

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDELHAMID IBN BADIS – MOSTAGANEM -

Faculté des sciences de la nature et de la vie

Département des sciences Agronomiques

Master : Biotechnologie Alimentaire

Mémoire de fin d'études Pour l'obtention du diplôme de Master

Thème :

APTITUDES DE CONSERVATION ET DE TRANSFORMATION

DU BLE TENDRE

« VARIETES LOCALES ET IMPORTEES »

- Cas des entrepôts de Mascara -

Présenté par :

- **CHAIB EDDOUR** Ahmed Readh.

Encadré par :

- **Pr. BOUDEROUA** Kaddour.

Devant les membres du jury :

Mr. **BENABDELMOUMENE** Djilali

M.C.A

Président

Mme. **BENMEHDI** Faiza

M.C.B

Examineur

Mr. **BOUDEROUA** Kaddour

Professeur

Encadreur

Mr. **BELABES** Mohamed

Docteur

Invité

Structures d'accueil du stage pratique :

- Minoterie Eriadh groupe (Agro-div) - Mascara.
- Coopérative des céréales et des légumes secs - Mascara.
- Laboratoire de la faculté SNV - Université de Mascara.

Année Universitaire : 2018 – 2019

REMERCIEMENT

Je rends Grâce à dieu ; le clément ; le miséricordieux Louanges au prophète Mohamed

Au terme de ce travail, je tiens à remercier notre enseignant et Directeur de mémoire, Monsieur BOUDEROUA.K, Professeur et Directeur de l'école supérieur d'Agronomie- Mostaganem pour son aide précieuse, ses conseils, son objectivité, sa disponibilité, sa rigueur scientifique, et ses précieux conseils qui ont fait progresser ce travail.

Je tiens à exprimer ma respectueuse reconnaissance à Monsieur BENABDELMOUMENE DJ, Maitre de conférences pour l'honneur qu'il m'a fait en acceptant la présidence de jury de ce travail.

Mes reconnaissances vont également à Madame BENMAHDI, Maitre de conférences à l'université de Mostaganem, qui m'a fait l'honneur de bien vouloir examiner ce travail.

Veillez accepter mes plus vifs remerciements pour votre présence dans ce jury et soyez assuré de tout mon respect et de ma profonde gratitude.

Mes remerciements les plus respectueux vont également à l'ensemble des employés de la Minoterie d'ERIADH, dont je faisais partie un jour représentés par monsieur le directeur de la minoterie, Mme TOUBEL Fatima, responsable du laboratoire, à monsieur Adel Ingénieur de Laboratoire et à Melle zahira technicienne du laboratoire que je n'aurai jamais su leurs exprimé ma profonde gratitude pour leurs accueil au laboratoire et leurs aides précieuses.

Je voudrais adresser mes remerciements à l'ensemble des employés de la CCLS de Mascara dont je fais partie, du Directeur au simple manipulant à tous mes collègues de tous les services de la coopérative des céréales (Qualité, Appui à la production, commercial, et technique.....etc.).

Mes remerciements s'étendent à l'ensemble des gérants des différentes Minoteries de la Wilaya pour leurs aides.

DEDICACES

Je dédie ce modeste travail à :

***Mon père**, qui peut être fier et trouver ici le résultat de longues années de sacrifices et de privation pour m'aider à avancer dans mes études.*

Puisse dieu faire en sorte que ce travail porte son fruit. Merci pour les valeurs nobles, l'éducation et le soutien permanent venu de toi.

***Ma mère** qui à œuvrer pour ma réussite, par son amour, son soutien, sacrifices consentis et ses précieux conseils, pour toute son assistance et présence dans ma vie ; l'expression de mes sentiments et de mon éternelle gratitude.*

***Mes frères** Rachad et Rafik.*

***Ma sœur** Amina*

***Mes professeurs** qui doivent voir dans ce modeste travail la fierté d'un savoir bien acquis.*

***Mes amis et camarades** dans la spécialité.*

Liste des tableaux

Tableau 1 : Consommation moyenne algérienne de céréales, entre 1999 -2019.....	2
Tableau 2 : Composition chimique du grain de blé (limites habituelles de variation).....	9
Tableau 3 : Distribution des principaux constituants du grain du blé.....	10
Tableau 4 : Les mycotoxines du champ.....	43
Tableau 5 : Les mycotoxines de stockage.....	43
Tableau 6 : Effectif de la CCLS par catégorie socioprofessionnelle.....	48
Tableau 7 : clients de la CCLS.....	48
Tableau 8 : Superficie céréalière et superficie du P.M.S de la wilaya de mascara 2018 /2019...49	
Tableau 9 : Les caractéristiques des variétés locales.....	55
Tableau 10 : Taux d'impuretés du blé tendre (Ain Abid).....	68
Tableau 11 : Taux d'impuretés d'un échantillon de blé tendre (HD 1220).....	69
Tableau 12 : Taux d'impuretés de la variété locale (Ain Abid2).....	70
Tableau 13 : Taux d'impuretés du blé tendre (variété importé).....	71
Tableau 14 : Taux d'impuretés dans chaque variété de blé tendre sur les huit	72
Tableau 15 : Teneur en eau des variétés de blé tendre (locale et importé).....	73
Tableau 16 : Matière sèche des variétés de blé tendre (local et importé) avant la mouture.....	74
Tableau 17 : Matière grasse des variétés de blé tendre (local et importé avant la mouture).....	75
Tableau 18 : Poids de mille graines des variétés de blé tendre (locale et importé).....	76
Tableau19 :Résultat du poids spécifique des variétés de blé tendre (locale et importé).....	77
Tableau20 : Teneur en protéines des variétés de blé tendre (locale et importé).....	78
Tableau 21 : Teneur en eau des variétés de blé tendre (local et importé) après la mouture.....	79
Tableau 22 : Matière sèche des variétés de blé tendre après la mouture.....	80
Tableau 23 : Teneur en protéines des variétés de blé tendre.....	81

Tableau 24: Teneur en matière grasse des variétés du blé tendre après la mouture.....	83
Tableau 25 : Taux de cendres des variétés du blé tendre après la mouture.....	84
Tableau 26: pH des variétés du blé tendre après la mouture.....	85
Tableau 27: Gluten sec et humide des variétés du blé tendre après la mouture.....	86
Tableau 28: Indice de zeleny des variétés du blé tendre après la mouture.....	86
Tableau 29: Indice d'acidité des variétés du blé tendre après la mouture.....	87
Tableau 30: Pertes par granulation des variétés du blé tendre après la mouture.....	87
Tableau 31 : Analyses microbiologiques de 3 variétés de blé tendre.....	88
Tableau 32 : La couleur, et l'aspect physique des différents extraits de blé tendre.....	88
Tableau 33 : Présentation des enquêtés.....	89
Tableau 34 : Mode et la durée du stockage de blé tendre.....	90
Tableau 35 : Conditions et quantité du blé récolté.....	91
Tableau 36 : Traitement par insecticide chez l'agriculteur.....	92
Tableau 37 : Mode de stockage, les variétés et le taux de silos pour chaque variété	92

Liste des figures

Figure1 : Pays importateurs du blé dans le monde pour la campagne 2017-2018.....	5
Figure 2 : Evolution de l'estimation de la production mondiale en millions de tonnes.....	5
Figure 3 : Production en volume de blé au niveau mondial (2014-2018).....	6
Figure 4 : Structure du grain du blé tendre.....	8
Figure 5 : Sondes et leurs positions dans un silo.....	31
Figure 6 : Développement des insectes et les moisissures au cours du stockage.....	40
Figure 7 : Teneur en eau des variétés de blé tendre (local et importé) avant la mouture.....	73
Figure 8 : Teneur en matière sèche des variétés de blé tendre avant la mouture.....	74
Figure 9 : Teneur matière grasse des variétés de blé tendre avant la mouture.....	75
Figure 10 : Poids de mille graines des variétés de blé tendre avant la mouture.....	76
Figure 11 : Poids spécifique des variétés de blé tendre avant la mouture.....	77
Figure 12 : Teneur en protéines des variétés de blé tendre avant la mouture.....	78
Figure 13 : Teneur en eau des variétés de blé tendre après la mouture.....	79
Figure 14 : Teneur en matière sèche des variétés de blé tendre après la mouture.....	80
Figure 15 : Teneur en protéines des variétés de blé tendre	81
Figure 16 :Teneur en matière grasse des variétés du blé tendre après la mouture.....	82
Figure 17 : Taux de cendres des variétés du blé tendre après la mouture.....	83
Figure 18 : pH des variétés du blé tendre après la mouture.....	84
Figure 19 : Gluten sec et humide des variétés du blé tendre après la mouture	85

Photographies

Photo 1 : silos métalliques.....	12
Photo 2 : silos en béton.....	12
photo 3 : Unité Adda Bakhlouf d'Eriadh de Mascara.....	45
Photo 4 : par satellite du groupe agro div L'unité (ERIADH) de Mascara.....	45
Photo 5 : de la CCLS de Mascara.....	46
Photo 6 : satellitaire de la CCLS de Mascara.....	46
Photo 7 : les silos du stockage de blé tendre.....	51
Photo 8 : échantillon de blé tendre local.....	53
Photo 9 : échantillon de blé tendre importé.....	53
Photo 10 : les échantillons de blé tendre local et importé.....	54
Photo 11 : Nielma-litre.....	56
Photo 12 : Impuretés diverses.....	58
Photo 13 : grains cassés.....	58
Photo 14 : grains échaudés.....	58
Photo 15 : Moulin a essai.....	61
Photo 16 : Tamisage Mécanique.....	63
Photo17 : Stock de farine en repos	
Photo17 : Le broyeur	
Photo 18 : dessicateur	
Photo 19 : Four à Moufle.	
Photo 19 : Balance.	
Photo 20 : Planschister.	

Table des matières

Résumé

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

CHAPITRE I : PARTIE BIBLIOGRAPHIQUE

Chapitre 1 : Généralité sur le blé tendre.

1. Importance du blé.....	2
2. Historiques et origine du blé tendre (Triticuma estivum).....	2
3. Production du blé mondiale et en Algérie.....	3
4. Types et variétés de blés.....	6
5. Structure et composition chimique et biochimique du grain de blé tendre.....	7
5.1. Structure du grain.....	7
5.2. Enveloppe.....	7
5.3. Amande farineuse.....	8
5.4. Germe.....	8
5.2. Composition chimique et histologique.....	8

Chapitre 2 : Stockage de céréales

1. Pourquoi stocker ?.....	11
2. Nécessité du stockage.....	11
3. Structures de stockage.....	12
4. Hygiène relative aux opérations de collecte et réception des grains.....	14
5. Agents de dégradation des grains.....	16
A / Les micro-organisme.....	16
B / Les insectes.....	16
C / Les rongeurs.....	17
6. Hygiène relative aux opérations de stockage des grains.....	17
A / Les locaux.....	17
B / Les fosses, les équipements de manutention et de triage.....	21
C / Les déchets.....	22
D / Influence des facteurs du milieu.....	22
E / Nettoyage des grains et traitements insecticide.....	23
7. Fiches descriptives des étapes.....	27
A / Réception.....	27
B / pré-stockage.....	28
C / Séchage.....	32
D / Stockage.....	33
E / Désinsectisation.....	34
8. Les fiches descriptives des dangers.....	35
A - Danger physique.....	36
B - Dangers chimiques.....	37
C - Dangers biologiques.....	39
D - Dangers allergènes.....	40

CHAPITRE II : PARTIE EXPERIMENTALE

1-Présentation des unités.....	45
1-1- Présentation de la minoterie.....	45
1-2-Présentation de la CCLS.....	46
1.2.1 Dénomination.....	47
1.2.2 Capital social.....	47
1.2.3. Chiffre d'affaire (2019).....	47

1.2.4. Date de création	47
1.2.5. Numéro d'Agrément	47
1.2.6. Adresse « siège social ».....	47
1.2.7. Effectif de l'organisme par catégorie socioprofessionnelle.....	48
1.2.8. Activités de l'Organisme	48
1.2.9. Clients domiciliés	48
1.2.10. Superficie céréalière et superficie du P.M.S (programme de multiplication des semences).....	49
3- But de l'étude.....	51
4- Objet et Principe.....	51
5-Echantillonnage.....	51
5.1 Échantillon représentatif.....	53
5.2Prélèvement d'échantillons.....	54
5.3Stockage des échantillons.....	55
Matériel et méthodes	
1-Caractéristiques des variétés utilisées.....	55
A / la variété Hidhab 1220	55
B / La variété Ain Abid.....	55
I- Analyses physiques de la matière première.....	56
I.1. Poids spécifique (PS) :(la masse à l'hectolitre).....	57
I.2. Poids de mille grains(PMG).....	57
I.3. Détermination des différents types d'impuretés par la méthode d'agrèage.....	57
II- Analyses physicochimiques.....	59
1. Détermination de la teneur en matière sèche et en eau	59
2. Détermination de la teneur en matière minérale.....	59
3. Dosage des lipides totaux	60
4. Dosage des protéines brutes	60
III- Analyses technologiques.....	61
1-Indice de ZENELY.....	61
2-Test du Gluten humide et sec Le Gluten.....	62
3-Granulométrie.....	62
4-Mesure du PH et de l'acidité	63
IV- Les analyses microbiologiques.....	64
1-Recherche des levures et moisissures.....	64
2-Recherche des Clostridium Sulfito-réducteurs.....	65
V- Une enquête sur le stockage et production du blé tendre dans la wilaya de MASCARA.....	65
V-1-Définition d'une enquête.....	65
V-2-Déroulement de l'enquête.....	65
VI- Le plan du Questionnaire :(Stockage du blé tendre).....	66
VI-1- La 1 ère partie auprès des Agriculteurs	66
VI-2-La 2eme partie auprès de l'OAIC : Organisme de stockage (CCLS).....	67

1-Résultats de l'enquête alimentaire sur le stockage du blé tendre.....	68
1) L'enquête auprès des agriculteurs.....	68
2) L'enquête auprès de l'OAIC.....	71
2-Résultats des analyses sur le blé tendre avant la mouture.....	73
Des bulletins d'agrégage des échantillons des variétés de blé tendre stocké.....	73
1) humidité des variétés de blé tendre stocké.....	73
2) Teneur en matière sèche des variétés de blé tendre stocké.....	74
3) Teneur en matière grasse des variétés de blé tendre stocké.....	75
4) Poids de mille grains (PMG) des variétés de blé tendre stocké.....	76
5) Poids spécifique des variétés de blé tendre stocké.....	77
6) Taux de protéines des variétés de blé tendre stocké.....	78
3-Les résultats des analyses sur le blé après la mouture.....	79
1- L'humidité des variétés de blé tendre après la mouture.....	80
2-Teneur en matière sèche des variétés de blé tendre après la mouture.....	81
3- Le taux de protéines des variétés de blé tendre après la mouture.....	82
4- Teneur en matière grasse des variétés de blé tendre après la mouture.....	83
5- Taux de cendres des variétés de blé tendre après la mouture.....	83
6-pH des variétés de blé après la mouture.....	84
7-Taux de gluten sec et gluten humide du blé après la mouture.....	85
8-le test de zeleny.....	85
9-le test d'acidité.....	86
10-les pertes par granulation.....	87
4-Résultats des analyses microbiologiques.....	88
Discussion des résultats.....	94
Les analyses primaires	94
1)-Poids de mille grains (PMG).....	94
2)-la détermination du taux d'impuretés.....	94
Les analyses physico-chimiques.....	95
1) détermination du taux de cendre.....	95
2) La détermination du taux de protéines.....	96
3) La détermination de la matière grasse.....	97
4) La détermination de l'activité d'eau	98
Les analyses technologiques du blé après la mouture.....	99
1) Acidité.....	99
2) pH du blé après la mouture.....	99
3) Teneur en gluten.....	100
4) L'indice de zeleny.....	101
5) La granulométrie.....	101
Les analyses microbiologiques des variétés de blé tendre étudiées.....	101
Conclusion.....	103
Conclusion générale et perspectives.....	103

Liste des abréviations

- C.C.L.S.: Coopérative des Céréales et des Légumes Secs.
- C.I.M.M.Y.T. : Centro Internacional de Mejoramiento de Maiz y Trigo.
- C.N.C.C.S.: Centre National de Contrôle et de Certification des Semence.
- DSR : Direction des services régionaux.
- ERIAD : Entreprise des industries alimentaires céréalières et dérivés.
- Ha : Hectare.
- Habit : habitant.
- I.T.G.C. : Institut Technique des Grandes Cultures.
- M.S : Matière sèche.
- NA : Norme Algérienne.
- OAIC : Office Algérien interprofessionnel des céréales.
- Qx : Quintal.
- UCA : Unions coopératives Agricoles.
- C I C : conseil international de céréales.
- D.D.T.: Dichloro-Diphényl-Trichloréthan.
- D.S.A.: Direction des Services Agricola.
- FAO : Food and Agriculture Organization of the United Nations.
- U.S.A: United State American.
- C I C : conseil international de céréales.
- Ha: Hectare.
- q: Quintal.
- Kg: Kilogramme.
- C°: Degré centigrade.
- qx/ha: Quintaux par hectare.

Résumé

Résumé

RESUME

Le blé est omniprésent dans l'alimentation de l'Algérien, il est convoité dans certains pays comme l'Algérie ou sa production est faible ce qui nécessite son importation, et par la suite la subvention de son prix.

L'objectif de cette étude est de montrer le procédé du stockage et de transformation du blé tendre au niveau de la wilaya de Mascara et les conditions de stockage du blé, l'évaluation des pertes causées par le stockage sur une période de 8 semaines.

A souligner que le taux d'impuretés est important dans la variété Ain Abid (1 et 2) et qui dépasse les 30%.

La réalisation de l'enquête chez les agriculteurs a montré que 61,29% entre eux utilisent les insecticides après la récolte du blé et 45,16% des enquêtés stockent leur blé sur une durée qui ne dépasse pas les 3 jours, aussi 54,83% des enquêtés récoltent le blé dans un climat sec.

Le présent travail est réalisé aussi, dans l'objectif d'apprécier l'effet du stockage sur la qualité technologique des farines de blé tendre produites et commercialisées dans la wilaya de Mascara. Pour atteindre ce but des analyses physico-chimiques et technologiques ont été effectuées (détermination de la Teneur en eau, taux de Cendre, taux de Protéine, taux de Gluten,...etc).

Les résultats obtenus montrent que la majorité des farines étudiées présentent des caractéristiques très proches concernant les tests physicochimiques (la moyenne d'humidité des différentes farines issues de la mouture des grains de blé sont comparables et dépassent les 14%) et technologiques, les farines étudiées sont de qualité bonne et acceptable. Les analyses réalisées sont globalement conformes aux normes Algériennes. Cependant, quelques valeurs obtenues comme celles du test de zeleny sur la farine de blé tendre importé (21ml) et celle du gluten sec et humide (8,55% et 25,66%) nécessitent des corrections parce qu'ils sont en-dessous des normes.

Mots clés : Stockage, Transformation, Blé tendre, Variété locale, Variété importée, Qualité technologiques, Tests physicochimiques, Mouture, Farine, Analyses physico-chimiques et technologiques, Taux d'impureté, Teneur en cendre, Humidité, Indice de zeleny, Gluten humide et sec.

Abstract

Wheat is omnipresent in the Algerian diet; it is coveted in some countries like Algeria where its production is low which requires its importation, and subsequently the subsidy of its price.

The objective of this study is to show the process of storage and processing of soft wheat in the wilaya of mascara and wheat storage conditions, the evaluation of the losses caused by storage over a period of 8 weeks.

The survey among farmers showed that 61.29% of them used the insecticides after harvesting wheat and 45.16% of the respondents stored their wheat for a period not exceeding 3 days, also 54, 83% of respondents harvest wheat in a dry climate.

The present work is also carried out, in order to appreciate the effect of storage on the technological quality of soft wheat flour produced and marketed in the wilaya of Mascara. To achieve this goal, physico-chemical and technological analyzes have been carried out. Performed (determination of water content, ash content, protein content, gluten content, etc).

The results obtained show that the majority of flours studied have very similar characteristics concerning physicochemical tests (the average percentage of moisture of the different flours from the milling of wheat grains are comparable and exceed 14%) and technological, Flours studied are of good quality and acceptable. The analyzes performed are generally in line with the standards in Algeria. However, some values obtained such as those of the Zeleny test of imported wheat flour (21ml) and that of dry and wet gluten (8.55% and 25.66) require corrections because they are less than the norms.

