

République Algérienne Démocratique et Populaire

Université Abdelhamid Ibn
Badis-Mostaganem
Faculté des Sciences de la
Nature et de la Vie



جامعة عبد الحميد بن باديس
مستغانم
كلية علوم الطبيعة و الحياة

DEPARTEMENT DES SCIENCES ALIMENTAIRE

MÉMOIRE DE FIN D'ÉTUDES

Présenté par :

GHALI Asmae

ET

LARBI Hafida

Pour l'obtention du diplôme de

MASTER EN

Spécialité: Agroalimentaire et contrôle de qualité alimentaire.

THÈME

Etude de la qualité physico-chimique et microbiologique
des grains de blé local et importé lors du stockage.

Soutenu publiquement le 14/06/2022

DEVANT LE JURY

Président :	M.AIT SAADA Djamel	MCA	Université du Mostaganem
Encadreur :	M.BEKADA Ahmed Med Ali	Professeur	Université du Mostaganem
Examineur:	Mme AIT CHAABANE Ouiza	MCB	Université du Mostaganem

*Thème réalisé au laboratoire de l'union des coopératives agricoles (U.C. A) de la
wilaya de Mostaganem.*

Laboratoire de technologie alimentaire et nutrition (Université de Mostaganem)

Remerciements

*Nous exprimons d'abord notre profond remerciement à Monsieur
Ahmed BEKADA.*

*Maître de conférences à la faculté des sciences de la nature et de vie,
Université de Mostaganem pour avoir accepté de nous encadrer.*

*Et pour leur conseil éclairé et les encouragements qu'il ne nous à
cesser de me*

Prodiguer tout au long de ce travail.

*Nous adressons nos remerciements aux membres du jury : Le
président le professeur Monsieur AIT SAADA Djamel Et
l'examineur madame AIT CHANAANE Ouiza.*

*Notre plus sincère reconnaissance s'adresse à tout le personnel de
l'unité d'UCA « l'OAIC » pour leur aide précieux de réaliser ce
travail.*

Nos sentiments de reconnaissances et nos remerciements

Vont Également à tous les enseignants,

*Étudiants pour leur encouragement, et leur amitié, et tous ce qui ont
contribué*

De près ou de loin.

Dédicaces

**Je dédie ce modeste travail d'études à:*

Mes très chers parents

*A toi **Abi** rien au monde ne vaut les efforts fournis jours et nuits pour mon avenir et mon bien être Qu'**ALLAH** le tout puissant te préserve, t'accorde santé.*

A à mon tour à la personne la plus chère à mon cœur à mon amie de vie à ma partie de cœur et d'âme **Maman Autant de phrases aussi expressives soient-elles ne sauraient montrer le degré d'amour et d'affection que j'éprouve pour toi, Tu n'as cessé de me soutenir et de m'encourager durant toutes les années de mes études. J'espère que bientôt j'arriverais à vous rendre un peu de tout ce que vous m'avez offert, qui n'a pas de prix*

Qu'ALLAH** vous bénisse, protège et vous donnera la santé et longue vie.*

A mes deux parties de cœur Mes sœurs **Mamia et **Leila***

A mes frères **Charef, **Miloud** et **Ayoub**.*

A mes proches amis **Sarah, **Hafida** et ma cousine **Hanane**.*

GHALI Asmae

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à : Ma grande mère

Mon mari mon ; frère DAKOUCH

Mes chers parents qui ont toujours été à mes côtés

Mes amies Asma Nafissa Lamia

LARBI Hafida

Liste des abréviations

C.C.L.S : Coopératives des Céréales et Légumes Secs.

F.A.O.: Food and Agriculture Organisation (organisation des nations unies pour l'alimentation et l'agriculture).

F.T.A.M : Flore Mésophile Aérobie Totale.

HACCP : Hazard Analysais Critical Control Point.

JNO : virus de la jaunisse naissant de l'organisme.

I.S.O.: International Organizations for Standardisation (organisation internationale de normalisation).

JO : Journal Official.

M.A.D.R. : Ministère de L'agriculture et du Développement Rural.

M.A.D.R.P : Monsieur Abdelkader BOUAZGHI, ministre de l'agriculture du développement rural et de la pêche.

MS : Matière Sèche.

N : Nombre d'ufc par ml.

O.A.I.C : Office inter Professionnelle Algérien de Céréale.

OP : organisation de producteurs.

OS : Organisme Stocke.

P.C.A : Plate Count Agar la gélose.

pH : le Potentiel Hydrogène.

PHL : poids à l'hectolitre.

PS : Poids Spécifique.

U.C.A : Union des Coopératives des Céréales.

U.F.C : Unité Format de Colonie.

UV : ultra Violet.

VBN : virus de la mosaïque de blé.

VMJB : virus de la mosaïque de blé jaune de blé.

Liste des figures

Figure 01 : coupe d'une graine de blé	14
Figure 02 : cycle de développement du blé.....	15
Figure 03 : les phases de cycle végétal du blé	17
Figure 04 : cycle de blé.....	18
Figure 05 : relation entre la teneur en eau du grain et l'humidité de l'air	30
Figure 06 : sonde cylindrique	38
Figure 07 : sonde à main	38
Figure 08 : méthode de division par quartage.....	39
Figure 09 : grains moisissus du blé.....	41
Figure 10 : grains de blé charançonné	42
Figure 11 : grains de blé punaisés.....	42
Figure 12 : grains de blé cécidomyie.....	43
Figure 13 : grains de blé germés.....	43
Figure 14 : grains de blé moucheté.....	44
Figure 15 : quelques grains nuisibles.....	46
Figure 16 : diagramme de stockage des grains.....	57
Figure 17 : une sonde d'échantillonnage.....	58
Figure 18 : les secs d'échantillonnage.....	59
Figure 19 : appareil de niléma-litre bastak (pour mesurer PS).....	60
Figure 20 : Les classes des impuretés.....	61
Figure 21 : tamis d'agrégation.....	61

Liste des tableaux

Tableau 01 : Différences entre un blé tendre et un blé dur.....	12
Tableau 02 : Liste des pays par production de blé dans le monde.....	21-23
Tableau 03 : Les principaux ennemis des denrées stockées et leurs dégâts.....	35-35
Tableau 04 : la valeur du pH de quelques échantillons du blé	51
Tableau 05 : taux d'acidité de quelques échantillons du blé	51
Tableau 06 : teneur en protéines échantillons de blé	52
Tableau 07 : taux de cendres de quelque échantillon de blé.....	52
Tableau 08 : Résultats d'analyse d'agrégage de blé tendre importé.....	64
Tableau 09 : résultats d'analyse d'agrégage de blé dure importé	65
Tableau 10 : résultats d'analyse d'agrégage de blé dure local (Tlemcen).....	66
Tableau 11 : résultats d'analyse d'agrégage de blé dure local (Adrar).....	67
Tableau 12 : résultats d'analyse d'agrégage de blé dure local (Frenda).....	68
Tableau 13 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.....	70
Tableau 14 : Dénombrement des levures et moisissures.....	70

Résumé :

Le blé est l'un des aliments les plus importants dans l'alimentation des Algériens. Malgré la consommation importante de cette substance, il n'est pas facile à fournir, de sorte que l'Algérie recourt à son importation. L'Algérie importe du blé en grande quantité par rapport à la production nationale qui ne répond pas aux besoins du marché algérien.

Notre premier objectif de ce projet de graduation est d'étudier la qualité microbiologique et physicochimique du blé tendre et de l'acier avant le stockage après six mois de stockage, car les résultats obtenus correspondent aux normes du Journal officiel algérien.

Notre deuxième objectif est de comparer entre le blé importé et le blé local.

Mots-clés : stockage, blé tendre, blé dur, blé importé, blé local, qualité physicochimique, qualité microbiologique.

Abstract

Wheat is one of the most important foodstuffs in Algerians' diet. Despite the extensive consumption of this substance, it is not easy to supply, so Algeria resorts to its import. Algeria imports wheat in large quantity compared to domestic production that does not meet the needs of the Algerian market.

Our first goal of this graduation project is to study the microbiological and physicochemical quality of soft wheat and steel before storage after six months of storage, as the results obtained match the standards of the Algerian Official Gazette.

Our second goal is to compare between imported and local wheat.

Keywords: stockpiling, common wheat, durum wheat, imported wheat, local wheat, physico-chemical quality, microbiological quality.

الملخص :

يعتبر القمح من أهم المواد الغذائية و الأكثر تواجدا في النظام الغذائي للجزائريين، و بالرغم من الاستهلاك الواسع لهذه المادة إلا أن توفيرها ليس بالأمر السهل لذلك تلجأ الجزائر إلى استرادها، حيث تستورد الجزائر القمح بكمية كبيرة مقارنة بالإنتاج المحلي الذي لا يسد إحتياجات السوق الجزائرية

هدفنا الأول من مشروع تخرجنا هذا هو دراسة النوعية الميكروبيولوجية و الفيزيوكيميائية للقمح اللين و الصلب قبل التخزين بعد تخزين مدته ستة أشهر، حيث أن النتائج المتحصل عليها تطابق معايير الجريدة الرسمية الجزائرية.

أما هدفنا الثاني فهو المقارنة بين القمح المستورد و المحلي.

الكلمات المفتاحية: التخزين، القمح اللين، القمح الصلب، القمح المحلي، القمح المستورد، الجودة الفيزيوكيميائية، الجودة الميكروبيولوجية.

Table de matière

Liste des Abréviations.

Liste des figures.

Liste des tableaux.

Résumé.

Introduction générale01

Partie bibliographique

Chapitre 1 : Généralités sur le blé

1.	Définition du blé.....	05
2.	Historique du blé.....	06
2.1.	Spécialisation céréalière au Moyen Âge.....	06
2.2.	Les débuts de la sélection.....	06
3.	L'origine du blé.....	07
4.	Propriétés physiques des grains.....	08
4.1.	Porosité.....	07
4.2.	Conductibilité thermique.....	07
4.3.	Hygroscopicité.....	07
5.	Composition chimique du grain de blé.....	08
5.1.	Les éléments principaux.....	08
5.1.1.	Gluc.....	08
5.1.1.1.	Amidon.....	09
5.1.2.	Protides et Protéines.....	09
5.1.2.1.	Gluten	09
5.2.	Les éléments secondaires.....	09
5.2.1.	Pigments et les vitamines.....	09
5.2.2.	Enzymes.....	09
5.2.2.1.	Amylases.....	10
5.2.2.2.	Lipases.....	10
5.2.2.3.	Protéases.....	10
5.2.2.4.	Lipoxydases.....	10
5.3.	Eau.....	10

6.	Les différents types doublé.....	11
6.1.	Blé tendre.....	11
6.1.1.	Classification botanique du blé dur.....	11
6.2.	Blé dur.....	12
6.2.1.	Classification botanique du blé dur.....	12
7.	Les différences entre un blé tendre et un blé dur.....	12
8.	Cycle de développement du blé.....	13
8.1.	Morphologie.....	13
•	Albumen	14
•	Enveloppe du grain et du fruit.....	14
•	Germe.....	14
8.2.	Cycle végétatif doublé	15
8.2.1.	Période végétatif.....	15
a.	Phase germinationlevée.....	15
b.	Phase levée tallage.....	16
c.	Phase tallage montaison.....	16
8.2.2.	Période de la reproduction	16
a.	Phase de la montaison.....	16
b.	Phase de l'épiaison.....	16
8.2.3.	Phase de la maturation.....	17
a.	Phase de la multiplication cellulaire intense.....	17
b.	Phase de la d'enrichissement en glucide et protides.....	17
c.	Phase de la dessiccation.....	18
9.	Les maladies.....	18
9.1.	Les fusarioses	18
9.2.	Le charbon du blé.....	19
9.3.	Le carie du blé.....	19
9.4.	La rouille.....	19
9.5.	Mosaïque du blé.....	19
10.	Utilisation du blé.....	19
10.1.	Utilisation du blé tendre.....	19
10.2.	Utilisation du blé dur.....	20
11.	Importance alimentaire et économique des blés.....	20
12.	Le blé dans le monde.....	20

13.	Le blé en Algérie.....	23
-----	------------------------	----

Chapitre II: Stockage et conservation du blé

1.	Le stockage.....	25
2.	Le stock et les facteurs d'équilibre (stabilité).....	25
3.	Structure du stockage.....	25
3.1.	Méthodes traditionnelles.....	26
3.1.1.	Les méthodes souterraines.....	26
3.1.2.	Stockage en sac.....	26
3.1.3.	Stockage en vrac.....	26
3.1.4.	Stockage en silo.....	27
a.	Silo métallique.....	27
b.	Silo en béton.....	28
3.1.5.	Le stockage en plein air.....	28
3.2.	Méthodes modernes.....	29
3.2.1.	Le stockage en gerbes.....	29
3.2.2.	Le stockage en épis.....	29
4.	Facteurs d'altération des grains durant le stockage.....	29
4.1.	Facteurs abiotiques.....	29
4.1.1.	Température et humidité relative.....	29
4.1.2.	Teneur en oxygène et en gaz carbonique.....	30
4.1.3.	Les altérations mécaniques ou physiques.....	30
4.1.4.	Les altérations d'origine enzymatique.....	30
4.1.5.	Les altérations d'origine chimique.....	31
a.	Réaction du Maillard	31
b.	Dénaturation des protéines et des acides nucléiques.....	31
c.	Modification physico-chimique de l'amidon.....	31
4.1.6.	L'influence de la durée de stockage (facteur du temps).....	31
4.2.	Facteurs biotiques.....	31
4.2.1.	Les agents microbiologiques.....	31
4.2.2.	Détérioration dues aux prédateurs.....	32
a.	Les rongeurs.....	32
b.	Les oiseaux.....	32
c.	Les acariens	33

d.	Les insectes.....	33
5.	Les méthodes de la lutte contre les insectes des blés stockés.....	35
5.1.	Méthodes préventives.....	35
5.2.	Méthodes curatives.....	36
a.	Traitement par insecticide.....	36
b.	Traitement par fumigation.....	36

Chapitre III: Critères d'appréciation de la qualité du blé stocké

1.	Echantillonnage.....	38
1.1.	Méthodes du prélèvement des échantillons.....	38
a.	Produit en sacs.....	38
b.	Produit-en vrac.....	38
1.2.	Prélèvement élémentaire.....	39
1.3.	Echantillon global.....	39
1.4.	Echantillon pour laboratoire.....	39
2.	qualité physique.....	40
2.1.	Poids spécifique (PS).....	40
2.2.	Agréage (détermination des différents types d'impuretés).....	40
2.2.1.	Grains du blé endommagés.....	40
a.	Grains maigres/échaudés.....	40
b.	Grains cassés	40
c.	Grains avariés.....	41
•	Grains endommagés par la chaleur.....	41
•	Grains moisiss.....	41
d.	Grains attaqués par les prédateurs.....	41
•	Grains punaisés.....	42
•	Grains cécidomyiés.....	42
e.	Grains germés.....	43
f.	Grains fusariés.....	43
g.	Grains cariés et boutés.....	43
h.	Les impuretés spécifiques au blé dur.....	44
•	Grains mitadinés.....	44
•	Grains mouchetés.....	44

2.2.2. Autres céréales.....	44
2.2.3. Matières étrangères	45
2.2.4. Grains nuisibles et/ou toxiques.....	45
a. Nielle (<i>Agrostemma githago</i>).....	45
b. Ivraie (<i>Lolium temulentum</i>)	45
c. Mélanmpyre (<i>Melampyrum arvense</i>).....	45
d. Céphalaire du Syrie (<i>Cephalaria syrica</i>).....	45
e. Fénu grec (<i>Trigonella foenum graecum</i>) et Mellilot (<i>Melilotus sp.</i>).....	45
f. Ail (<i>Allium sativum</i>).....	45
g. Ergot.....	45
Détermination de l'infestation cachée par les insectes.....	47
• Infestation visible initiale.....	47
• Infestation cachée.....	47
3. Qualité hygiénique microbiologique.....	47
3.1. Clostridium sulfito-réducteur.....	49
3.2. Levures et moisissure.....	49
4. Qualité technologique.....	49
4.1. Le gluten.....	49
5. Qualité physico-chimique.....	50
5.1. Teneur en eau.....	50
5.2. Mesure de l'acidité.....	50
5.3. Taux de protéines.....	51
5.4. Taux de la cendre.....	52

Partie Pratique

1. Objectif	55
2. Cadre de l'étude	55

Chapitre 1: les analyses du blé

1. Processus de stockage.....	57
2. Matériel et Méthodes.....	57
2.1. Echantillons de blé stockés.....	57
2.2. Matériel.....	57
3. Echantillonnage des céréales pour les analyses.....	58

. Stocks en vrac.....	58
3. Les analyses physico-chimiques.....	59
3.1. L'humidité.....	59
3.2. Poids spécifique (PS)	59
La méthode de carrée $\frac{1}{4}$	60
3.3. Agréage.....	60
4. Les analyses microbiologiques.....	61
7.1. Echantillonnage.....	62
7.2. Isolement.....	62
7.3. Méthode de dilution.....	62
Chapitre II: Résultats et Discussion	
1. Les résultats.....	64
1.1. Les résultats des analyses physico-chimiques.....	64
1.1.1. Blé tendre de l'importation (France).....	64
1.1.2. Blé dur de l'importation (France).....	65
1.1.3. Blé dur local.....	66
2. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques.....	69
10. Les résultats des analyses microbiologiques.....	70
10.1. Flore aérobie mésophile totale.....	70
10.2. Levures et moisissures.....	70
11. Interprétation des analyses microbiologiques	70
12. Résultats et discussions.....	71
Conclusion générale.....	73
Liste des références biographiques	75
Annexe	83

Introduction
Générale

Introduction générale

Les céréales sont des plantes cultivées principalement pour leurs grains. En effet l'albumen amylicé, réduit en farine, est consommable par l'homme et par les animaux domestiques. Il en est de même pour leur paille et le fourrage qu'elles procurent après une récolte à vert.

La consommation des céréales est très élevée dans nos régions. Ce sont des produits énergétiques, stockés à long terme, présentant une facilité lors de leur transport.

Les céréales sont déficientes en acides aminés notamment en lysine. De nombreuses recherches ont été réalisées entre autres en génétique dans le but d'améliorer leurs valeurs nutritionnelles en créant de nouvelles variétés.

Le blé est l'une des céréales parmi les plus consommées dans le monde. Les pays producteurs de blé sont la Russie, l'Ukraine, les Etats-Unis d'Amérique, la Chine, le Canada et l'Australie. Par contre les pays importateurs de blé sont les pays en voie de développement entre autres L'Algérie. **(DOUMANDJI et al., 2003)**

En Algérie, les céréales en général et le blé (dur et tendre) en particulier constituent la principale base du régime alimentaire pour les consommateurs. Elles fournissent plus de 60% de l'apport calorique et 75 à 80% de l'apport protéique de la ration alimentaire **(Feliachik, 2000)**.

Le secteur des céréales occupe une place vitale en termes socio-économique et parfois politique. Sur le marché mondial, l'Algérie demeure toujours parmi les grands importateurs de céréales en particulier le blé dur et le blé tendre du fait de la faible capacité de la filière nationale à satisfaire les besoins de consommation croissants de la population **(Ammar, 2014)**.

Selon **Foua-Bi (1989)**, la conservation post-récolte est le seul moyen d'assurer le lien entre la récolte de l'année et la consommation permanente. Les récoltes conservées en général dans des conditions inadéquates, sont attaquées par des moisissures, des insectes et des rongeurs, certaines conditions physiques, notamment la teneur en eau, l'humidité relative et la température. Des pertes pouvant dépassées 35% sont enregistrées ces dernières années selon les déclarations de l'Office Algérien Interprofessionnel des Céréales (O.A.I.C.) **(Ahmad, 2016)**. Le bon stockage a pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains afin d'éviter les nombreuses pertes constatées au niveau des magasins et silos.

Le stockage de longue durée des grains est primordial pour assurer l'approvisionnement régulier des industries des céréales en matières premières tout au long de l'année. La qualité intrinsèque des céréales en sortie de champ, qui correspond généralement aux spécifications des cahiers de charge des

industries des céréales, doit être préservée des altérations possibles pendant toute la durée de la conservation (**Fleurat, 2003**).

Dans ce contexte, nous avons envisagé la réalisation d'une étude portant sur la qualité du blé locale stocké et une évaluation à l'échelle physico-chimique, phytosanitaire et microbiologique pour déceler l'effet du stockage et ses meilleures conditions pour préserver la qualité. Dans le cadre de cette étude, ce mémoire est composé de deux parties ; La première partie propose une mise au point bibliographique. Elle est divisée en quatre chapitres, Le premier chapitre est une généralité sur le blé et le second chapitre est sur le stockage du blé, le troisième comporte les critères d'appréciation de la qualité du blé stocké et le dernier est une synthèse des autres travaux. La seconde partie, est une étude expérimentale d'analyse physique sur quelques échantillons de blé dur de production locale 2018/2019 stockés. Le manuscrit est chevê par une conclusion.

Partie
Bibliographique

Chapitre 1

1. Définition du blé

« **Blé** » est un terme générique qui désigne plusieurs céréales appartenant au genre *Triticum*. Ce sont des plantes annuelles de la famille des graminées ou Poacées, cultivées dans de très nombreux pays. Le mot « blé » désigne également le « grain » (caryopse) produit par ces plantes.

Le blé fait partie des trois grandes céréales avec le maïs et le riz. C'est, avec environ 700 millions de tonnes annuelles, la troisième par l'importance de la récolte mondiale et, avec le riz, la plus consommée par l'homme. Le blé est, dans la civilisation occidentale, en Afrique du Nord, au Moyen-Orient, dans le Nord de la Chine un composant central de l'alimentation humaine. Sa consommation remonte à la plus haute Antiquité. Il a longtemps permis l'apport en énergie indispensable à la survie des populations et un apport en protéines non négligeable et a de ce fait tenu une place déterminante dans le développement des civilisations de ces régions (**Henry et De Buyser, 2001**).

Aujourd'hui, le blé est considéré comme étant une plante monocotylédone du genre *Triticum*. Du point de vue génétique, le blé est une plante hexaploïde ; elle doit provenir d'une hybridation entre des blés tétraploïdes cultivés et des espèces sauvages diploïdes (**Bonjean, 2001, Boulal et al., 2007**).

En Algérie, les quatre principales céréales cultivées sont :

- Le blé tendre.
- Le blé dur.
- Le maïs.
- L'orge.

Parmi les céréales secondaires moins présentes se trouvent le triticale, l'avoine, le sorgho, le seigle, l'épeautre, le millet.

Différentes espèces de blés

Plusieurs espèces appartiennent au genre *Triticum* :

- *Triticum aestivum*, ou blé tendre, aussi appelé froment, qui est couramment utilisé pour le pain.
- *Triticum durum*, ou blé dur, qui sert pour les pâtes et le couscous.
- *Triticum Spelta*, ou épeautre, un blé « vêtu » (en allemand *Spelta* fait référence à l'enveloppe).
- *Triticum monococcum*, pour le petit épeautre ou engrain.
- *Triticum Dicoccum*, pour l'amidonnier. Avant l'apparition de l'agriculture, l'amidonnier sauvage était récolté (**Bonneuil et al., 2009**).

