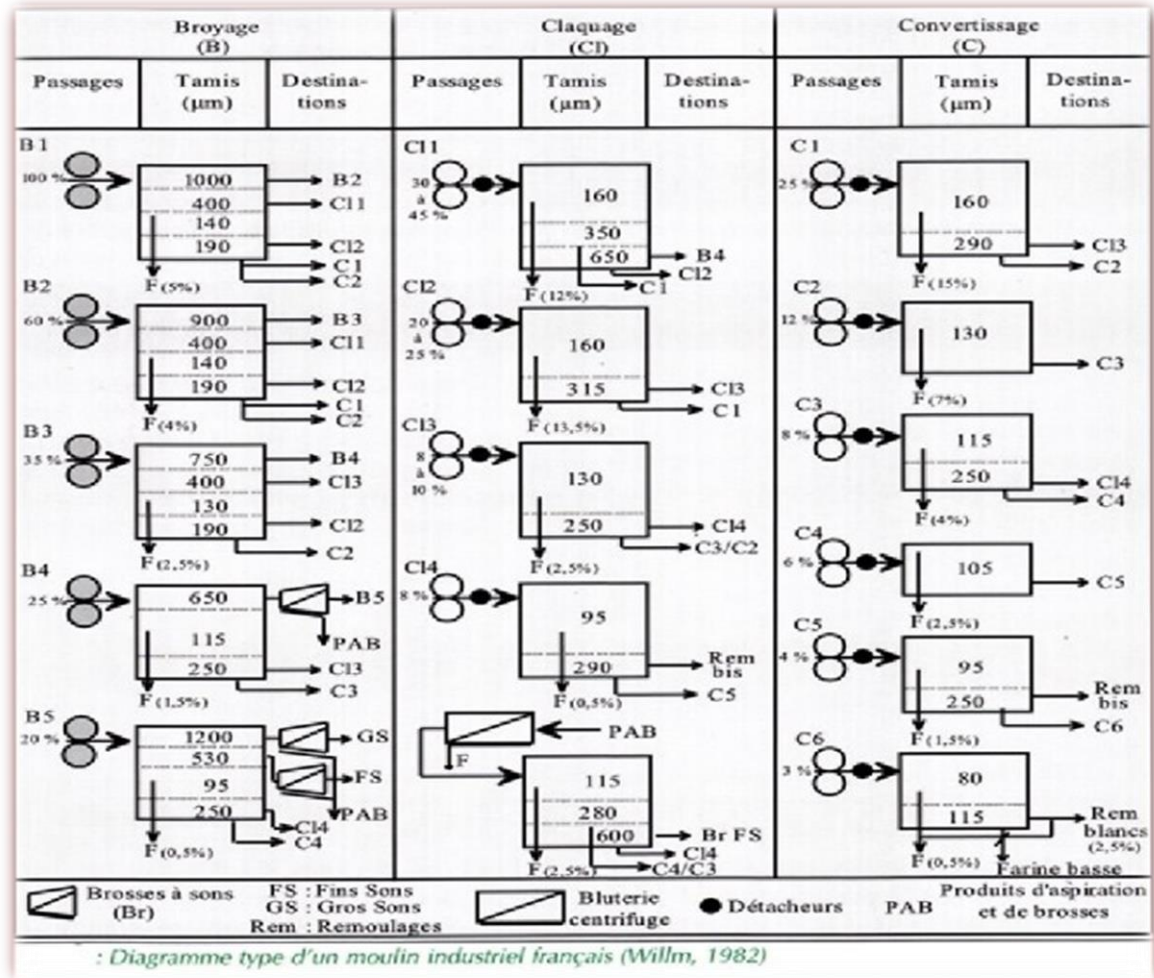


Fig 10 : Diagramme de mouture du blé tendre (source les pains français: Hubert, Philippe ROUSSEL).