Key words: Soft wheat flour, technological quality, physicochemical tests, flour quality, wheat, milling, physico-chemical technological analysis, ash content, moisture, zeleny index, wet and dry gluten.

ملخص

يشكل القمح عموما و القمح اللين خصوصا المادة الاساسية في النظام الغذائي الجزائري ،لكن الانتاج المحلي لهذه المادة لا يلبي متطلبات السوق المحلية حيث تسجل اقل من 30% كل سنة حسب احصائيات لوزارة الفلاحة. ان الهدف من هذه الدراسة هو إظهار عملية تخزين ومعالجة القمح اللين في ولاية معسكر، وتقييم الخسائر الناجمة عن التخزين على مدى 8 أسابيع.

أظهرت نتائج الاستبيان الخاص بفئة الفلاحين المزاولين في هذا المجال ان 61.29% منهم استخدموا المبيدات الحشرية بعد حصاد القمح وأن 45.16% من المربيين قاموا بتخزين القمح لمدة لا تزيد عن 3 أيام ، 54,83% من المزارعين يحصدون القمح في مناخ جاف.

من بين اهداف هذا العمل كذلك تقدير تأثير التخزين على الجودة التكنولوجية لطحين القمح اللين المنتج وتسويقه في ولاية معسكر، ولتحقيق هذا الهدف ، تم إجراء تحليلات فيزيائية وتكنولوجية. تم تنفيذها (تحديد محتوى الماء ، محتوى الرماد ، محتوى البروتين ، محتوى الغلوتين ، إلخ).

أظهرت النتائج التي تم الحصول عليها أن غالبية الطحين التي تمت دراستها لها خصائص متشابهة للغاية فيما يتعلق بالاختبارات الفيزيائية والكيميائية (متوسط نسبة رطوبة مختلف الطحين الناتجة عن طحن حبوب القمح سجلت نسب متقاربة وتتجاوز 14%). الطحين المدروس ذو نوعية جيدة ومقبول. تتوافق التحليلات التي يتم إجراؤها بشكل عام مع المعايير في الجزائر. ومع ذلك ، فإن بعض القيم التي تم الحصول عليها مثل تلك الخاصة باختبار زيليني لطحين القمح المستورد (21 مل) وقيمة الغلوتين الجاف والرطب (8.55% و 25.66) عليها بعض التحفظات التي تتطلب تصحيحات لأنها أقل من المعايير المعمول بها.

الكلمات المفتاحية: دقيق القمح اللين ، الجودة التكنولوجية ، الاختبارات الفيزيائية ، جودة الدقيق ، القمح ، الطحن ، التحليل التكنولوجي الفيزيائي الكيميائي ، محتوى الرماد ، الرطوبة ، مؤشر الزيليني ، الغلوتين الرطب والجاف.

Partie bibliographique

Introduction :

La filière blé est une filière stratégique pour l'Algérie, elle reste toujours sous la proposition de reconstitution pour les raisons suivantes : La production, reste insuffisante pour satisfaire la demande nationale ; La consommation de blé par la population ne cesse d'augmenter ; La place qu'occupent les importations dans l'approvisionnement du marché de blé, est importantes voire nécessaire.

Le bon stockage et la bonne conservation ont pour but de préserver au maximum les qualités originelles des grains. De nombreuses pertes sont encore constatées chez les producteurs, qu'au niveau central dans les magasins et silos. Les pertes sont essentiellement dues aux insectes, aux rongeurs, aux moisissures et bactéries. Certaines conditions physiques, notamment la teneur en eau, l'humidité relative et la température.

Les produits céréaliers constituent la base de l'alimentation humaine dans la plupart des pays du monde, du fait qu'ils apportent la plus grande part des Protéines de la ration. Les céréales fournissent 57 % de protéines consommées contre 23 % apportées par les tubercules et les légumineuses ainsi que 20 % par les produits d'origine animale (Godo B,1982).

D'après (Anonyme A, 2002), les pays du Maghreb, notamment L'Algérie importent ses besoins en céréales et constituent de ce fait, le premier importateur mondiale du blé. Les céréales et leurs dérivés constituent l'épine dorsale du système alimentaire algérien. Ils fournissent plus de 60 % de l'apport calorique de la ration alimentaire nationale (Talamalil, 2000). Le blé tendre représente 60% de la ration alimentaire du citoyen algérien, et ses habitudes alimentaires (pâte, biscuit, pain) font de lui un grand consommateur de cette denrée (Benbelkacem F., Saldi A., Brinis, 1995) (Diponzo N., Kaan F., Nachit M., 1993).

La qualité technologique du blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et son amélioration sont parmi les principales préoccupations des céréaliers nationaux. La satisfaction des besoins de l'industrie agroalimentaire et des consommateurs est la condition de la qualité requise dans la conservation et la transformation du blé. Ainsi, les variations des qualités technologiques des récoltes, liées particulièrement aux taux de protéines, peut pénaliser leur valorisation à l'exploitation. En fait, la qualité est un concept multiforme en totale évolution depuis quelques années, notamment pour les céréales comme le blé tendre. La qualité technologique du blé tendre dépend essentiellement de ses protéines de réserve, dont principalement le groupe des prolamines qui englobent les gliadines et les gluténines (Zahid, 2010). En effet, ces protéines sont déterminantes à la capacité du gluten de former son réseau viscoélastique, essentiel aux processus technologiques. Dans le gluten, les gliadines sont responsables de la viscosité du réseau alors que les gluténines agissent davantage sur son élasticité (Shewry, 1995).

Or, si le produit naturel n'est pas stable, le meunier s'engage, lui a fournir une farine de qualité qui soit régulière, et plus exactement des gammes de farine, qui permettent au boulanger d'appliquer ses recettes, dans les meilleures conditions. Notre travail de master s'inscrit dans ce contexte qui a pour objectif l'appréciation des conditions de stockage du blé tendre qui sont intimement liées la qualité technologique des farines commercialisé en Algérie. Aussi l'étude des caractères physicochimiques et technologiques du blé tendre devient impérative par l'utilisation de quelques tests de la qualité.

Généralités sur le blé tendre

1. Importance du blé :

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

Actuellement, l'Algérie est un grand importateur de blé (Tableau 1) et se trouve dépendante du marché international. Cette situation risque de se prolonger à plusieurs années, faute de rendements insuffisants et des besoins de consommation sans cesse croissants devant une forte évolution démographique (Chellali, 2007).

Tableau 1 : Consommation moyenne (kg/ha/an) algérienne de céréales, entre 1999-2019 (FAO, 2019).

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

2. Historique et Origine du blé tendre (*Triticum aestivum*)

Comme les autres céréales, Le blé est l'une des principales ressources alimentaires de l'humanité. Le blé est une monocotylédone qui appartient au genre *Triticum* de la famille des Gramineae. C'est une céréale dont le grain est un fruit sec et indéhiscet, appelé caryopse, constitué d'une graine et de téguments (Feuillet, 2000). Le blé est caractérisé par des critères morphologiques particuliers (chaume – épillet – présence de scutellum, etc) (Bonjean et Picard, 1990).

Le blé est composé de deux espèces ; Le blé dur *Triticum turgidum* var *durum* possédant ($2n=4X=28$ chromosomes), dont l'aire d'extension est surtout constituée de zones arides et semi-arides (figure1), Le blé tendre *Triticum aestivum* var *aestivum* possédant ($2n=6X=42$ chromosomes) dont l'adaptation agro-technique est très large (Bonjean et Picard, 1990). L'aire d'origine des blés est le proche Orient, dans la zone dite du Croissant fertile, l'Irak, la Syrie et la Turquie (Baldy, 1986). La diffusion du blé vers l'Europe, l'Asie et l'Afrique du Nord est très ancienne.

Le blé tendre (*Triticumaestivum*) est apparu entre 5000 et 6000 ans avant Jésus-Christ dans le croissant fertile puis s'est dispersé à partir de la Grèce en Europe (Doussinault et al., 1992).

C'est à partir de cette zone que les blés ont été diffusés vers l'Afrique, l'Asie et l'Europe. La route la plus ancienne de diffusion des céréales vers les pays du Maghreb fut à partir de la péninsule italienne et de la Sicile (Bonjean, 2001) (Boulal et al, 2007).

En Algérie, Léon Ducellier (1878-1937) en particulier, parcourant le blé, fit au début du siècle le recensement d'une flore mal connue. Il découvrit et analysa les nombreuses variétés, qui peuplaient les champs cultivés, recueillit les échantillons les plus caractérisés, les plus productifs, les plus résistants à la sécheresse ou à quelques maladies. Le blé tendre était inconnu en Afrique du Nord avant l'arrivée des français (Lery, 1982). Les blés ont d'abord évolué en dehors de l'intervention humaine, puis sous la pression de sélection qu'ont exercée les premiers agriculteurs (Henry et de Buyser, 2001).

D'après (Sears, 1954) (Okamoto ,1962) (Auriau et al, 1992), (Belaid ,1996), Feillet, 2000) et DeBuyser H., 2001), les deux espèces des céréales les plus cultivées sont :

- Le blé dur (*Triticumdurum*) : AABB (2 n = 4 x = 28) Tétraploïde ;
- Le blé tendre (*Triticumaestivum*) : AABB DD (2 n = 6 x = 42) Hexaploïde.

La filiation génétique des blés est complexe et incomplètement élucidée. Le croisement naturel *Triticummonococcum* (génom A) X *Aegilops* (génom B) a permis l'apparition d'un blé dur sauvage de type AABB (*Triticumturgidum*ssp. *dicoccoïdes*), qui a ensuite progressivement évolué vers *Triticumturgidum*ssp*Dicoccum*, puis vers *Triticumdurum* (blé dur cultivé). Les blés tendres cultivés (AABBDD) seraient issus d'un croisement, également naturel, entre *Triticumturgidum*ssp, *dicoccum* (AABB) et *Aegilops squarrosa* (DD) (Sears1954, Okamoto1962, Auriau et al., 1992).

3. Production du blé mondiale et en Algérie :

Le blé fait partie des trois céréales les plus cultivées dans le monde avec le riz et le maïs. En 2018 la production mondiale de blé atteint 744 millions de tonnes selon la FAO, soit 23.592 kilos par seconde (compteur) ; une récolte un peu en baisse à cause de rendements moins importants que prévu dans l'Union européenne et en Russie.

Concernant les utilisations nationales du blé tendre ; l'alimentation animale est le plus gros débouché (5.6 Mt) suivie de l'alimentation humaine avec 5 Mt. L'amidonnerie valorise 2.65 Mt, et le secteur des biocarburants, en constante augmentation, a utilisé 1.1 Mt de blé tendre en 2018.

L'Algérie a produit 5,12 millions de tonnes de blé durant la saison 2017 -2018 contre 4,9 millions de tonnes lors de la campagne 2016-2017, 4,24 millions de tonnes en 2015-2016 et 4,5 millions de tonnes en 2014-2015, alors qu'une production record de 6,12 millions de tonnes avait été enregistrée en 2013-2014 (FAO,2018). De même, L'industrie de transformation occupe une place dans le secteur des industries agroalimentaires, en raison des capacités importantes de triturations dont elle dispose, (+230%) par rapport à la taille du marché domestique, réparties entre les moulins publics (95%) et privés (135%), soit respectivement une capacité de trituration de l'ordre de 19000 et de 27 000 T/jour (Djermoun, 2009). La consommation des produits céréaliers se situe à un niveau d'environ 205 kg /hab/an (Chehat, 2007).

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

Quant aux importations de blé dur, elles ont atteint 57 622 tonnes durant la campagne 2017-2018 soit 100% de France. Pour l'orge, l'UE a exporté vers l'Algérie une quantité de 318 215 tonnes durant la même campagne. Pour rappel, l'Algérie avait importé de l'Europe une quantité de 2,4 millions de tonnes de blé tendre durant les six mois de la campagne 2017-2018 contre 2,9 millions de tonnes de blé tendre durant les six mois de la campagne 2016-2017, selon les services douaniers français.

Quant au blé dur, l'Algérie a importé 34 998 tonnes durant les six mois de la campagne 2016-2017 alors que durant la campagne 2017-2018, elle a importé une quantité de 32 546 tonnes, toujours selon la même source. L'Office algérien interprofessionnel des céréales (OAIC) a acheté 388.000 tonnes de blé meunier pour une facture d'achat autour de 90 millions de dollars.



Figure 1: Les pays importateurs du blé dans le monde pour la campagne 2017-2018 (Agri pêche).

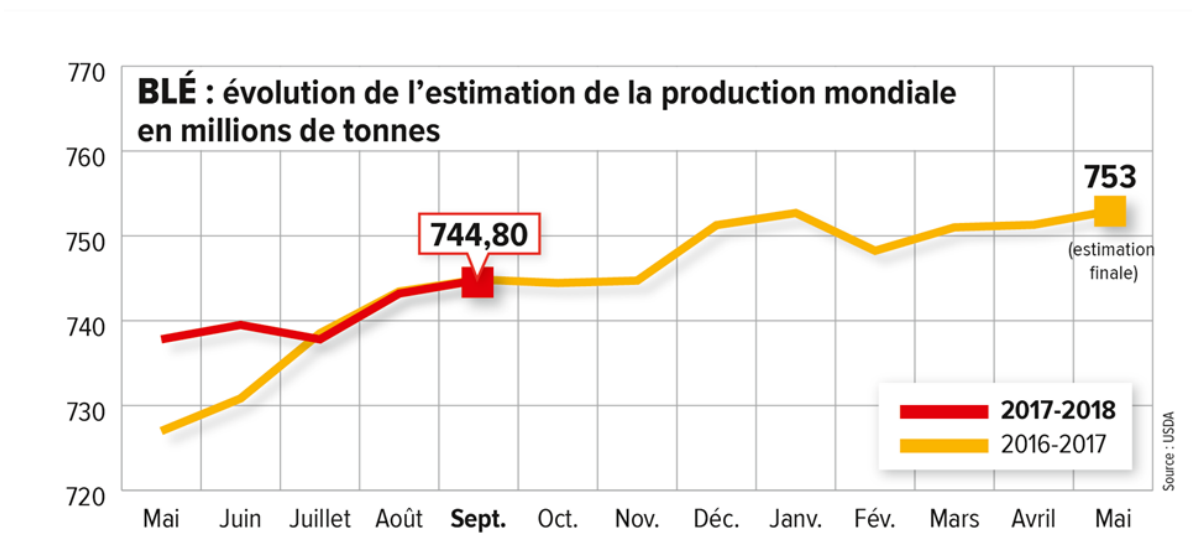


Figure 2 : Evolution de la production mondiale en millions de tonnes (la France agricole).

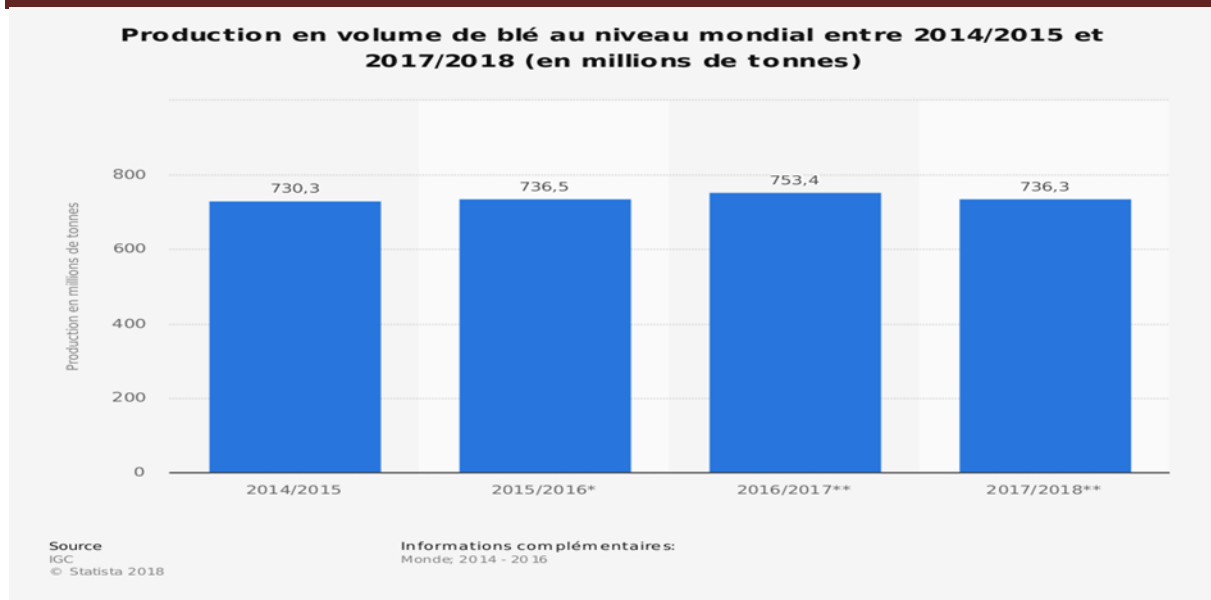


Figure 3 : la production en volume de blé au niveau mondial 2014-2018 (FAO).

4. Types et variétés de blés

- Blé amidonnier (*Triticumdicoccum*).
- Blé dur (*Triticumdurum*).
- Blé tendre ou froment (*Triticumæstivum*).
- Blé poulard (*Triticumturgidum*).
- Engrain (*Triticummonococcum*).
- Épeautre (*Triticumspelta*).

Les deux types variétaux importants actuels sont des blés à grains nus :

Le blé dur (*Triticumturgidum* subsp. *durum*), est surtout cultivé en Europe, en Amérique du Nord et au Moyen-Orient. Il est très utilisé dans la région méditerranéenne (Italie, pays du Maghreb). Le blé dur, très riche en gluten, est utilisé pour produire les semoules et les pâtes alimentaires ;

Quelques variétés de blé dur cultivées en France: Acalou, Actisur, Akenaton, Alexis, Anvergur, Argelès, Augur, Byblos, Chistera, Cordeiro, Duetto, Floridou, Joyau, Luminur, Pescadou, Pharaon, Sachim, Tablur...

Quelques variétés de blé tendre cultivé en Algérie : Anza, Demias, HD1220, Ain Abid, Salama, Beni Slimane,

Le blé tendre ou froment (*Triticum æstivum*), de loin le plus important, est d'avantage cultivé sous moyennes latitudes (par exemple en Chine, en Inde, aux États-Unis, en Russie, en France, au Canada, en Allemagne). Il est cultivé pour faire la farine panifiable utilisée pour le pain. Ses grains se séparent de leurs enveloppes au battage. Communément dénommée blé tendre ou tout simplement blé.

Il en existe d'innombrables variétés de par le monde.

Variétés d'hiver : Adagio, Aligator, Apache, Inspiration, Iridium, Isengrain, Isidor, Lavoisier, Messenger, Nirvana, PR22R20, Odysée, Oratorio, Pueblo, Renan (variété INRA appréciée en agriculture biologique), Sobred, Solution, Starway, Syllon, Tentation, Trémie, ...

Variétés hybrides : As de cœur, Atoupic, Hybred, Hycrop, Perceval, Vergain, ...

Le blé tendre culture et variétés étudiées :

Le blé fait partie des trois grandes céréales produites et consommées dans le monde avec le maïs et le riz. C'est la première céréale cultivée au monde avec 220 millions d'ha et la troisième par l'importance de la récolte mondiale avec environ 700 millions de tonnes annuelles. Le blé est, avec le riz, la céréale plus consommée par l'homme.

Le blé tendre ou froment, de loin le plus important, est davantage cultivé sous moyennes latitudes (par exemple en France, aux USA, au Canada, en Ukraine). Il est cultivé pour faire de la farine (pain et biscuits) et pour l'alimentation animale. Il entre aussi dans la composition de nombreux produits industriels à usage non alimentaire (papier, pharmacie, bioéthanol...). (Germon ,2012).