2. Historique du blé

L'histoire du blé commence il y a 500.000 ans, avec la cueillette de graminées sauvages. Puis, vient le temps de la domestication, il y a 10.000 ans environ. L'homme cultive les premières céréales qu'il a repérées, issues de croisements spontanés entre graminées sauvages. Parmi ces céréales cultivées : l'engrain et l'amidonnier.

En sélectionnant les plantes ressemées, au fur et à mesure, il les domestique et fixe génétiquement un certain nombre de caractères. Un nouveau croisement spontané va avoir lieu entre l'amidonnier et une graminée sauvage : *Aegilops squarrosa*. Cette graminée possède 7 paires de chromosomes et son génome va s'ajouter sans fusionner avec celui de l'amidonnier. Une nouvelle espèce voit le jour : le *Triticum aestivum* qui par évolution donnera les blés tendres dont les premiers sont appelés épeautres. Parallèlement, le blé amidonnier donnera le blé dur. (Feldman, 2001).

2.1. Spécialisation céréalière au Moyen Âge

Durant l'Antiquité, les premiers échanges entre blés grecs et blés romains enrichissent la base génétique. Au Moyen Âge, apparaissent de nouvelles techniques pour améliorer les cultures de blé : assolement triennal, labour avec charrue animale, apport de fertilisants naturels (fumier). C'est aussi le début du regroupement des terres en grandes propriétés. Au XVIe siècle, on observe une spécialisation céréalière de la Beauce, de la Brie, du nord de l'Algérie et de la Haute-Auvergne. A cette époque, la culture d'un épeautre barbu rouge (dénommé rousset) domine. Les cultures de mélanges de plusieurs céréales (ex. blés et orges) sont fréquentes. (Armand et Germain, 1992)

2.2. Les débuts de la sélection

Jusqu'au XIXe siècle, les agriculteurs français sèment des variétés autochtones ou populations de pays (landraces) adaptées à leurs milieux. A partir de 1850, les semences autochtones sont remplacées par des blés dits aquitains (obtenus à partir de variétés venues de Crimée ou de l'actuelle Ukraine) et des blés anglais dans le nord de la France. Le plus connu des blés « aquitains » a été appelé « Blé Noé », du nom du Marquis de Noé (Gers) qui le diffusa en Beauce et en Brie. C'est à ce moment que Louis de Vilmorin réalise ses premiers travaux généalogiques sur le blé pour obtenir des lignées pures (variétés qui conservent les mêmes caractères d'une génération à l'autre). Il obtient ainsi la première variété de blé moderne, Dattel, issue du croisement entre deux blés anglais (Chiddam et Prince Albert). Les variétés Vilmorin resteront une référence dans le monde de la sélection jusqu'au milieu du XXe siècle. (Armand et Germain, 1992)

Historiquement, au Moyen Âge et à la Renaissance, le mot bleds faisait référence aux cultures annuelles. Au XVIII^e siècle, le terme « blé » désignait toute plante cultivée dont les graines pouvaient être réduites en farine pour l'alimentation humaine.

3. L'origine du blé

Le blé moderne est le résultat d'une construction génétique unique :

Il contient le génome complet de trois espèces différentes, les chromosomes de ces espèces ne se mélangeant pas lors de la méiose. Il est le résultat développement de polyploïdisation intervenus à la suite de croisements entre espèces : chaque génome fut entièrement conservé ; ce qui explique l'augmentation de la plaide.

Le premier événement est la fusion de deux espèces diploïdes présentât 7 paires de chromosomes *triticumurtatu* (génome AA) et une espèce d'aegilops (génome BB) ; il a eu lieu il y a environ 500 000 ans et a conduit à l'apparition d'un blé tétraploïde sauvage, *triticum turgidum* (génome AABB, 14 paires de chromosomes) qui a été domestiqué pour donner d'abord l'amidonnier puis le blé due. **(Feillet, 2000;Henry et De Buyser, 2001).**

Le second évènement a eu lieu au cours de la domestication ; il Ya environ 9 000 ans, entre un blé tétraploïde cultivé et eu aegilops diploïde (*Aegilops tauschii*, génome DD). Il a donné le blé tendre *Triticumaestivum*, qui est hexaploïdie (génome AABBDD, 21 paires chromosomes) **(Feillet, 2000;Henry et De Buyser, 2001).**

En Algérie le CNRA de Versailles (devenu L'INRA – Institut national de la recherche agronomique) et le laboratoire de M. Bustartet ont cherché à comprendre l'origine du blé. Il a fallu vingt ans à M. Jolivet pour réussir la synthèse du blé à partir de l'épilobe en augmentant par étape successives son taux de ploïdie. Pour ce faire, il a exposé la plante et son génome à une toxine, la colchicine (puissant agent antimittotiques). Il a conservé les plantes passées d'une diploïdie (à 14 chromosomes) à des plantes triploïdes (21 CHROMOSOMES) au moyen de croisements, puis à une souche tétraploïde (28 chromosomes) et enfin hexaploïdie (42 CHROMOSOMES), grâce à la colchicine. Cette variété originale reconstituée en laboratoire a servi à enrichir les variétés avec des gènes inédits ou perdus depuis la domestication. **(Feillet, 2000; Henry et De Buyser, 2001).**

Parmi les dizaines de milliers de formes de blés cultivés (au moins 30 000), tout les ^{^^}Speltoides^{^^} à 42 chromosomes, qui fournissent la plupart des blés cultivés tendres (froment), aux grains riches en amidon, descendent de cet ancêtre Les autres proviennent du stade précédent qui a donné les ^{^^}Dicoccoida^{^^} à 28 chromosomes, qui sont les blés durs, aux épis denses et aux graines riches en gluten.

On ne sait pas exactement comment la sélection a commencé à se faire à la charrière Mésolithique-Néolithique. Il est possible que des épis inhabituellement gros soient spontanément apparus après des accidents de fécondation de l'ancêtre du blé et que par croisement, des blés de plus productifs été sélectionnés. (Henry et de Buyser, 2001)

4. Propriétés physiques des grains

4.1. Porosité

Les grains en masse constituant un matériau poreux où 30 à 40% du volume en place est occupé par l'air interstitiel. Ce pourcentage variable avec la taille des grains est déterminant lors de la ventilation naturelle ou artificielle. Cette propriété permet de faire traverser une masse de grains par un courant d'air (ventilation, séchage) (Cruz et Diop, 1989 ; Ndiaye, 1999).

4.2. Conductibilité thermique

Les grains ont une très faible conductibilité thermique c'est-à-dire qu'ils freinent la transmission de la chaleur en se comportent comme un isolant thermique. Ainsi, une variation de température à la surface d'un lot ne sera enregistrée à l'intérieur du lot qu'avec beaucoup de retard (Cruz et Diop, 1989 ; Ndiaye, 1999).

4.3. Hygroscopicité

Les grains constituent un matériau hygroscopique, c'est-à-dire qu'ils ont la propriété d'échange de l'eau (vapeur) avec le milieu dans lequel ils se trouvent. Ainsi, un grain sec placé dans de l'air humide va absorber de l'humidité et se ré-humidifier alors qu'un grain humide mis en contact avec de l'air sec va rejeter de l'humidité dans l'air et donc sécher. Ces échanges ont lieu jusqu'à ce qu'un équilibre s'établisse. Cet équilibre appelé l'équilibre hygroscopique ou équilibre air-grain (Cruz et Diop, 1989).

5. Composition chimique du grain de blé

5.1. Les éléments principaux

5.1.1. Glucides

Les glucides ou sucres se présentent sous la forme de quelques sucres simples, mais surtout de composés plus ou moins complexes de ces mêmes sucres simples tels que le glucose et le pentose. Le plus important est l'amidon qui est la substance énergétique par excellence, Chapitre I Généralités sur le blé tendre 10 facilement digestible. C'est le constituant majeur des céréales: 60 à 65 % du poids pour le blé et 70 à 73 % pour le maïs. La cellulose qui entre dans la composition du péricarpe est un glucide complexe, difficilement digestible par les monogastriques. (Feillet, 2000).

5.1.1.1. Amidon

L'amidon est le principal polysaccharide de réserve des végétaux supérieurs, représente 60 à 72 % à l'état naturel, dans l'amande, il se présente sous forme d'une poudre composée de granulés de tailles différentes. C'est l'un des polymères fonctionnels les plus importants des aliments en raison de son pouvoir gélifiant, viscosifiant et fixateur d'eau.) (Feillet, 2000).

5.1.2. Protides et Protéines

Ce sont des composés azotés que l'on rencontre sous forme simple (acides aminés) et sous forme plus complexe (protéines). La teneur en protéines des céréales et des protéagineux varie suivant les espèces, elle est en moyenne de 43 % pour le soja, 12 % pour le blé, 11 % pour l'orge et seulement 10 % pour le maïs. Certains de ces acides aminés, telle la lysine, sont indispensables pour l'alimentation animale (substance nécessaire à la croissance) (Feillet, 2000).

5.1.2.1. Gluten

Le gluten est un matériel viscoélastique obtenu par lixiviation (lavage par l'eau) d'une pâte de blé tendre ou de blé dur. Principalement constitué de protéines (75 à 85% ms selon les conditions de fabrication), il contient également de l'amidon (8 à 10% ms), des sucres réducteurs (1 à 2% ms), des lipides (5 à 10% ms), et des matières minérales (1% ms) (Feillet, 2000).

5.2. Les éléments secondaires

5.2.1. Pigments et les vitamines

Ce sont des composés chimiques complexes, surtout concentrés dans le péricarpe et le germe à des teneurs très faibles. Les pigments sont spécifiques à chaque espèce et même à chaque variété. Ils sont parfois associés à des vitamines (pigments caroténoïdes). (Feillet, 2000)

5.2.2. Enzymes

Ce sont aussi des substances complexes présentes en quantité négligeable, mais dont le rôle est très important: ils sont responsables des transformations que subissent les autres substances (hydrolyse de l'amidon et des protéines, destruction des sucres simples et des acides aminés) (Feillet, 2000).

5.2.2.1. Amylases

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

5.2.2.2. Lipases

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

5.2.2.3. Protéases

Enzymes agissant sur la structure des protéines ; leur présence dans la farine est liée à la germination du grain qui n'est pas souhaitable.

5.2.2.4. Lipoxydases

Les lipoxydases agissent sur les caroténoïdes par une réaction d'oxydation et entraînent une décoloration du pain qui devient blanc.

5.3. Eau

L'eau est toujours présente dans le grain, à une teneur plus ou moins grande. Du point de vue chimique et physique, son action solvant favorise les réactions enzymatiques et les attaques microbiennes lorsque sa teneur dans le grain dépasse un certain seuil. Le rôle de l'eau et les problèmes qu'elle engendre pour la conservation sont étudiés plus loin. (Feillet, 2000)

La bonne exécution de tous les processus impliqués dans la manutention post-récolte des céréales et oléagineux, qui comprend leur stockage, leur transport et leur conditionnement post-récolte, est essentielle pour maintenir leur qualité au maximum.

Des mesures de conservation adéquates sont essentielles, car la détérioration pendant le stockage peut être très rapide en raison des effets de la respiration des grains, ce qui peut provoquer le développement de champignons et d'insectes qui prolifèrent facilement dans des conditions optimales d'humidité et de température.

Différentes céréales nécessitent des conditions spécifiques. Dans le cas du blé, pour le conserver dans des conditions optimales pendant le stockage, il faut contrôler principalement :

- Innocuité (résidus d'insecticides et présence de *mycotoxines*), condition nécessaire pour assurer la sécurité alimentaire.
- Besoin de séparer par qualité.
- L'effet du séchage sur la qualité du blé. Il est nécessaire de contrôler que les protéines du gluten ne sont pas endommagées en raison des températures de séchage élevées, car le processus est irréversible.

6. Les différents types du blé

6.1. Blé tendre

Le blé tendre (*Triticumaestivum*) est une monocotylédone de la famille des Graminées, de la tribu des *Triticées* et du genre *Triticum*. En termes de production commerciale et d'alimentation humaine, cette espèce est la première plus importante du genre *Triticum* avec un très grand nombre de variétés. À nombre chromosomique ($2n = 4 X = 42$ Chromosomes = blé hexaploïde) (Codou-David, 2018).

6.1.1. Classification botanique du blé tendre

Règne	<i>végétalPlantae</i>
Sous-règne :	<i>Tracheobionta</i>
L'embranchement :	<i>Magnoliophyta</i>
Classe :	<i>Liliopsysda</i>
Sous-classe :	<i>comelinidae</i>
Ordre :	<i>Cyperales</i>
Famille :	<i>Poaceae</i>
Sous-famille :	<i>pooideae</i>
Tribu :	<i>Triticeae</i>
Genre :	<i>Triticum</i>
Espèces :	<i>Triticumaestivum</i> (Blé Tendre). (Bonneuil <i>et al.</i> , 2009).

6.2. Blé dur

Le blé dur (*triticum turgidum ssp.durum*) est une monocotylédone des familles des Graminées, de la tribu des Triticérs et du genre *Triticum*. En termes de production commerciale et d'alimentation humaine, cette espèce est la deuxième plus importante du genre *Triticum* après le blé tendre (*Triticum aestivum L.*).

6.2.1. Classification botanique du blé dur

Règne :	<i>Plantae</i>
Sous-règne :	<i>Cormophyte</i>
Embranchement :	<i>Spermaphytes</i>
Sous-embranchement :	<i>Angiospermes</i>
Superordre :	<i>Commeliniflorales</i>
Ordre :	<i>Poales</i>
Classe :	Monocotylédones
Famille :	Graminées
Genre :	<i>Triticum</i>
Espèces :	<i>Triticumdurum</i>

7. Les différences entre un blé tendre et blé dur

Les différences qui existent entre un blé tendre et un blé dur sont résumées dans le tableau 01.

A partir du blé tendre on obtient de la farine. Cette dernière est utilisée dans la fabrication du pain et des biscuits.

A partir du blé dur on obtient de la semoule à partir de la quelle on fabrique de la galette, du couscous et des pattes alimentaires.

Tableau 01 : Différences entre un blé dur et un blé tendre.

Caractères	Blé dur	Blé tendre
Forme	Texture vitreuse	Texture opaque, structure de l'amande farineuse
Prédominance	Des protéines	De l'amidon
Aspecte génétique	2 génomes A et B $2n = 28 = 3. (2.7)$	3 génomes A, B et D $2n = 42 = 2. (2.7)$
Aspect de plante	Feuilles très étroites, maturation très rapide	Feuilles large, maturation très longue, moisson tardive, exigeante du point de vue sol et climat

8. Cycle de développement du blé

8.1. Morphologie

Le blé se présente comme une plante herbacée à feuilles assez larges (**Bonjean et Picard, 1991**).

La tige ou chaume ne commence à prendre son caractère de tige qu'au début de la montaison Celle-ci, d'abord pleine, devient creuse sauf au niveau des nœuds qui restent pleins (**Clement G et Prat, 1970**).

Les feuilles sont alternées, ligulées et engainantes (**Bonjean et Picard, 1991**).

Elles ont des nervures parallèles et sont terminées en pointe (**Clement G et Prat, 1970**).

L'inflorescence est toujours en épillets associés en inflorescence complexe, épis ou grappes d'épillets, se recouvrant étroitement les uns aux autres. La fécondation est autogame Le fruit est un caryopse ou grain (**Clement G et Prat, 1970**). (**Bonjean et Picard, 1991**).

Les racines sont de type fasciculé peu développées ; 55 % du poids total des racines se trouve entre 0 et 25 cm de profondeur (**Clement G et Prat, 1970**).

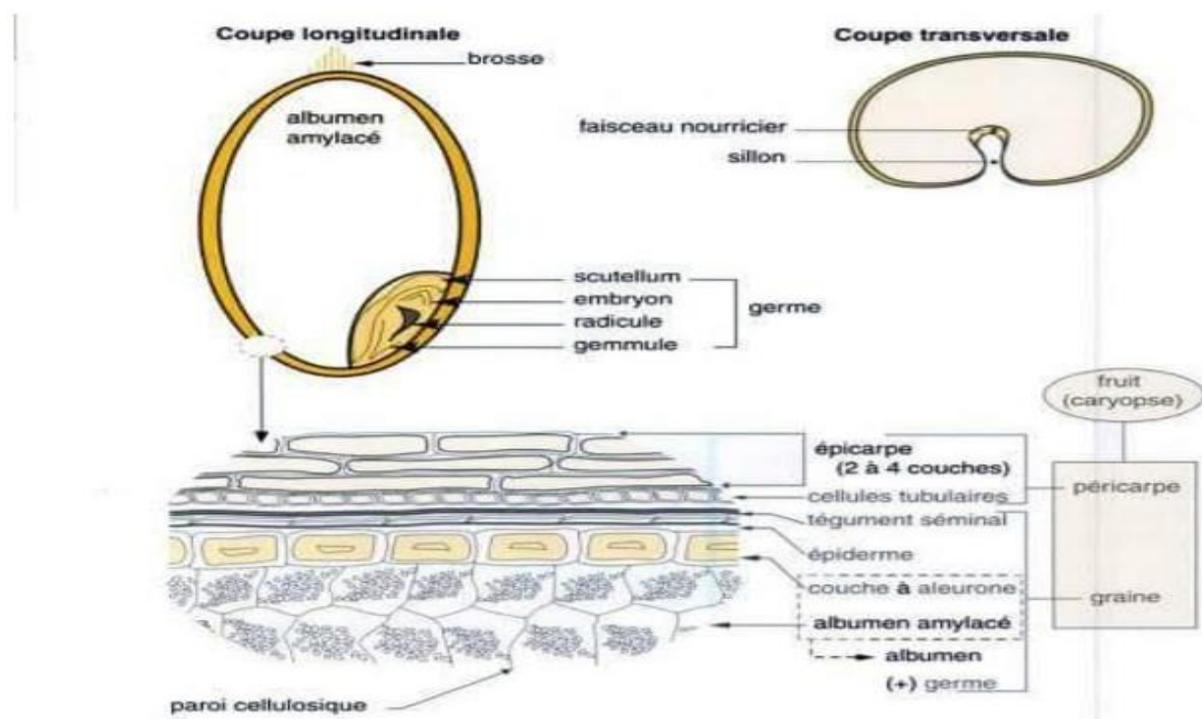


Figure 01 : Coupe d'un grain du blé (Feillet, 2000).

- **Albumen** : constitué de l'albumen amylicé (au sein duquel subsistent des cellules remplies de granules d'amidon dispersés au milieu d'une matrice protéique et dont les parois cellulosesques sont peu visibles) et de la couche à aleurone (80-85% du grain).

- **Enveloppes de la graine et du fruit** : formées de six tissus différents : épiderme du nucelle, tégument séminal ou testa (enveloppe de la graine), cellules tubulaires, cellules croisées, mésocarpe et épicarpe (13-17%).

- **Germe (3%)** : composé d'un embryon (lui-même formé de la coléoptile, de la gemmule, de la radicule, du coléorhize et de la coiffe) et du *scutellum*. Comparativement à d'autres céréales, du maïs et du riz en particulier, le grain de blé possède un sillon résultant d'une invagination des téguments vers l'intérieur du grain, sur toute sa longueur et du côté du germe ; les faisceaux nourriciers de la graine au cours de son développement sont localisés au fond de ce sillon. Sa présence détermine la manière dont s'opère la séparation de l'albumen et des enveloppes pour extraire les farines ; il rend en effet impossible, comme en rizerie, l'élimination progressive des téguments par abrasion des parties périphériques. L'extraction des farines nécessite de fragmenter les grains, puis d'isoler progressivement l'albumen à partir des zones les plus internes du grain, du centre vers la périphérie ; pour cette raison, les premières farines sont les plus purifiées. (Leslie Jacquemin, 2012).

8.2. Cycle végétatif du blé

On distingue trois périodes importantes dans le cycle végétatif du blé : une période végétative, une période de reproduction et une période de maturation (**Figure 02**).

8.2.1. Période végétative

Elle s'étend du semis au début de la montaison, elle est subdivisée en plusieurs phases :

a. Phase germination – levée

La germination commence quand le grain a absorbé environ 25 % de son poids d'eau. Les téguments se déchirent, la racine principale, couverte d'une enveloppe appelée Coleorhize, apparaît, suivie par la sortie de la première feuille, couverte d'une enveloppe appelée Coléoptile. À la surface du sol, puis apparaissent d'autres racines et feuilles. La durée de cette phase varie avec la température de 8 à 15 jours. (**Clement G et Prat, 1970**).

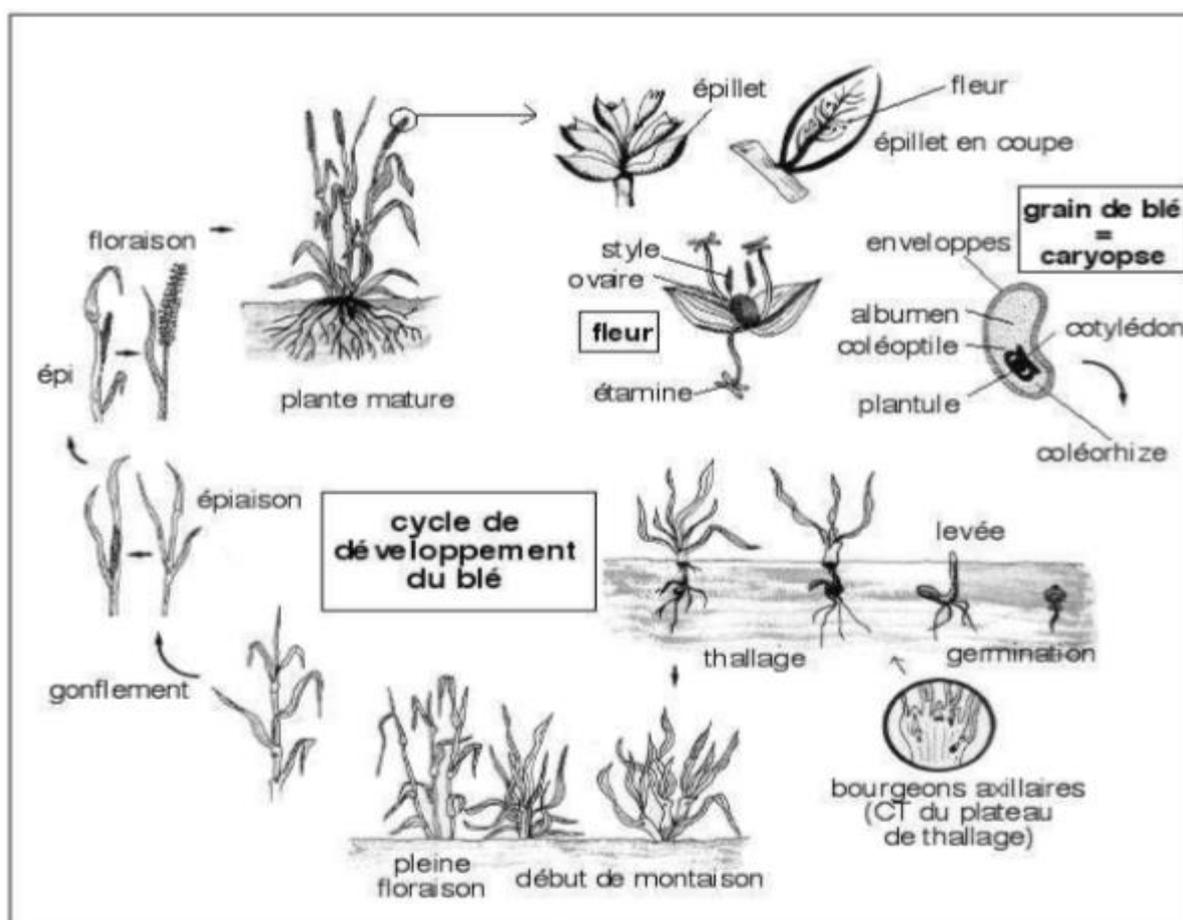


Figure 02 : Cycle de développement du blé (**Herney et Buysler, 2000**).

b. Phase levée – tallage

On peut distinguer pendant cette phase à travers le coléoptile, un filament ou rhizome, termine 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. (Clement G et Prat, 1970).

c. Phase tallage-montaison

La différenciation des épillets se poursuit par étranglements successifs du cône formateur de l'épi. Les talles herbacées se forment activement (Figure 03) (Clement G et Prat, 1970).