1. Variété HIDDAB (HD 1220) : C'est une obtention du C.I.M.M.Y. (Mexique 1980). Elle a été introduite en Algérie par l'I.T.G.C et sélectionné en 1984 à la station expérimentale du Khroub (Constantine). C'est une variété semi-précoce à précoce et à paille moyenne. Son épie est long, blanc. Elle est résistante à la verse au froid et à la sécheresse, mais très sensible à la rouille jaune, et sensible à la rouille brune et noire et au piétin échaudage. C'est une variété qui présente de bonnes caractéristiques technologiques pour la panification. Elle est recommandée pour les zones sublittoral (nord des hauts plateaux). Le rendement optimal en graine est élevé, il atteint 60 Qx/ha, ainsi que sa force boulangère est élevé (I.T.G.C, 2006 et C.N.C.C.S, 2009).

2. Variété Ain Abid (dénomination local : Ain Abid) : L'origine de cette variété est le C.I.M.M.Y.T (Mexique), obtenu à l'I.T.G.C (ferme de démonstration et de production de semences Tiaret). Elle est semi précoce résistante au froid, à la sécheresse et la verse. Sa productivité peut atteindre jusqu'à 30Qx/ha, on la classe parmi les variétés moyennement sensible aux maladies parasitaires telle que la septoriose, la fusariose et la rouille, sa force boulangère est élevé (I.T.G.C, 2006 et C.N.C.C.S, 2009).

5. Structure et composition chimique et biochimique du grain de blé tendre :

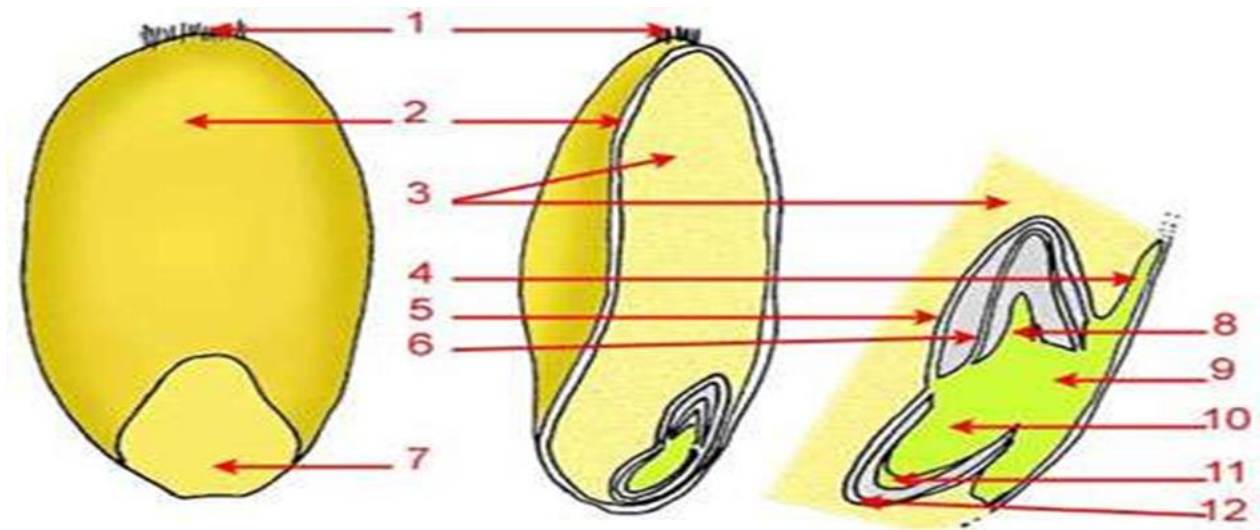
5.1. Structure du grain :

Le grain de blé a une forme ovoïde et présente sur la face ventrale un sillon qui s'étend sur toute la longueur (Figure3). Il est obtenu après le battage, c'est-à-dire une fois que les balles enveloppant le grain ont été supprimées. A la base dorsale du grain, se trouve le germe qui est surmonté par une brosse.

Le grain de blé mesure entre 5 et 7 mm de long, et entre 2,5 et 3,5 mm d'épaisseur, pour un poids compris

entre 20 et 50 mg (Surget et Barron, 2005). Par ailleurs, selon (Calvel, 1983), la couleur de blé varie du roux au blanc. En rapport avec le pays d'origine, le sol, la culture et le climat, d'après (Emillie, 2007).

Figure 4 : Structure du grain du blé tendre



1: poils (stigmates). 2 : téguments (écorce). Le caryopse est un fruit car l'écorce est le résultat de la fusion des téguments de la graine et de la paroi de l'ovaire. 3 : albumen. 4 : cotylédon unique. 5 : épicotyle (capuchon recouvrant la gemmule). 6 : première feuille. 7 : scutelum. 8 : gemmule. 9 : tigelle. 10 : radicule. 11 : coiffe. 12 : coléorhize (capuchon recouvrant la radicule).

Le grain de blé se compose de trois parties :

- Enveloppe

L'écorce représente à elle seule 20% du poids du grain, elle est formée de plusieurs couche et l'on observe, au microscope de l'extérieur vers l'intérieur les zones suivantes (Figure4) :

- Le péricarpe qui constitue l'enveloppe, il est formé de plusieurs cellules à membrane épaisse.
- Le tégument séminal qui contient les colorants de blé (jaune ou roux), la bande hyaline qui est transparente lorsqu'on l'observe au microscope.
- L'assise protéique : qui est composée de cellule de taille moyenne, de forme cubique a paroi moins épaisse que celle du péricarpe et moins lignifiée.

- Amande farineuse

Encore appelée albumen, représente la majeure partie de blé, 77 à 80 % du poids du grain, elle est limitée à sa partie inférieure par le germe. Elle est constituée d'un ensemble de cellules renfermant les grains d'amidon, réunis entre eux par un réseau de gluten (Figure 4). C'est ce dernier qui confère à la farine la

propriété de former une pâte élastique lorsqu'on y ajoute de l'eau. Lorsque l'on va de la périphérie de l'amande vers le centre. Les grains d'amidon deviennent plus nombreux.

- Germe

Il représente environ 3% du poids de la graine (Figure3), il constitue la future plante c'est un groupe riche en matière grasses, en sucres et vitamines (B et E) (Godon, 1982).

5.2. Composition chimique et histologique

Le grain de blé est principalement constitué d'amidon (environ 70%), de protéine (10 à 15% selon les variétés et les conditions de culture) et de pentosanes (8 à 10%) : les autres constituants, pondéralement mineurs (quelques % seulement) (Tableau 2), sont les lipides, la cellulose, les sucres libres, les minéraux et les vitamines (Feillet, 2000).

Tableau 2 : Composition chimique du grain de blé (limites habituelles de variation)

Nature de composants	Teneur (%ms)
Protéines	10-15
Amidon	60-71
Lipides	2-3
Matières minérales	1,5-2,5
Sucres libres	2-3

Ces constituants se répartissent de manière inégale au sein des différentes fractions histologiques du grain (Tableau 3). L'amidon se retrouve en totalité dans l'albumen amylicé, les teneurs en protéines du germe et de la couche à aleurone sont particulièrement élevées ; les matières minérales abondent dans la couche à aleurone.

Tableau 3 : Distribution histologique des principaux constituants du grain du blé (Feillet., 2000).

	Grain		Péricarpe ⁽¹⁾		Aleurone		Albumen		germe	
	%G	%T	%G	%T	%G	%T	%G	%T	%G	%T
Protéines	13,7	10	4,4	30	15,3	12,0	73,5	31	6,8	
Lipides	2,7	0	0	9	23,6	2	62,9	12	13,5	
Amidon	68,9	0	0	0	0	82	100	0	0	
Sucres réducteurs	2,4	0	0	0	0	1,8	62,7	30	37,3	
Pentosanes	7,4	43	35,1	46	43,8	1,6	18,3	7	2,9	
Cellulose	2,8	40	87,1	3	7,6	0,1	3,1	2	2,2	
Minéraux	1,9	7	22,6	12	43,6	0,5	22,6	6	9,7	

%G = % du constituant dans le grain ;

%T=% du constituant dans le tissu ;

(1) % du tissu dans le grain.

Pourquoi stocker ?

Le premier problème posé par le déficit en céréales de la plupart des pays africains semble tout d'abord être l'aptitude à produire. A y regarder de plus près, on constate qu'entre une récolte localisée sur un laps de temps très court, et une consommation annuelle, une partie non négligeable (certains auteurs parlent de plus de 30 %) des grains disparaît à la suite de diverses dégradations. Le stockage n'est donc pas une opération neutre.

De quoi dépend le besoin de stocker ? Quelles sont les méthodes de stockage les mieux adaptées ? Peut-on évaluer les pertes pendant cette période plus ou moins longue ?

Nécessité du stockage

La nécessité de stocker les produits récoltés est fonction d'un certain nombre de facteurs : La nature du produit : durable ou périssable. Les blés, produits durables s'ils ont été récoltés dans de bonnes conditions, paraissent particulièrement aptes au stockage. La variété récoltée est une variable essentielle.

La destination du produit : céréale pour l'alimentation (humaine ou animale), spéculation, semence. La quantité récoltée : de ce facteur dépend la part autoconsommée et la part commercialisable. Sa durée de conservation : qui dépend fortement des conditions de stockage. Quantité et durée permettent de déterminer la structure nécessaire.

- La fonction des structures de stockage des céréales est donc multiple :
 - Préserver avec le maximum de sécurité contre les dégradations physiques, chimiques et biologiques.
 - Empêcher ou minimiser les attaques de l'insecte (faune granivore).
 - Assurer la régularité de l'approvisionnement des familles ou des marchés jusqu'à la prochaine récolte.
 - Apporter une plus-value aux agriculteurs en période de forte demande.

Pourquoi devons-nous évaluer les pertes au cours du stockage ?

L'identification des pertes permet la reconnaissance du prédateur et de son écologie. Elle induit donc la mise en place d'une stratégie de lutte.

Le chiffrage des pertes permet également d'adapter les surfaces cultivées aux quantités réelles disponibles pour la consommation. Cet aspect est d'autant plus important lorsque l'agriculture passe d'une production de subsistance à une production de vente.

Les pertes pendant le stockage doivent donc être prises en compte dans les calculs économiques qui suivent une campagne. Elles peuvent s'exprimer en termes monétaires.

Une partie des céréales stockées étant réutilisée comme semences, la connaissance de la biologie des ravageurs permet d'en limiter la propagation lors des semis.

Évaluation des pertes

Les pertes peuvent être directes (dégradations physico-mécaniques lors de la récolte ou des transferts) ou indirectes, entraînant une baisse de qualité alimentaire du produit.

Structures de stockage

Une structure de stockage est une enceinte appropriée dont la finalité est de contenir et préserver les denrées pendant une durée donnée.

Dans le cas des blés, que le stockage soit paysan ou commercial, quatre structures ont été identifiées:

- Les greniers traditionnels (stockage domestique)
- Les cribs améliorés (à la ferme ou communautaires)
- Les silos (stockages centralisés)
- Les magasins (stockage commercial, administratif ou privé).

Ces quatre types de structure répondent à des cahiers des charges adaptés en termes de coûts et d'échelle en particulier. A l'intérieur de la structure, les blés peuvent être conditionnés en sacs ou en vrac.

Stockage en sacs : 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.

Stockage en vrac : Ce type de stockage exige des contraintes particulières de la structure : étanchéité.

- élimination de la condensation.
- contraintes de pression.
- contrôle de l'atmosphère et de la température.

Avantages du Silo Métallique par rapport au Silo en Béton pour le stockage du grain



Photo 1 : silos métalliques.



Photo 2 : silos en béton.

Certes, l'offre de **systèmes de stockage de céréales** est très vaste, mais les plus populaires sont les **silos métalliques**, les **silos en béton**, les **entrepôts** et les **silos en sacs**, entre autres.

Voici la question que presque toutes les compagnies se font avant de mettre en place un nouveau projet de stockage: **Quel système de stockage choisir ?** Entrepôt, silo en béton, silo métallique? Pour répondre à ces questions, nous décrivons les **différences les plus importantes entre les silos métalliques et les silos en béton.**

Processus de production

- Toutes les pièces en acier du silo sont fabriquées dans une usine, ce qui permet d'assurer le contrôle total de la qualité, alors que les silos en béton sont construits sur place, ce qui implique davantage de variables comme la fourniture de béton et le climat. Le client doit savoir que le béton avant usage a une vie utile de 2-3 heures. Passé ce délai, le béton commence à perdre ses propriétés optimales.

Conception

- Le processus de construction du silo en béton est d'autant plus compliqué car il s'agit d'un processus dynamique et continu. La pose de barres de renforcement, la qualité du béton, etc., tout affecte le produit final. Par ailleurs, la supervision sur le terrain joue un rôle très important dans les silos en béton: davantage de travailleurs sur le site, davantage de temps jusqu'à la mise en marche (en raison des conditions météorologiques) et, en dernier lieu, des coûts plus élevés.
- Les silos en béton peuvent être plus de hauts que les silos métalliques, mais ces derniers ont un diamètre plus grand, et ils ont donc davantage de capacité. C'est pour cette raison que les silos en béton sont seulement recommandés lorsque l'espace disponible est très limité.
- La construction de silos métalliques est plus simple, de même que l'installation d'accessoires: portes, escaliers, sondes, etc.
- La structure en acier est plus souple, c'est pourquoi les silos métalliques présentent un meilleur comportement en cas de mouvements sismiques ou de tremblements de terre.
- Quant à l'étanchéité, normalement, les deux structures sont hermétiques à condition que les ouvertures soient bien calfeutrées.

Prix

- En général, les silos métalliques présentent davantage de capacité d'entreposage par dollar investi. Dans la plupart des cas, ils sont plus efficaces car ils offrent davantage de capacité d'entreposage et permettent de réduire le coût par tonne de stockage.

Ventilation

- Les silos métalliques sont faciles à ventiler en toute efficacité. La puissance de ventilation est une fonction non linéaire par rapport à la profondeur du grain. Normalement, il est impossible ou peu pratique de fournir le même flux d'air dans les silos en béton de grande hauteur que dans les silos plus petits et plus larges (ceci est possible dans les silos métalliques). Le réchauffement par compression est directement proportionnel à la profondeur du grain dans les silos en béton. En d'autres termes, la température extérieure doit être inférieure pour pouvoir atteindre la même température du grain, ce qui complique davantage la ventilation.

Fondations

- Dans le cas des silos métalliques, le terrain ne doit pas être forcément aussi ferme pour pouvoir supporter le poids de la structure. Dans certains cas, les silos métalliques peuvent être construits sur des terrains ne présentant pas la capacité de charge exigée pour la construction de silos en béton.

Il y a de nombreux détails et de nombreuses variables à prendre en compte lorsque l'on aborde un projet de silos, et tous les types de stockage de grain ont leurs propres avantages et leurs propres inconvénients. **L'option la plus appropriée est celle qui s'ajuste à la stratégie d'infrastructure.**

6– Hygiène relative aux opérations de collecte et réception des grains

1-L'environnement extérieur :

Les nuisibles logeant dans les fossés non entretenus ou dans les matériels non utilisés ou attirés par les déchets mais aussi l'eau stagnante, sont des sources de contamination avérées.

On veillera à :

- Soigner l'entretien des abords immédiats des bâtiments. Par exemple, les pelouses, les espaces non bétonnés et les fossés seront entretenus.
- Assurer le bon écoulement des eaux de pluie et de ruissellement.
- Mettre en place des pièges à rongeurs aux abords des lieux de stockage des grains et de stockage des déchets.

2. La réception des marchandises :

La présence de corps étrangers ou d'impuretés dans le véhicule dû à une absence de nettoyage est une source de contamination.

a. Les livraisons de culture par les producteurs

Le transport s'effectue par remorque agricole ou par camion

- Rappeler leurs obligations aux entrepreneurs et agriculteurs quant à la propreté intérieure et extérieure du moyen de transport.
- Demander le nettoyage de la benne en cas de transport d'un produit autre les grains.
- Encourager les agriculteurs aux bonnes pratiques d'hygiène en grandes cultures, notamment en ce qui concerne les règles de nettoyage et de succession de transport.

b. Autres transports (transferts internes, enlèvements culture)

c. Contrôle à réception

Lors de la réception des produits, on veillera, pour chaque livraison unitaire, à :

- Identifier la livraison (apporteur, produit ...).

- Demander si des traitements insecticides de stockage ont été réalisés sur grains antérieurement à la réception chez l'opérateur.
- Prélever un échantillon.
- Contrôler olfactivement et visuellement le lot livré afin de détecter d'insectes, corps étrangers...
- Analyser les teneurs en humidité et en impuretés du lot livré.

En outre l'opérateur se fixe des critères pour classer et orienter les produits réceptionnés. Il détermine notamment le type d'analyses technologiques à réaliser à la réception de manière à caractériser le produit.

7- Agents de dégradation des grains

Les principaux ennemis des grains stockés sont les micro-organismes, les insectes et les rongeurs.

A) Les micro-organisme :

Les micro-organismes (moisissures, levures, bactéries) sont des agents biologiques présents dans le sol qui, transportés par l'air ou par l'eau, peuvent contaminer les produits avant, pendant et après leur récolte.

Leur présence, et leur développement, entraînent de graves altérations de la valeur nutritive et des caractéristiques organoleptiques des grains (goût, odeur, aspect).

En outre, ils sont responsables de l'altération d'importances propriétés germinatives des semences (vigueur et pouvoir germinatif) et, dans le cas des moisissures, de l'éventuelle formation de dangereuses substances toxiques (mycotoxines).

Les impuretés, les grains cassés et fissurés, favorisent le développement de micro-organismes.

En outre, la température et l'humidité ont une influence déterminante sur la vitesse de développement de ces agents de dégradation. On a constaté que le développement de micro-organismes se produit à des températures comprises entre -8°C et +80°C lorsque l'humidité relative de l'air est supérieure à 65%.

Par contre, des atmosphères pauvres en oxygène contribuent à arrêter le développement de ces agents de dégradation.

B) Les insectes :

Les infestations par les insectes peuvent se produire soit sur le terrain, avant la récolte, soit sur les lieux de stockage des produits.

Dans certains cas, ces infestations sont difficiles à déceler à l'œil nu, car les dégâts sont provoqués par les larves qui se développent à l'intérieur des grains.

Les principaux insectes susceptibles d'infester les produits stockés appartiennent aux familles suivantes:

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

Les insectes sont responsables de pertes parfois significatives de produit.

En outre, leur activité biologique (production de déchets, respiration, etc.) compromet la qualité et la valeur commerciale des grains stockés, et favorise le développement de micro-organismes.

Les insectes peuvent vivre et se reproduire à des températures comprises entre +15°C et +35°C.

Par contre, une humidité faible ralentit, voire même arrête leur développement, et des milieux pauvres en oxygène provoquent rapidement leur mort.

C) Les rongeurs :

Les rongeurs s'installent et se multiplient à l'intérieur ou au voisinage des lieux de stockage, car ils y trouvent leur nourriture en abondance.

Les importants dégâts qu'ils provoquent affectent non seulement les produits conservés, mais encore les emballages et même les structures de stockage.

Les principaux rongeurs, les plus communs, susceptibles de s'attaquer aux produits stockés, appartiennent aux espèces suivantes:

- rat noir, dit aussi "rat de grenier" (*Rattus rattus*),
- surmulot ou rat gris, dit aussi "rat d'égout" (*Rattus norvegicus*),
- souris (*Mus musculus*).

L'action prolongée de ces ravageurs se traduit inévitablement par de graves pertes quantitatives de produits stockés.

Il faut ajouter à ces pertes celles qui découlent de la diminution de qualité des denrées, causée par les souillures (déjections, sécrétions) abandonnées par les rongeurs dans les produits stockés.

Cette contamination est importante tant sur le plan commercial que sur celui de l'hygiène et de la santé. En effet, les rongeurs sont souvent les vecteurs de graves maladies (rage, leptospirose, etc.).

8– Hygiène relative aux opérations de stockage des grains

A. Les locaux :

1. La construction ou modification des locaux de stockage, de manutention et les galeries

Les corps étrangers tels que les pièces métalliques provenant des plafonds, cellules de stockage ou équipements au-dessus des grains sont des contaminations.

La conception des locaux doit permettre la mise en œuvre de bonnes pratiques d'hygiène, notamment pour ce qui a trait aux risques de contaminations, « insectes et animaux » et pour prévenir tout contact avec des substances toxiques et non alimentaires.