8.2.2. Période de la reproduction

Elle s'étend de la montaison à la fécondation :

a. Phase de la montaison

Au cours de cette phase, un certain nombre de talles herbacées vont évoluer vers des tiges couronnées d'épis, tandis que d'autres commencent à régresser. La croissance en taille et en matière sèche est alors active. Cette phase se termine au moment de la différenciation des stigmates. La durée de cette phase est de 29 ou 30 jours. (Clement G et Prat, 1970).

b. Phase de l'épiaison

La vitesse de croissance de la plante est maximale. Cette phase correspond à l'élaboration d'une grande quantité de la matière sèche, à l'organisation détaillée des épillets et à la fécondation. La durée de cette phase est d'environ 32 jours.

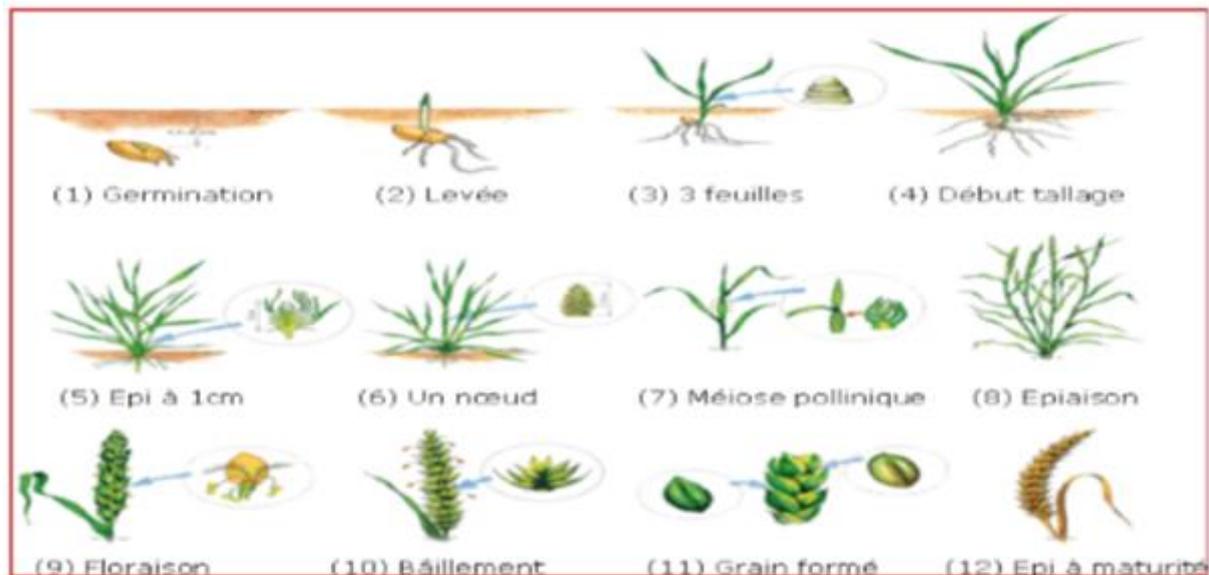


Figure 03: Les phases du cycle végétal du blé. (Blé hybride HYN0 (onglet "le blé en général"))

Cette phase est suivie par le grossissement du grain qui devient mou et le dessèchement de presque toutes les feuilles. Sa durée est de 16 à 17 jours (Clement G et Prat, 1970).

8.2.3. Période de maturation

Elle correspond à l'accumulation de l'amidon dans les grains et à la migration très active des réserves (glucides et protéines) vers le grain. La durée de cette période est de 25 à 26 jours en moyenne (Clement-Grandcourt et Prat, 1970).

Durant cette période, l'embryon se forme.

a. Phase de la multiplication cellulaire intense : (12 à 15 jours chez le blé).

Elle est marquée par un accroissement de période, de l'eau et de matière sèche dans la graine, donc une activité intense de la photosynthèse (Belaid D. 1990). A la fin de cette phase, le grain encore vert a pris sa forme définitive, libérant un liquide blanc à son ouverture : stade de grain laiteux.

b. Phase d'enrichissement en glucide et protides : (10 à 12 jours chez le blé)

Le poids d'eau est sensiblement constant dans la graine c'est le palier hydrique. Le grain accumule ses réserves amyloacées et protidiques, les téguments sont solidifiés et colorés en roux pâle à la fin de la phase.

c. Phase de la dessiccation

Le palier hydrique commence à décroître, le stade demi dur et enfin le stade de maturité où les grains se détachent facilement de l'épi. Donc le blé devient désormais apte au battage. (Benziane K, 2015)

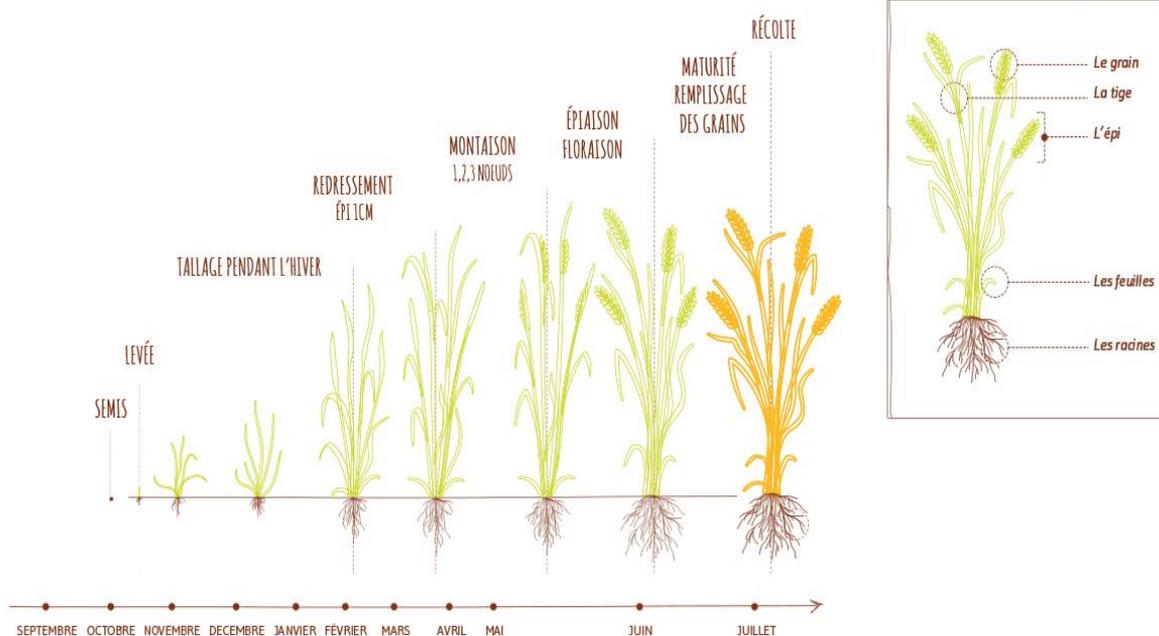


Figure 04 : Cycles de blé

(<https://images.app.goo.gl/LnBUZz9VW7MsqHdP7>)

9. Les maladies

9.1. Les fusarioses

Elles sont dues à *Fusarium nivale* et *Fusarium roseum*. *Fusarium* qui peut contaminer les épis à partir des débris végétaux contaminés. On observe un dessèchement précoce suivi d'un échaudage d'une partie de l'épi. *Fusarium*. *Roseum* fait apparaître un noircissement à la base des tiges et un dessèchement précoce de l'épi (Dupont, 1982).

Cette maladie présente une incidence directe sur les rendements provoquant une diminution du nombre de grains par épi, accompagnée du risque de présence de mycotoxine dans le grain, (Le Boulch et Franque Mangne, 1999).

9.2. Le charbon du blé

Il est provoqué par *Ustilago tritici* ou *Ustilago hordei* (**Oufroukh et Hamadi, 1993**). D'après **Clement-grand cour et Prat, (1970)**, ce sont des parasites foliaires ou d'inflorescence qui ne se manifestent que peu avant le moment où l'épi sort de la graine. La dernière feuille avant l'épi jaunit et les épillets apparaissent entièrement détruits.

9.3. La carie du blé

Elle est due à *Tilletia carie* qui entraîne des diminutions sensibles du rendement et de la qualité et compte parmi les maladies les plus importantes du blé dans le bassin méditerranéen et apparaît à l'épiaison.

Le blé couvert de spores dorme de mauvaise qualité et inconsommable (**Oufroukh et Hamadi, 1993**).

9.4. La rouille

La rouille brune due à *Puccinia triticina*, se déclare entre l'épiaison et la fin de la floraison. Elle se présente sous forme de macules brunes arrondies sur les feuilles.

La rouille noire due à *P.graminis*, est observée après la moisson sur les pailles, sous forme de pustules très allongées contenant des spores (**Dupont, 1982**).

9.5. Mosaïque du blé

Les deux agents de la mosaïque sont nommés l'un VMB (virus de la mosaïque du blé) et l'autre VMJB (virus de la mosaïque jaune du blé), tous deux sont transmis par le champignon du sol *Polymyxagraminus*. Parfois. Ces deux virus sont présents simultanément dans la même parcelle. La parade à ces deux maladies est l'utilisation de variétés résistantes (**Hariri, 1999**).

Un autre virus est cité par (**Decoin et al., 1999**). Il s'agit du (JNO) virus de la jaunisse naissante de l'organsine que celle du blé. Ce virus est transmis par le puceron *Rhopalosiphumpadi puce*.

10. Utilisation du blé

10.1. Utilisation du blé tendre

Le blé tendre (*Triticum aestivum L*), autrement appelé froment est utilisé pour faire de la farine qui servira à fabriquer les pains (panification) et les produits de biscuiterie (Pâtisserie, viennoiserie). Le blé tendre peut aussi être utilisé à des fins non alimentaires telles que la production de bioéthanol.

10.2. Utilisation du blé dur

Le blé dur (*Triticum durum*) est utilisé pour faire de la semoule, du boulgour, du pilpil, des pâtes de toutes sortes, complètes ou raffinées.

11. Importance alimentaire et économique des blés

Les blés constituent la première ressource alimentaire de l'humanité et la principale source de protéines. Ils fournissent également une ressource privilégiée pour l'alimentation animale et de multiples applications industrielles. 95% de la nutrition de la population mondiale est fournie par les principales cultures céréalières (**Bonjean et Picard, 1991**).

Le blé dur représente environ 8% des superficies cultivées en blés dans le monde dont 70% sont localisées dans les pays du bassin méditerranéen. La Turquie, la Syrie, la Grèce, l'Italie, l'Espagne et les pays d'Afrique nord sont en effet parmi les principaux producteurs. Par ailleurs, le blé dur occupe une place centrale dans l'économie Algérienne. En 2012, sur une superficie de 3 millions d'hectares réservée à la céréaliculture, 1 785 000 hectares sont destinés à la culture du blé (**Nedjah, 2014**).

12. Le blé dans le monde

Selon l'Organisation des Nations unies pour l'alimentation et l'agriculture (FAO), la Russie a produit 86 millions de tonnes de blé en 2020, ce qui la place juste derrière la Chine et l'Inde.

Tableau 02 : liste des pays par production de blé dans le monde.

(<https://www.atlasbig.com/fr-ch/pays-par-production-de-ble>)

Réduction mondiale du blé par pays

	Pays	Production (tonnes)	Producti on par personne (Kg)	Superfici e (en hectares)	Rendement (Kg / Hectare)
	République populaire de Chine	131 447 224	94,304	24 268 794	5 416,3
	Inde	99 700 000	74,599	29 580 000	3 370,5
	Fédération de Russie	72 136 149	491,133	26 472 051	2 725
	États-Unis d'Amérique	51 286 540	156,474	16 027 750	3 199,9
	France	35 798 234	531,944	5 231 615	6 842,7
	Canada	31 769 200	853,699	9 881 000	3 215,2
	Pakistan	25 076 149	124,218	8 797 227	2 850,5
	Ukraine	24 652 840	583,308	6 619 600	3 724,2
	Australie	20 941 134	835,993	10 919 180	1 917,8
	Allemagne	20 263 500	244,903	3 036 300	6 673,7
	Turquie	20 000 000	247,493	7 288 622	2 744

Réduction mondiale du blé par pays

	Pays	Production (tonnes)	Producti on par personne (Kg)	Superfici e (en hectares)	Rendement (Kg / Hectare)
	Argentine	18 518 045	416,187	5 822 173	3 180,6
	Iran	14 500 000	177,355	6 700 000	2 164,2
	Kazakhstan	13 944 108	763,124	11 354 380	1 228,1
	Royaume- Uni	13 555 000	205,254	1 748 000	7 754,6
	Roumanie	10 143 671	519,549	2 112 307	4 802,2
	Pologne	9 820 315	255,514	2 417 227	4 062,6
	Égypte	8 800 000	90,26	1 315 490	6 689,5
	Espagne	7 989 906	171,239	2 063 683	3 871,7
	Maroc	7 320 620	210,516	2 842 748	2 575,2
	Italie	6 932 943	114,715	1 821 725	3 805,7
	Bulgarie	5 832 449	827,294	1 212 012	4 812,2
	Brésil	5 418 711	25,861	2 065 254	2 623,8
	Ouzbékistan	5 410 760	165,7	1 311 376	4 126
	Mali	29 185	1,527	8 240	3 541,9

Réduction mondiale du blé par pays

	Pays	Production (tonnes)	Producti on par personne (Kg)	Superfici e (en hectares)	Rendement (Kg / Hectare)
	Érythrée	28 939	5,578	25 597	1 130,6
	Ouganda	23 597	0,608	15 340	1 538,3
	Burundi	22 751	2,13	16 145	1 409,2
	Mozambique	21 105	0,731	18 176	1 161,2
	Jordanie	20 668	2,02	18 049	1 145,1

13. Le blé en Algérie

Chaque année, environ 3,3 millions d'hectares sont consacrés à des cultures céréalières dont environ 1,5 million d'hectares sont plantés de blé dur et 600 000 hectares de blé tendre. (Abis, 2012). Durant l'année 2014, l'Algérie est classée en quatrième position au niveau Africain et à la dix-septième position au niveau mondial avec une production du blé de 2,4 millions de tonnes, colletée et constituée en moyenne de 58,7% de blé dur et 33%, de blé tendre (FAO, 2014).

Le blé étant le produit de consommation de base. Les habitants des pays magrébins sont les plus gros consommateurs de cette denrée au monde notamment l'Algérie avec près de 600 grammes par personne et par jour (Abis, 2012). Zettal (2017) rapporte que cette consommation de blé a légèrement augmenté ces dernières années en raison de l'urbanisation accrue, de la croissance de la population et de l'augmentation de la capacité de la mouture (la transformation).

Chapitre II

1. Le stockage

Les céréales et d'une manière générale les graines, n'ont cessé d'être la principale ressource alimentaire de l'homme. Seul, le monde de consommation de ces denrées a évolué au fil des années, mais quelle que soit ces évolutions et quels puissent être son devenir, il y a une étape qui est et demeurera obligatoire, c'est celle du stockage et de la conservation des grains entre la récolte et l'utilisation (**Multon, 1982**).

Le stockage est une opération qui consiste à entreposer les produits agricoles en un lieu déterminé et pour une période donnée (**Panisset et al., 2003**). **Multon (1982)** rapporte qu'il faut savoir que les pertes annuelles mondiales sont considérables, représentant au moins 10% de la production mondiale et qui peuvent atteindre 40% dans les zones chaudes et humides.

2. Le stock et les facteurs d'équilibre (stabilité)

Un stock de grains c'est un écosystème artificiel, créé par l'homme et constitué d'un ensemble de différentes entités vivantes : d'une part et obligatoirement les grains avec leurs germes et les micro-organismes (moisissures, levures, bactéries). D'autre part de façon non obligatoire mais cependant très fréquente, les animaux prédateurs (acariens, insectes, oiseaux). Cet écosystème est placé dans un environnement physicochimique caractérisé par sa température, son humidité et sa teneur en oxygène. C'est un biotope dont l'équilibre instable peut être rapidement détruit par des agressions d'ordre abiotique (facteur du milieu) et biotique (facteur biologique) (**Multon, 1982 ; Feillet, 2000**).

La stabilité du stock vivrier est liée à la solidité du système post-récolte. Ce système est très complexe du fait de l'interaction entre une multitude de facteurs techniques et socioéconomiques auxquels font face les producteurs. L'élément central du système, est la structure de stockage (**Clément, 2018**).

3. Structure du stockage

Selon **Clément (2018)** une structure de stockage est une enceinte appropriée dont la finalité est de contenir et préserver les denrées pendant une durée donnée. A l'intérieur de la structure, les grains de blé peuvent être conditionnés selon deux méthodes :

3.1. Méthodes traditionnelles

3.1.1. Les méthodes souterraines

Les entrepôts souterrains destinés au stockage des grains est une pratique traditionnelle, très ancienne et largement utilisée dans certaines régions du Maroc sous le nom vernaculaire de MATMOUR. Ce mode de stockage est aussi utilisé dans plusieurs pays de l'Afrique, au proche Orient, en Asie et en Algérie (**Bartali et al., 1989**).

Ce mode de stockage est intéressant du fait de sa relative facilité de construction, de son faible coût, de sa bonne isolation thermique, de la protection qu'il apporte contre les attaques de rongeurs, de la diminution de l'activité des insectes et de la protection contre une infestation grâce à l'étanchéité relative à l'aire qui réduit les échanges gazeux avec l'extérieur.

L'inconvénient majeur de cette méthode est le trop forte humidité et les eaux d'infiltration qui favorisent le développement des moisissures et des phénomènes de fermentation bactérienne (**Doumandji et al., 2003**).

3.1.2. Stockage en sac

Les grains sont conservés dans des sacs fabriqués en toile de jute. Les sacs sont entreposés dans divers locaux, magasin ou hangars. En cas de traitement chimique, cette toile de jute permet le passage des fumigants, pesticides très volatiles capables d'agir sur l'appareil respiratoire des insectes. Souvent, ce type de stockage est passé dans les milieux où l'autoconsommation est forte (**Doumandji et al., 2003**). La conservation est notablement améliorée si le sac en toile de jute est doublé intérieurement par un sac plastique. Les entrepôts doivent être exempts d'infestation et le produit doit être sec (**Ntsam, 1989**). Son avantage est qu'il permet d'employer des bâtiments existants et il permet une bonne aération des grains stockés. D'après **Cruz et al., (1988)**, les majeurs inconvénients sont :

- La faible isolation des sacs contre l'humidité, la température, et les différents déprédateurs (insectes, oiseaux, rongeurs.).
- La nécessité d'une main d'œuvre importante et entraîné qui augmente le coût de cette opération.
- Opération de chargement et déchargement difficile.

3.1.3. Stockage en vrac

Dans ce cas, les grains en tas sont laissés à l'air libre dans des hangars ouverts à charpente métallique. Dans ce type de stockage, les contaminations sont possibles, d'autant plus que dans ce type de construction, il demeure toujours des espaces entre les murs et le toit, ainsi de libre passage aux oiseaux,

rongeurs et insectes est possible. Par ailleurs, l'influence des intempéries est encore assez forte et le développement des moisissures et des bactéries est toujours à craindre. Ce moyen de stockage indispensable face à l'insuffisance des installations spécialisées aura tendance à disparaître dans l'avenir (**Doumandji et al., 2003**).

Selon **Ntsam (1989)**, ce type de stockage exige des contraintes particulières de la structure:

- L'étanchéité.
- L'élimination de la condensation.
- Les contraintes de pression.
- Le contrôle de l'atmosphère et de la température.

3.1.4. Stockage en silo

Un silo est un réservoir de grandes capacités prévues pour le stockage commercial ou industriel de grandes quantités de produit (plusieurs milliers de tonnes) (**Bounceur et Mammasse, 2002**). Elles sont fermées à leur partie supérieure par un plancher sur lequel sont installés les appareils de remplissage des cellules. L'emploi des silos réduit la main d'œuvre, augmente l'air de stockage et supprime l'utilisation des sacs onéreux. Les silos sont des enceintes cylindriques en béton armé ou en métal (**Doumandji et al., 2003**).

a. Silo métallique

Ils sont composés de cellules métalliques en tôles (4-6 mm d'épaisseur) d'acier galvanisé ou d'aluminium, planes ou ondulées, boulonnées ou serties, fixées sur un sol en béton étanche et utilisés généralement pour le stockage des céréales transformées, après broyage, en alimentation de bétail. Les diamètres des cellules varient entre 2 à 4 m et la hauteur pouvant atteindre 20 m (**Cruz et al., 1988**).

De leur avantage, c'est le montage souvent facile et rapide. La construction est légère ce qui permet d'implanter un silo sur des sols de mauvaise portance et sa construction est moins coûteuse.

Pour les inconvénients : nettoyage des parois dans des conditions difficiles d'accessibilité et de température; détérioration qualitative du produit; risque de développement des mycotoxines qui sont dangereuses pour la santé des consommateurs ; joints déficients entre les toiles laissant s'infiltrer l'eau de la pluie ; condensation de la vapeur d'eau contenue dans l'air au-dessus du grain qui est liée aux variations de la température entre le jour et la nuit et qui peut alors provoquer une humidification des grains et création d'une zone favorable à la reprise d'activité des grains et des microorganismes.

b. Silo en béton

C'est le moyen de stockage le plus recherché, il résiste mieux aux pressions et chocs que les silos métalliques. Ces silos sont constitués de plusieurs cellules cylindriques en béton armé, mesurent 20 à 22 m de hauteur. L'humidité des grains contenus dans ces silos, ne doit pas dépasser 11% (**Cheniki et Yahia, 1994**).

Le béton armé présente des caractéristiques très intéressantes pour la construction d'installation de stockage (**Lerin, 1986**). C'est un matériau durable n'exigeant, ni revêtement, ni entretien donc pouvant être amorti sur une longue période, en plus il assure une bonne isolation thermique du produit malgré les faibles épaisseurs mise en œuvre (épaisseur des parois des cellules 15-20 cm). Le béton armé présente toutefois quelques inconvénients (**Cruz et al., 1988**) :

- Il est poreux et permet donc des échanges gazeux avec l'extérieur ce qui posera des problèmes pour le traitement des stocks.
- Il est lourd, il ne pourra donc être mis en œuvre que sur des sols ayant une bonne résistance à la pression.
- Les constructions en béton peuvent présenter des fissures ou microfissures qui permettent des rentrées d'eau et d'être des milieux favorables pour les insectes donc il doit être mis en œuvre par des personnes qualifiées et des entreprises parfaitement équipées.

Quel que soit le mode de stockage en vrac ou en sac, la topographie des lieux est à prendre en compte. Il faut éviter les zones basses, inondables (de préférence un point haut), d'où les eaux de pluie s'évacuent facilement, mais d'accès facile en gardant à l'esprit qu'il faut prévoir des voies d'accès ouvertes et pouvant supporter des véhicules lourds. L'implantation devra donc se faire près des voies de communication pour limiter l'élévation de température produite par le rayonnement solaire, le magasin doit être orienté Est-Ouest dans le sens de la longueur, c'est-à-dire qu'il ne se présentera pas au rayonnement du matin et du soir, les façades étant orientées Nord-Sud tel que les portes opposées soient dans l'axe des vents dominants (**Cruz et al., 1988**).

3.1.5. Le stockage en plein air

Il constitue une solution à caractère provisoire. La production doit être disposée sur des palettes pour éviter que l'humidité du sol n'y pénètre. Elle peut être recouverte de bâches pour la protéger des intempéries (**Hakim et al., 2007**).

3.2. Méthodes modernes

3.2.1. Le stockage en gerbes

On peut entasser les gerbes en plein air (gerbiers, meules). En gerbes, le grain est à l'abri de l'échauffement et du charançon (Multon, 1982).

3.2.2. Le stockage en épis

Cette technique demande bien moins de volume que le stockage en gerbes, d'où un coût moindre de bâtiments et par conséquent le contrôle est plus facile (Multon, 1982).

4. Facteurs d'altération des grains durant le stockage

Les grains de blé subissent des altérations diverses au cours de leur stockage. Ces derniers réduisent la qualité du grain et le rendent impropre à la consommation. Ces altérations ont plusieurs origines :

4.1. Facteurs abiotiques

4.1.1. Température et humidité relative

Au cours de leur stockage, les grains des céréales sont sujets à de nombreuses altérations d'où des pertes considérables dans le stock. Ces altérations qui touchent le grain sont d'ordres morphologiques, organoleptiques, chimiques et biologiques. Les pertes causées aux grains des céréales entreposés sont dues principalement à l'humidité (du grain et du lieu de stockage), la température (du grain et du lieu de stockage), et les insectes. Il est indispensable de les connaître, si l'on veut comprendre pourquoi il arrive que les récoltes se conservent mal (Maisonneuve et Larose, 1985).

Gwinner *et al.*, (1996) rapportent que la température est le facteur clé responsable des pertes en post récolte. Elle exerce une forte influence sur le taux de respiration des grains stockés et celui des organismes parasites, de même que sur l'humidité relative de l'air, la teneur en eau des produits stockés et enfin sur le développement des ravageurs des stocks, Il est conseillé que le degré d'humidité du grain demandé ne doit pas dépasser 11% (Cahagnier et Fleurat-Lessard, 2000). Généralement, les grains sont stockés à une humidité inférieure ou équivalente à 70% de l'activité de l'eau pour éviter la détérioration par les microorganismes, notamment les moisissures selon Sharma *et al.*, (2014). Alors que Hall (1970) note que l'humidité relative dans les lieux de stockage doit être inférieure à 60% et que lorsqu'on augmente la température de stockage de 32 à 54°C, l'humidité relative de l'air passe de 95 à 30% (Figure 05).

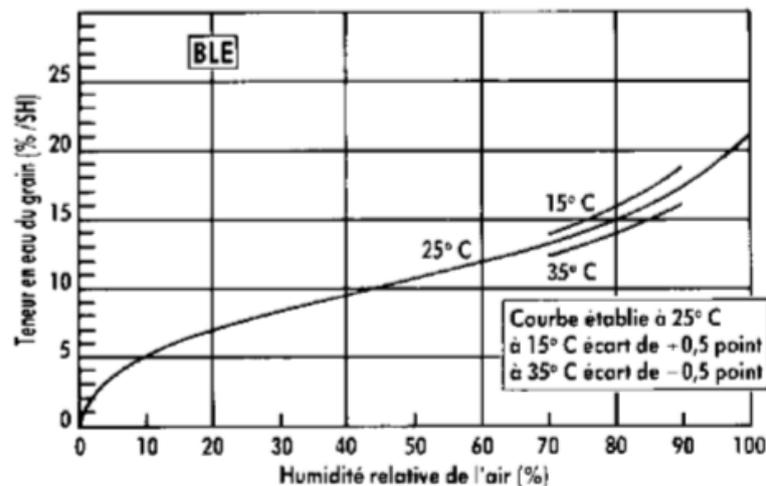


Figure 05: Relation entre la teneur en eau du grain et l'humidité relative de l'air

(Hall, 1970).

4.1.2. Teneur en oxygène et en gaz carbonique

Une graine est un organisme qui respire. Au cours du processus de respiration, l'amidon et l'oxygène produisent aussi bien du gaz carbonique que de l'eau et de la chaleur (Gwinner *et al.*, 1996). Quand l'air se trouvant entre les grains est renouvelé avec apport d'oxygène par une faible ventilation ou par tirage naturel, la production de chaleur peut devenir très importante et provoquer un échauffement jusqu'à 55-60°C (Berhaut *et al.*, 2003).

4.1.3. Les altérations mécaniques ou physiques

Elles sont dues à des chocs lors des opérations de manutention répétées et brutales entraînant la cassure des grains. Lorsque la structure granulaire est détruite, les constituants peuvent entrer plus facilement en contact avec les microorganismes et les enzymes (Boudreau *et al.*, 1992), ceci peut favoriser un milieu de développement pour les insectes (Hakim *et al.*, 2007). Les altérations d'origine physiques sont dues aux radiations UV, γ , et Infrarouge en dose excessive (Gharib, 2007).

4.1.4. Les altérations d'origine enzymatique

Elles sont essentiellement provoquées par les enzymes propres du grain. En mauvaises conditions de stockage, ces dernières entrent en activité et favorisent la dégradation de l'amidon et le rancissement des lipides (Berhaut *et al.*, 2003). Ce sont des hydrolases agissant sur les protéines (*protéases*), les

lipides (*lipases*) et les glucides (*glucosidases*) ainsi que l'ensemble des équipements enzymatiques complexes qui régissent les phénomènes de respiration et de fermentation (Multon, 1982).

4.1.5. Les altérations d'origine chimique

- **Réaction du Maillard**

Elle nécessite une température élevée, se rencontre au cours de séchage ou des accidents de chauffage biologique.

- **Dénaturation des protéines et des acides nucléiques**

Les modifications de la structure quaternaire, tertiaire et même secondaire de la molécule protéique entraînent des pertes des propriétés fonctionnelles (solubilité, caractère rhéologique à l'état hydraté et l'activité enzymatique). Parmi les causes de dénaturation, la chaleur est la plus fréquente.

- **Modification physico-chimique de l'amidon**

A température assez élevée, il y a éclatement des grains d'amidon qui sera suivi d'un empesage plus ou moins prononcé selon l'eau disponible. A sec, on peut observer une sorte de fusion de grains sans dispersion.

- **Destruction des vitamines B1, E et caroténoïdes au cours de stockage**

La destruction de B1 est linéaire (20% /an), elle est due à sa concentration à la périphérie qui est moins protégée de l'O₂. L'oxydation de la vitamine E et des caroténoïdes est due à l'action des peroxydes formés au dépend des AGI (Gharib, 2007).

4.1.6. L'influence de la durée de stockage (facteur du temps)

Il apparaît évident que plus la durée de stockage est longue et plus les pertes en matières sèches dues simplement à la respiration des grains sont importantes. Les risques d'attaque par les différents déprédateurs sont également accrus. Pour un stockage pluriannuel, il est important de rappeler que les grains doivent être très secs et dans un environnement favorable pour permettre leur conservation sur une grande période (Labeyrie, 1992).

4.2. Facteurs biotiques

4.2.1. Les agents microbiologiques

D'après Ouramdane (2005), les bactéries, levures et les moisissures dépendant des grains pour leur croissance, car elles ne sont pas photosynthétiques, il leur faut donc un substrat organique qu'elles

dégradent par oxydation enzymatique pour se procurer l'énergie nécessaire à leur croissance et leur production. Les activités qui en découlent sont à l'origine de l'altération des grains car elles s'effectuent aux dépens de ceux-ci.

Les microorganismes, par leurs activités métaboliques peuvent donc modifier les valeurs technologiques nutritionnelles et hygiéniques des grains. Des espèces microbiennes principalement les moisissures se développent dans la période précédant la récolte, le fait que l'épi du blé est encore soumis à un régime hydrique contrasté, humide la nuit et souvent sec la journée. Cette flore est appelée « flore des champs ».

Après la récolte et le séchage complémentaire, l'humidité des grains est ramenée à une valeur de 14 à 16% ce qui a pour effet de bloquer la prolifération de ces microorganismes. Par contre, certaines moisissures ont des capacités exceptionnelles à s'accompagner à des environnements très secs et vont pouvoir se développer malgré ces conditions extrême, il s'agit de la flore de stockage.

4.2.2. Détérioration dues aux déprédateurs

a. Les rongeurs

Les rongeurs consomment le grain et endommagent les sacs, les palettes et les magasins. Ils contaminent également avec leurs urines et leurs déjections beaucoup de grains, ce qui en altère donc la qualité. Ils contaminent les céréales qui, une fois consommées par l'homme, peuvent lui occasionner des maladies (**Bell, 2000**).

Les rongeurs laissent des traces de souillure, ce qui facilite par la suite leur détection dans les entrepôts. Plusieurs espèces de rongeurs causent des dommages et des pertes variables, le long de circuit emprunté par des céréales. En effet, les pertes qu'occasionne un rongeur sont estimées par le 1/10ème du poids vif moyen individuel par jour, donc elles varient de 3 à 50 g de grains par jour (**Cruz et al., 1998**).

b. Les oiseaux

Ils sont présentés par les pigeons, les moineaux et les étourneaux. Les dégâts occasionnés par les oiseaux sont d'ordre quantitatif, par prélèvement de grains, et surtout qualitatif, par dépôts de fientes, de plumes, de cadavres sur les grains ou des débris végétaux utilisés pour la construction de leur nid. Leur présence est liée à un mauvais entretien des locaux et des abords extérieurs (**Bell, 2000**).

c. Les acariens

Les acariens Pyroglyphidae du genre Dermatophagoides ont un cycle biologique particulier. L'accouplement a lieu une ou deux fois dans la vie de l'acarien et donne lieu à la production de 20 à 40 œufs par la femelle. L'évolution de l'œuf à l'adulte se fait en 25 jours et l'adulte vit en moyenne 2 à 3 mois et demi (Vialatte et Brunet, 1974).

Le développement des acariens de stockage se fait graduellement par mues. Six stades successifs à partir de l'œuf : une prélarve, une larve, trois nymphes (protonympe, deutéronympe et trionympe) et un adulte. Les acariens de stockage ne vivent que 6 semaines mais se reproduisent à un rythme accéléré (Bessot *et al.*, 2011).

d. Les insectes

Ils sont considérés comme les déprédateurs les plus redoutables, puisqu'ils peuvent vivre sur des grains secs, de plus les céréales constituent un milieu favorable pour leur pullulation. Cependant, l'origine de l'infestation des stocks est variable, qui peut débiter au niveau du champ pour certains insectes, comme elle peut également intervenir le long de la chaîne de post-récolte empruntée par la denrée et enfin elle peut se faire dans les entrepôts (Ducom, 1978).

De tous ravageurs, ce sont les insectes qui causent d'importantes pertes économiques au niveau du stockage des céréales. Deux ordres principaux comprennent la majorité des espèces inféodées au stock. Il s'agit des lépidoptères et les coléoptères. Ces derniers sont les principaux ravageurs des denrées stockées. Ils peuvent causer des dégâts considérables au niveau des stocks. La connaissance de ces ravageurs et leur biologie est le premier élément pour diminuer les dégâts (Karaçane, 2015 ; Fleurat, 2015).

Ces coléoptères peuvent être répartis en deux groupes :

- Les ravageurs primaires, capables de s'attaquer à des grains sains et entiers dont *Rhyzopertha dominica*, *Sitophilus granarius* et *S. oryzae*. Ces trois espèces sont celles qui ont le taux de multiplication par génération le plus faible, mais elles ne peuvent être séparées du grain par simple nettoyage des lots avant la mise en cellule ou au moment de la sortie de cellule après stockage, comme on peut le faire avec les autres espèces qui n'ont pas de formes cachées (Fleurat, 2015).
- Les ravageurs secondaires capables d'attaquer les grains qu'à partir des ouvertures causées par les ravageurs primaires servant de voies d'accès, tel que *Tribolium confusum*. Les espèces secondaires qualifiées « d'opportunistes » sont plus prolifiques que les ravageurs primaires, mais leur prolifération,

quelque fois abondante, est plus facilement enrayerée que celle des espèces strictement granivores (charançons et capucin) (Fleurat, 2015).

Tableau 03: Les principaux ennemis des denrées stockées et leurs dégâts (Aziez et al., 2003).

Insectes	Nom d'insecte	Cycle et condition de prolifération	Cause des dégâts	Les dégâts
	Charançon du grain (<i>Sitophilus granarius</i> L.). (Coléoptère)	Le cycle de développement se trouve allongé à de basse température et peut se raccourcir, par contre avec l'augmentation des températures. Les conditions optimales : environ 30°C, des grains à 13,5-14% d'humidité.	L'adulte	Les grains charançonnés sont évidés et l'amande est partiellement remplacée par un mélange de débris et d'excréments
	Tribolium (<i>Tribolium confusum</i> et <i>Tribolium castaneum</i>). (Coléoptère)	Le cycle de développement dure de 7 à 12 semaines selon la température. Dans les conditions optimales (environ 30-35°C), la population de Tribolium sera multipliée par 70 en 28 jours.	La larve et l'adulte.	Attaquent les grains endommagés (de préférence le germe). Ils escortent souvent les charançons dont ils parachèvent les dégâts.
	Silvain (<i>Oryzaephilus surinamensis</i> L.) (Coléoptère)	Le cycle de développement dure 3 à 10 semaines selon la température. Dans les conditions optimales : température 32°C, humidité relative 90%, en 28 jours, une population de Silvains sera multipliée par 50.	La larve.	Les larves s'attaquent surtout aux grains endommagés ou brisés et aggravent les dégâts du charançon.

 <p><i>Rhizopertha dominica</i> (F.) Capucin des grains</p>	<p>Capucin des grains (<i>Rhizopertha dominica</i>) (<i>Coléoptère</i>)</p>	<p>Le cycle de vie dure de 3 à 6 semaines à des températures de 25-28°C. le développement se réduit lorsque la T<23°C. Dans les conditions optimales : T=34°C, HR=70%, teneur en eau des grains=14%) en 28 jours une population sera multipliée par 20.</p>	<p>L'adulte.</p>	<p>Les dégâts commis surtout par les adultes qui réduisent en poudre le contenu du grain avec les aspérités du thorax et leurs mandibules. Les lots fortement infestés ont une odeur pouvant rappeler celle du miel.</p>
	<p>Dermeste des grains (<i>Trogoderma granarium</i>) (<i>Coléoptère</i>)</p>	<p>Le cycle complet est d'environ 30 jours dans les conditions optimales (T=32°C et HR=73%). La larve peut survivre sans nourriture et à basse température (-40°C) pendant une longue période.</p>	<p>La larve.</p>	<p>L'insecte lui-même ne produit pas des dégâts, mais la larve attaque toutes les céréales et leurs produits dérivés.</p>
	<p>Alucite des céréales (<i>Sitotroga cerealella</i>) (<i>Lépidotère</i>)</p>	<p>La larve se développe très rapidement en 20 jours à 35°C. Dans les conditions optimales, une population sera multipliée par 25.</p>	<p>La larve.</p>	<p>Les dégâts sont identiques à ceux du charançon. La chenille passe toute sa vie à l'intérieur du grain dont elle se nourrit.</p>

5. Les méthodes de la lutte contre les insectes des blés stockés

5.1. Méthodes préventives

La prévention et la lutte contre les ravageurs des denrées stockées reposent sur le maintien du bon état sanitaire des locaux de stockage. Cette lutte préventive se compose de ces volets dans l'ordre suivant :

- Le nettoyage des locaux et de l'ensemble du matériel.

- Le broissage des murs et le colmatage des fissures.
- Le chaulage des murs à l'intérieur et l'extérieur (les alentours).
- Le traitement par insecticide (préventif).

5.2. Méthodes curatives

Deux types de traitement sont généralement employés dans les locaux de stockage en Algérie:

a. Traitement par insecticide

Consiste à recouvrir les grains, l'emballage ainsi que les locaux de stockage d'une pellicule de produit insecticide qui agit par contact sur les déprédateurs, dont l'effet est plus ou moins rapide avec une persistance d'action plus longue (**Cruz et al., 1988**).

Ex : Les pyréthrinoides de synthèse provoquent souvent un effet de choc sur les insectes comme *Tribolium castaneum*.

b. Traitement par fumigation

Consiste à traiter les grains à l'aide d'un gaz toxique qu'on appelle fumigant. L'intérêt majeur de la fumigation est de faciliter la pénétration des gaz à l'intérieur du grain et donc de détruire les œufs, les larves et les nymphes qui s'y développent (**Cruz et al., 1988**).

Ex : Le phosphore d'aluminium (AlPH₃) et le phostoxin PH₃ (gaz toxique).

Chapitre III

1. Echantillonnage

Un échantillonnage correct est une opération qui exige le plus grand soin. Il faut insister sur la nécessité d'obtenir un échantillon de grains suffisamment représentatif. Les échantillons doivent être entièrement représentatifs des lots d'où ils sont prélevés (ISO 950-1979).

Selon **Ouramdane, (2005)**, pour interpréter correctement tout résultat analytique, il est essentiel d'avoir un échantillon représentatif donc d'effectuer un bon échantillonnage. Cette nécessité est encore plus impérieuse dans le cas des analyses microbiologiques. A ce titre, il faut noter que les résultats des examens microbiologiques n'ont de valeur que si certaines précautions d'échantillonnage ont été respectées :

- Prises d'échantillons avec des instruments stériles.
- Mise de l'échantillon dans des récipients ou sachets stériles.
- Respect des règles d'hygiène générale pour la personne effectuant le prélèvement.
- Rapidité de l'acheminement des échantillons dans l'attente de leurs analyses.
- Conservation des échantillons dans un endroit frais et sec (8 à 15°C) mais jamais à des températures négatives (**Dunoyer, 1989**).

1.1. Méthodes du prélèvement des échantillons

a. Produit en sacs

Les prélèvements élémentaires doivent être effectués au moyen d'une sonde effilée en prenant les grains à différents endroits du sac (haut, milieu et fond) (**Figure 06**) (**Aziez et al., 2003**).

b. Produit-en vrac

Les prélèvements élémentaires doivent être effectués dans la hauteur à l'aide d'une sonde cylindrique. Le nombre de points de prélèvement dépend du tonnage du wagon ou camion (**Figure07**).



Figure 06: Sonde cylindrique (Vrac) **Figure 07:** Sonde à main (Sacs).

(**Hammadi et Ouafi, 2019**).

1.2. Prélèvement élémentaire

Petite quantité de grains prélevée en un point du lot. Une série de prélèvement élémentaire doit être effectuée en différents points du lot.

1.3. Echantillon global

quantité de grains obtenue en réunissant et en mélangeant tous les prélèvements élémentaires effectués dans un lot déterminé.

1.4. Echantillon pour laboratoire

Quantité de grains prélevée dans l'échantillon global et destinée à l'analyse ou à un autre examen (ISO 950-1979).

La division se fait :

- par quartage.
- Diviseur à fentes multiples.
- Diviseur coniques (**Figure 08**).

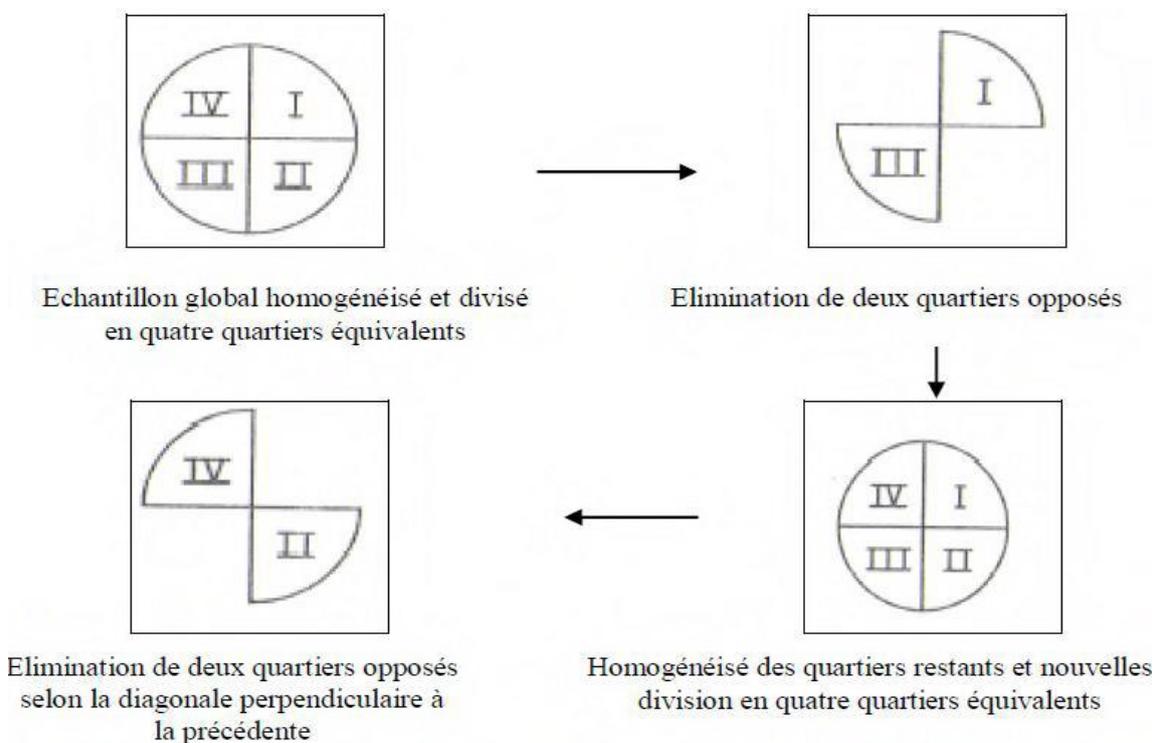


Figure 08: Méthode de la division par quartage.

(https://www.researchgate.net/figure/Schema-de-quartage_fig10_326274274).

2. Qualité physique

2.1. Poids spécifique (PS)

La masse volumique dite masse à l'hectolitre, appelée aussi poids spécifique (PS) ou poids à l'hectolitre (PHL) a pour objet la mesure de la masse d'un certain volume de grains, impuretés et masse de l'air présents dans les espaces inter-granulaires (Aziez *et al.*, 2003). C'est une analyse qui présente toujours un intérêt. Elle est considérée comme un indicateur de la valeur semoulière en relation avec le rapport enveloppe sur amande. Plus le poids à l'hectolitre est élevé, plus le rapport enveloppe sur amande est faible et le rendement semoulier est important (Scotti et Mont, 1997).