On veillera à :

- Lutter contre l'accès des volatiles et de la nuisible grâce par exemple à l'obstruction des locaux, la réparation des carreaux, le maintien des fenêtres fermées, la pose de filets ou grillages appropriés au niveau des charpentes ou tout autre moyen de lutte approprié .
- Maintenir les locaux en bon état et en particulier l'étanchéité des toitures pour éviter une altération du stockage par des fuites d'eau pouvant entraîner le développement de moisissures ou d'insectes.
- Prévenir toute chute de corps étrangers pouvant contaminer les grains notamment lors de la conception des nouveaux équipements.

2. L'organisation des locaux de stockage, de manutention et des galeries :

i. La prévention des contaminations croisées :

- Prévenir toute contamination croisée des grains par les produits de traitements insecticides, par exemple en entreposant les futs sur des bacs de rétention.
- Entreposer les produits phytopharmaceutiques, engrais, semences ou des substances considérées comme dangereuses ou non comestibles ainsi que les déchets dans des emplacements physiquement et nettement séparés de ceux servant au stockage des grains afin d'éviter tout mélange accidentel (ou séparé temporairement à condition qu'il y ait un nettoyage entre deux produits distincts).
- Identifier les substances considérés comme dangereuses ou non comestibles afin d'éviter toute confusion.
- Mettre en place des moyens pour éviter toute contamination des grains par des rotondicides, par exemple en utilisant des appâts en boîte.
- Eviter le stationnement des véhicules (chariots élévateurs, camions) dans les lieux de stockage.
- Définir les modalités de manutention et de successions de produits si certains débouchés ont des exigences en matière de présence d'allergènes

ii. La maintenance et le nettoyage :

Les grains infestés ou attaqués par des moisissures, les reliquats de fond de cellule n'ayant pas été nettoyés, les insectes ou moisissures proliférant dans des locaux où s'accumule de la poussière du fait d'un mauvais ou d'une impossibilité de nettoyage à cause de la conception des locaux sont autant de source de contamination. Ces également le cas des corps étrangers tels que les pièces métalliques provenant des plafonds, cellules de stockage ou équipements au-dessus des grains.

On veillera à :

- Appliquer une maintenance préventive des locaux (toiture, cellule de stockage) de façon à éviter la présence de corps étrangers (pièces métalliques, verre, béton).
- Au minimum une fois par an ou après la collecte, nettoyer les locaux de manutention et les galeries afin de limiter l'accumulation de poussière favorable au développement d'insectes et de moisissures. En particulier dans les zones où des témoins de poussières sont présents au sol, nettoyer les locaux afin que les témoins restent toujours visibles.
- Nettoyer les locaux de stockage des grains (cellules, cases) notamment si la précédente marchandise stockée était contaminée (insectes, moisissures).
- Définir un plan de nettoyage (qui, quoi, quand, comment, enregistrement).

iii. Ventilation et transilage :

L'absence ou les mauvaises conditions de ventilation ou de transilage peuvent conduire à une prolifération d'insectes ou au développement de moisissures, sources de contaminations.

- Ventilation

La ventilation consiste à envoyer une masse d'air au moins équivalente à la masse de grain dans un volume. Cette opération permet d'obtenir un tas de grains en équilibre avec la température de l'air.

L'optimisation de la ventilation dépend notamment du savoir-faire de l'opérateur.

Par conséquent, on veillera à :

- Refroidir rapidement le grain pour le protéger contre le développement d'insectes.
- Ventiler le grain avec de l'air toujours plus froid que le grain, un écart minimal de 5° (à moduler selon la température extérieure et les installations de la ventilation) étant conseillé. Ces conditions peuvent être sécurisées par l'utilisation d'un thermostat.
- Favoriser l'évacuation de l'air chaud pour prévenir notamment la formation de points de rosées. Cette évacuation peut être par exemple réalisée au moyen de cheminées, extracteurs...

Exemple de procédure de ventilation

Le refroidissement s'effectue par palier successifs et s'échelonne sur plusieurs mois pour éviter la condensation (ces paliers et les périodes auxquelles ils sont atteints sont à moduler selon les régions). Dès la récolte, les grains sont ventilés pour abaisser autant que possible la température : le premier palier se

trouve généralement entre 20 et 25°C. Le deuxième palier, atteint fin septembre ou début octobre, se situe aux alentours de 15°C. Grâce aux premières gelées en novembre, la température de la cellule peut descendre à environ 10°C. Pour de longues conservations, il est recommandé d'atteindre une température de 5° pendant l'hiver.

- Transilage (aération des grains)

Le transilage permet d'aérer le grain par le simple contact de l'air avec la surface du tas (l'évacuation thermique est donc très locale et limitée). Il permet aussi de décompacter un tas dans lequel le flux d'air ne peut plus se faire et favorise la dissipation de la chaleur.

A défaut de moyens de ventilation, on veillera à :

- Transiler les grains, pour assurer la conservation des produits, tant que leur température n'a pas atteint le niveau adéquat.

iv. La lutte contre les nuisibles :

L'accumulation de poussière ou de grains infestés favorise la prolifération d'insectes et attire les rongeurs dans les galeries, contaminant les grains stockés dans les cellules voisines.

On veillera à :

- Interdire l'accès des locaux aux animaux familiers.
- Pour lutter contre les rongeurs, mettre en place un plan de dératisation.

Les appâts doivent être contrôlés et renouvelés régulièrement. L'opérateur peut utiliser les services d'une entreprise extérieure pour lutter contre les nuisibles.

- Nettoyer et désinsectiser, si nécessaire, les locaux de stockage, de manutention et les galeries en contrôlant particulièrement tous les points où la poussière et les grains peuvent stagner.
- Protéger le grain des développements d'insectes en utilisant tous les moyens disponibles sur le site (nettoyage, maîtrise du stockage, ventilation, emploi raisonné d'insecticides de stockage...).

3. Le stockage des échantillons :

Les échantillons doivent être conservés dans des conditions appropriées afin de garantir leur intégrité.

Il convient de faire attention aux éléments suivants :

- Sachets intacts
- Locaux propres
- Température et humidité

B) Les fosses, les équipements de manutention et de triage :

Les corps étrangers générés par une absence de maintenance et la présence de nuisibles due à une absence de nettoyage et /ou désinsectisation sont des sources de contamination.

On veillera à :

- Lors de l'achat ou de la conception de nouveaux équipements, les prévoir accessibles afin de favoriser le nettoyage et la maintenance et d'éviter de créer des conditions favorables d'apparition ou de développement des dangers (insectes, moisissures).
- Nettoyer périodiquement les équipements, en particulier avant le stockage des grains (fosses, séchoirs).
- Effectuer une maintenance préventive des équipements par le graissage afin d'éviter des casses de matériels pouvant engendrer des corps étrangers.
- Protéger les fosses contre les intempéries et le ruissellement, les rongeurs et les volatiles, par exemple en recouvrant les fosses situées à l'extérieur des bâtiments ou en fermant les rideaux des fosses.
- En cas de circuit initialement contaminé, traiter et/ou nettoyer si nécessaire avant de faire transiter du grain sain pour éviter de le contaminer.
- Désinsectiser, si nécessaire, les points sensibles (fosses, pieds d'élévateurs). Surveiller régulièrement les dispositifs de désinsectisation et réaliser une maintenance préventive.
- Lutter contre la présence de corps étrangers en provenance des équipements par exemple en apposant des grilles sur les fosses de réception, en rangeant le matériel dès la fin de son utilisation, en passant les grains au nettoyeur en cas de doute sur la présence de corps étranger...

C) Les déchets :

Les déchets peuvent être source de contamination ou d'attraction et de prolifération des insectes et des rongeurs, vecteurs de germes.

On veillera à :

- Prévoir l'emplacement de la zone d'entreposage des déchets (cartons, emballages, ferrailles ...) dans un endroit physiquement séparé des capacités de stockage des grains.
- Disposer de conteneurs pour les déchets.
- Prévoir l'enlèvement des déchets à une fréquence adéquate.

D) Influence des facteurs du milieu

Pour une conservation de qualité et de longue durée des produits il faut que les processus de dégradation soient ralentis, ou même arrêtés.

La dégradation des grains pendant le stockage dépend principalement de la combinaison de trois facteurs:

- la température
- l'humidité

Pendant le stockage, mais aussi pendant d'autres phases du système après récolte, les effets combinés de ces trois facteurs peuvent entraîner des pertes parfois importantes de produit.

Température et humidité

La température et l'humidité contribuent de façon déterminante à accélérer ou à retarder les phénomènes complexes de transformation biochimique (surtout la "respiration" des grains) qui sont à l'origine de la dégradation des grains.

Elles ont en outre une influence directe sur la vitesse de développement des insectes et des micro-organismes (moisissures, levures et bactéries), et sur la germination hâtive et intempestive des grains.

Dans le diagramme général de conservation, conçu par Burges et Burrell, on établit la relation entre température et teneur en eau pour déterminer la zone d'influence de certains phénomènes de dégradation importants, tels que: le développement d'insectes et de moisissures, et la germination des grains.

E) Nettoyage des grains et traitements insecticide

Définition

Certains des contrôles décrits précédemment visent principalement à établir l'état des grains à leur réception dans un centre de stockage.

Ces contrôles permettent non seulement de mieux définir la valeur commerciale des produits mais encore d'établir la typologie et le degré d'urgence des traitements auxquels soumettre les grains avant le stockage, la commercialisation ou la transformation ultérieure.

Par exemple, la présence d'impuretés exige une intervention appropriée de nettoyage du lot de grains. Si les grains sont trop humides, il faut procéder rapidement au séchage des produits. Contre l'infestation par des insectes, une intervention urgente de désinsectisation des grains est nécessaire.

Nous avons déjà décrit les opérations de séchage, considérons maintenant celles de nettoyage et désinsectisation.

Nettoyage

Après le battage, les grains (les gousses s'il s'agit d'arachides) sont mélangés à des impuretés (terre, petits cailloux, déchets végétaux et d'insectes, grains vides, etc.).

Ces impuretés entravent et rendent plus longues et plus coûteuses les opérations de séchage.

Après le séchage, surtout s'il est pratiqué selon les méthodes traditionnelles (par exemple l'exposition à l'air), les grains peuvent être encore mélangés à des impuretés.

Ces impuretés abaissent la qualité du produit et représentent en outre un foyer d'infestation potentielle lors du stockage.

Par "nettoyage", on entend la phase, ou les phases, du système après récolte durant lesquelles sont éliminées les impuretés qui se trouvent mélangées à la masse de grains.

Cette opération, éventuellement accompagnée d'un triage qualitatif des produits, est indispensable avant le stockage, la commercialisation et la transformation ultérieure des produits.

Elle est nécessaire, en outre, comme opération préalable au séchage artificiel des produits à l'aide de séchoirs.

En effet, il serait non seulement coûteux, mais aussi inutile, de gaspiller du temps, du travail et de l'argent pour sécher les impuretés en mêmes temps qu'on sèche les grains.

Méthodes traditionnelles

La méthode la plus simple de nettoyage, appelée aussi "vannage", consiste à lancer les grains en l'air et à laisser le vent emporter les impuretés les plus légères.

Bien que largement répandue en milieu paysan, cette méthode de nettoyage ne permet pas d'éliminer les impuretés les plus lourdes (gravier, graines étrangères, terre, etc.).

Appareils de nettoyage

Si l'on veut obtenir un produit complètement débarrassé de ses impuretés et apte au stockage de longue durée, il faut utiliser des appareils de nettoyage appropriés, tels que: les tarares, les pré-nettoyeurs et les nettoyeurs-séparateurs.

Les tarares

Ces machines, dont le débit peut atteindre une tonne par heure pour certains modèles, peuvent contribuer de façon significative à améliorer la qualité des produits et leurs conditions de commercialisation, surtout dans les zones de production.

Actionnées à la main, mais plus souvent par un moteur, les tarares sont des machines relativement simples comprenant principalement une trémie de réception des grains, un ventilateur et un jeu de tamis.

Déchargés dans les trémies de réception, les grains sont d'abord débarrassés des impuretés les plus légères en les faisant passer dans un courant d'air produit par un ventilateur.

Ensuite, le jeu de tamis complète le nettoyage des grains en assurant un triage par dimension.

Les pré-nettoyeurs

Ces appareils, actionnés par un moteur, sont ainsi appelés parce que généralement employés dans les opérations de pré-nettoyage de grains récoltés humides, avant leur passage au séchoir artificiel.

Il existe plusieurs modèles de pré-nettoyeurs:

- le pré-nettoyeur circulaire, où l'élimination des impuretés est obtenue principalement par aspiration (débit d'environ 150 quintaux par heure);
- le pré-nettoyeur à tambour, où l'élimination des impuretés les plus lourdes est obtenue par passage des grains dans les mailles d'un tambour, tandis que les impuretés les plus légères sont éliminées par aspiration (débit d'environ 10 à 50 tonnes par heure);
- l'émetteur, où l'élimination des impuretés les plus volumineuses est obtenue au moyen d'un tamis vibrant à grosses perforation.

Les nettoyeurs-séparateurs

Ces machines, dont les débits importants peuvent atteindre 20 tonnes par heure, sont certainement les instruments les plus efficaces pour le nettoyage des grains, et tous les centres de stockage devraient en être équipés.

Les nettoyeurs-séparateurs sont actionnés par un moteur et constitués principalement d'une trémie de réception, d'un ventilateur et d'un jeu de tamis vibrants; ils effectuent le nettoyage des grains par aspirations répétées des impuretés les plus légères, suivies de tamisages des grains.

Le jeu de tamis, composé d'un tamis à grosses perforations ("émotteur") pour les impuretés les plus grosses, et d'un tamis à petites perforations ("cribleur") pour les impuretés les plus fines, doit faire l'objet d'un choix attentif, qui tient compte de la forme et de la taille des grains à nettoyer.

On recommande, en général, d'employer un jeu de tamis à perforations oblongues s'il s'agit de nettoyer des grains de forme allongée. Par contre, on adoptera un tamis émetteur à perforations rondes et un tamis cribleur à perforations oblongues pour les grains ronds.

Pour une utilisation optimale de la machine, il est important en outre d'effectuer avec soin les différents réglages (réglages de l'arrivée des grains, des aspirations, et éventuellement de l'amplitude de vibration des tamis).

Traitement insecticides

La lutte pour la protection des grains contre les insectes peut être envisagée sous deux aspects complémentaires:

- une lutte préventive menée avant le stockage des grains et dès leur réception, même dans le cas où il n'y a pas d'insectes visibles;
- une lutte curative à effectuer pendant ou même avant le stockage, si cela s'avère nécessaire.

Il s'agit dans les deux cas de détruire les insectes sans altérer la qualité alimentaire du produit.

Mais pour ce faire, il convient de prendre aussi en considération quelques mesures d'hygiène générale et de traitement des locaux.

En ce qui concerne les grains, il existe diverses méthodes de lutte: biologiques, physiques, mécaniques et chimiques. La lutte chimique reste aujourd'hui la méthode la plus utilisée.

Elle se caractérise par deux grands types de traitement:

- traitement par insecticide de contact,
- traitement par fumigation.

Traitement des locaux

Avant toute application d'insecticide sur les structures de stockage (magasin, silo), il est nécessaire de procéder à un nettoyage systématique et approfondi de toutes les surfaces des locaux.

On dispose d'une gamme de produits insecticides assez vaste pour traiter les surfaces selon leur nature.

Ainsi, s'il s'agit de surfaces inégales (briques, parpaings, bois brut, etc.), le traitement s'effectue par pulvérisation de poudre mouillable à la limite du ruissellement; par contre dans le cas de surfaces lisses non poreuses (métal, polyester), on préfère nébuliser un concentré plus adhérent.

Quant au traitement d'ambiance, il a pour but de détruire les insectes volants avec des aérosols utilisés dans des lieux hermétiquement fermés.

Ce traitement doit être effectué de préférence le soir, lorsque les insectes volants sont les plus actifs.

Traitement des grains par insecticide de contact

Il consiste à recouvrir les grains d'une pellicule de produit insecticide qui agit par contact avec les insectes, et dont l'effet est plus ou moins rapide et la persistance d'action plus au moins longue.

La présentation de ces produits est très diversifiée (poudres à poudrer, poudres mouillables, concentrés liquides ou produits fumigènes) et conditionne les différentes techniques d'application du produit.

En ce qui concerne les grains, et s'il s'agit de stockage en vrac, on incorpore directement l'insecticide aux grains par nébulisation avant le remplissage des silos.

S'il s'agit de stockage en sacs, l'incorporation doit se faire avant la mise en sacs des grains préalablement nettoyés, et par mélange de poudre ou par nébulisation.

Pour éviter la ré infestation de grains stockés en sacs, on effectue, en outre, des poudrages ou des pulvérisations répétées lors de l'édification des piles et pendant la période de stockage.

En ce qui concerne le traitement des grains, le matériel utilisé pour le poudrage peut aller de la simple poudreuse mécanique aux poudreuses motorisées; cependant avec ce type d'équipement les grains ne sont pas traités de façon homogène, certaines zones recevant davantage de poudre que d'autres.

Quant à la pulvérisation, qui peut être de types mécanique (pulvérisateur à pression), pneumatique ou thermique, elle permet une meilleure répartition du produit sur les grains.

Dans les grands centres de stockage, pour obtenir une répartition encore plus régulière de l'insecticide et un bon enrobage, on traite les grains par nébulisation à l'aide d'un compresseur équipé d'une buse de nébulisation.

Ces systèmes de traitement par contact, s'ils présentent une efficacité certaine sur les formes libres d'insectes, n'ont cependant pas ou peu d'action sur ses formes cachées (oeufs ou larves).

De plus, quelques résidus de produit, peu toxiques par ailleurs, peuvent persister sur les denrées alimentaires.

Traitement des grains par fumigation

La fumigation est un traitement qui consiste à désinsectiser les grains stockés au moyen d'un gaz toxique appelé fumisant, lequel est une substance qui, produite et concentrée sous forme gazeuse, devient mortelle pour une espèce vivante donnée.

Contrairement aux poudres de contact, le fumigeant pénètre à l'intérieur des grains et atteint les formes cachées d'insectes qui s'y développent.

Les fulmigans diffusent dans tout le volume qui leur est offert: leur mise en œuvre demande donc une étanchéité totale de l'enceinte concernée.

Ainsi, dans le cas du stockage en vrac, pour procéder à la fumigation des grains, il est nécessaire que les cellules soient parfaitement étanches.

En ce qui concerne le stockage en sacs, la méthode couramment utilisée consiste à recouvrir les sacs avec une bâche dont les bords sont plaqués au sol ou aux murs.

L'efficacité de la fumigation dépend d'une part de la concentration effective du gaz, d'autre part du temps pendant lequel les grains sont soumis au gaz.

Selon le produit utilisé, bromure de méthyle ou phosphore d'hydrogène (phosphine), la durée de la fumigation doit être respectivement de 24 à 48 heures pour l'un, et au minimum de 5 jours pour le second.

Ce dernier produit est le plus utilisé car son application en pastilles à répartir dans la masse des grains est la plus simple.

Cependant, il semble nécessaire de rappeler que les fumigants sont des produits très toxiques pour l'homme et que leur application doit en conséquence être parfaitement maîtrisée par un personnel compétent.

Pour l'ensemble de ces traitements, il importe de respecter scrupuleusement les mesures de protection et de sécurité recommandées (masques, gants, lavage des mains, fermeture hermétique des tubes de phosphine, etc.).

De plus, n'oublions pas que ces traitements sont de type curatif, et n'ont donc aucune persistance dans le temps: la combinaison des techniques par insecticide de contact et par fumigation est donc à recommander

Fiches descriptives des étapes

Identification de l'étape : RECEPTION

Finalité de l'étape :

- Assurer la réception, l'agrégage et la mise en stock des grains.
- Identifier et caractériser les produits.

- Classer, alloter les produits réceptionnés.
- Anticiper les problèmes de stockage et favoriser les bonnes conditions de conservation.

Principaux dangers identifiés :

- Réception d'une matière première présentant un danger physique, chimique ou biologique.

Nature du procédé (mécanique, thermique) : Mécanique.

Personnel œuvrant (rôle, qualification) :

1. Responsable réception + salariés CDD sous sa responsabilité en période de moisson.
2. Chef de silo et conducteur d'installation + salarié CDD (aiguillage des lots selon caractéristiques).