2.2. Agréage (détermination des différents types d'impuretés)

L'agréage est une opération technique servant à la détermination de la qualité physique des céréales. Les impuretés regroupent les grains de céréales endommagés et tous éléments organiques et non organiques autres que les grains des céréales concernés. Les impuretés présentes dans les céréales sont classées en quatre grandes catégories, chaque catégorie regroupe un ou plusieurs type (sous-catégories) d'impuretés (Aziez *et al.*, 2003).

2.2.1. Grains du blé endommagés

a. Grains maigres/échaudés

Il s'agit de grains desséchés avant maturation à la suite d'un défaut d'alimentation en eau. Un grain échaudé sera rabougri, ridé, déformé, la conséquence d'un mauvais remplissage. Incidence sur le rendement et sur le PS.

Grains de masse et de taille réduite, dans lesquels la mise en réserve de matières nutritives a été interrompue sous l'effet de facteurs physiologiques et pathologiques, et qui passe à travers un tamis à trous longs arrondis de 1,90 mm de largeur pour le blé dur (ISO 11051).

b. Grains cassés

Incidence direct du battage ou des transports mécaniques quand le grain est sec. On observe une diminution des rendements, car ces grains sont éliminés au cours du nettoyage précédant la mouture. Mais l'incidence la plus importante est l'exposition directe aux phénomènes d'oxydation, posant des problèmes de stockage et rendant les grains plus accessibles aux attaques des insectes et des moisissures.

Grains de blé dont l'albumen est partiellement découvert, ceci inclut les grains dégermés (ISO 11051).

c. Grains avariés

Englobent les types de grains suivants:

- **Grains endommagés par la chaleur** : grains qui présentent une coloration marron foncée à noire, résultant de l'action de la chaleur (ISO 11051).
- **Grains moisiss** : grains qui présentent sur plus de 50% de la surface et/ou dans l'amande des moisissures visibles à l'œil nu (Aziez et al., 2003).



Figure 09 : Grains moisiss du blé.

d. Grains attaqués par les prédateurs

Ce sont des grains attaqués par des insectes ou des rongeurs au cours de la culture ou du stockage.

Au cours du stockage des grains : dans la pratique sont identifiés par :

- Des galeries, à contours arrondi et lisse, creusé dans le grain : graines de protéagineux attaqués par la tordeuse, graine de céréales attaqués par les Dermestes, Charonçons, Alucites.
- La présence de trous à la surface des grains : grains de céréales attaqués par les Charonçons, Alucite, grains de protéagineux bruchés.
- L'absence de germe, qui est rongé par les insectes friands par cette partie tendre et nutritive : grains attaqués par le Tribolium, Sylvain, Cryptolestes, Cadelle, Teigne des fruits et certains acariens.
- La présence de grains partiellement évidés dont l'amande est remplacée par un mélange de débris et excréments : grains attaqués par les Charonçons, Capucins, Tribolium, Sylvain, Alucite, Dermestes, Cadelles.



Figure 10: grains du blé charançonné.

Au cours de la culture, les prédateurs causent deux types de grains :

- **Grains punaisés**

Présentent une plage blanchâtre, généralement de faible dimension et déprimée, avec un point noir au centre plus au moins visible, représentant la cicatrice de la pique de la punaise. Cette altération se remarque plus facilement sur le blé dur vitreux.

La qualité d'un lot de blé devient impanifiable quand il atteints 4 à 5%.



Figure11: Grains du blé punaisés.

- **Grains cécidomyiés**

L'attaque des larves provoque des malformations du grain qui peut alors présenter un ou plusieurs des symptômes suivants : échaudage, dépression sur le dos du grain, fissuration ou éclatement des enveloppes pouvant mettre à nu l'embryon. Il se présente parfois gonflé ou à stade de germination plus ou moins avancé.

Les grains cécidomyiés peuvent donc avoir des aspects très différents d'autant plus que l'éclatement des téguments peut permettre des attaques cryptogamiques secondaires (colonisation par les champignons qui donnent au grain un aspect noirâtre) (*Aziez et al., 2003*).



Figure 12: Grain du blé cécidomyie.

e. Grains germés

Les grains germés ne sont pas pris en considération en tant que tels, mais par l'activité α -amylasique qui résulte de leur présence, exprimé en indice de chute (*Aziez et al., 2003*).



Figure 13 : Grains du blé germés.

f. Grains fusariés

Les grains fusariés sont contaminés par le mycélium d'un champignon du genre *Fusarium*, il provoque des dégâts comparable sur le grain : échaudage, surface blanchâtre ou rosâtre suivant le type de *Fusarium* (*Aziez et al., 2003*).

g. Grains cariés et boutés

Les grains cariés renferment une poussière d'odeur fétide et de coloration brune noirâtre, composée par les spores de champignons, la carie (*Tilletia caries*). Ce sont des grains plus globuleux, plus légers et plus petits que les grains sains, que l'on appelle grains boutés. Les grains boutés sont reconnaissable à l'œil nu, par une coloration noirâtre des poils de la brousse au sommet du grain. Ils ne peuvent être éliminés mécaniquement lors du nettoyage et donnent une farine sale lors de la mouture. Ils ne sont cependant pas comptabilisés comme impuretés (*Aziez et al., 2003*).

h. Les impuretés spécifiques au blé dur

- **Grains mitadinés**

Le grain de blé dur est normalement entièrement vitreux. Un grain mitadiné présente à la coupe une ou plusieurs plages farineuses et à tendance, lors de la mouture, à se désagréger en farine et non éclater en semoule, provoquant une diminution du rendement semoulier.

Le mitadinage peut être provoqué, soit par une teneur en protéines des grains insuffisante, soit par des pluies peu avant la récolte. En effet, il existe une relation entre la teneur en protéines totales et mitadinage ; une teneur minimale de 14,5 % assure un taux de vitrosité (opposé du mitadinage) d'au moins 80 %.

En outre, un grain mûr subissant des pluies ne se rétracte pas en totalité lors de la dessiccation et les interstices restant entre les cellules ne réfléchissent pas la lumière de la même façon, le grain apparaît alors comme farineux. Néanmoins, plus la teneur en protéine est élevée, moins le dommage est important (Aziez *et al.*, 2003).

- **Grains mouchetés**

Ils présentent à la surface des taches brunes ou noires plus au moins grandes qui provoquent des points noirs dans la semoule et les pâtes alimentaires. Ils affectent ainsi la valeur commerciale du produit fini (Aziez *et al.*, 2003).



Figure 14 : grains du blé mouchetés.

2.2.2. Autres céréales

Grains de céréales appartenant à des espèces autres que l'espèce concernée.

2.2.3. Matières étrangères

Après avoir enlevé les grains nuisibles, toxiques et l'ergot, cette catégorie comprend tous les éléments d'un échantillon de céréales qui sont retenus par un tamis à fentes de 3.5 mm de largeur (excepté les grains d'autres céréales et les grains partiellement gros de la céréale de base) et ceux qui passent par un tamis de 1 mm sont considérés comme impuretés proprement dites.

Font également partie de cette catégorie le sable, les fragments de paille et les autres impuretés se trouvant dans les échantillons qui passent au travers d'un tamis à fentes de 3.5 mm et retenus par un tamis à fentes de 1 mm (Aziez *et al.*, 2003).

Grains nuisibles et/ou toxiques

Graines qui lorsqu'elles sont présentes en quantité supérieure à une valeur donnée, peuvent avoir une incidence dommageable ou dangereuse sur le plan sanitaire, organoleptique et technologique.

a. Nielle (*Agrostemma githago*) : elle donne au pain une saveur amère et une couleur bleu noirâtre. Cette graine peut provoquer des intoxications alimentaires chez les animaux domestiques, notamment des porcs et les bovins.

b. Ivraie (*Lolium temulentum*) : est toxique pour l'homme.

c. Mélanmpyre (*Melampyrum arvense*) : il donne une couleur bleu-lilas aux produits.

d. Céphalaire du Syrie (*Cephalaria syrica*) : elle donne aux produits un arrière-goût amer et acre.

e. Fénu grec (*Trigonella foenum graecum*) et Mellilot (*Melilotus sp.*) : ils donnent une odeur de coumarine (foin coupé) aux produits.

f. Ail (*Allium sativum*) : il colle aux cannelures des cylindres lors de la mouture et donne aux produits une odeur et une saveur caractéristiques.

g. Ergot : c'est un sclérote, un mycélium condensé, constituant l'organe de vie latente d'un champignon parasite des graminées (*Claviceps purpurea*). On trouve l'ergot sur le blé dur, le blé tendre, le seigle et le triticales. L'ergot contient des amines qui lui donnent une odeur nauséabonde qui se communique aux produits cuits. Il contient aussi des alcaloïdes dont l'ergotine, auxquels ils doivent sa toxicité (Aziez *et al.*, 2003).

	
<p>Mellilot (<i>Melilotus sp.</i>) https://www.cdiscount.com/jardin/semences-graines-bulbes/melilot-blanc-500-grammesmelilotus-alba-whi/f-16305auc2008851097291.html</p>	<p>Fénu grec (<i>Trigonella foenum graecum</i>) https://www.biorient.fr/sante-divers/1229graines-de-fenu-grec.html</p>
	
<p>Ergot (<i>Claviceps purpurea</i>) https://ahdb.org.uk/ergot</p>	<p>Nielle (<i>Agrostemma githago</i>) https://www.inspection.gc.ca/protection-des-vegetaux/semences/analyse-dessemences-et-designation-decategorie/identification-dessemences/agrostemmagithago/fra/1404825489475/1404825490522</p>



Ivraie (*Lolium temulentum*)
<http://las.uy/wpcontent/uploads/2016/06/Li-stadomalezas-toleradas-2016.pdf>

Figure 15: Quelques grains de blé nuisibles.

2.3. Détermination de l'infestation cachée par les insectes

Selon la norme **ISO 6639** l'infestation se devise en :

- **Infestation visible initiale** : insectes libres qui sont détectables visuellement dès le premier examen de l'échantillon.
- **Infestation cachée** : insectes présents à l'intérieur des grains, soit parce qu'ils sont à un stade juvénile qui s'est développé après le dépôt d'un œuf dans le grain, soit parce qu'ils ont pénétré à l'intérieur d'un grain à la faveur de fissure ou d'autre dommage, pour s'y nourrir.

L'infestation cachée n'est pas apparente à l'examen visuel direct de l'échantillon. Il existe deux types de méthodes de détermination de l'infestation cachée par les insectes, à savoir les méthodes rapides et la méthode de référence. Les méthodes rapides telles que les rayons X, la flottation, la production de dioxyde de carbone, la méthode de référence, avec laquelle ces méthodes rapides peuvent être contrôlées.

3. Qualité hygiénique microbiologique

Les céréales sont des substrats naturels favorables pour le développement des insectes et des moisissures favorisé par leur composition nutritionnelle riche en amidon et en protéines (**Magan et al., 2007**). Malgré l'apparence saine du blé dur, leurs taux de contamination se sont révélés élevés selon **Aoues et al., (2017)** qui a fait une étude d'évaluation de l'abondance et la diversité des insectes et des acariens ainsi que le taux de contamination dû aux moisissures dans le blé dur stocké en Algérie.

L'étude **d'Aoues et al., (2017)** a permis de mieux comprendre l'état phytosanitaire des sites de stockage des céréales en Algérie. Cette étude a révélé la présence de trois principaux ordres d'insectes ravageurs : les Lépidoptères, les Coléoptères et les Hyménoptères (regroupant les insectes bénéfiques).

Du point de vue contamination fongique les résultats **d'Aoues et al., (2017)** ont montré que la microflore était diversifiée, six genres de champignons majeurs appartenant à deux groupes distincts ont été énumérés: ceux groupe de "champs" comme *Alternaria*, *Fusarium* et *Bipolaris* et ceux appartenant au groupe de "stockage" tel que *Aspergillus* et *Penicillium*. L'apparition de ces genres de champignons dans les céréales a été signalée dans plusieurs études à travers de nombreux pays, en Europe, en Afrique du Sud, dans les pays voisins, en Tunisie et au Maroc et même en Algérie.

D'après **Fleurat (2003)**, la microflore des « moisissures de stockage » est principalement constituée par les espèces des genres *Penicillium* et *Aspergillus*, accompagnées par des espèces secondaires de Mucorales ou des genres *Byssochlamys*, *Scopulariopsis* ou *Wallemia*. Ces moisissures sont les seules à pouvoir se développer sur les grains à partir du seuil de 15 à 16% de teneur en eau. Toutefois, si les moisissures peuvent être une cause directe de l'altération des grains lorsque l'humidité n'est pas

maintenue en dessous du seuil de développement, leur croissance doit être empêchée par tous les moyens car certaines espèces et souches de la flore de stockage peuvent synthétiser des mycotoxines, substances toxiques dangereuses pour la santé humaine et animale.

En ce qui concerne les microorganismes on considère qu'un grain a une qualité microbiologique convenable s'il héberge moins de 10⁴ germes de la flore de stockage par gramme de grain.

La maîtrise totale de la qualité et de la sécurité phytosanitaires des stocks des grains exige un renversement de stratégie en donnant la préférence à la prévention des risques. Dans un premier temps, la mise en pratique dans le contexte des OS du système HACCP (Hazard Analysis Critical Control Point). Cette méthode s'applique aux trois catégories de dangers qui peuvent menacer la sécurité et la salubrité des aliments: les dangers biologiques, chimiques ou physiques.

Presque les mêmes résultats ont été trouvés par **Ennadir et al., (2013)** en analysant des farines de blé. Les résultats de l'examen microscopique des champignons isolés ont révélé la prédominance de l'espèce *Aspergillus flavus* (56,25%) suivi par l'*Aspergillus niger* (25%), *Penicillium spp.* (6,25%), *Fusarium nival* (6,25%) et *Rhizopus stolonifer* (6,25%).

Malgré que le JO Algérien n°39 des analyses microbiologiques des aliments indiquent que les analyses microbiologiques se font uniquement sur les céréales en grains destinées la consommation en l'état et non à la transformation, alors que le Codex pour le blé et le blé dur (**codex Stan 199-1995**), selon les principes d'hygiène alimentaires, le produit après nettoyage et tri, et avant transformation ultérieure, doit être :

- Exempt de microorganismes en quantité susceptible de présenter un risque pour la santé.
- Exempte de parasites susceptibles de présenter un risque pour la santé.
- Exempt de substances prévenant de microorganismes, champignons inclus en quantité susceptibles de présenter un risque pour la santé.

Pour cela, la surveillance et le contrôle microbiologique des produits stockés est une mission importante qui mérite d'être prise en charge à différents niveaux d'intervention. (**Ouramdane, 2005 ; CODEX STAN 199-1995**).

Les micro-organismes (moisissures, levures, bactéries) sont des agents biologiques présents toujours sur la surface des grains. Au cours de stockage, ce sont surtout les moisissures qui constituent la menace la plus fréquente car elles peuvent se développer dès que l'humidité relative de l'air dépasse 65%,

alors que les levures ou les bactéries ne se développent que sur les grains très humides (**Cruz et al., 2016**).

3.1. Clostridium sulfito-réducteur

Les Clostridium sont des espèces de la famille des Clostridiaceae. Ce sont des bacilles, gram positif anaérobies strictes, ont des spores ovales ou sphériques déformantes, à flagelles péritriches, résistantes au facteur physico-chimiques (thermo-résistance) (**Carbonelle et al., 1990**).

3.2. Levures et moisissure

Les levures sont des champignons microscopiques qui se reproduisent par bourgeonnement. L'une de leurs caractéristiques est l'aptitude à la fermentation comme processus de dégradation (**Ouramdane, 2005**). Les quantités élevées des levures sont souvent le signe d'une humidité élevée à la récolte et/ou d'un pré-stockage humide avant séchage (**Cahagnier, 1996**).

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

Les grains de blé sont contaminés par les microorganismes dans le champ et cette microflore est dominée par des moisissures (**Deák, 2008**). En fonction des conditions précises, ces champignons peuvent mourir lentement au cours du stockage ou peuvent survivre pendant de longues périodes. La survie est plus longue à basse température et à faibles niveaux d'humidité (**Roberts, 2005**). Les moisissures des grains de blé stockés sont présentes sous forme de mycélium dormant sous le péricarpe ou spores en dormance sur la surface du grain. Cependant, un certain nombre de moisissures sont

Superficiellement associées aux grains stockés. Les principaux genres rencontrés sont : *Aspergillus* et *Penicillium*, en raison de leurs capacités à se développer sur tous substrats possibles et dans une large gamme de température et d'humidité (**Mathew et al., 2011**).

4. Qualité technologique

4.1. Le gluten

Le gluten est un complexe protéique viscoélastique que l'on peut obtenir par lixiviation sous un mince filet d'eau, d'un pâton formé de semoule ou de farine de blé et d'eau. Le gluten est constitué de 75 à

80% de protéines, 5 à 7% de lipides, 5 à 10% d'amidon, de 5 à 8% d'eau et des matières minérales en proportion plus faibles (**Linden et Lorient, 1994**).

La qualité du gluten est en effet une propriété héréditaire. Le blé à gluten de mauvaise qualité ou bien un blé punaisé, s'affaissant rapidement en perdent presque toute l'élasticité, sachant que les enzymes des punaises abaissent beaucoup l'indice de gonflement et les glutens faibles de mature, s'ils sont punaisés se dissolvent très tôt (**Defago, 1936**).

5. Qualité physico-chimique

5.1. Teneur en eau

La teneur en eau est la perte de masse, exprimée en pourcentage, subie par le produit (**J.O.R.A.D.P, 2013**). Pour une bonne conservation des grains, la teneur en eau doit être inférieure à 16% (**Chégut et al., 2018**). Ce critère est important pour évaluer l'aptitude à la conservation des produits (**Raiffaud, 2001**).

La mesure de la teneur en eau des céréales et des produits dérivés est une opération capitale qui présente trois intérêts principaux :

- Intérêt technologique, pour la détermination et la conduite rationnelle des opérations de récolte, de séchage, de stockage ou de transformation industrielle.
- Intérêt analytique, pour rapporter les résultats des analyses de toute nature à une base fixe (matière sèche ou de teneur en eau standard).
- Intérêt commercial et réglementaire, les contrats commerciaux et les normes réglementaires fixent des seuils de teneur en eau à partir desquels sont appliquées des bonifications et des réfections (**ITCF, 2001**).

5.2. Mesure de l'acidité

La teneur en acidité c'est un indicateur de l'état de bonne conservation des blés. En effet, au cours de la conservation les lipides ont tendance à se dégrader en se transformant en acides gras libres (**ITCF, 2001**). L'accroissement de l'acidité grasse dû à des mauvaises conditions de stockage peut affecter de manière sensible la valeur technologique des farines, il semblerait que l'effet des acides gras sur les

propriétés rhéologiques des pâtes soit différent selon qu'ils sont saturés ou insaturés, ces acides gras résultent de l'hydrolyse des triglycérides par des lipases endogène ou exogène (**Feillet, 2000**).

La détermination du pH nous informe sur l'évolution de l'acidité du milieu, en fonction du métabolisme des microorganismes (**Ould Elhadj et al., 2001**).

Tableau 04: La valeur du pH de quelques échantillons du blé

Référence	Type de blé	pH
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Fermenté	4,45
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Normal	6,5
(Jeantet <i>et al.</i> , 2006)	Normal	7

D'après les résultats obtenus par **Koula *et al.*, (2013)** des deux échantillons, on constate que la mesure du pH du blé normal révèle un pH légèrement acide à neutre de 6,5. Ce résultat est similaire à celui trouvé par **Jeantet *et al.*, (2006)** qui est proche de la neutralité (environ 7), contrairement à celui du blé fermenté qui est de 4,45.

Tableau 05: Taux d'acidité de quelques échantillons du blé.

Référence	Type de blé	Taux d'acidité
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Fermenté	1,51%
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Normal	0,01%
(Feillet, 2000)	Normal	<0,050%

Les résultats du taux d'acidité déterminé par **Koula *et al.*, (2013)** montrent que le blé normal a un taux moyen d'acidité de 0,01%. Cette valeur ne correspond pas au résultat trouvé par **Feillet (2000)** qui est inférieur à 0,050%. En ce qui concerne le blé fermenté, sa valeur est beaucoup plus supérieure à celle du blé non fermenté, qui est de 1,51%.

5.3. Taux de protéines

Le taux de protéines correspond au rapport de la masse de protéines contenue dans un échantillon sur la masse sèche. Ce critère est un paramètre clé car de nombreux débouchés, l'export notamment, demandent des taux de protéines élevés, supérieurs à 14% pour les blés durs (**Chégut *et al.*, 2018**).

Masci *et al.*, (1995), affirment que les protéines stockées dans le blé déterminent plusieurs caractéristiques de l'évolution de la qualité de la farine et de la semoule de blé. Sur le plan quantitatif, la teneur en protéines dépend essentiellement des conditions agronomiques du développement de la plante (**Mok, 1997**), et d'après **Kaan *et al.*, (1993)** une teneur en protéine du grain élevée et stable est un caractère génétique d'importance capitale pour l'obtention de produits de qualité.

Les intervalles du taux de protéines du blé cités par **Cheftel (1977)** et **Liu et Shepherd (1995)** qui sont respectivement (7 à 18%) et (8 à 20% de MS) incluent le résultat de **Koula *et al.*, (2013)** qui est de

17,17% (Tableau N° 05). Cependant, elle est largement supérieure aux intervalles mentionnés par **Jeantet et al., (2006)** et **Feillet (2000)** qui sont respectivement (10 à 14%) et (10 à 15%). Le taux de protéines du blé fermenté est de 10,29% qui sont compris dans ces intervalles.

Tableau 06: Teneur en protéines de quelques échantillons du blé.

Référence	Type de blé	Teneur en protéine (%)
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Fermenté	10,29
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Normal	17,17
(Feillet, 2000)	Normal	10-15
(Cheftel, 1977)	Normal	7- 18
(Liu et Shepherd, 1995	Normal	8 - 20

Le taux de protéines dans le blé fermenté est faible par rapport à celui du blé normal, peut être dû à la diminution du pH par la fermentation qui favorise l'action de certaines protéases endogènes des céréales (**Kamal-Eldin, 2012**). De même, une amélioration dans la digestibilité des protéines des produits fermentés est principalement associée à une activité protéolytique due à la microflore (**Kohajdova et Karovicova, 2007**).

5.4. Taux de la cendre

La teneur en cendre des grains exprime la quantité de matière minérale existante (**Benchikh et al., 2016**). Cette teneur correspond au pourcentage de minéraux en poids du blé ou de la farine. Dans le blé, les cendres sont principalement concentrées dans le son et indiquent la production de farine à laquelle on peut s'attendre lors de la mouture (**AFNOR, 1991**).

La teneur en cendres dépend essentiellement du lieu de culture et des conditions de maturation. La variation est influencée par la présence ou l'absence des minéraux dans le sol et le taux d'humidité dans les silos de stockage (**Chaib eddour, 2018**).

Tableau 07 : Taux de cendres de quelques échantillons du blé dur.

Référence	Type de blé	Taux de cendre (%)
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Fermenté	0,85
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Normal	0,60
(Feillet, 2000)	Normal	1,5 – 2,5

Le taux en cendres trouvé par **Koula et al., (2013)** pour le blé normal est de 0,6%. Cette valeur est largement inférieure à l'intervalle 1,5-2,5% cité par **Feillet (2000)**. Par contre, le taux de cendres du blé fermenté est de 0,85%. Il est beaucoup plus élevé par rapport aux autres blés.

Partie Pratique

1. Objectif

Cette présente étude a pour objectif l'étude des paramètres de stockage et leur influence sur la qualité des grains de blé.

En effet, certaines conditions physiques, notamment la teneur en eau, l'humidité relative, la température, peuvent entraîner des pertes qualitatives par la dégradation de la qualité des grains stockés. Les pertes sont essentiellement dues aux insectes, aux rongeurs, aux moisissures et bactéries.

La connaissance et l'application de certaines règles permettent d'assurer un bon stockage et une bonne conservation.

2. Cadre de l'étude

L'expérimentation a été menée au niveau du laboratoire de l'union des coopératives agricoles (U.C.A) de la wilaya de Mostaganem, pendant un mois (mois d'Avril).

Son activité principale réside dans la réception, le stockage et la commercialisation des céréales provenant de l'importation et de la production nationale.

Le bon stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains et graines.

Chapitre 1

1. Processus de stockage

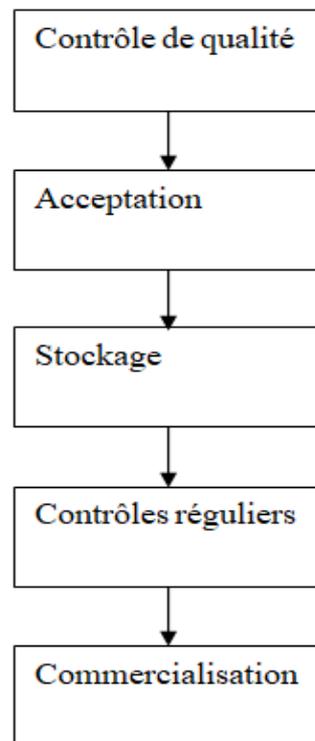


Figure 16 : Diagramme de stockage des grains.

2. Matériel et Méthodes

2.1. Echantillons de blé stockés

- Le blé dur local (Tlemcen, Frenda et Adrar).
- Le blé tendre de l'importation (France).
- Le blé dur de l'importation (France)

L'échantillonnage se fait en le mois d'Avril et après le même durée de stockage pour tous les échantillons (6 mois du stockage).

2.2. Matériel

- | | | |
|----------------------------------|------------------------------------|----------------|
| - Un carnet de notes. | - Appareille de nilemalitre bastak | - Humidimètre. |
| - Une torche. | - Eau physiologique. | |
| - Un couteau. | - Eau peptonnée. | |
| - Une sonde. | - Les boites des cultures. | |
| - Des sachets d'échantillonnage. | - Milieu de culture PCA. | |
| - Des étiquettes. | - Etuvent. | |
| - Des tamis. | - Balance | |

3. Echantillonnage des céréales pour les analyses

Un échantillon est une petite partie qui doit avoir le plus possible les mêmes caractéristiques que l'ensemble du stock d'où il a été prélevé.

Il est nécessaire de s'assurer avec un soin particulier que tous les appareils d'échantillonnage sont propres, secs et exempts d'odeurs étrangère, si l'échantillonnage a lieu dans les camions chargés, les prélèvements élémentaires doivent être effectués dans toute la hauteur de la couche, à l'aide d'une sonde cylindrique, aux endroits suivants :

- Camions contenant jusqu'à 15 tonnes (5 points de prélèvement, et en centre et environ 50 un des parois)
- Camions de 15 à 30 tonnes (8 points de prélèvement).
- Camions de 30 à 50 tonnes (11 points de prélèvement) (*Aziez et al., 2003*).



Figure 17 : Une sonde d'échantillonnage.

• Stocks en vrac

Pour les stocks en vrac, il convient de considérer le stock en sac de 50 kg. Le nombre de prélèvement est calculé de la même façon que si le stock était en sacs.

Il convient d'utiliser des sondes de profondeur qui sont capables de faire des prélèvements à différents niveaux. Ces niveaux doivent être au moins 3 : haut, milieu, bas (*Aziez et al., 2003*).



Figure N° 18 : Les sacs d'échantillonnage.

6. Les analyses physico-chimiques

Objectif de ces analyses : détermination des impuretés et le poids spécifique, l'humidité...etc.

6.1. L'humidité

L'humidité du grain impacte la qualité du stockage et la conservation de la graine.

Elle doit généralement être comprise entre 14,5 % et 15%.

Si le grain présente un élevé d'humidité ce lot de blé doit être refusé (**Aziez et al., 2003**).

6.2. Poids spécifique (PS)

Le poids spécifique (PS) correspond à la masse d'un hectolitre des grains et est mesurée en kilogrammes. À noter que le poids spécifique doit être plus ou moins à 76 kg par hectolitre. Le PS est influencé : par la variété du blé et par la météorologie durant le remplissage de l'épi.

Les bons PS révélateurs de bon rendement en farine, PS faible ne se traduit pas pour autant par une diminution de la valeur boulangère.

Le mode de mesure du PS montre également certaines limites, car il est influencé par la forme des grains, la nature et la quantité des impuretés présentes dans l'échantillon mesuré (**Aziez et al., 2003**).



Figure N°19 : Appareille de nilemalitre bastak (pour mesurer PS).

- **La méthode de carrée $\frac{1}{4}$**

Avant l'agrégage, bien mélanger d'échantillon environ 5kg sur une surface propre et absorbante, en format un tas conique aplanir le sommet du tas et le fonctionner en quartier rejeter les deux quartiers diagonalement opposés (b et c) et mélanger les deux quartiers (a et b).

Répéter l'ensemble du processus jusqu'à l'obtention de l'échantillon pour laboratoire.

L'échantillon finale qui sélectionnée pèse 100g (*Aziez et al., 2003*).

6.3. Agrégage

Cherche les impuretés dans les 100g d'échantillon de blé. Par un tamier N 1-9, on tamise bien l'échantillon pendant 2 ou 3 minutes, et puis on pèse le poids spécifique des grains.

Que ce soit un lot de grains livré au silo ou vendu par un organisme stocké, on retrouve toujours, en plus ou moins grande quantité, des impuretés (constituées par les grains endommagés ou avariés, les débris d'animaux et de végétaux et les particules minérales).

La méthode de recherche d'impureté consiste en une séparation par tamisage. Séparer les paramètres recherchés selon les produits (blé tendre, blé dur) (*Aziez et al., 2003*).

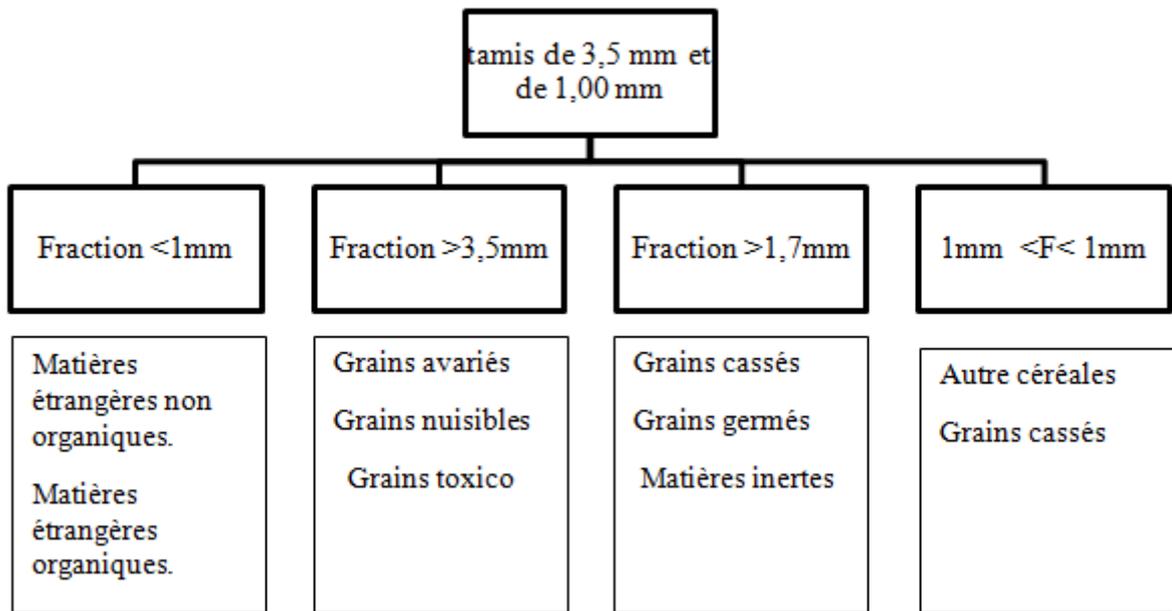


Figure 20 : Les classes des impuretés.



Figure 21 : Tamis d'agréege.

7. Les analyses microbiologiques

Objectif de ces analyses : détermination des flores aérobies mésophile totale, les levures et moisissures.

7.1. Echantillonnage

Les grains et grains des céréales analysés sont d'origines différentes, les prélèvements ont été réalisés du mois d'Avril 2022.

7.2. Isolement

Pour isoler la microflore des échantillons des céréales considérés nous avons utilisé la méthode de dilution

Le FMAT est un indicateur d'hygiène important. Et effet, elle permet d'évaluer le nombre d'UFC présente dans un produit (Aziez *et al.*, 2003).

7.3. Méthode de dilution

De chaque échantillon, 5g de grains additionnés à 50 ml d'eau physiologique, ont réalisé la dilution initiale en prélevant 1ml de la solution mère qui est prélevé et mis dans 9ml d'eau peptonnée, la dilution $10^{(-1)}$ est réalisée. Pour réalises la dilution $10^{(-2)}$, 1ml de la dilution est ajouté dans 9ml d'eau peptones ainsi de suite pour réaliser la dilution $10^{(-3)}$, puis on étuvé les boites des cultures, pour la FTAM son milieu de culture PCA, et étuvé pendant 72 h30 °C (Aziez *et al.*, 2003).

Chapitre II

1. Les résultats

1.1. Les résultats des analyses physico-chimiques

1.1.1. Blé tendre de l'importation

Tableau N° 08 : Résultats d'analyse d'agrégage de blé tendre importé (France).

Analyse	Pourcentages %
Poids spécifique :	80.261KG /HL
Humidité :	14.00%
Imputés 1ere catégorie :	0.33%
Matières inertes	0.07%
Débris végétaux	0.06%
Grains chauffés	0.11%
Grains sans valeur	0.07%
Grains avariés	0.02%
Impuretés 2eme catégorie :	7.66%
Grains maigres	0.27%
Grains échaudés	0.18%
Grains étrangères utilisable pour bétail	0.11%
Grains mouchetés	2.88 %
Grains boutés	0.13%
Grains piqués	0.03%
Grains fusariés	0.11%
Grains cécidomyies	0.13%
Grains verts	0.04%
Grains dégermés	0.05%
Grains germés	0.22%
Grains punaisés	NEANT
Grains cassés	NEANT
Grains nuisibles	3.51%
Ergot	NEANT

1.1.2. Blé dur importation

Tableau 09 : Résultats d'analyse d'agrégage de blé dur importé (France).

Analyse	Pourcentages %
Poids spécifique :	82.189Kg/HL
Mitadiné et blé tendre :	2.12%
Mitadiné	1.99%
Blé tendre	0.13%
Humidité :	14.00 %
Impuretés 1er catégorie :	12.00%
Matières inertes	0.89%
Débris végétaux	0.16%
Grains sans valeur	0.20%
Grains cariés	0.53%
Impuretés 2ème catégorie :	9.51%
Grains maigres	0.93%
Grains échaudés	0.52%
Grains étrangères utilisable pour le bétail	0.19 %
Blé dur roux (Red durum)	Néant
Grains mouchetés	2.09%
Grains punaisés	0.11%
Grains piqués	0.07%
Grains germés	0.10%
Grains fusariés	0.26%
Grains cécidomyies	0.13%
Grains verts	Néant
Grains chauffés	0.07%
Grains dégermés	Néant
Grains cassés	5.04%
Grain boutés	Néant

1.1.3. Blé dur local

Tableau 10 : Résultats d'analyse d'agréege de blé dur local (Tlemcen).

Analyse	Pourcentage %
Poids spécifique PS	78.250%
Blé tendre	0.40%
Grains mitadinés	32%
Orge	2.1%
Impureté 1ère catégorise	0.71%
Grains piqués	1.14%
Impuretés	0.68%
Grains mouchetés	0.28%
Grains égermés	02.20%
Grains maigres	0.24%
Grains échaudés	0.18%
Grains cassés	02.50%
Grains germés	1.24%

Tableau 11 : Résultats d'analyse d'agrégage de blé dur local (Adrar).

Analyse	Pourcentage %
Poids spécifique PS	77.95%
Blé tendre	0.73%
Grains mitadinés	13.92%
Impuretés 1er catégorie	0.54%
Orge	0.3%
Matière inerte	0.12%
Débris végétaux	0.34%
Graine sans valeur	0.03%
Grains avariés	Néant
Grains piqués	0.02%
Impuretés 2ème catégorie	05.01%
Impuretés	0.47%
Grains mouchetés	0.72%
Grains égermés	0.14%
Grains maigres	0.72%
Grains échaudés	2.34%
Grains cassés	0.14%
Grains germés	0.48%

Tableau 12 : Résultats d'analyse d'agrégage de blé dur local (Frenda).

Analyse	Pourcentage %
Poids spécifique :	77.95Kg /hl
mitadiné	13.92%
blé tendre	1.46%
Impuretés 1er catégorie :	0.71%
matières inertes	0.12%
débris végétaux	0.47%
grains sans valeur	0.08%
Impuretés 2ème catégorie :	06.98%
Grains maigres	1.16%
grains échaudés	0.60%
grains étrangères utilisable pour le bétail	0.72%
grains mouchetés	0.10%
grains punaisés	1.02%
grains piqués	0.02%
grains germés	0.14%
grains fusariés	0.07%
grains cécidomyies	0.20%
grains verts	Néant
grains chauffés	0.04%
grains dégermés	0.04%
grains cassés	02.34%
grain boutés	0.10%

2. Interprétation des résultats des analyses physico-chimiques

Après les résultats de l'analyse physique du blé dur locale (Tlemcen, Adrar et Frenda) et du blé dur et tendre importé (France) stocké, le PS des échantillons varie entre 79.200 et 82.500 kg/hl qui sont conformes aux normes algériennes. La présence d'odeur indésirable a été notée pour l'échantillon du blé local, alors que pour la présence d'insectes, seulement l'échantillon de Tlemcen.

Tous les échantillons analysés sont exemptés des grains nuisibles. Les résultats des impuretés de la 1ère catégorie des échantillons sont dans la norme inférieure à 3% selon le journal officiel. Le seuil des impuretés de 2ème catégorie est de 10%, dépassent légèrement la norme pour les échantillons de Tlemcen et Adrar. L'échantillon de Frenda et Adrar présentent une valeur élevée du mitadinage.

Les résultats de l'analyse physique du blé dur importé (France) stocké, montre que le PS de l'échantillon est de 82.70 kg/hl et donc conforme aux normes algériennes, sans présence d'odeur indésirable.

L'échantillon de blé dur importé est exempté des grains nuisibles. Les résultats des impuretés de la 1ère catégorie des échantillons sont dans les normes selon le journal officiel. Le seuil des impuretés de 2eme catégorie est de 9.51%.

Les résultats de l'analyse physique du blé tendre importé (France) stocké ont révélé que le PS des échantillons se situe à 80.261KG/HL, avec absence d'odeur et d'insectes.

3. Les résultats des analyses microbiologiques

La formule mathématique suivante peut être utilisée :

$$N = \frac{\Sigma \text{colonies}}{V \text{ ml} \times (n_1 + 0.1n_2) \times d_1}$$

10.1. Flore aérobie mésophile totale

Tableau 13 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.

Echantillon	Blé dur importé (France)	Blé dur local (Tlemcen)	Blé dur local (Adrar)	Blé dur local (Frenda)
Nombre des germes x 10 ³ /gramme	16	20	44	20

10.2. Les moisissures

Tableau N° 14 : Dénombrement des moisissures.

Echantillon	Blé dur importé (France)	Blé dur local (Tlemcen)	Blé dur local (Adrar)	Blé dur local (Frenda)
Nombre des germes x 10 ³ /gramme	44	60	180	96

11. Interprétation des analyses microbiologiques

Après les résultats de l'analyse du blé local et importé, nous concluons que le blé importé avec la microbiologie de haute qualité contient la plus faible quantité de champignons suivie par la production locale de Tlemcen.

12. Discussion des résultats

Selon **Ducom, (1978)**, l'infestation des stocks des grains débute au niveau du champ pour certains insectes, comme elle peut également intervenir le long de la chaîne de post-récolte empruntée par la denrée et enfin elle peut se faire dans les entrepôts.

Les pertes causées aux grains des céréales entreposés sont dues principalement à l'humidité (du grain et du lieu de stockage), la température (du grain et du lieu de stockage), et les insectes. Il est indispensable de les connaître, si l'on veut comprendre pourquoi il arrive que les récoltes se conservent mal (**Maisonneuve et Larose, 1985**).

Selon **Boudreau et al., (1992)**, les chocs lors des opérations de manutention répétées et brutales entraînant la cassure des grains. Lorsque la structure granulaire est détruite, les constituants peuvent entrer plus facilement en contact avec les microorganismes et les enzymes, ceci peut favoriser un milieu de développement pour les insectes (**Hakim et al., 2007**). Les altérations d'origine physiques sont dues aux radiations UV, γ , et Infrarouge en dose excessive (**Gharib, 2007**).

Selon **Berhaut et al., (2003)**, en mauvaises conditions de stockage, ces dernières entrent en activité et favorisent la dégradation de l'amidon et le rancissement des lipides (**Berhaut et al., 2003**). Ce sont des hydrolases agissant sur les protéines (*protéases*), les lipides (*lipases*) et les glucides (*glucosidases*) ainsi que l'ensemble des équipements enzymatiques complexes qui régissent les phénomènes de respiration et de fermentation (**Multon, 1982**).

Plus la durée de stockage est longue et plus les pertes en matières sèches dues simplement à la respiration des grains sont importantes. Les risques d'attaque par les différents déprédateurs sont également accrus (**Labeyrie, 1992**).

Les microorganismes, par leurs activités métaboliques peuvent donc modifier les valeurs technologiques nutritionnelles et hygiéniques des grains. Des espèces microbiennes principalement les moisissures se développent dans la période précédant la récolte, le fait que l'épi du blé est encore soumis à un régime hydrique contrasté, humide la nuit et souvent sec la journée. Cette flore est appelée « flore des champs ».

Après la récolte et le séchage complémentaire, l'humidité des grains est ramenée à une valeur de 14 à 16% ce qui a pour effet de bloquer la prolifération de ces microorganismes. Par contre, certaines moisissures ont des capacités exceptionnelles à s'accompagner à des environnements très secs et vont pouvoir se développer malgré ces conditions extrême, il s'agit de la flore de stockage.

Conclusion

Conclusion

Après cette étude, remarquons que cette entreprise, elles jouent un rôle très implorant au niveau de la wilaya de Mostaganem commun de Chemouma sur le plan alimentaire, parce que la willaya de traite comme toutes les wilayas d'Algérie consommée une partie très important des céréales et leur dérivées (la farine, les pâtes alimentaires, le petit déjeuner des céréales ...)

Les mots stockage et conservation même ces deux concepts ont des significations proches. Ils sont liés et liés et l'un ne va pas sans l'autre. En effet, le stockage doit se faire suivant des normes particulières pour favoriser une bonne conservation. Un mauvais stockage entraine une mauvaise conservation des céréales .la finalité du stockage est la conservation. On ne stocke pas pour le plaisir de stocke mais on stocke pour pouvoir utiliser ensuite. Mais lorsque le produit n'est pas bien stocké, il est mal conservé et plus tard son utilisation ne donne pas les résultats qu'on escomptait.

Il est important pour les OP de maîtriser les techniques de stockage et de conservation de blé pour de multiples raison. En effet, la maîtrise de ces techniques leur permettra de :

Mieux garder leurs stocks blé à l'abri de la pluie, de l'humidité, des insectes et autres animaux nuisibles, de la chaleur excessive...et même des vols, en attendant leur écoulement.

Mieux gérer leurs approvisionnements en blé en tenant compte des normes de stockage et de conservation de blé.

De proposer à leurs clients de blé de bonne qualité qui ne sont pas infestées, moisies ...

Minimiser à leurs clients les pertes (quantitativement et qualitativement parlant) au niveau de stocke de blé, qui sont souvent liées aux mauvaises conditions de stockage et de conservation et d'augmenter par conséquent les bénéfices de l'OP.

D'être capables d'assures la sécurité alimentaire de leurs membres et de la population de la localité ou elles se trouvent en mettant à leur disposition en permanence de blé de qualité.

Références
Bibliographiques

- Abis, S. 2012.** Le blé en Méditerranée sociétés commerce et stratégies. Économie et territoire relations commerciales, CIHEAM Paris : 241-247 p.
- Aoues, K., Boutoumi, H., Benrima A. 2017.** État phytosanitaire du blé dur local stocké en Algérie. Laboratoire des Biotechnologies des productions végétales, département de biotechnologie, Université Blida 1 (Algérie).
- AFNOR, 1991.** Recueil de normes –contrôle de la qualité des produits alimentaires : céréales et produits céréaliers. AFNOR/DGCC RF. 3^{ème} édition. Paris.360p.
- Armand et Germain., 1992.** Le blé élément fondamentaux, (Ed) presses université Laval, p26-30.
- Auriau et Doussinault G., 1992.** Le blé tendre. In : Gallais A. et Bannerot H. (Ed), Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed. INRA, Paris, pp. 22-38.
- Aziez, M., Hammadouche, O., Mallem, S., Tacherifet, S. 2003.** Le guide pratique de l'agréeur céréales et légumineuses alimentaires. Direction du laboratoire national de l'OAIC, Algérie, P 16-36, 58.
- Bartali, E. H., Afie, S., Persoons, E. 1989.** Stockage des céréales dans des entrepôts souterrains. Céréales en régions chaudes. Aupele-UREF. Eds John Libbey Eurotext. Paris : 2738.
- Bell, A. 2000.** Lutte contre les insectes des denrées stockées au Sénégal. Ed .Biotech. Agron., Soc. p 60-61.
- BELAID Djamel, 1990.** Eléments de phytotechnie générale Ed. O.P.U, Alger, PP154-157
- Benchikh, C., Fahloul, D., Boulaoueh, N., Fellahi, N. 2016.** Effets de l'augmentation de la dose d'azote sur l'amélioration du rendement et des paramètres de qualité du blé dur (*Triticum durum Desf*) en zone semi-aride en Algérie. Céréaliculture : revue technique et scientifique de l'Institut Technique des Grandes Cultures. Numéro 66 : 51 p.
- Berhaut, P., Le Bras, A., Niquet, G., Griaud, P. 2003.** Stockage et conservation des Grains à la ferme, ARVALIS, Institut du végétale, Ed. Tec et Doc, Paris, 108 P.
- Bessot, J.-C., Metz-Favre, C., de Blay, F., Pauli, G. 2011.** Acariens de stockage et acariens pyroglyphides : ressemblances, différences et conséquences pratiques. Rev. Fr. Allergol. 51, 607–621
- Bonjean, A., Picard, E. 1991.** Les céréales à paille. Origine-histoire-économie-sélection. Ligugé; Poitiers : 36p.
- Bonjean., 2001 Boulalet., 2007.** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie). Ed. TIGC, INRA, ICARDA, Algérie, p 176.
- Bonneuil, Roerich R et Anglade P., 2009.** Innover autrement, la recherche face à l'avènement d'un nouveau régime de production et de régulation des savoirs en génétique végétale, Docier de l'environnement de l'INRA, 30, 2006, P.29-51.