Matières entrant et sortant (grains, impuretés) :

Pas de séparation des grains et des impuretés à ce stade, sauf les corps étrangers les plus visibles.

Milieu (conditions de température) : Milieu ambiant.

Matériel (localisation au niveau du silo, caractéristiques) :

- Véhicule.
- Echantillonneur (sonde ou échantillonneur manuel).
- Fosse de réception avec grille / plate-forme de stockage à plat.

Types et moyens de contrôles effectués à cette étape :

- Documents (bon de livraison de l'adhérant)
- Contrôle du véhicule transportant la marchandise (propreté du véhicule, état d'entretien système de fermeture)
- Prise d'échantillon.
- Analyse visuelle et olfactive.
- Analyses spécifiques du produit.

Identification de l'étape : PRE- STOCKAGE

Mesure de la teneur en eau

La détermination de la teneur en eau des grains est une opération d'une importance particulière dans toutes les phases du système après-récolte.

Avant la récolte, par exemple, elle permet d'apprécier l'état de maturité des grains. Après le battage, elle sert à décider des modes et des temps de séchage. Avant la transformation des produits, elle indique si les grains sont en état d'être traités.

Lors de la commercialisation, elle permet de connaître la quantité de matière sèche que l'on achète, et d'établir ainsi le juste prix de vente (l'eau n'a pas la même valeur commerciale que les grains).

Avant et pendant le stockage, elle aide à décider des conditions d'entreposage et à apprécier l'état de conservation des grains.

Contrôle de la température

Le contrôle de la température est une opération indispensable pour vérifier l'état de conservation des produits stockés.

En effet, une élévation anormale de la température des grains peut être le signe d'un début de dégradation du stock.

Il faut donc effectuer régulièrement des contrôles pour éviter des pertes considérables de produit.

De plus, les masses de grains étant peu homogènes, il est nécessaire de faire des relevés en des points différents de la masse stockée.

Voyons tout d'abord les caractéristiques requises pour des appareils de mesure efficaces, et quels sont ensuite les différents types d'appareils existants.

Etant donné l'hétérogénéité des grains dans la masse stockée, les appareils de mesure ne doivent pas nécessairement être d'une grande précision, et des écarts atteignant le degré centigrade sont négligeables.

Par contre, ils doivent être très sensibles, afin de déceler le plus rapidement possible le moindre écart de température anormal.

Leur lecture doit être simple et ne demander que peu de manipulations.

Enfin, pour résister aux chocs encourus lors de manipulations répétées, ces appareils doivent avoir une structure solide et une robustesse à toute épreuve.

Il en existe plusieurs types, dont les principes de fonctionnement et le mode d'utilisation diffèrent.

Ces appareils sont indispensables pour des installations de stockage en vrac, mais peuvent aussi être utiles pour le contrôle de produits stockés en sacs.

Outre les appareils, plus ou moins sophistiqués, décrits ci-dessous, il existe des thermomètres à lecture digitale, d'une utilisation facile et d'un coût relativement modeste.

Thermomètres à liquide

Ils fonctionnent sur le principe de la dilatation d'un liquide (mercure ou alcool), sous l'influence de la température.

On peut les placer à l'intérieur de sondes métalliques que l'on plonge à l'intérieur des sacs ou dans la masse de grains.

Il s'agit d'un système relativement peu coûteux, utilisable pour le stockage en sacs comme en vrac; son inconvénient reste cependant le peu de précision de la mesure effectuée, dû au déplacement du thermomètre du point de mesure ou point de lecture.

Thermomètres à résistance

Le principe de fonctionnement de ces thermomètres se base sur la mesure du courant électrique qui traverse un filament en platine, cuivre, acier ou nickel, dont la résistance varie en fonction de la température.

Ce dernier, placé dans une longue gaine pendue au plafond de la cellule, se trouve plongé dans la masse de grains.

L'avantage dans l'emploi de ces thermomètres est de pouvoir effectuer une seule lecture de la température globale des produits stockés, alors qu'avec les thermomètres à liquide il est nécessaire de répéter les opérations de mesure en plusieurs points de la masse de grains.

Sondes à thermistances ou à thermocouples

Il s'agit de sondes équipées de capteurs ou points sensibles

(Thermistances ou thermocouples), qui se comportent comme des thermomètres électriques avec lecture à distance.

Introduites dans les grains après remplissage des cellules, ces sondes sont reliées électriquement, avec du câble téléphonique, aux appareils de lecture individuelle (boîtiers de lecture portatif) ou centralisée (tableaux de contrôle).

Finalité de l'étape :

- Ramener le grain à une teneur en eau qui permette une bonne conservation au stockage tout en maintenant ses aptitudes technologiques.

Principaux dangers identifiés:

- Développement de moisissures.
- Développement de mycotoxines de champ et/ou de stockage.

Nature du procédé (mécanique, thermique) :

- Mécanique (pré-nettoyage).
- Thermique (séchage).

Personnel œuvrant (rôle, qualification) :

- Personnel formé pour le séchage.

Matières entrant et sortant (grains, impuretés) :

- Matière entrant : marchandise présentant un taux d'humidité supérieure à la norme, pouvant entraîner des problèmes de conservation (grains humide à 35 % en moyenne + impuretés).
- Matière sortant :
 - du pré nettoyage : impuretés + grains nettoyés.
 - du séchoir : grains secs nettoyés

Milieu (conditions de température, hygrométrie) :

- Température (70 – 130°C) et hygrométrie (60 -90%) élevées de l'air.

Matériel (localisation au niveau du silo, caractéristiques) :

- Emoteur (enlève les grosses impuretés).
- Séchoir intégré ou externe au silo, mono ou bi-étagé.
- Cellule de Stockage, cellule de dryération, ventilateurs.
- Manutention (élévateur à godet, transporteur à chaîne, transporteur à bande, vis...).

Types de contrôles effectués à cette étape :

- Contrôle de la teneur en eau du grain.
- Contrôle de la température du grain et de l'air.

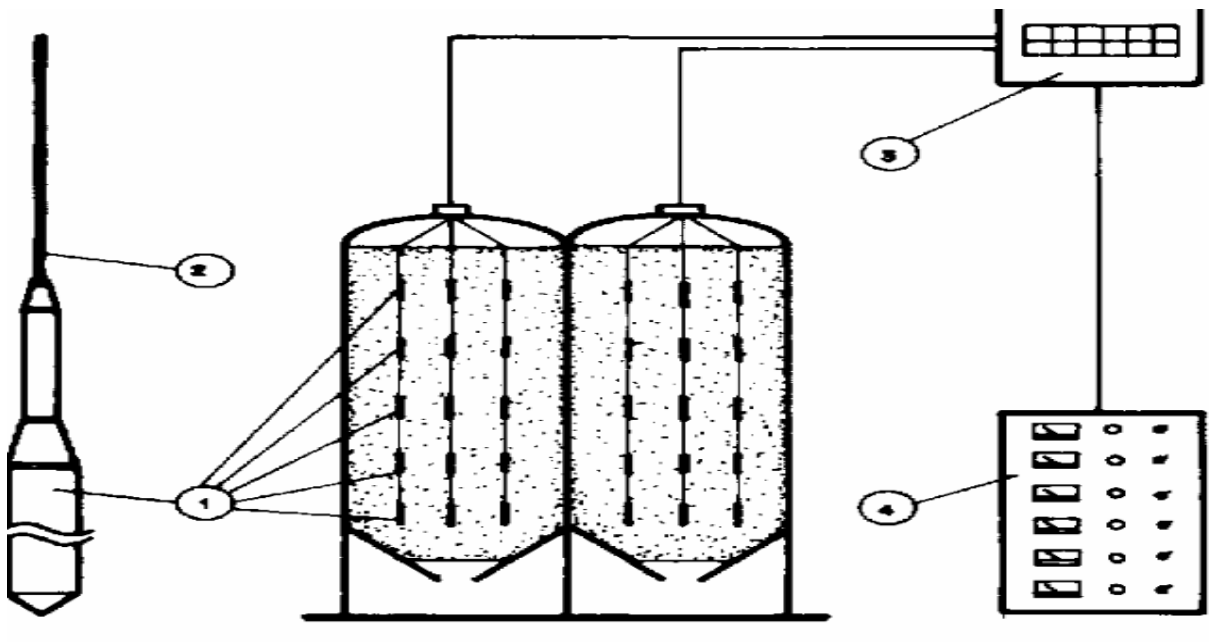


Figure 5 : Sondes et leurs positions dans un silo

Finalité de l'étape :

- Réguler les apports par rapport aux capacités de séchage, tout en limitant les risques d'altération du grain.

Principaux dangers identifiés :

- Développement de moisissures.
- Développement de mycotoxines de champ et/ou de stockage.

Nature du procédé (mécanique, thermique) :

- Mécanique.

Personnel œuvrant (rôle, qualification) :

- Même personnel que pour la réception (logistique, suivi du temps).

Matières entrant et sortant (grains, impuretés) :

- Aucune séparation des grains et impuretés à ce stade.
- Teneur en eau du produit (supérieure à 16%).

Milieu (condition de température) :

- Conditions ambiantes.

Matériel (localisation au niveau du silo, caractéristiques) :

- Manutention (chargeur, transporteur à chaîne, transporteur à bandes, élévateur à godets). - Cellules de stockages/ stockage à plat.

Types de contrôles effectués à cette étape :

- Date de début.
- Date de fin (notion de temps).

Identification de l'étape : SECHAGE

Finalité de l'étape :

- Ramener le grain à une teneur en eau qui permette une bonne conservation au stockage tout en maintenant ses aptitudes technologiques.

Principaux dangers identifiés :

- Développement de moisissures.
- Développement de mycotoxines de champ et/ou de stockage.

Nature du procédé (mécanique, thermique) :

- Mécanique (pré-nettoyage).
- Thermique (séchage).

Personnel œuvrant (rôle, qualification) :

- Personnel formé pour le séchage.

Matières entrant et sortant (grains, impuretés) :

- Matière entrant : marchandise présentant un taux d'humidité supérieure à la norme, pouvant entraîner des problèmes de conservation (grains humide à 35 % en moyenne + impuretés).
- Matière sortant :- du pré nettoyage : impuretés + grains nettoyés.
- du séchoir : grains secs nettoyés

Milieu (conditions de température, hygrométrie) :

-Température (70 – 130°C) et hygrométrie (60 -90%) élevées de l'air.

Matériel (localisation au niveau du silo, caractéristiques) :

- Emotteur (enlève les grosses impuretés).

-Séchoir intégré ou externe au silo, mono ou bi-étagé.

- Cellule de Stockage, cellule de dryération, ventilateurs.

- Manutention (élévateur à godet, transporteur à chaîne, transporteur à bande, vis...).

Types de contrôles effectués à cette étape :

-Contrôle de la teneur en eau du grain.

-Contrôle de la température du grain et de l'air.

Identification de l'étape : STOCKAGE

Finalité de l'étape

- Assurer la conservation des grains

Principaux dangers identifiés :

- Développement de moisissures et/ou de mycotoxines de stockage.

- Développement d'insectes.

Nature du procédé (mécanique, thermique) :

- Mécanique.

- Thermique (ventilation).

Personnel œuvrant (rôle, qualification) :

-Personnel formé au stockage.

Matières entrant et sortant (grains, impuretés) :

-Matière entrant : grains secs.

- Matière sortant : grains secs refroidis et éventuellement nettoyés.

Milieu (conditions de température) :

-Température extérieure par la ventilation afin de faire baisser la température des grains stockés.

Matériel (localisation au niveau du silo, caractéristiques) :

- Manutention (élévateur à godet, transporteur à chaîne, transporteur à bande, vis).
- Cellule/bâtiment de stockage.
- Nettoyeur calibreur + matériel de manutention.
- Ventilateur.
- Sonde thermométrique.

Types de contrôles effectués à cette étape :

- Contrôles thermométriques.
- Contrôles visuels, voir olfactifs.

Identification de l'étape : DESINSECTISATION

Finalité de l'étape :

- Prévenir le développement d'insectes (traitement préventif).
- Eliminer les insectes vivants (traitement curatif).

Principaux dangers identifiés :

- Dépassement des LMR définies pour les insecticides de stockage.
- Contamination chimique par persistance de fractions résiduelles.

Nature du procédé (mécanique, thermique) :

- Chimique.

Personnel œuvrant (rôle, qualification) :

- Personnel formé.

Matières entrant et sortant (grains, impuretés) :

- Matière entrant : grains infestés par des insectes.
- Matière sortant : grains traités.

Milieu (conditions de température) :

- Milieu ambiant.

Matériel (localisation au niveau du silo, caractéristiques) :

- Manutention.
- Appareil de désinsectisation.

Types de contrôles effectués à cette étape :

- Prise d'échantillon.
- Contrôle visuel.

FICHES DESCRIPTIVES DES DANGERS (indicateurs des pratiques hygiéniques).

Dans un souci de synthèse et de clarté, chaque fiche de danger contient les informations suivantes : nature, origine, caractéristiques, conditions de développement et réglementation qui s'y applique, quand elle existe.

Quatre types de dangers sont présentés :

- Danger physique :
 - Les corps étrangers.
 - La radioactivité.
- Dangers chimiques :
 - Les métaux lourds.
 - Les résidus insecticides de stockage.
 - Les résidus de détergents et produits de désinfection.
 - Les dioxines.
 - Les hydrocarbures aromatiques polycycliques (HAP).
- Dangers biologiques :
 - Les insectes et les acariens.
 - Les rongeurs et les volatiles et/ou leurs traces macroscopiques.
 - Les moisissures.
 - Les mycotoxines

1-Danger physique : les corps étrangers

- Classification

Dans les contrats commerciaux, la teneur en impuretés figure parmi les critères qualitatifs. On distingue quatre types d'impuretés :

- Les grains cassés
- Les impuretés constituées par les grains
- Les grains germés
- Les impuretés diverses

La catégorie « corps étrangers » appartient à ce dernier type d'impureté.

- **Les principaux corps étrangers :**

- Verre.
- Plastique.
- Particules métalliques.
- Cailloux, pierres.
- Débris végétaux.
- Bois.
- Terre.
- Sable.

- **Origine**

- Matières premières livrées.
- Maintenance du matériel.
- Perte d'objets par le personnel.

- **Risques pour la santé**

La présence de corps étrangers peut générer des risques pour :

- La sécurité du consommateur (coupure par le verre)
- Sa santé (transmission de germes)

2-Danger chimique : Les résidus d'insecticides de stockage

Classification

On appelle insecticide, toute substance utilisée pour lutter contre la présence ou le développement des insectes et acariens dans les grains stockés.

Origine

- Matières premières livrées
- Traitement de désinsectisation
- Matériel de désinsectisation
- Contamination croisée via le matériel de manutention et/ou de stockage

LES DIOXINES

Nature du danger : Danger chimique.

Classification

Les dioxines sont des Polluants Organiques Persistants (POP) que l'on retrouve dans tout milieu et partout dans le monde (molécules ubiquistes).

Le terme « dioxines » englobe plusieurs centaines de molécules. La dioxine de référence est la tétrachloro-2, 3, 7,8dibenzo-para-dioxine (TCDD).

Elles sont composées de deux grandes catégories de composés aromatiques tri cycliques chlorés : les polychloro dibenzo (PCDD) et les polychloro dibenzo furanes(PCDF). Certains polychlorobiphényles (PCB) sont apparentés aux dioxines.

Ce sont des molécules qui ne sont détruites qu'à très haute température (elles sont stables chimiquement et thermiquement). Elles sont, en outre, très lipophiles (solubles dans les graisses) et peu biodégradables. Elles s'accumulent ainsi le long des chaînes alimentaires (bioaccumulation).

Origine

Les dioxines sont émises par les rejets atmosphériques industriels et certains processus de Combustion. On les retrouve dans les sols et dans l'eau.

Risques pour la santé

- Certaines dioxines sont toxiques. Elles peuvent provoquer des problèmes au niveau de la procréation, du développement, léser le système immunitaire, interférer avec le système hormonal et causer des cancers.
- Ces dioxines ne possèdent cependant pas la même toxicité. Pour traduire cette différence, un facteur d'équivalence toxique (OMS-TEF) a été défini. Un coefficient de pondération est attribué à chaque composé toxique : il correspond à un degré de toxicité par rapport au composé le plus toxique (TCDD), auquel une valeur de référence égale à 1 a été donnée.

Les PCB (Polychlorobiphényles)

Nature du danger : Danger chimique.

Classification

Les PCB (polychlorobiphényles) sont des composés chimiques synthétiques parfois connus sous le nom de pyralène. La famille des PCB comprend 209 molécules (ou congénères). En fonction de leur mode d'action sur les organismes, on distingue deux types de PCB :

- Les PCB (PCB-DL), capables de se fixer au même récepteur cellulaire que les dioxines, et ayant la même toxicité. Ils sont dosés simultanément avec les dioxines. Leur toxicité est exprimée en facteur d'équivalent toxique par rapport à la toxicité de la TCDD (dioxine de Seveso) (cf. fiche dioxines).
- Les PCB (PCB—NDL) ayant un mode d'action différent de celui des dioxines.

Parmi l'ensemble des PCB, retrouvés régulièrement dans les produits, et représentant près de 50% de la quantité totale en PCB, peuvent être dosés pour estimer la contamination totale en PCB. Ce sont des PCB indicateurs (PCBi).

Origine

Les PCB n'existent pas à l'état naturel. Ils ont été synthétisés par l'industrie de la chimie durant près de 60 ans et étaient principalement utilisés comme liquides hydrauliques ou pour le refroidissement des transformateurs électriques et autres condensateurs industriels. Leur production et leur commercialisation est interdite en France depuis 1987.

Risques pour la santé

Les connaissances sur la toxicité des PCB demeurent encore largement incomplètes. La toxicité aiguë n'est avérée que pour des effets cutanés et hépatiques. Des effets tératogènes sont suspectés.

En cas d'exposition prolongée (toxicité chronique), de nombreux risques sont évoqués (troubles du système immunitaire, endocrinien, altération des fonctions hépatiques, neurologiques, reproductrices) mais sans consensus scientifique.

3-1- Danger biologique :les insectes et les acariens

Classification :

Les insectes et les acariens appartiennent à l'embranchement des arthropodes, caractérisé par la présence d'une cuticule plus ou moins rigide revêtant tout le corps.

Les insectes engendrent une altération des grains, sont source de souillures et de contaminations. Les acariens se nourrissent pour la plupart de débris de grains ou de moisissures.

La contamination d'un lot par les insectes n'est pas toujours détectable. Certains se développent à l'intérieur des grains (cas des charançons). La présence d'insectes peut être à l'origine d'une dépréciation de la valeur commerciale et technologique des grains, ainsi qu'une baisse du poids des lots. Les principaux insectes et acariens des grains stockés :

Insectes : Charançon du blé, Charançon du riz, *Tribolium castaneum*, *Tribolium confusum*, Silvain, *Cryptolestes*, Capucin des grains, Dermeste des grains, Cadelle, Teigne des fruits secs, *Alucite* des céréales. Si les matières premières sont contaminées au champ, il peut également y avoir : bruche du pois, bruche de la féverole, psoques.

Acariens : Tyroglyphe de la farine, Acarien du colza, Acarien chevelu, Cheylete

Origine

- Matériel (moyen de stockage et manutention).
- Matières premières livrées.

Facteurs de développement au niveau d'un stock de céréales :

- La température
- La teneur en eau des grains.

La survie des insectes :

- À un seuil inférieur à 12°C, les insectes cessent de se reproduire.
- Soumis à une température inférieure à 5°C pendant plusieurs semaines, les insectes meurent.
- Exposés à une température de 60°C pendant 3 minutes, les insectes sont détruits.

La survie des acariens :

- Pour les températures basses, de très grandes différences de sensibilité existent entre les espèces d'acariens.
- Pour les hautes températures l'exposition à une température de 45°C pendant 5 heures induit la mortalité de toutes les espèces.

Dans le graphique ci-après, il est possible de connaître à quels risques est soumise une masse de céréales en fonction de sa température et sa teneur en eau : Facteurs de développement des insectes et des moisissures (ARVALIS, 2003)



Figure 6 : le développement des insectes et moisissures au cours du stockage

Risques pour la santé :

Insectes : Vecteurs de germes.

Acariens : Démangeaisons chez le personnel qui manipule les produits infestés.