Boudreau A et Ménard G. 1992. Le blé: éléments fondamentaux et transformation. Edition Presses Université Laval, Paris : pp 25 - 62.

Bounceur, A., Mammasse M. D. L. 2002. Gestion optimale des silos au niveau des entreprises cevital.p 15.

Blé hybride HYN0 (onglet "le blé en général". Les phases de cycle végétal du blé.

Cahagnier, B. 1996. Céréales et produit dérivé In « microbiologie alimentaire » tome 1 « aspect microbiologique de la sécurité et de la qualité des aliments ». Edition Technique et Documentation Lavoisier., Paris.

Cahagnier, R., Fleurat-Lessard, F. 2000. Guide pratique : Le stockage à plat des céréales pour une durée indéterminée : Bonnes conditions du grain à l'entreposage. Ed. Groupe de Liaison sur la conservation des grains (G.L.C.G). Paris.191-218.

Carbonnelle, B., Denis, F., Marmonier, A., Pinon, G., Vargues, R. 1990. Bactériologie médicale technique usuelles. 2ème édition. p108.

Chaib eddour, 2018. Aptitudes de conservation et de transformation du blé tendre « variétés locales et importées » - Cas Des Entrepôts De Mascara - Université Abdelhamid Ibn Badis – Mostaganem - faculté des sciences de la nature et de la vie. Master : biotechnologie alimentaire.103 p.

Cheftel, J. C. 1977. Introduction à la Biochimie et à la Technologie des aliments. Ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris, pp105-142.

Cheniki, Z., Yahia, K. 1994. Biologie de *Tribolium confusum* (Coleoptera : Tenebrionidae) et *Sitophilus oryzae* (Coleoptera : Curculionidae) sur blé. Effet de l'infestation de ces deux espèces sur la qualité technologique des blés attaqués. Th. Ing.Agron. Instit. Alg. El Harrach.112 p.

Chégut M., Hardy C., Lebarbier R., Marot M-T. 2018. Filière blé dur. Direction Régionale de l'Alimentation, de l'Agriculture et de la Forêt. Nouvelle – Aquitaine : 8 p.

Clement-Grandcourt et Prat., 1970. Les céréales. Collection d'enseignement agricole. 2ème Ed. PP351-360.

Clément, L. 2018. Modélisation thermomécanique de la paroi des greniers de stockage de céréales en banco. Science des matériaux [cond-mat.mtrl-sci]. Université de Lorraine; Université d'AbomeyCalavi (Bénin). p139.

Cruz, F., Diop A. 1989. Génie agricole et développement technique d'entreposage. Ed. Bul. Serv. Again, de PAO N°740, Rome. 128P.

Cruz, J. F., Troude, F., Griffon, D., Heber, J. P. 1988. Conservation des grains en région chaudes « techniques rurale en Afrique ». 2ème éd, Ministère de la coopération et du développement, Paris France, 545 p.

Cruz, J.-F., Hounhouigan, J.-D. et Fleurat-Lessard, F., 2016. La conservation des grains après récolte. Editions Quae CTA, Presses agronomiques de Gembloux : 256 p.

CODEX STAN 199-1995. Norme codex pour le blé et le blé dur.

Codou-David G, 2018 : Blés anciens et modernes : une histoire de plus de 10 000 ans, Revue scientifique Bourgogne-Franche-Comté Nature, vol

Deák, T. 2008. Handbook of food spoilage yeasts. CRC Press. Second Edition. 325P.

DECOIN S., 1999. Evolution des produits de protection depuis deux ans : Nouvelles familles, promesses tenues Phytomadéf. Vég. 1999, 521p, PP28-33.

Defago, G. 1936. Observation sur les punaises des céréales en suisse. Etablissement fédéral d'essai et de contrôle de semence. p : 94-126.

Doumandji, A., Doumandji-Mitiche, B et Salaheddine, D., 2003. Cours de technologie des céréales technologie de transformation des blés et problèmes dus aux insectes au stockage. Office des Publications Universitaires: pp 1-22.

Doussinault et Auriau., 1992. Les céréales à paille : présentation générale. In : Gallais A. et Bannerot H. (Ed), Amélioration des espèces végétales cultivées. Ed.INRA, Paris, pp.13-21.

Ducom, P., 1978. Traitement par fumigation. Les insectes et les acariens des céréales stockées, [TeF, 138-164].

DUPONT, 1982. Hemicellulosic polymers from cell walls of beeswing wheat bran: Part I, polymers solubilised by alkali at 2 °.Carbohyd. Research 163: 99p.

Dunoyer, C. 1989. Principe de microbiologie en industries céréalières, Industries des Céréales.

Ennadir, J., Hassikou, R., Ohmani, F., Hammamouchi, D.J., Bouazza, F., Qasmaoui, A., Mennane, Z., Ouazzani Touhami, A., Charof, R., Khedid, K. 2013. Qualité microbiologique des farines de blé consommées au Maroc. P 145-150.

FAO., 2014. Afrique classement des pays producteurs de matières premières : 2p.

Feillet, P. 2000. Le grain de blé : composition et utilisation. Paris, FRA : Editions INRA : 308p.

Feldman., 2001. Lupton F.G.H., Miller T.E., Wheats. In J. Smartt, N.W. Simmonds: Evolution of crop plants. Longman Group Ltd., London, 184-192.

Francis Fleurat-Lessard. 2003. Préservation de la qualité sanitaire des céréales. La protection antiparasitaire intégrée : nouveau concept d'une stratégie préventive d'assurance qualité des stocks. French national institute for agriculture, food and environnement (INRAE). 19 p.

Francis Fleurat Lessard. 2015. Résidu de pesticides dans les céréales alimentaires : origine, **Gates., 1995.** Ecophysiologie du blé Paris, 351p. Technique et documentation. Lavoisier, In : Etude de la contribution des paramètres pheno morphologique dans l'adaptation du blé tendre dans l'étage bioclimatique semi-aride. Lakhdar.,2006. Mémoire de Magister. Fac. Sci. Agro/ Université El-hadj Lakhdar Batnadevenir et gestion raisonnée.

- Gharib, 2007.** Cours de céréales 5^{ème} année. Institut national en nutrition et technologies agro-alimentaires INATAA. Constantine.
- Guiraud J.P., Rosec J. P., 2004.** Pratique des normes en microbiologie alimentaire.
- Gwinner, J., Harnisach, R., Mück O. 1996.** Manuel sur la manutention et la conservation des graines après récolte, Ed. Eschborn, 368p.
- Hadria., 2006.** Adaptation et spatialisation des modèles stricts pour la gestion d'un périmètre céréalier irriguée en milieu semi-aride. Thèse de doctorat. Univ Cadi AYYAD Samlalia- Marrakech.
- Hakim, B., Zaghouane, O., El-Mourid, M., Rezguis. 2007.** Guide pratique de la conduite de céréales (Blé et orge) dans le maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie), pp. 171-176.
- Hall, D.W. 1970.** Handling and Storage of Food Grains, in Tropical and Subtropical Areas, FAO. Rome, 350 p.
- Hammadi, A., Ouafi, A. 2019.** Référence de l'agréateur, DLN OAIC.
- HARIRI, 1999.** Mosaïques sur blé: mise en évidence d'un nouveau virus. Phytoma-La Défense des Végétaux, no. 519p, PP21-22.
- Henry et De Buyser., 2001.** L'origine des blés. In : Belin. Pour la science (Ed). De la graine à la plante. Ed. Belin, Paris, pp, 69-72.
- ISO 950-1979**
- ISO 6639/1, 1986.** Céréales et légumineuses-détermination de l'infestation cachée par les insectes.
- ISO 11051,-1994.** Blé dur (*Triticum durum Desf.*) -Spécifications
- ITCF. (Institut Technique des Céréales et des Fourrages), 2001.** Contrôle de la qualité des céréales et des protéagineux, Lavoisier, France : 268 p.
- Jeanet, R., Croguennec, T., Schuck, P., Brulé, G., Coord. 2006.** Sciences des aliments: Biochimie-Microbiologie-Procédés-Produits. Ed. Tec et Doc Lavoisier, Paris.453 p.
- J.O.R.A.D.P., 2013.** Arrêté du 06 Juin 2012 rendant obligatoire une méthode de dosage du taux de cendres par incinération dans les légumineuses et produits dérivés. JO. N° 35.
- Kaan, F., Branlard, G., Chihab, B., Borries, C., Monneveux, P. 1993.** Prebreeding and breeding durum wheat germplasm (*Triticum durum Desf.*) for quality products.
- Kamal-Eldin, A. 2012.** Fermented Cereal and Legume Products. In Fermentation: Effects on Food Properties. CRC Press.
- Kohajdova, Z., Karovicova, J. 2007.** Fermentation of céréales for specific purpose. J. of Food and Nutrition Research, 46 (2): 51-57.

- Karahaçane, T. 2015.** Activité insecticide des extraits de quelques plantes cultivées et spontanées sur les insectes du blé en post récolte. Thèse. Doctorat. Ecole Nationale Supérieure Agronomique. El Harrach, 136p.
- Labeyrie, V. 1992.** Problèmes fondamentaux posés par les insectes des denrées. In : Foua-Bi K. et Philogène B.J.R., eds. Actes du séminaire international à Abidjan, Cote d'Ivoire, 29 janvier-1 février 1992, p: 9-14.
- LE BOULCH et FRANQUE MANGNE, 1999.** Evaluation de la qualité sanitaire du blé. Propos des mycotoxines et des moyens de les détecter. Phytoma, PP21-26.
- Lerin, F. 1986.** Céréales et produits céréaliers en médéteranéen. Ed. Mont pellier ; pp 81 ; 93.
- Lery., 1982.** L'agriculture au Maghreb ou pour une agronomie méditerranéenne.
- Leslie Jacquemin., 2012.** Production d'hémicellulose de pailles et de son de blé à une échelle pilote, étude de performance technique et évaluation environnementale d'un agro-procédé.
- Linden G., Lorient D. 1994.** Biochimie agro-industrielle : Valorisation alimentaire de la production agricole. Ind. Alim. Et Biologiques. Éd. Masson. pp. 70 - 80.
- Liu, C. Y., Shepherd, K. W. 1995.** Inheritance of β -subunits of glutenin and gliadins in tetraploid wheats. Theor. Appl. Genet.90: 1149-1157.
- Magan, N., Aldred, D. 2007.** Post-harvest control strategies: Minimizing mycotoxins in the food chain. Int. J.Food Microbiol. 2007, 119, 131–139.
- Maisonneuve S. et Larose J., 1985.** Le stockage des produits vivriers et semenciers Tom1 : Dégâts, pertes et moyens de stockage, 122-134.
- Masci S., Lew E. J.-L., Lafiandra D., Porceddu E., Kasarda D. 1995.** Characterization of Low Molecular Weight Glutenin Subunits in Durum Wheat by Reversed- Phase High Performance Liquid Chromatography and N-Terminal Sequencing. Cereal Chemistry. Vol. 72, No. 1.pp 100-104.
- Mok, C. 1997.** Mixing properties of durum wheat semolina as influenced by protein quality and quantity. Food and Technology. Vol. 6. NO. 1
- Multon, J. L. 1982.** Conservation et stockages des grains et graines et produits dérivées. Ed. Lavoisier, Paris. 576 p.
- Mathew, S., Thomas, G., Tufail, A. 2011.** An Evaluation of the fungi isolated from subepidermal region of post-harvested stored wheat grains. Nepal Journal of Biotechnology.
- Ndiaye, B. 1999.** Manuel de stockage et de conservation des céréales et des oléagineux. Cellule Centrale d'Appui Technique PADER II. Thiès (Sénégal), n°100, 23 p.
- NEDJAH, I. (2014).** changements physiologiques chez des plantes (blé dur triticum durum desf.) exposées à une pollution par un métal lourd (plomb), thèse de doctorat3em cycle en physiologie végétale. université badji mokhtar .annaba. algérie. 05 p.

Ntsam, S. 1989. Pourquoi stocker ? Céréales en régions chaudes. AUPELF-UREF, Eds John Libbey Eurotext, Paris, 3-8p.

OUFROUKH F. et HAMADI M., 1993. Maladies et ravageur des céréales. In benchabane K.D. et Ould Mekgloufi L. 1998. Evaluation phénologique de quelques variétés d'orge (*hordeum vulgare* L.) et leur sensibilité vis-à-vis de *drechsleragraminea* Rab. Mém. Ing Agro. INA. El-harrach. PP59-62.

Ould El Hadj, A., Sebihi, H., Siboukeur O. 2001. Qualité hygiénique et caractéristiques physico-chimiques du vinaigre traditionnel de quelques variétés de dattes de la cuvette d'Ouargla, Mémoire de Magister en Technologie Alimentaire. Université d'Ouargla, 163 p.

Ouramdane, A. 2005. L'importance du contrôle microbiologique dans les blés stockés. Laboratoire national de l'OAIC.

Panisset, J.-C., Dewailly, E., Doucet-Leduc, H. 2003. Contamination alimentaire. In environnement et santé publique: fondements et pratiques. Ed. TEC et DOC. 1023 p.

Raiffaud, C. 2001. Produits « Bio » de quelle qualité parle-t-on. 191p.

Roberts, T. A. 2005. Microorganisms in foods. Microbial Ecology of food Commodities. Second Edition. Springer; 776P.

Scotti G. et Mont J.-M., (1997). Analyse physique des grains des blés tendre et blé dur ; in : guide pratique d'analyses dans les industries des céréales. Ed. Tec & Doc LAVOISIER. Paris, pp.79-110.

Sharma, N. Bhandari, A S., 2014. Management of Pathogens of Stored Cereal Grains, p87107.

Vialatte, J., Brunet, D. 1974. Role antigénique des acariens dans la poussière de maison. Rev. Fr. Allergol. Immunol. Clin. 14, 97-102.

Zettal, Y. 2017. Le blé : importance, santé et risque. Mémoire de Master. Biologie et génomique végétale. Université des Frères Mentouri. Constantine : 34-37 p.

<https://images.app.goo.gl/LnBUZz9VW7MsqHdP7>

<https://www.atlasbig.com/fr-ch/pays-par-production-de-ble>

https://www.researchgate.net/figure/Schema-de-quartage_fig10_326274274

<https://www.cdise.com/jardin/semencesgraines-bulbes/melilot-blanc-500-grammesmelilotus-alba-whi/f-16305auc2008851097291.html>

<https://www.biorient.fr/sante-divers/1229graines-de-fenugrec.html>

<https://ahdb.org.uk/ergot>

<https://www.inspection.gc.ca/protection-des-vegetaux/semences/analyse-des-semences-et-designation-de-categorie/identification-des-semences/agrostemmagithago/fra/1404825489475/1404825490522>

<http://las.uy/wpcontent/uploads/2016/06/Listadomalezas-toleradas-2016.pdf>

Annexe

Tableau N° 01 : Différences entre un blé dur et un blé tendre.

Caractères	Blé dur	Blé tendre
Forme	Texture vitreuse	Texture opaque, structure de l'amande farineuse
Prédominance	Des protéines	De l'amidon
Aspecte génétique	2 génomes A et B $2n = 28 = 3. (2.7)$	3 génomes A, B et D $2n = 42 = 2. (2.7)$
Aspect de plante	Feuilles très étroites, maturation très rapide	Feuilles large, maturation très longue, moisson tardive, exigeante du point de vue sol et climat