3-2- les rongeurs, les volatiles et leurs traces macroscopiques

Nature du danger : Classification : En consommant des grains, les rongeurs et les volatiles provoquent des dégâts, des souillures, des contaminations et une altération des grains.

- Les rongeurs susceptibles de s'attaquer aux grains stockés sont les rats, les souris et les mulots.
- Concernant les volatiles, il s'agit principalement de pigeons et de moineaux

Par ailleurs, les rongeurs morts ou leurs déjections peuvent être vecteurs de *Francisellatularensis*, générant la tularémie.

Origine : Mauvais entretien ou protection de : Locaux, abords extérieurs.

Risques pour la santé

- Vecteurs de germes.
- Tularémie.

3-3- les moisissures

Classification :

- Les moisissures sont des champignons microscopiques du règne des mycètes. Elles représentent un groupe très hétérogène d'environ 11000 espèces dont environ une centaine est potentiellement productrice de mycotoxines. Ces espèces toxigènes se rencontrent dans les classes des deutéromycètes et des ascomycètes. Les moisissures élaborent de nombreuses spores (organes de dissémination) dont la longévité est grande. Ces spores sont disséminées par l'air ou l'eau et colonisent de nouveaux substrats.
- Lorsque la croissance est suffisamment avancée, les moisissures forment un mycélium (terme générique désignant l'ensemble des filaments constituant la partie végétative des champignons) visible à l'œil nu.
- Non photosynthétiques, les moisissures ne peuvent se développer que sur des substrats organiques, provoquant ainsi une dégradation de ceux-ci, des changements d'aspect et des altérations organoleptiques.
- Genres composant la flore du champ Les genres les plus fréquents sont *Alternaria*, *Fusarium*, *Helminthosporium*, *Epicoecum*, *Septoria*, *Verticillium* ; cette flore a besoin d'humidité pour se développer et régresse le plus souvent sur les grains stockés.
- Genres composant la flore intermédiaire Les mucorales comme *Rhizopus*, *Absidia* et *Mucor*, ces genres peuvent prédominer largement en conditions particulières et notamment sur grains insuffisamment secs.
- Genres composant la flore de stockage : Essentiellement *Aspergillus* et *Penicillium*.

Origine :

- Matières premières livrées.
- Méthodes et conditions de stockage.
- Matériel (moyen de stockage et manutention).

Facteurs de développement

Conditions physiques influençant le développement des moisissures au niveau d'un stock de céréales:

- L'humidité relative que l'on peut mettre en parallèle avec l'humidité du grain.

L'augmentation de la teneur en eau des grains active le développement des moisissures.

- L'activité de l'eau (AW) qui est égale à l'humidité relative divisée par 100.
- Température

La plupart des moisissures ont des optimums de croissance entre 25 et 35°C et réagissent à une élévation de température en accélérant leur croissance.

- PH : Les moisissures se développent entre les pH de 2 et 11.

Condition chimiques influençant le développement des moisissures au niveau des stocks.

En effet, les moisissures qui sont des organismes aérobies ont une croissance d'autant plus faible que la composition de l'oxygène de l'atmosphère est basse. Cependant, la teneur en oxygène n'est pas susceptible de baisser suffisamment pour ralentir le développement des moisissures.

Risques pour la santé : Certaines moisissures peuvent produire des mycotoxines. Par conséquent, elles représentent un risque indirect pour la santé.

3-4-les mycotoxines

Classification

- Les mycotoxines sont des « métabolites secondaires » élaborés par certaines moisissures. Ce sont des molécules à très faible poids moléculaire qui ne sont pas de nature protéique et ne provoquent donc pas de réactions immunologiques.
- Il s'agit de contaminants accidentels des denrées alimentaires et des aliments des animaux. Elles résistent à tous les traitements, à la stérilisation, à l'oxydation, à l'acidité, à l'alcalinité et ont une durée de vie dans le produit contaminé bien plus longue que les moisissures les ayant synthétisées. Cependant toutes les moisissures n'élaborent pas de toxines et toutes les souches des espèces qui en ont la capacité

Tableau 4 : Les mycotoxines du champ

Mycotoxines	Moisissures	Substrats principaux
Trichothécènes	Fusarium	Blé
Zéaralénone	Graminearum, Fusarium	Blé
Aflatoxines	Aspergillus flavus	Blé
Aspergillus parasiticus		

Tableau 5 : Les mycotoxines de stockage

Mycotoxines	Moisissures	Substrats principaux
Ochratoxines	<i>Aspergillus ochraceus</i>	
	<i>Penicillium verrucosum</i>	Blé
Stérigmatocystine	<i>Aspergillus versicolor</i>	Blé

Origine

- Matières premières livrées
- Méthodes et conditions de stockage

Conditions de productions et résistance des mycotoxines

- Plus l'AW du grain est élevée, plus la production de mycotoxines peut être importante même pour les espèces classées xérotolérantes ou xérophiles.
- Les mycotoxines sont peu sensibles à la chaleur, elles résistent à tous les traitements thermiques couramment utilisés dans les industries agro-alimentaires.
- Les mycotoxines sont stables, quel que soit le pH.

Risques pour la santé concernant les aflatoxines et les ochratoxines

- Néphrotoxiques.
- Carcinogène.
- Immunodépresseur.

3-5-Ergot

Classification

L'ergot, aussi appelé « ergot du seigle », est formé par le champignon *Claviceps purpurea*, de la famille des ascomycètes. IL parasite surtout le seigle et le triticales, mais peut également contaminer les autres céréales à paille et des graminées adventices (selon le type de pollinisation - ouverte, autopollinisation – elles n'ont pas toutes le même degré de sensibilité). Ce champignon est présent toute l'année sous forme de « sclérote », dans le sol ou à la surface du sol. Ces sclérotés contiennent plus de 40 alcaloïdes différents, substances toxiques pour toutes les espèces animales. Au printemps, la sclérote germe et libère alors, des spores qui sont disséminées par le vent, l'eau, les insectes.... Lorsqu'une spore atteint un épi, l'ergot prend la place d'un grain, se développe pour former un nouveau sclérote qui est visible à l'œil nu (l'enveloppe des sclérotés est de couleur brun-noirviolacée).

Origine : Matières premières livrées.

Risques pour la santé :

Les alcaloïdes contenus dans les sclérotés.

- Chez l'animal : ces mycotoxines peuvent provoquer une diminution de la production de lait voire un arrêt de la lactation, des troubles digestifs, des difficultés respiratoires.
- Chez l'homme, elles peuvent être responsables de l'ergotisme.

Partie expérimentale

➤ **Présentation des unités :**

1-Présentation de la minoterie

Historique d'ERIADH (Groupe Agro-Div) d'Adda Bakhlouf de Mascara

L'unité «**ERIADH de Adda Bakhlouf de mascara** » est une unité de la société des minoteries de **Béni-Chougrane** rattachée à l'entreprise mère des industries alimentaires et dérivés de Sidi Bel Abbès.

L'unité a été créée en 1932 et a été réhabilitée et rénovée en 1995 pour entrer en période de production à partir de janvier 1998 avec une capacité de production initiale de 700qx / 24 h.

L'unité a un effectif de 129 travailleurs et une capacité de stockage du blé de 50.000 qx à 10.000 qx pour le produit fini. **(Medjadi N, 2009).**



photo 3 : Unité Adda Bakhlouf d'Eriadh de Mascara.

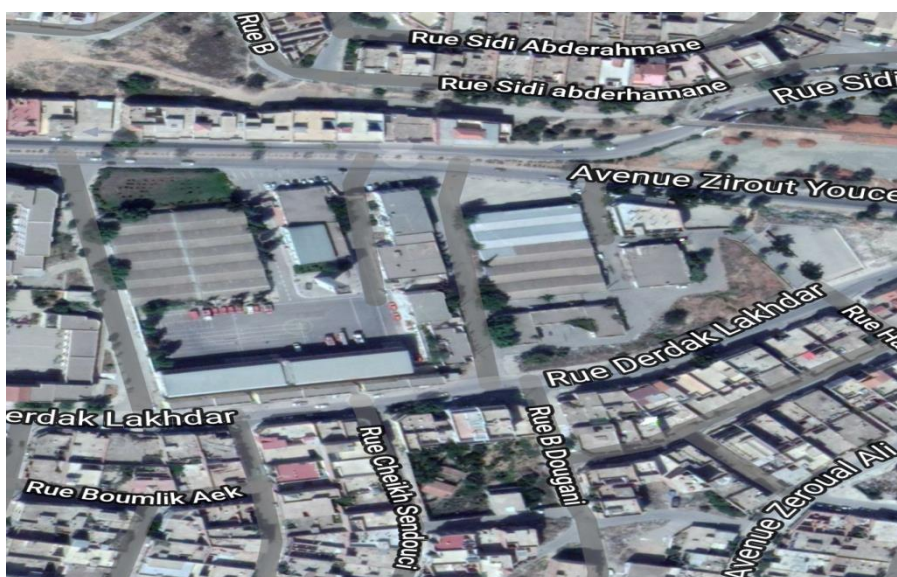


Photo 4: par satellite du groupe agro div L'unité (ERIADH) de Mascara

2-Présentation de la Coopérative des céréales et des légumes secs (CCLS Mascara)



Photo 5: CCLS de Mascara



Photo 6 : Satellitaire de la CCLS de Mascara

Le terrain où se trouve la CCLS est un lieu stratégique loin de toute sorte de pollution. La route qui passe à côté de la CCLS est nivelée et goudronnée ce qui augmente la protection contre la poussière. Nous avons remarqué que l'hygiène du personnel est respectée et parfois moyennement respectée. Aussi, tous le personnel porte des vêtements spécifiques pour le travail dans l'unité de stockage, mais il reste toujours un manque pour les masques et les lunettes qui protègent les travailleurs

contre la poussière, qui présente un véritable problème de santé, notamment l'irritation des voies respiratoires. Il n'y a pas un contact direct entre le personnel et la matière première, ce qui permet d'éviter la contamination de celle-ci par un défaut d'hygiène du personnel. Seulement la démarche HACCP au niveau de la CCLS n'est pas respectée.

Programme d'assainissement et lutte contre les nuisibles:

Les cellules de stockage subissent un programme de nettoyage régulièrement et selon la nécessité; le nettoyage s'effectue manuellement à l'aide d'une brosse et par des appareils pour enlever les toiles d'araignées, les larves des insectes qui se trouvent cachées dans les fissures.

Puis, pulvériser un traitement chimique de surface. Concernant la lutte chimique contre les nuisibles (insectes, rongeurs et acariens) l'utilisation de la fumigation par le PH₃/Phostoxin permet une élimination totale de ces derniers. Ainsi, le système de ventilation par transilage permet de refroidir et assécher les céréales ; créant un environnement défavorable pour le développement des champignons et des insectes.

Environnement intérieur de l'unité:

L'infrastructure des silos en béton : a pour but d'obtenir un environnement sûr, favorable au stockage des céréales.

Ce matériau durable n'exigeant pas d'entretien et donc peut être exploité sur une longue période, avec ce type de matériau on peut atteindre 35-40m de hauteur pour des cellules de 6-8m de diamètre, en assurant une vraie isolation thermique du produit. Mais il permet les échanges gazeux avec l'extérieur à cause de sa porosité en plus des fissures dans les constructions en béton au niveau de la CCLS de Mascara pouvant favoriser le développement des insectes. Pour un diamètre donné, les cellules plus hautes exigent des ventilateurs plus puissants, donc plus énergivores. Les fenêtres possèdent des vitres cassées, ce qui n'empêche pas la pénétration des oiseaux, rongeurs et la poussière.

- 1. Dénomination** : CCLS DE MASCARA.
- 2. Capital social** : 71.604,00. DA
- 3. Chiffre d'affaire (2019)** : 4 778 825 280,98.
- 4. Date de création** : 1936.
- 5. Numéro d'Agrément** : 304.02.
- 6. Adresse « siège social »** : R-N 14 Embranchement Matemore–Maoussa, Mascara.

7. Effectif de l'organisme par catégorie socio-professionnelle :

	<i>Cadre Supérieur</i>	<i>Cadre Moyens</i>	<i>Agent de Maitrise</i>	<i>Agent d'Exécution</i>	<i>Contractuels</i>	<i>Total</i>
Effectif	10	28	39	44	110	231

Tableau 6 : Effectif de la CCLS par catégorie socio-professionnelle.

8. Activités de l'Organisme :

- Stockage.
 - Transfert.
 - La collecte de récoltes céréalières auprès des agriculteurs.
 - Vente aux utilisateurs.
 - Conditionnement des semences.
 - Vente des légumes secs.
 - Vente des semences et intrants agricoles.
 - Motoculture.
 - La disponibilité suffisante des céréales et dérivés en tout point de territoire national.
- L'OAIC exerce sa tutelle sur 42 coopératives des céréales et des légumes secs.

Cinq unions des coopératives de céréales et des légumes secs(UCA), chargées de : La réception des produits à partir de l'importation, la distribution des produits aux CCLS et la régulation inter-coopérative.

9. Clients domiciliés :

Type Client	<i>Agriculteurs</i>	<i>Multiplicateurs</i>	<i>Minoterie</i>	<i>Eleveurs</i>
Nombre	4000	69	21	05

Tableau 7: clients de la CCLS

10. Superficie céréalière et superficie du P.M.S (programme de multiplication des semences):

Espèces	Superficie (ha)	PMS (ha)	Total (ha)
Blé dur	38148	2152	40300
Blé tendre	19882	618	20500
Orge	71735	565	72300
Avoine	8100	0	8100
Total	137865	3335	141200

Tableau 8 : Superficie céréalière et superficie du P.M.S de la wilaya de Mascara 2018 /2019 (source DSA)

11. Les opérations de stockage des céréales dans la CCLS :

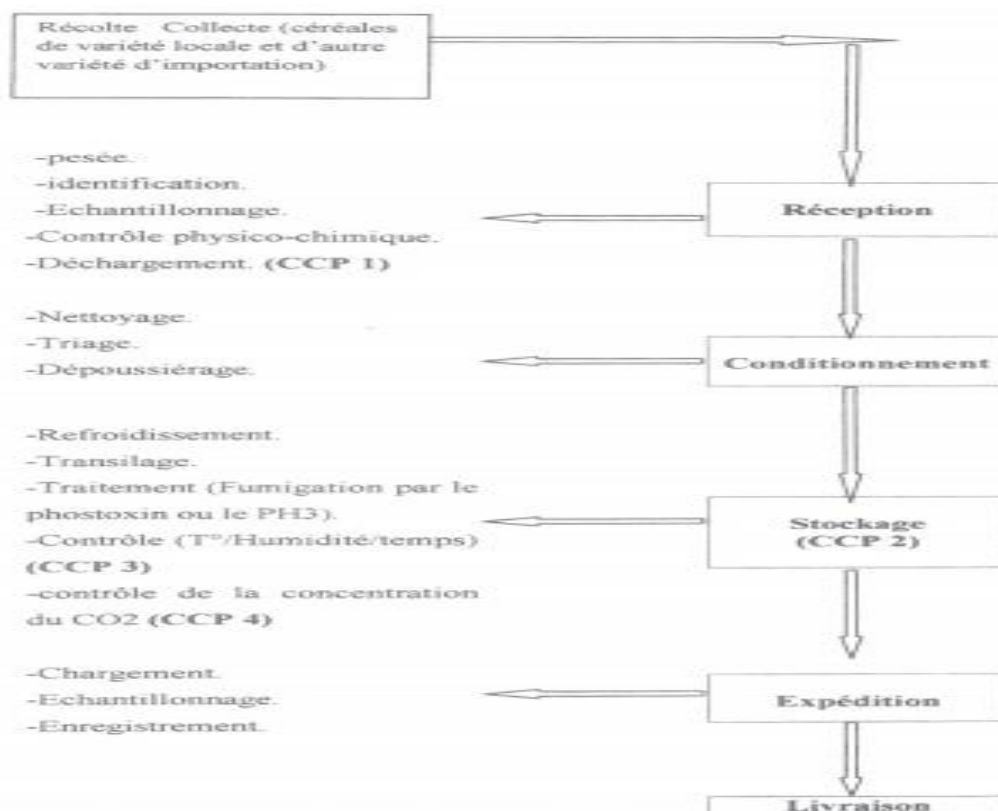


Diagramme de l'entreposage des céréales

12-Nettoyage des locaux de stockage dans la CCLS de Mascara:

C'est une excellente mesure préventive qui évite la contamination des lots sains, les appareils de transport, les locaux annexes devraient être régulièrement nettoyés et éventuellement désinfectés.

Nettoyages et triage: Le nettoyage des grains venant d'être récolté permet en éliminant les grains cassés, les poussières, les morceaux de tiges, d'enveloppes et d'une manière générale tous les éléments indésirables, d'améliorer la conservation ultérieures. En effet, bien souvent ces éléments sont des vecteurs privilégiés de contamination microbienne, ayant une teneur en eau plus élevée que celles des grains, ce qui augmente l'humidité moyenne de l'ensemble.

De plus des effets complexes de stratification tendent à concentrer ces impuretés dans certaines zones qui peuvent être le point de départ d'une altération qui s'étend au reste du silo. Un premier nettoyage sommaire a lieu à l'intérieur de la moissonneuse batteuse mais il reste toujours nécessaire de procéder à un second nettoyage au niveau de la CCLS, avant de stocker les grains dans les silos.

On utilise pratiquement 3 types d'appareils:

- **Les tarares :** utilisant les courants d'air d'un ventilateur pour éliminer les impuretés légères; ils sont souvent complétés par des tamis.
- **Les séparateurs:** appareil à plus gros débit, utilisant le courant d'air d'aspiration d'un ventilateur pour entraîner les impuretés ; un tamisage est une deuxième opération complétant le nettoyage;
- **Les épurateurs:** appareil à fort débit, ventilant les poussières utilisées plus particulièrement lors des transports de grain dans les cellules des organismes stockeurs. Pour l'élimination des graines étrangères, des tamis secoueurs sont utilisés en se basant sur la taille des semences seulement.

3. But de l'étude :

Le présent travail a comme objectif l'évaluation de la qualité technologique physicochimique et microbiologique des différentes variétés de blés tendres stockés au niveau de l'OAIC de MASCARA.

4. Objectif et Principe :

L'objectif visé à travers ce diagnostic est de procéder à l'analyse des échantillons prélevés auprès de l'OAIC de MASCARA. (Blé tendre local et importé).

Les séries d'analyses effectuées ; nous permettent de mettre en évidence les caractéristiques physico-chimiques, microbiologiques et technologiques du blé tendre stocké, avant et après la mouture. L'objectif final de ces analyses est la détermination de l'impact du stockage du blé tendre sur les caractéristiques technologiques de la farine au niveau de la minoterie d'ERIADH Mascara (groupe agrodiv).

5. Echantillonnage :

Les échantillons de blé tendre local et importé ont été prélevés dès le mois de février et jusqu'au mois d'avril 2019, au niveau des silos en béton armé, situés au sein de l'office algérien interprofessionnel des céréales (OAIC) de la localité de Mascara.

Quatre échantillons de blé tendre local et importé pour chacun des lots, sont prélevés au hasard. Pour chaque lot de variété de blé tendre, les échantillons sont mélangés puis divisés en quatre. Ils sont transportés au laboratoire de l'université de Mascara dans des sacs en plastique, pour des analyses physico-chimiques, microbiologiques et technologiques.

Les échantillons prélevés sont issus de trois variétés de blé tendre dans les huit silos de stockage.



Photo 7: les silos du stockage de blé tendre.

La procédure de l'échantillonnage est faite selon les principes suivants :

-Si le produit est transporté non emballé, le chargement doit être considéré comme un tout, et les échantillons doivent être prélevés dans toutes les parties de celui-ci.

-Avant toute analyse, il convient de prélever un échantillon représentatif du produit à analyser. Néanmoins, les techniques de prélèvements habituellement recommandées pour d'autres analyses ne sont guère probantes quand il s'agit d'analyses microbiologiques.

En général, sur les produits secs, granuleux et pulvérulents, la microflore est toujours répartie de façon très hétérogène (DUNOYER, 1989). 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).

SUTRA et al (1998), stipulent que les échantillons doivent être prélevés rigoureusement au hasard, en évitant les biais (par exemple, éviter des prélèvements "systématiques" en début ou en fin de production). La répartition très hétérogène des mycotoxines dans le champ, dans les silos et dans les graines elles-mêmes laisse entrevoir des doutes sur les résultats de dosage et de détection de ces toxines. Ces doutes proviennent de l'échantillonnage.

À cet égard, UGRINOVITS et ZUCKERANALYSEN (2002), recommandent de constituer un échantillon de grain assez grand, à partir des divers petits prélèvements dans la masse en mouvement.

MULTON (1982), ajoute que bien des fois la préparation de l'échantillon sont laissée à l'appréciation de l'analyse.

1) Échantillon représentatif

Les produits à stocker peuvent présenter des caractéristiques qui ne permettent pas un entreposage immédiat. Un degré d'humidité excessif, la présence d'insectes et d'impuretés, peuvent en effet compromettre une conservation de qualité et de longue durée des produits. Si l'on veut assurer une bonne gestion technique et commerciale, il est important de vérifier périodiquement la quantité et la qualité des produits stockés.

L'échantillon doit être représentatif de l'envoi dans son ensemble. Des échantillons élémentaires doivent être prélevés dans l'ensemble du lot.

La quantité minimale recommandée pour chaque échantillon élémentaire est de 1 kg. Les échantillons élémentaires doivent être soigneusement mélangés pour former un échantillon global on doit s'assurer que le produit ne soit pas altéré pendant le prélèvement d l'échantillon.

On doit éviter toute manipulation (ventilation, tamisage, etc.) qui peut être utilisée pour réduire la présence de poussière ou d'autres éléments (son, etc.).



Photo 8 : échantillon de blé tendre local

photo 9 : échantillon de blé tendre importé

2) Prélèvement d'échantillons :

Différentes méthodes sont possibles, suivant la manière dont les céréales sont transportées ou stockés.

La technique de prélèvement utilisée consiste à effectuer un ou plusieurs prélèvements instantanés sur la masse de grains en mouvement.

On a effectué les prélèvements normalement, à l'aide d'un moyen de préleveurs automatiques situés dans les conduits où circulent les grains.

Echantillonnage de céréales en mouvement : Si les céréales sont déplacées mécaniquement au moyen d'un convoyeur à bande ou d'un autre équipement.

Il est nécessaire, pour des raisons de santé et de sécurité, d'interrompre le flux et d'utiliser une petite pelle ou une spatule pour extraire des échantillons du convoyeur.

Quatre échantillons élémentaires de 1kg ont été prélevés chaque semaine pour chaque variété analysée.



Photo 10 : les échantillons de blé tendre local et importé.

Conditionnement des échantillons : Les échantillons finals doivent être d'au moins 1 kg chacun et être scellés de manière à prévenir toute perte d'humidité. Ils doivent être conservés à l'abri de la lumière directe du soleil.

Division de l'échantillon : réduire La taille d'échantillon global pour effectuer la méthode d'agrégage.

3) Stockage des échantillons

Les échantillons ont été prélevés et conservés dans des sachets en plastique à une température ambiante, au sec et dans un endroit bien ventilé après un étiquetage préalable où sont mentionné certaines informations (date du prélèvement, la variété, n° de silo et le n° du prélèvement).

Ils étaient à l'abri de la lumière et des odeurs, de manière à prévenir toute contamination, prolifération microbienne ou autre situation de nature à endommager mes échantillons.

➤ **Matériel et méthodes :**

1- Caractéristiques des variétés utilisées

A / la variété Hidhab 1220 : La variété Hidhab 1220 est une obtention CIMMYT (Mexique 1980). Elle a été introduite en Algérie par l'ITGC et sélectionnée en 1984 à la station expérimentale du khroub (Constantine), c'est une variété qui présente de bonnes caractéristiques technologiques pour la panification. Elle est recommandée pour les zones fertiles assez bien arrosées (tableau 7)

B / La variété Ain Abid : Cette variété de blé tendre est introduite en 1986 de l'Espagne, elle est de cycle végétatif semi précoce et de très bonne productivité tolérante à la gelée, la zone d'adaptation est les hauts plateaux. Les caractéristiques de cette variété sont présentées dans le tableau ci-dessous

	Ain Abid	HD1220
Caractéristiques morphologiques	Epi: blanc, pyramidal, très lâche. Paille: moyenne, creuse. Grain: roux et allonge.	Epi: blanc, demi compact et a barbes divergente. Paille: creuse et de hauteur moyenne. Grain: roux et allonge.
Caractéristiques technologiques	PMG: élevé. Force boulangère: élevée. Utilisation: blé panifiable.	PMG: moyen. Force boulangère: élevée, bon gonflement. Utilisation: blé correcteur
Zone d'adaptation	Hautes plaines et hauts plateaux.	Littoral, plaines intérieurs, hauts plateaux et zones sahariennes.

Tableau 9: Les caractéristiques des variétés locales (Ain Abid et HD1220).

I- Analyse physiques de la matière première :

I.1. Poids spécifique (PS) :(la masse à l'hectolitre) :

Principe :

La masse à l'hectolitre correspond à la masse du blé contenu dans un hectolitre rempli de grains d'impuretés et d'air interstitiel.

Il sert à la détermination du taux d'extraction d'où le rendement ainsi que l'intérêt commercial.

Détermination du poids naturel du grain à l'hectolitre en opérant sur un échantillon d'un litre, par un appareil (le Nielma-litre).



Photo 11 : Nielma litre

Mode opératoire :

- Verser soigneusement les grains dans la trémie installée sur le récipient mesureur préalablement taré pour récipient.
- Introduire le couteau arasé entre remplir le récipient après avoir vidé et retirer la trémie.
- Poser le récipient de mesure contenant les grains dans la balance et peser.
- Effectuer une seconde détermination, après avoir déterminé la moyenne, diviser cette dernière sur la valeur de 205hl pour retrouver le PS .la masse à l'hectolitre est exprimée en Kg par hl à une décimale.
- Effectuer deux déterminations sur le même échantillon pour essai, un troisième essai est nécessaire si l'écart entre les deux premiers essais dépasse 0,20 kg/hl.

Expression des résultats :

- Pour le blé tendre si :
PS<70Kg/hl → blé anormal
70<PS<73Kg/hl → blé faible
73<PS<77KG/hl → blé moyen
77<PS<80Kg/hl → blé lourd
PS>80Kg/hl → blé très lourd.

I.2. Le poids de mille grains (PMG)**Principe :**

Cette méthode repose sur le comptage manuel du nombre de grains contenus dans une prise d'essai de masse connue, et qui a pour but de donner le degré d'échaudage. (NA731/1990)

Cette analyse permet l'appréciation de l'homogénéité et le rendement du blé et la classification de ce dernier.

La Pesée d'une quantité de l'échantillon, séparation des grains entiers et pesée du reste, suivies du comptage des grains entiers. Division de la masse des grains entiers par leur nombre, et expression du Résultat rapporté à 1000 grains.

Expression des résultats :

La masse, PMG en grammes de 1000 grains entiers tels quels, est donnée par la formule.

Mo = masse, en gramme, des grains entiers.

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

I.3. la détermination des différents types d'impuretés par la méthode d'agrégage

Détermination de la valeur commerciale et marchande d'un lot de blé et donner une idée sur la propreté du blé. (ZAIRI M. et MENADI. N., 2014).

- Impuretés 2eme catégorie :
 - Grains échaudés : grains de taille et de masses réduites. (ISO 7970).
 - Grains boutés : grains contaminés par spores de carie (couleur noir).
 - Grains mouchetés : tache brune de péricarpe causée par des champignons.
 - Grains verts: grains de blé tendre de couleur verte.
 - Graines étrangères : les graines autres que les grains de céréales.
 - Grains maigres.
 - Grains cassés: sont des grains de blé tendre qui ont perdu une partie de leur intégrité.

- Grains punaisés: la punaise des blés (tache claire, arrondie et de faibles dimensions). La piqûre est souvent visible à l'intérieur de cette tache, sous forme d'un petit point noir ou brun.
- Grains avariés : sont des grains de blé tendre qui montrent une altération multiple de l'aspect, de la couleur, de la forme ou de l'odeur.
- Grains piqués: sont des grains de blé tendre qui ont perdu une partie ou la totalité de leur amande à la suite d'attaques de déprédateurs.
- Grains germés: sont des grains de blé tendre qui révèlent des signes visibles de germination, soit le germe découvert soit la radicule et/ou la plumule développée.
- Grains fusariés : Dans le cas des grains fusariés blancs, seuls ceux ayant l'amande friable sont considérés fusariés. Les Fusarium peuvent synthétiser dans certaines conditions de température et d'humidité des toxines.
- Grains moisissés : sont des grains de blé tendre dont les enveloppes sont en partie ou en totalité envahies par des moisissures.
- GEB : graine employée pour bétail comme l'orge.
- Impuretés 1ère catégorie :
 - Graine cariées : grains légers et plus petits que grains sains.
 - Grains chauffés : contiennent des taches noires.
 - Grains sans valeur : aucune forme, aucune couleur.
 - Débris végétaux : paille, semence, balle, vesce...etc
 - Grains nuisibles.

**Photo 12:** Impuretés diverses.**Photo 13:** grains cassés.**Photo 14 :** grains échaudés.

II- Analyses physicochimiques

1. Détermination de la teneur en matière sèche et en eau (AFNOR, 1985)

a- Principe :

La teneur en matière sèche est déterminée conventionnellement par le poids d'une prise d'essai après dessiccation à 130 °C dans une étuve pendant 2h.

b- Mode opératoire :

Une prise d'essai de 5 g de chaque échantillons est déshydratée à l'étuve (130°C pendant 2h), après le refroidissement des creusets dans le dessiccateur pendant 30 minutes, la matière sèche restante est alors pesée par différence avec la masse initiale, la quantité d'eau évaporée est ainsi déduite. La teneur en eau ou en matière sèche des échantillons sont exprimés en g/100g de tissu.

Calcul et expression des résultats :

La matière sèche (MS) de l'échantillon est calculée par l'expression suivante :

$$\text{MS (\%)} = [\text{Masse (ms) (g) / Masse (Ech) (g)}] \times 100$$

Le pourcentage de la teneur en eau est calculé en appliquant le modèle mathématique suivant :

$$\text{Teneur en eau (g/100g d'Ech)} = [100 - \text{MS(\%)}]$$

2. Détermination de la teneur en matière minérale (AFNOR; 1985) :

a-Principe :

La teneur en cendres des échantillons est conventionnellement le résidu de la substance après destruction de la matière organique par incinération à 900°C dans un four à moufle pendant 2h.

b-Mode opératoire :

Les échantillons déshydratés (décrite dans le paragraphe précédent) vont être portés à 900°C pendant 2 heures dans un four à moufle jusqu'à l'obtention des cendres noires.

Lorsque les cendres sont d'une couleur grisâtre ou blanche, la température du four est abaissée jusqu'à environ 200°C. Les creusets vont être retirés du four et mise dans un dessiccateur. Lorsqu'ils sont à température ambiante, ils vont être pesés.

Calcul et expression des résultats : La teneur en matière minérale (MM) de l'échantillon est calculée par la relation suivante :

$$\text{Teneur en MM (\%)} = (\text{M2} - \text{M0} / \text{M1} - \text{M2}) \times 100$$

Avec :

M0 : masse du creuset vide (en gramme)

M1 : masse du creuset contenant la prise d'essai (en gramme)

M2 : masse du creuset et les minéraux bruts (en gramme)

3. Dosage des lipides totaux (Méthode de Folch et al, 1957) :

A partir d'une masse connue de prise d'essai, on extrait les lipides totaux à l'aide d'un mélange de solvant chloroforme + méthanol, en vue de déterminer la proportion de la MG contenue dans le blé avant et après la mouture.

a-Principe :

Cette technique repose sur le principe d'une extraction à froid des lipides par un mélange de solvant chloroforme/méthanol (2/1 ; v/v). Après l'ajout d'une phase aqueuse, cette extraction s'effectue par séparation de phases : La phase inférieure (chloroforme + lipides) et supérieure (méthanol + eau). Le filtrat obtenu est évaporé et la quantité de lipides est mise à sec et pesée.

b-Mode opératoire :

Une prise d'essai de 20g est additionnée à 60 ml de réactif de Folch (chloroforme + méthanol). Ils sont broyés à l'homogénéisateur pendant 2 minutes. Le mélange obtenu est filtré à l'aide d'un verre fritté. Le filtrat est versé dans une ampoule à décanter. La séparation des phases s'effectue à l'aide d'une solution de chlorure de sodium (NaCl) à 0.73% à raison de 1 volume de NaCl pour 4 volumes de filtrat.

On obtient une saturation des deux mélanges : méthanol/eau et chloroforme/lipides. La présence d'une émulsion peut être possible. Dans ce cas on ajoute quelques gouttes d'éthanol.

Agiter et laisser décanter environ 2 heures. Après décantation les phases apparaissent incolores, limpides et séparées par un ménisque. La phase inférieure (chloroforme/lipides) filtrée sur du sulfate de sodium ayant la propriété d'absorber l'eau est recueillie dans un ballon à col rodé préalablement pesé.

La phase supérieure est rincée à l'aide de 50 ml d'un mélange à 10 ml de NaCl d'une concentration 0.58% et 40 ml de réactif de Folch de façon à extraire le reliquat des lipides. On filtre comme précédemment la phase inférieure.

On évapore sous vide le chloroforme. La quantité de lipides mise à sec est pesée. Par rapport au poids initial de l'échantillon.

Il est possible de déterminer le pourcentage des lipides totaux par la formule suivante :

$$\text{Teneur en MG (\%)} = \frac{(P2 - P1)}{P0} \times 100$$

Avec :

P0 : Prise d'essai (en gramme)

P1 : Poids du ballon vide (en gramme)

P2 : Poids du ballon contenant les lipides (en gramme)

La teneur en MG est exprimée en g/100g d'Ech

4. Dosage des protéines brutes (Méthode de Lowry ; 1951) :**a-Principe :**

Les protéines réagissent avec le réactif Folin-Ciocalteu pour donner des complexes colorés. La couleur ainsi formée est due à la réaction du phosphomolybdate par la tyrosine et le tryptophane. L'intensité de la coloration dépend donc de la quantité d'acides aminés aromatiques présents et varie selon les protéines. Les densités optiques sont mesurées à 700nm avec le spectrophotomètre contre un blanc qui contient tous les réactifs à l'exception des protéines.

b- Mode opératoire :

L'aliquote qui pèse 1g de chaque type de produit est broyé avec 25ml d'eau physiologique sur le glaçon, le broyat est filtré à l'aide d'un papier filtre. On prend de ce filtrat 1ml et on le rajoute à 100ml d'eau distillée, ensuite de ce mélange on prend 1ml et on l'introduit dans un tube à essai et on rajoute le réactif de Lowry et laisser reposer 10min, puis on met le Folin dilué à moitié dans chaque tubes. Agiter les tubes à l'aide d'un homogénéisateur électrique pendant 2min et laisser reposer 30min à 4°C et à l'obscurité. La lecture se fait au spectrophotomètre à une longueur d'onde de 700nm. Les densités optiques ainsi obtenues sont convertie en pourcentage de protéines grâce à une courbe d'étalonnage préparée dans les mêmes conditions.

➤ La mouture d'essai :**Mode opératoire:**

Avant toute opération de mouture, il est nécessaire de faire les étapes suivantes:

- 1-On prend la quantité du blé qu'on veut broyer (il doit être nettoyé des impuretés)
- 2-On laisse reposer le blé mouillé pendant 24h pour assurer qu'il a bien absorbé l'eau.
- 3-On allume l'appareil pendant 2min pour éliminer toute sorte d'ancienne farine restant dans la mouture.
- 4-Après on lance la mouture du blé, On récupère la farine et on mesure leurs quantités.



Photo 15: Moulin a essai.

Du coup la farine obtenue va nous permettent d'effectuer les principales analyses: gluten sec et humide, zeleny, l'humidité, les protéines, la matière grasse, taux de cendres, l'acidité et le pH... À partir de ces analyses on pourra savoir si le blé reçu est de bonne qualité.

III- Analyses technologiques**I. Indice de ZENELY :****a-Principe :**

Donne une indication globale sur la quantité et la qualité du gluten, on admet qu'il est en relation avec la force boulangère. Il permet un classement rapide des blés suivant leur qualité. Le Test de zélény repose sur l'aptitude des protéines de la farine à gonfler en milieu acide. On mesure la hauteur du dépôt obtenu après agitation et sédimentation d'une préparation de farine en suspension dans un réactif. Son résultat est exprimé en ml.

b-Mode opératoire :

Une masse de 3,2g de cette farine est pesée, placée dans une éprouvette spéciale de 100ml (graduée au 1ml) et additionnée de 50ml de réactif bleu de Bromophénol. Le mélange est ensuite agité à l'aide d'un agitateur automatique pour 5 minutes, puis additionné de 25ml d'acide lactique (0,5N) et agité pour 5 minutes. L'éprouvette est ensuite placée sur une surface plane pour 5 minutes avant la lecture de la hauteur du précipité. Chaque échantillon est traité en double essai.

II. Test du Gluten humide et sec Le Gluten :**a-Principe :**

Le composé principal de la fraction protéique des blés, insoluble dans les solutions salines, c'est une substance plastoélastique. Il est considéré comme moyen d'estimation de la qualité de la pâte. La teneur en gluten a été déterminée selon le protocole de (Mauze et al, 1972).

b-Mode opératoire :

À partir de 10g de farine, on ajoute 5ml d'eau distillée salée à 10% de NaCl et à l'aide d'une spatule un pâton est formé, l'extraction de gluten s'effectue alors par lixiviation manuelle sous un mince filet d'eau.

Le gluten humide résultant est essoré, pesé puis séché à l'étuve et en suite repesé. La teneur en gluten sec sera exprimée en pourcentage (%) de matière sèche.

-Verser 10 g de farine à 0.01 g de prés et les introduire ou la capsule métallique a l'aide de la burette verser 5.5 ml de la solution NaCl en agitant la farine avec la spatule puis comprimer le mélange et former une boule de pate en prenant soins d'éviter les pertes de farines.

-Les pertes de pâte adhérentes au récipient et à la paume de la main, jusqu'à ce qu'elle n'y adhère plus.

-Malaxons le pâton en se plaçons dans la paume de la main tout en versant goutte à goutte (assez rapidement) la solution de NaCl.

-Poursuivre cette opération jusqu'à ce que l'eau de lavage ne soit plus laiteuse mais à peine trouble. Sous lavage doit se faire au-dessus du tamis recouvert de gaz destiné à retenir les fragments de glutens qui trouveraient entrainer.

-L'amidon est éliminé et le gluten se soude à lui-même.

-Récupérer le gluten tombé sur le tamis et pour rincer le gluten global.

-Augmente le débit de la solution de NaCl de manière à obtenir un filet continu, puis malaxer énergiquement le pâton, la durée de l'extraction dépend de la teneur en gluten et elle est environ 8min.

- Essorage : comprimer la boule de gluten et essuyer ensuite, refaire cette opération plusieurs fois jusqu'à ce que le gluten à adhérer. Le gluten humide et le gluten sont exprimés en %. La masse de produit telle qu'elle est égale à $[m \cdot 100] / 10$

III. Granulométrie :**a-Principe :**

La granulométrie est l'étude de la distribution de la taille des particules d'une farine; c'est une caractéristique fondamentale, en relation directe avec toutes les opérations unitaires de broyage, mélange et transfert mais aussi avec les phénomènes physico-mécaniques liés à l'ingestion et au transit digestif des particules alimentaires.

b-Mode opératoire :

Mettre 50g (m^o) de notre échantillon dans une tamiseuse qui comprend 6 tamis organisés selon le diamètre des pores du haut vers le bas, En plus d'un fond ramasseur et procéder à l'agitation pendant 10 min; une fois le tamisage terminé, desserrer le couvercle et peser l'extraction (m1) de chaque tamis (Senator A. 1983).



Photo 16 : Tamisage Mécanique.

IV. Mesure du PH et de l'acidité :**1-Mesure de PH :****Le principe :**

On le mesure habituellement à l'aide d'un PH-mètre. Le PH d'un blé après la mouture varie entre 5,8 et 6,4 ; on considère comme anormales les valeurs de PH supérieures 6,4 et inférieures à 5,8.