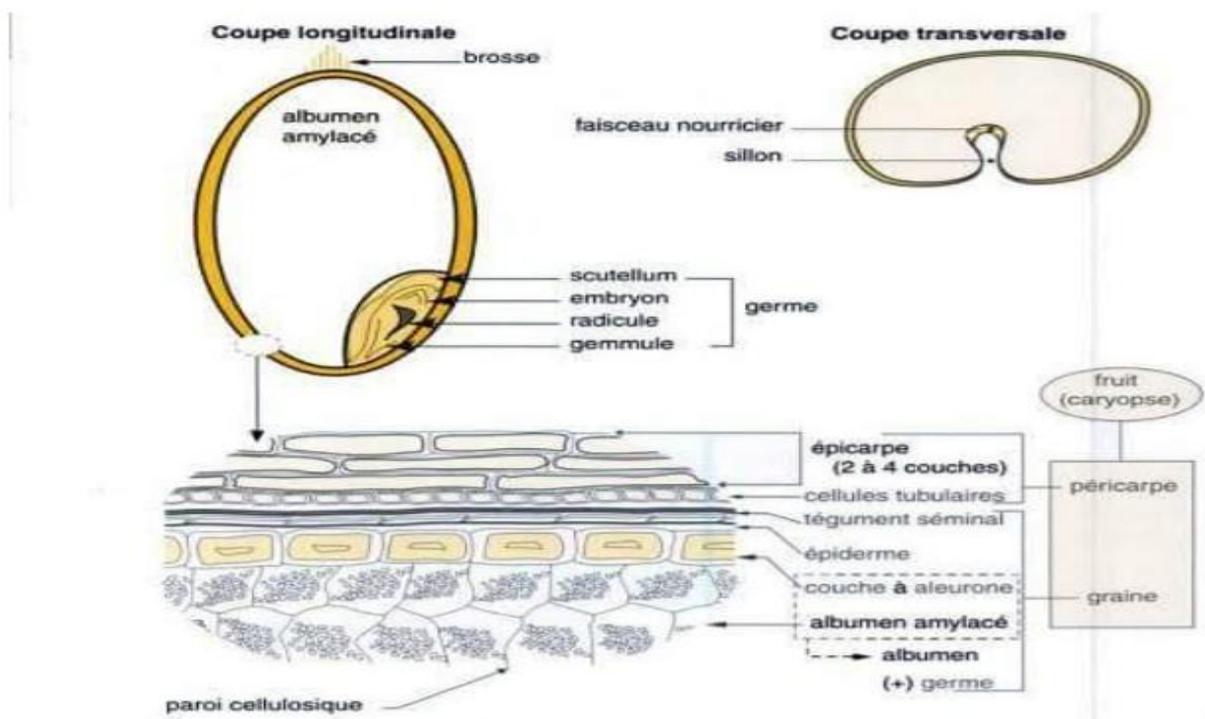


Figure N° 01 : Coupe d'un grain du blé

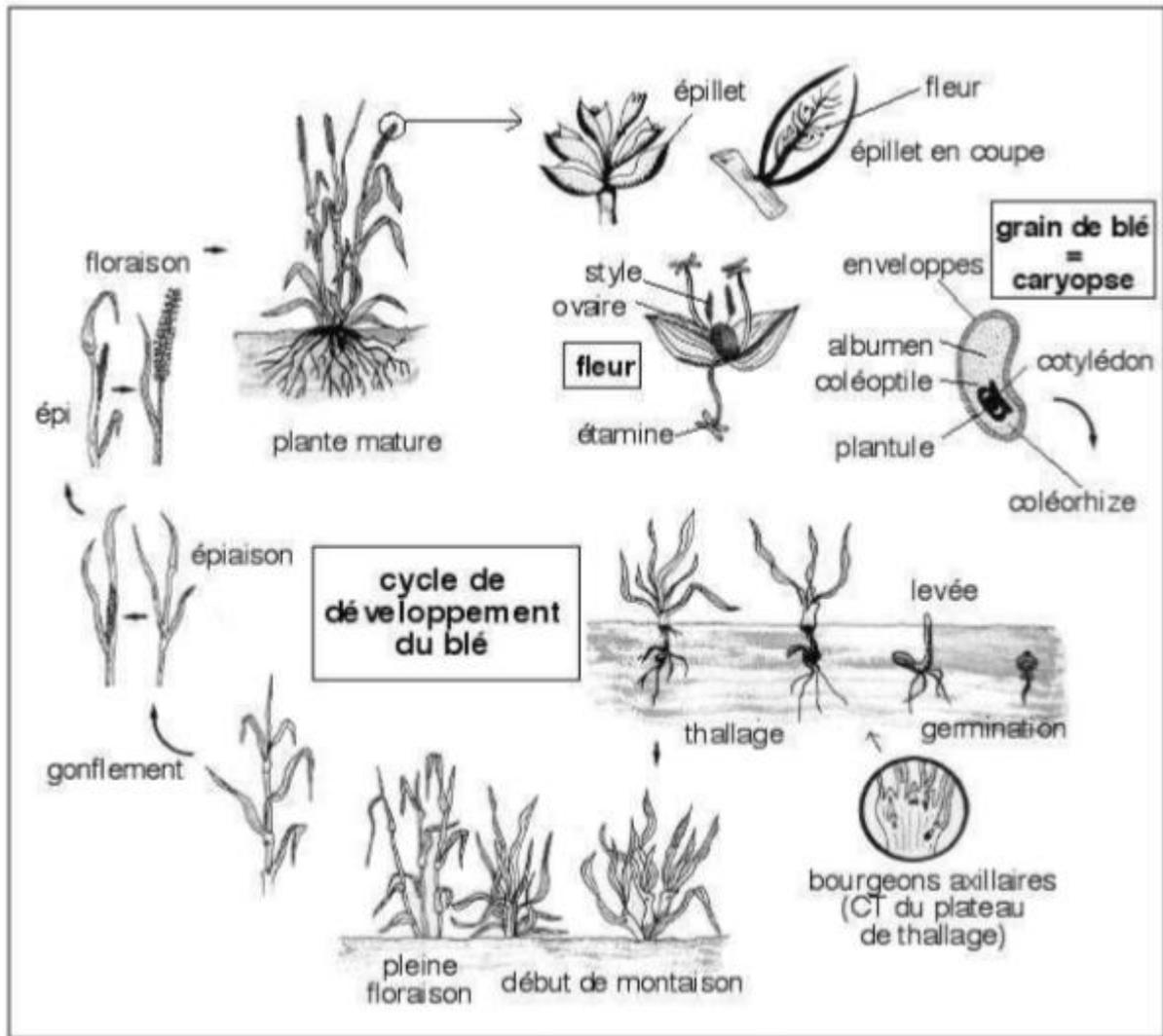


Figure N° 02 : Cycle de développement du blé

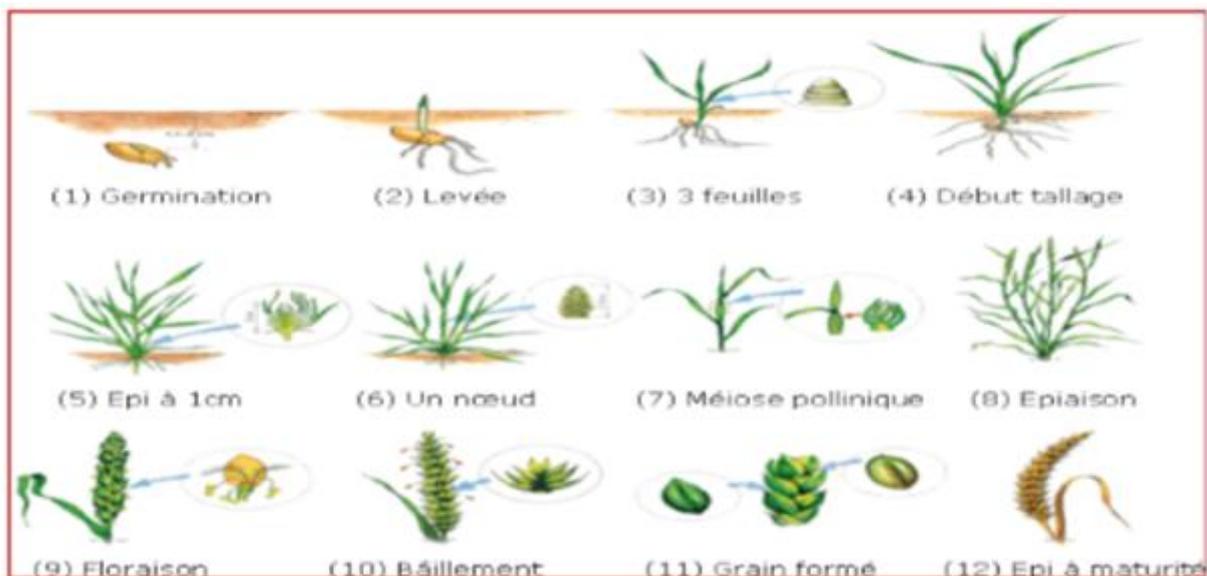


Figure N° 03: Les phases du cycle végétal du blé

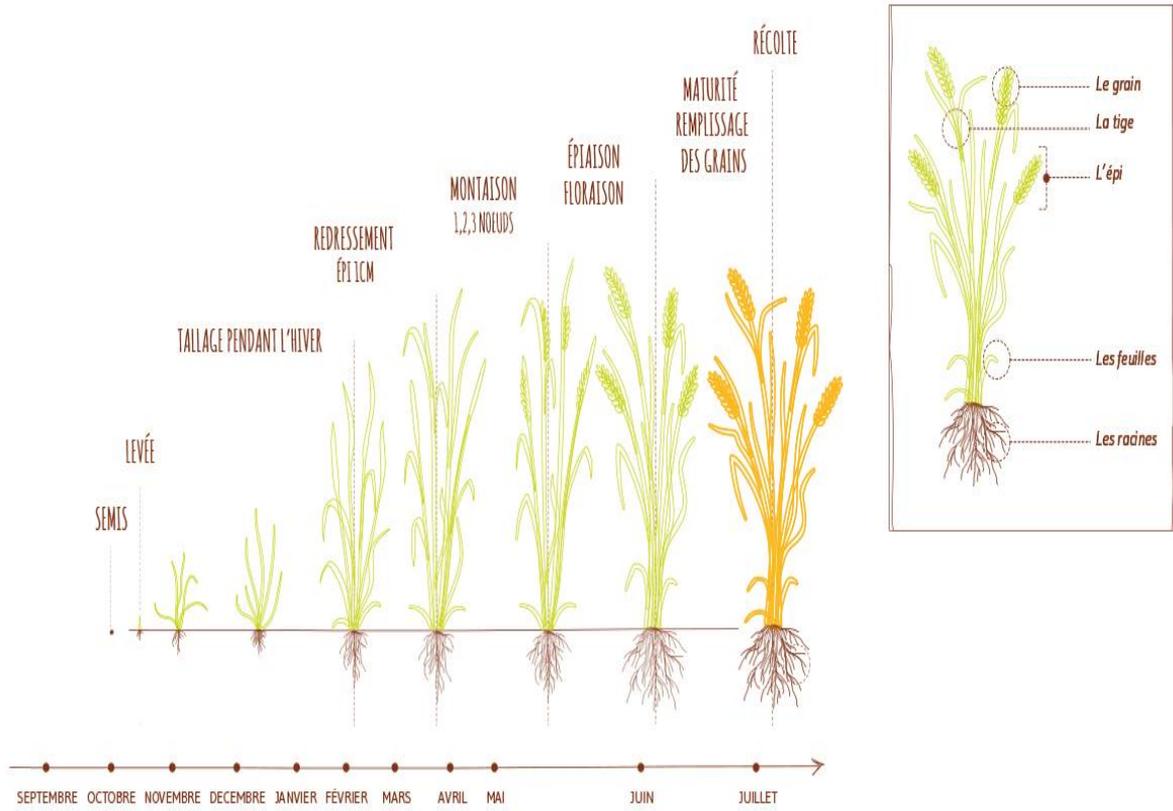


Figure N° 04 : Cycles de blé

Tableau N° 02 : liste des pays par production de blé dans le monde.

Réduction mondiale du blé par pays					
	Pays	Production (tonnes)	Producti on par personne (Kg)	Superfici e (en hectares)	Rendement (Kg / Hectare)
	République populaire de Chine	131 447 224	94,304	24 268 794	5 416,3
	Inde	99 700 000	74,599	29 580 000	3 370,5
	Fédération de Russie	72 136 149	491,133	26 472 051	2 725
	États-Unis d'Amérique	51 286 540	156,474	16 027 750	3 199,9
	France	35 798 234	531,944	5 231 615	6 842,7
	Canada	31 769 200	853,699	9 881 000	3 215,2
	Pakistan	25 076 149	124,218	8 797 227	2 850,5
	Ukraine	24 652 840	583,308	6 619 600	3 724,2
	Australie	20 941 134	835,993	10 919 180	1 917,8
	Allemagne	20 263 500	244,903	3 036 300	6 673,7
	Turquie	20 000 000	247,493	7 288 622	2 744
	Argentine	18 518 045	416,187	5 822 173	3 180,6
	Iran	14 500 000	177,355	6 700 000	2 164,2
	Kazakhstan	13 944 108	763,124	11 354 380	1 228,1
	Royaume-Uni	13 555 000	205,254	1 748 000	7 754,6
	Roumanie	10 143 671	519,549	2 112 307	4 802,2

Réduction mondiale du blé par pays					
	Pays	Production (tonnes)	Production par personne (Kg)	Superficie (en hectares)	Rendement (Kg / Hectare)
	Pologne	9 820 315	255,514	2 417 227	4 062,6
	Égypte	8 800 000	90,26	1 315 490	6 689,5
	Espagne	7 989 906	171,239	2 063 683	3 871,7
	Maroc	7 320 620	210,516	2 842 748	2 575,2
	Italie	6 932 943	114,715	1 821 725	3 805,7
	Bulgarie	5 832 449	827,294	1 212 012	4 812,2
	Brésil	5 418 711	25,861	2 065 254	2 623,8
	Ouzbékistan	5 410 760	165,7	1 311 376	4 126
	Mali	29 185	1,527	8 240	3 541,9
	Érythrée	28 939	5,578	25 597	1 130,6
	Ouganda	23 597	0,608	15 340	1 538,3
	Burundi	22 751	2,13	16 145	1 409,2
	Mozambique	21 105	0,731	18 176	1 161,2
	Jordanie	20 668	2,02	18 049	1 145,1

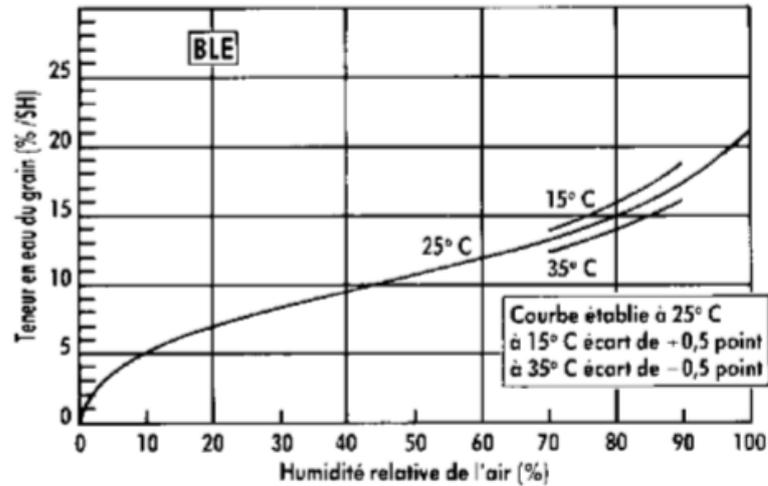


Figure N°05: Relation entre la teneur en eau du grain et l'humidité relative de l'air

Tableau N° 03: Les principaux ennemis des denrées stockées et leurs dégâts.

Insectes	Nom d'insecte	Cycle et condition de prolifération	Cause des dégâts	Les dégâts
	Charançon du grain (<i>Sitophilus granarius</i> L.). (Coléoptère)	Le cycle de développement se trouve allongé à de basse température et peut se raccourcir, par contre avec l'augmentation des températures. Les conditions optimales : environ 30°C, des grains à 13,5-14% d'humidité.	L'adulte	Les grains charançonnés sont évidés et l'amande est partiellement remplacée par un mélange de débris et d'excréments
	Tribolium (<i>Tribolium confusum</i> et <i>Tribolium castaneum</i>). (Coléoptère)	Le cycle de développement dure de 7 à 12 semaines selon la température. Dans les conditions optimales (environ 30-35°C), la population de Tribolium sera multipliée par 70 en 28 jours.	La larve et l'adulte.	Attaquent les grains endommagés (de préférence le germe). Ils escortent souvent les charançons dont ils parachèvent les dégâts.

	<p>Silvain (<i>Oryzaephylus surinamensis L.</i>) (Coléoptère)</p>	<p>Le cycle de développement dure 3 à 10 semaines selon la température. Dans les conditions optimales : température 32°C, humidité relative 90%, en 28 jours, une population de Silvains sera multipliée par 50.</p>	<p>La larve.</p>	<p>Les larves s'attaquent surtout aux grains endommagés ou brisés et aggravent les dégâts du charançon.</p>
---	---	--	------------------	---

 <p><i>Rhizopertha dominica (F.)</i> Capucin des grains</p>	<p>Capucin des grains (<i>Rhizopertha dominica</i>) (Coléoptère)</p>	<p>Le cycle de vie dure de 3 à 6 semaines à des températures de 25-28°C. le développement se réduit lorsque la T<23°C. Dans les conditions optimales : T=34°C, HR=70%, teneur en eau des grains=14%) en 28 jours une population sera multipliée par 20.</p>	<p>L'adulte.</p>	<p>Les dégâts commis surtout par les adultes qui réduisent en poudre le contenu du grain avec les aspérités du thorax et leurs mandibules. Les lots fortement infestés ont une odeur pouvant rappeler celle du miel.</p>
---	--	--	------------------	--

	<p>Dermeste des grains (<i>Trogoderma granarium</i>) (Coléoptère)</p>	<p>Le cycle complet est d'environ 30 jours dans les conditions optimales (T=32°C et HR=73%). La larve peut survivre sans nourriture et à basse température (-40°C) pendant une longue période.</p>	<p>La larve.</p>	<p>L'insecte lui-même ne produit pas des dégâts, mais la larve attaque toutes les céréales et leurs produits dérivés.</p>
---	---	--	------------------	---

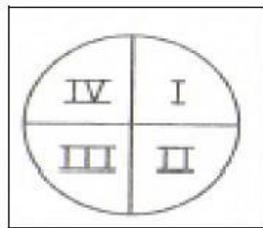
	<p>Alucite des céréales (<i>Sitotroga cerealella</i>) (Lépidotère)</p>	<p>La larve se développe très rapidement en 20 jours à 35°C. Dans les conditions optimales, une population sera multipliée par 25.</p>	<p>La larve.</p>	<p>Les dégâts sont identiques à ceux du charançon. La chenille passe toute sa vie à l'intérieur du grain dont elle se nourrit.</p>
---	--	--	------------------	--



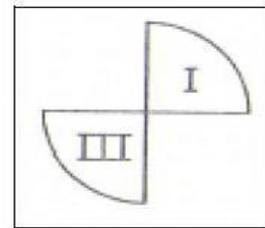
Figure N° 06: Sonde cylindrique (Vrac).



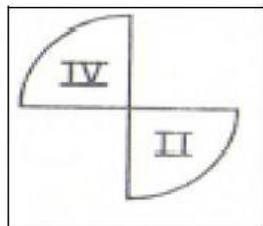
Figure N° 07: Sonde à main (Sacs).



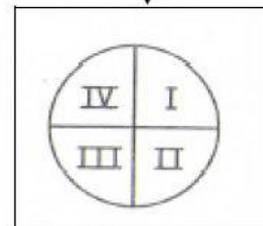
Echantillon global homogénéisé et divisé en quatre quartiers équivalents



Elimination de deux quartiers opposés



Elimination de deux quartiers opposés selon la diagonale perpendiculaire à la précédente



Homogénéisé des quartiers restants et nouvelles division en quatre quartiers équivalents

Figure N° 08: Méthode de la division par quartage.



Figure N° 09 : Grains moisiss du blé.



Figure N° 10: grains du blé charançonné.



Figure N° 11: Grains du blé punaïsés.



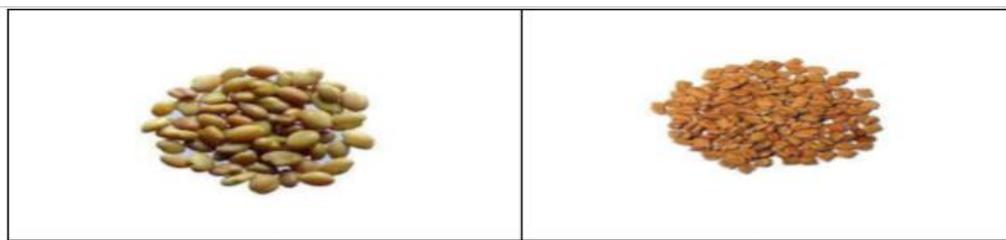
Figure N° 12: Grain du blé cécidomyie.



Figure N° 13 : Grains du blé germés.



Figure N° 14 : grains du blé moucheté.



Mellilot (*Melilotus sp.*)

Fénu grec (*Trigonella foenum graecum*)



Ergot (*Claviceps purpurea*)

Nielle (*Agrostemma githago*).



Ivraie (*Lolium temulentum*)

Figure N° 15: Quelques grains de blé

Tableau N° 04: La valeur du pH de quelques échantillons du blé

Référence	Type de blé	pH
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Fermenté	4,45
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Normal	6,5
(Jeantet <i>et al.</i> , 2006)	Normal	7

Tableau N° 05: Taux d'acidité de quelques échantillons du blé.

Référence	Type de blé	Taux d'acidité
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Fermenté	1,51%
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Normal	0,01%
(Feillet, 2000)	Normal	<0,050%

Tableau N° 07 : Taux de cendres de quelques échantillons du blé dur.

Référence	Type de blé	Taux de cendre (%)
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Fermenté	0,85
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Normal	0,60
(Feillet, 2000)	Normal	1,5 – 2,5

Tableau N° 06: Teneur en protéines de quelques échantillons du blé.

Référence	Type de blé	Teneur en protéine (%)
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Fermenté	10,29
(Koula <i>et al.</i> , 2013)	Normal	17,17
(Feillet, 2000)	Normal	10-15
(Cheftel, 1977)	Normal	7- 18
(Liu et Shepherd, 1995)	Normal	8 - 20

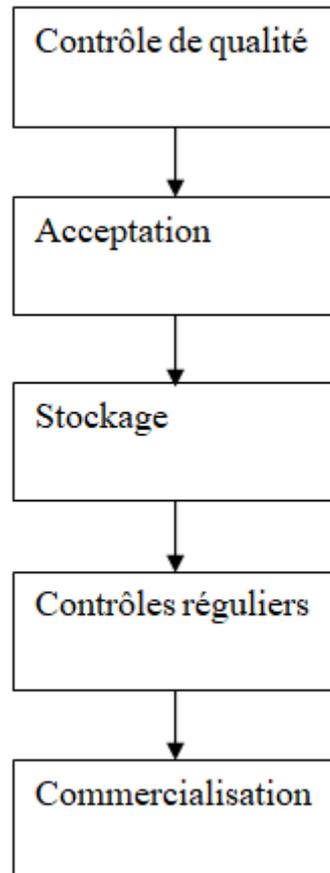


Figure N° 16 : Diagramme de stockage des grains.



Figure N°17 : Une sonde d'échantillonnage



Figure N° 18 : Les secs d'échantillonnage.



Figure N°19 : Appareille de nilemalitre bastak
(pour mesurer PS).

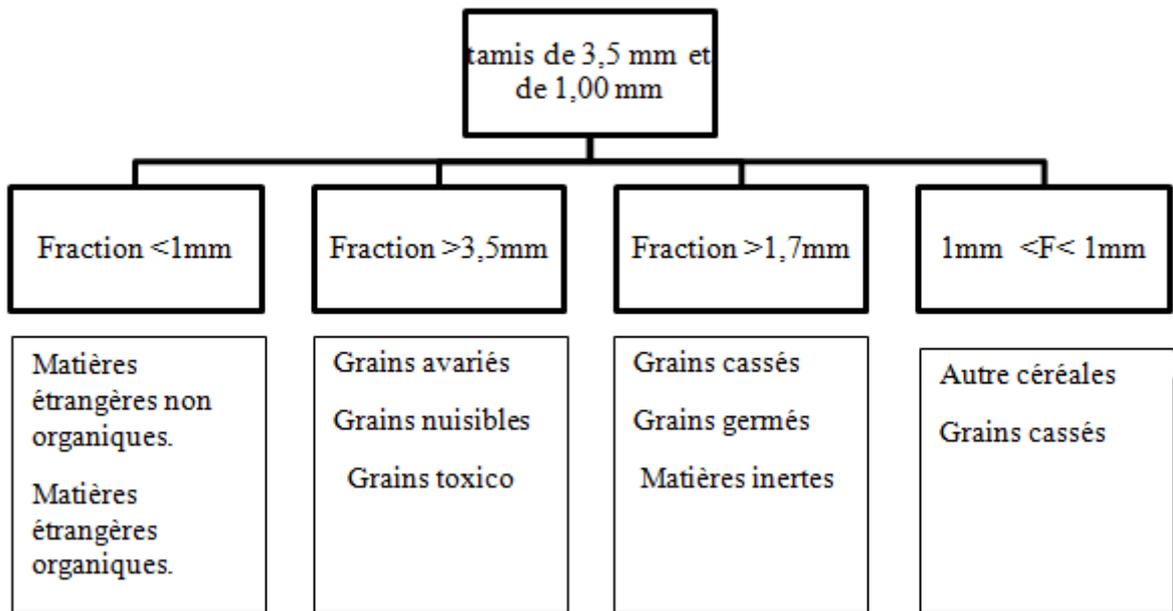


Figure N° 20 : Les classes des impuretés.



Figure N° 21 : Tamis d'agréage.

Tableau N° 08 : Résultats d'analyse d'agrégage de blé tendre importé.

Analyse	Pourcentages %
Poids spécifique :	80.261KG /HL
Humidité :	14.00%
Imputés 1ere catégorie :	0.33%
Matières inertes	0.07%
Débris végétaux	0.06%
Grains chauffés	0.11%
Grains sans valeur	0.07%
Grains avariés	0.02%
Impuretés 2em catégorie :	7.66%
Grains maigres	0.27%
Grains échaudés	0.18%
Grains étrangères utilisable pour le bétail	0.11%
Grains mouchetés	2.88%
Grains boutés	0.13%
Grains boutés	0.03%
Grains piqués	0.11%
Grains fusariés	0.13%
Grains cécidomyies	0.04%
Grains verts	0.05%
Grains dégermés	0.22%
Grains germés	NEANT
Grains punaisés	NEANT
Grains cassés	3.51%
Grains nuisibles	NEANT
Ergot	

Tableau N° 09 : Résultats d'analyse d'agrèage de blé dure importé.

Analyse	Pourcentages %
Poids spécifique :	82.189Kg/HL
Mitadiné et blé tendre :	2.12%
Mitadiné	1.99%
Blé tendre	0.13%
Humidité :	14.00 %
Importation 1ere catégorie :	12.00%
Matières inertes	0.89%
Débris végétaux	0.16%
Grains sans valeur	0.20%
Grains cariés	0.53%
Importation 2em catégorie :	Néant
Grains maigres	9.51%
Grains échaudés	0.93%
Grains étrangères utilisable pour le bétail	0.52%
Blé dur roux (Red durum)	0.19 %
Grains mouchetés	Néant
Grains punaisés	2.09%
Grains piqués	0.11%
Grains germés	0.07%
Grains fusariés	0.10%
Grains cécidomyies	0.26%
Grains verts	0.13%
Grains chauffés	Néant
Grains dégermés	0.07%
Grains cassés	Néant
Grain boutés	5.04%

Tableau N° 10 : Résultats d'analyse d'agrèage de blé dure local (Tlemcen)

Analyse	Pourcentage %
Poids spécifique PS	78.250%
Blé tendre	0.40%
Grains mitadinés	32%
Orge	2.1%
Impureté 1ère catégorise	0.71%
Grains piqués	1.14%
Impuretés	0.68%
Grains mouchetés	0.28%
Grains égermés	02.20%
Grains maigres	0.24%
Grains échaudés	0.18%
Grains cassés	02.50%
Grains germés	1.24%

Tableaux N° 11 : Résultats d'analyse d'agrèage de blé dure local (Adrar).

Analyse	Pourcentage %
Poids spécifique PS	77.95%
Blé tendre	0.73%
Grains mitadinés	13.92%
Impuretés 1ère catégorie	0.54%
Orge	0.3%
Matière inerte	0.12%
Débris végétaux	0.34%
Graine sans valeur	0.03%
Grains avariés	Néant
Grains piqués	0.02%
2ème catégorie	05.01%
Impuretés	0.47%
Grains mouchetés	0.72%
Grains égermés	0.14%
Grains maigres	0.72%
Grains échaudés	2.34%
Grains cassés	0.14%
Grains germés	0.48%

Tableaux N° 12 : Résultats d'analyse d'agrèage de blé dure local (Frenda).

Analyse	Pourcentage %
Poids spécifique :	77.95Kg /hl
mitadiné	13.92%
blé tendre	1.46%
Importation 1ere catégorie :	0.71%
matières inertes	0.12%
débris végétaux	0.47%
grains sans valeur	0.08%
Importation 2em catégorie :	06.98%
Grains maigres	1.16%
grains échaudés	0.60%
grains étrangères utilisable pour le bétail	0.72%
grains mouchetés	0.10%
grains punaisés	1.02%
grains piqués	0.02%
grains germés	0.14%
grains fusariés	0.07%
grains cécidomyies	0.20%
grains verts	Néant
grains chauffés	0.04%
grains dégermés	0.04%
grains cassés	02.34%
grain boutés	0.10%

Tableau N° 13 : Dénombrement de la flore aérobie mésophile totale.

Echantillon	Blé dur importé (France)	Blé dur local (Tlemcen)	Blé dur local (Adrar)	Blé dur local (Frenda)
Nombre des germes x 10 ³ /gramme	16	20	44	20

10.2. Tableau N° 14 : Dénombrement des levures et moisissures

Echantillon	Blé dur importé (France)	Blé dur local (Tlemcen)	Blé dur local (Adrar)	Blé dur local (Frenda)
Nombre des germes x 10 ³ /gramme	44	60	180	96