Mode opératoire :

Broyer ensuite le mélange obtenu dans un bécher et procéder à la détermination de PH en prenant soins que l'électrode soit complètement émergée dans la solution.

2-Le dosage de l'acidité :**Principe :**

L'acidité d'une farine est l'acidité des substances extractibles par l'alcool à 95°. Elle est due en grande partie à l'acidité des acides gras formés par hydrolyse ou par oxydation des lipides. On la détermine sur l'extrait alcoolique au moyen d'une solution alcaline titrée, en présence de phénophtaléine, on retranche du résultat l'acidité apporté par le solvant.

Mode opératoire :**a- Extraction :**

- Introduire dans un tube de centrifugeuse (5 g) de farine, 30 ml d'alcool à 95°, fermer hermétiquement avec un bouchon enduit d'une couche de vaseline et agiter mécaniquement par retournement successif pendant 1 h à 20 °C.

b-dosage :

- Dans un erlenmeyer, mettre 20 ml de surnageant (qui doit être limpide) et 5 gouttes de phénophtaléine.

- Titrer au moyen de la soude 0.05N jusqu'au virage au rose.

$$(n-n_1) \times 5 \times 10^{-3} \times 49 \times 3$$

Acidité = $\frac{\text{---}}{\text{---}}$

10g H₂SO₄/100g

- n : le nombre de ml de NaOH 0.05 N utilisé pour neutraliser l'acidité du dosage.
- n₁ : le nombre de ml de NaOH 0.05 N utilisé pour neutraliser l'acidité du blanc.
- Les résultats sont exprimés en g d' H₂SO₄/ 100 g de farine.

(JOURNAL OFFICIEL DE LA REPUBLIQUE ALGERIENNE N° 35,7 juillet 2014).

V. Les analyses microbiologiques :

Objectifs :

Le travail expérimental réalisé a pour but l'évaluation de la qualité microbiologique des trois variétés de blé tendre étudiées (Ain Abid, HD1220 et une variété importé).

Nos échantillons ont été stockés avant conditionnement dans des sacs stériles.

Le protocole général :

-La préparation des échantillons :

La première étape consiste à faire la pesée, la prise d'essai est effectuée à un endroit représentatif.

Au près d'une flamme on pèse 10g de chaque variété misent dans des tubes stériles après avoir étalonné la balance de précision.

Nos prélèvements sont immédiatement placés dans des tubes pour les analyses microbiologiques (cinq prélèvements représentent un échantillon) sachant qu'on dispose de quatre échantillons.

Elle réalisée en homogénéisant 10g d'échantillon pour essai avec 40ml de la solution d'eau physiologique, afin d'obtenir une suspension mère diluée a 1/5.

1) Recherche des levures et moisissures :

La préparation de la gélose SABOURAD en la faisant fondre et refroidir à 45°C.

Ensuite nous la coulons sur les boites de pétris, après séchage des boites nous portons aseptiquement 0,1ml d'inoculum de chaque tube et nous le mettons sur la surface de la gélose.

L'incubation se fait à une température ambiante de 30°C pendant 5jours.

La lecture :

Après 5 jours, nous faisant la lecture des moisissures. Elles apparaissent sous forme de colonies poilues.

Après la phase d'incubation, isolats fongiques ont été prélevés et purifiés à partir d'échantillons de blé tendre. Après identification, il s'est avéré que les 2 isolats fongiques appartiennent à 2 genres :

- L'isolat : BT1 classé dans le genre Rhizopus.
- un isolat appartient au genre d'Aspergillus (BT2).

2) Recherche des Clostridium Sulfito-réducteurs :

Sont des anaérobies à gram positif sporulés responsables des toxi-infections alimentaires.

La recherche se fait comme suit :

-Les tubes sont remplis par la gélose T.S.N, puis les mettre dans un bain marie pendant 10min à 80°C.

-Utiliser l'eau froide pour éliminer la forme végétative et ne laisser que les spores.

-Après solidification on incube à 46°C pendant 72H.

➤ **Lecture des résultats** : Après l'incubation des tubes, le comptage des colonies se fait à l'œil nu obtenir selon la loi suivante :

➤ **Dénombrement des différents microorganismes** : Le dénombrement est effectué pour chaque type de micro-organisme (levures et moisissures, Clostridium Sulfitoréducteurs) se fait selon la loi de la moyenne pondérée (Larpen. 1997).

$N = \sum cv \times 1.1 \times d$ N : Nombre de germes recherchés.

C: Nombre total de colonies compté sur les deux boites.

v : Volume de l'inoculum en ml (v=1ml).

d : Facteur de dilution.

VI- Enquête sur le stockage du blé tendre dans la wilaya de Mascara

I-1-Définition d'une enquête :

Selon la FAO (1992), une enquête est une méthode de recueil d'informations sur un grand nombre de personnes, en interrogeant seulement quelques-unes d'entre elles (fraction ou échantillon).

Dans une enquête, les informations concernant tel ou tel groupe de personnes sont recueillies en posant des questions. Ainsi, les enquêtes permettent la collecte d'informations sur la santé, les besoins, les comportements, les attitudes, l'environnement et les opinions des gens, ainsi que sur les caractéristiques personnelles telles que l'âge, le revenu et le métier.

I-2-Déroulement de l'enquête :

Pour récolter les données nous avons mené une enquête auprès de l'OAIC et des agriculteurs de la wilaya de Mascara ; en distribuant des questionnaires d'enquête et sous forme de question ouverte et avec choix. Ainsi donc les différentes réponses aux questions posées seront représentées sous formes de tableaux.

L'enquête s'est déroulée dans la wilaya de Mascara ;

La première série de l'enquête s'est déroulée auprès des agriculteurs du 10 mars au 19 mars de l'année 2019, la deuxième auprès de l'OAIC 07 avril au 21 avril de l'année 2019.

Description de la zone d'étude a la wilaya de MASCARA caractérisées par un climat subhumide ou semi-aride productrice de blé et disposant d'infrastructures de stockage ont été choisies pour l'étude Des prélèvements de blé tendre à partir des silos de chaque région sont réalisés.

Le plan du Questionnaire :(Stockage du blé tendre)**➤ La 1 ère partie auprès des Agriculteurs :****-Nom et Prénom :****-Age :****-Sexe :****-Situation familiale :****- Conditions de récolte :**

- climat sec
- climat humide (après un orage)

- Type de variété :

- Ain Abid
- HD1220
- Anza
- demias

- Quantité récolté :

- Autoconsommation
- Commerce.

- Durée du stockage intermédiaire chez l'agriculteur :

- Moins de 3 jours
- Une semaine
- Plus d'une semaine

- Lieu de stockage :

- Hangar.
- Greniers (matmora).
- Silos.

- Conditionnement :

- En sacs.
- En vrac.

- Traitement insecticide chez l'agriculteur :

- Oui.
- Non.

- Transport :

- Remorque agricole
- Par camion.

➤ **La 2eme partie auprès de l'OAIC : Organisme de stockage (CCLS) :**

• **Nature du silo :**

- Béton
- Métallique
- Silo souterrain
- Hangar

• **Capacité de stockage :**

- Moins de 10 000qx
- De 10 000 A 15 000qx
- DE 15 A 40 000qx
- + DE 40 000qx

• **Les variétés stockées et le de silos de stockage :**

- AIN ABID
- HD 1220
- Importée
- Anza

• **Contrôle à la réception :**

- Tarage :
- Analyse des teneurs en humidité et en impuretés du lot livré :

• **Existe – il un plan de nettoyage des locaux ?**

• **Pré-nettoyage et séchage : (au niveau du silo) :**

- Emotteur (enlève les grosses impuretés)
- Séchoir intégré ou externe au silo
- Cellule de Stockage, ventilateurs :
- Manutention (élévateur à godet, transporteur à chaîne, transporteur à bande, vis...) :

• **Stockage (localisation au niveau du silo) :**

- Manutention (élévateur à godet, transporteur à chaîne, transporteur à bande, vis) :
- Cellule/bâtiment de stockage :
- Nettoyeur calibreur + matériel de manutention :
- Ventilateur fonctionnel : oui – non.

- Utilisation d'insecticides de stockage : oui – non.
- Contrôle de la température et l'humidité : oui- non

Résultats et discussion

Résultats de l'enquête alimentaire sur le stockage du blé tendre :

Pour récolter les données nous avons mené une enquête auprès de l'OAIC et des agriculteurs de la wilaya de Mascara ; en distribuant des questionnaires d'enquête et sous forme de question ouverte et avec choix. Ainsi donc les différentes réponses aux questions posées seront représentées sous formes de tableaux.

L'enquête s'est déroulée dans la wilaya de Mascara ;

La première série de l'enquête s'est déroulée auprès des agriculteurs du 10 mars au 19 mars de l'année 2019, la deuxième auprès de l'OAIC 07 avril au 21 avril de l'année 2019.

1) L'enquête auprès des agriculteurs :

Présentation de l'enquête :

	CATEGORIES	TAUX (%)
SEXE	HOMME	100
AGE	25 – 39	48,38
	40 - 55	29,03
	+ 55	19,35
SITUATION FAMILIALE	SEUL	35,48
	COUPLE	64,52
TRANSPORT (ENGINS DE TRANSPORT)	REMORQUE AGRICOLE	32,25
	CAMION	67,74

Tableau 33 : présentation des enquêtés.

La lecture de ce tableau nous donne une vue d'ensemble des enquêtés au plan de leur statut. Nous constatons à travers ce tableau que sur 31 personnes enquêtées, 31 soit 100% sont des hommes. 48,38 % des enquêtés sont âgés de 25 à 39 ans, dont 64,52 % possèdent le statut des mariés.

67,74 % soit 10 des agriculteurs transportent leurs blés dans les camions, contre 32,25% soit 21 dans les remorques agricoles.

1. Mode de stockage :

CRITERES ETUDIES		TAUX (%)
Durée du stockage intermédiaire chez l'agriculteur	Moins de 3 jours	45,16
	Une semaine	35,48
	Plus d'une semaine	19,35
Mode de Conditionnement	En sacs	41,93
	En vrac	58,07
Lieu de stockage	Hangar	35,48
	Greniers (matmora)	54,83
	Silos	9,67

Tableau 34 : représente les résultats du mode et la durée du stockage de blé tendre.

Il ressort de ce tableau que 46,67 % de nos enquêtés stockent le blé moins de 3 jours, contre 40% qui le conservent une semaine et 13,33% plus d'une semaine.

Selon les enquêtés le stockage se fait selon deux modes de conditionnement(en sacs et en vrac) ; 30% des agriculteurs stockent le blé dans des sacs et 70% en vrac.

Selon l'enquête le stockage se fait en trois lieux ; 36,67% de nos enquêtés conservent le blé dans les hangars, 56,67% d'entre eux le stocke dans les greniers et 6,67% au sein de silos.

2. Conditions de récolte :

CRITERES ETUDIÉS		TAUX (%)		
Conditions de récolte	Climat sec	54,83		
	Climat humide (après un orage)	41,93		
Type de variété	Anza	16,12		
	HD1220	22,58		
	Ain Abid	48,38		
	Demias	12,90		
Quantités récoltées	Autoconsommation	Moins de 6000qx	12,90	
	Commerce	De 6000 A 8000qx	18,51	87,10
		De 8000 A12 000qx	25,93	
		De 12 000 A 18000qx	40,74	
		Plus de 18 000qx	14,81	

Tableau 35 : présente les résultats des conditions et quantité du blé récolté.

La lecture de ce tableau nous donne une vue d'ensemble des conditions de récolté du blé et les quantités récoltées avec le taux des différents type de variétés.

A travers ces résultats, nous constatons que les conditions de récolte se diffère, dont 56,67% des enquêtés récoltent le blé dans un climat sec, 43,33% lors d'un climat humide.

La variété Ain Abid est utilisée par 43,33% des enquêtés contre 26,67% des agriculteurs qu'ils utilisaient la variété HD1220. 13,33% utilisaient la Demias et 16,67% des agriculteurs utilisaient la variété Anza.

la lecture de ce tableau nous donne une vue d'ensemble des enquêtés au plan de leurs quantités récoltées. Cependant nous remarquons que 16,67 % avaient une quantité moins de 6000qx pour leurs autoconsommation contre 83,33% avec plus de 6000qx pour but de commerce ; 16 % avec une quantité de 6000 à 8000qx et 28 % pour un revenu de 8000 à 12 000qx.

La majorité des agriculteurs (40%) avaient des quantités qui varient de 12000 à 18000qx et seulement 16% qui avaient des revenus plus de 18000qx.

3. Traitement insecticide chez l'agriculteur :

CRITERES ETUDIES		TAUX (%)
Traitement insecticide	OUI	61,29
	NON	38,70
Mode de conservation	A l'état sec ; -A l'abri de la lumière et l'humidité. -Peut aller jusqu'à 72h A l'état traité ; -A l'abri de la lumière et l'humidité plus 72h	

Tableau 36 : présente le traitement par insecticide chez l'agriculteur.

Il ressort de ce tableau que 61,29 % de nos enquêtés assurent le traitement du blé après la récolte, alors que 38,70 % qui ne les traitent pas. Selon les enquêtés la conservation est faite selon l'état primaire du blé. Dans le cas où les céréales en générale présentent une qualité sanitaire acceptable ils sont gardées à l'abri de la lumière et de l'humidité sans traitement mais a une durée ne dépasse pas les 72h et. Quant au blé traité, elles peuvent être gardées plus de 72h.

2) L'enquête auprès de l'OAIC :

1. Mode De stockage, les variétés et le taux de silos pour chaque variété :

CRITERES ETUDIES		TAUX (%)
MODE DE STOCKAGE	SILO EN BETON	38,09
	SILO METTALIQUE	9,09
	HANGAR	31,81
	SILO SOUTERRAIN	38,09
CAPACITE DE STOCKAGE	Moins de 10 000qx	12
	De 10 000 A 15 000qx	20
	DE 15 A 40 000qx	32
	+ DE 40 000 DA	40
LES VARIETES STOCKEES ET LE TAUX DE SILOS DE STOCKAGE	AIN ABID	28
	HD 1220	16
	ANZA	12
	IMPORTE	44

Tableau 37: présente le mode de stockage, les variétés et le taux de silos des varietés.

Au vu de ce tableau, nous constatons que sur 25 infrastructures enquêtés, 8 soit 38,09 % sont des silos de béton contre 8 soit 38,09 % de nature souterraine, 7 soit 31,81% sont des hangars de stockage et 2 silos métalliques soit 9,09%.

Il ne ressort aussi que 44% lieux de stockage enquêtés sont consacrés au blé importé soit 11 lieux pour la variété importée, 28% des lieux sont les stocks de la variété Ain Abid soit 7 lieux, les lieux de stockage de la variété Anza c'est 12% soit 3 lieux et la variété HD1220 représente un pourcentage 16% soit 4 milieux.

Nous remarquons que sur les mêmes infrastructures enquêtés, 2 soit 12% ont des capacités de stockage qui ne dépassent pas les 10 000qx contre 40% soit 10 infrastructures qui dépassent les 40 000qx et 52% soit 13 infrastructures de stockage ont une capacité de 10 000 à 40 000qx.

3) Le contrôle de la qualité du blé stocké :

D'après les questions posées auprès de l'OAIC on note les informations suivantes :

-Il existe un plan de nettoyage des locaux au niveau des silos de stockage.

-Un pré-nettoyage des infrastructures de stockage par un émotteur (enlève les grosses impuretés) et des séchoirs pour éliminer les poussières.

-Les silos sont dotés par des élévateurs à godet, transporteurs à chaîne, transporteur à bande, pour faciliter le transport du blé au niveau des silos, contre l'absence des ventilateurs et les sondes thermométriques fonctionnelles.

-l'absence du contrôle de l'humidité et la température avec un traitement des blés par des insecticides avant le stockage dans des sacs.

➤ **Résultats des analyses sur le blé tendre avant la mouture**

Des bulletins d'agréege des échantillons des variétés de blé tendre stocké :

Tableau N°10 : taux d'impuretés du blé tendre (Ain Abid)

	Désignation	Taux		Désignation	Taux
Les impuretés de 2 ^{ème} catégorie	1- blé cassé	0,633	Les impuretés de 1 ^{ère} catégorie		
	2- blé germé	0,000		1-1 débris végétaux sec	
	3-blé punaisé	0,107		1-1-1 paille	0,024
	4- blé maigre	12,025		1-1-2 semence	0,000
	5- blé échaudé	12,262		1-1-3 balle	0,000
	6- blé bouté	0,780		1-1-4 vesce	0,003
	7- blé piqué	0,007		1-2 débris végétaux vert	0,327
	8- blé moucheté	1,861		1-3 grains verts	0,000
	9- blé avarie	0,000		<i>1-4 éléments minéraux</i>	
	10-GEB	0,000		1-4-1 terre	0,000
	TOTAL I -2ème catégorie-	27,674		1-4-2 pierre	0,045
Grains nuisibles			1-4-3 métal	0,000	
	Ivraie	0,000	2- grains sans valeur	0,000	
	Ergot	0,000	3- grains étrangers	0,167	
	Nielle	0,000	4- blé chauffé	0,000	
	Grains nuisibles non toxiques		TOTAL II -1ère catégorie-	0,565	
	fénugrec	0,000	Autres grains	blé moisi	0,000
	Mélilot	0,000		blé égermé	0,036
	Ail	0,000		blé fusarie	0,109
	mélampyre	0,000		TOTAL III - autres maladies-	0,145
	céphalaire	0,000			
TOTAL II-grains nuisibles-	0,000				

Taux d'impuretés :	30,92%
---------------------------	---------------

Le pourcentage élevé du taux d'impureté observé dans la variété Ain Abid est dû surtout aux impuretés de la deuxième catégorie, dont leurs pourcentages dépassent les 25%.

Cette deuxième catégorie englobe plusieurs impuretés mais les plus abondants sont les grains échaudés avec un taux moyen de **12,262%** et les grains maigres de **12,025%** et en troisième position les grains mouchetés (1,81%). Le pourcentage des grains de blé cassés représentent 0,633% et celui des blés boutés 0,780%, avec un pourcentage inférieur en grains piqués de 0,07%.

Tableau N°11 : -le taux d'impuretés d'un échantillon de blé tendre (HD 1220) :

		Désignation	Taux			Désignation	Taux
Les impuretés de 2 ^{ème} catégorie		1- blé cassé	0,703	Les impuretés de 1 ^{ère} catégorie			
		2- blé germé	0,000			1-1 débris végétaux sec	
		3-blé punaisé	0,046			1-1-1 paille	0,022
		4- blé maigre	7,500			1-1-2 semence	0,000
		5- blé échaudé	7,453			1-1-3 balle	0,000
		6- blé bouté	0,412			1-1-4 vesce	0,002
		7- blé piqué	0,000			1-2 débris végétaux vert	0,151
		8- blé moucheté	1,474			1-3 grains verts	0,000
		9- blé avarie	0,000			<i>1-4 éléments minéraux</i>	
		10-GEB	0,000			1-4-1 terre	0,000
		TOTAL I -2ème catégorie-	17,586			1-4-2 pierre	0,000
Grains nuisibles					1-4-3 métal	0,000	
		lvraie	0,000		2- grains sans valeur	0,000	
		ergot	0,000		3- grains étrangers	0,011	
		nielle	0,000		4- blé chauffé	0,000	
		Grains nuisibles non toxiques			TOTAL II -1ère catégorie-	0,000	
		fénugrec	0,000	Autres grains	blé moisi	0,000	
		mélilot	0,000		blé égermé	0,016	
		Ail	0,000		blé fusarie	0,077	
		mélampyre	0,000		TOTAL III - autres maladies-	0,093	
		céphalaire	0,000				
	TOTAL II-grains nuisibles-	0,000					

Taux d'impuretés :	18,223%
---------------------------	----------------

Le pourcentage du taux d'impuretés est dû aux impuretés de la deuxième catégorie qui présente un pourcentage de **17,586%** et les impuretés de la première catégorie à un taux de **0,093%**.

Le taux d'impuretés de **18,223%** pour la variété HD1220 est jugé acceptable.

Cette variété présente un taux de grains maigre et échaudés qui dépassent les **7%**.

Il y a la présence de gains cassés 0,703% et les grains punaisés 0,046%.

La présence aussi des grains mouchetés 1,47%.

Tableau N°12 :-le taux d'impuretés de la variété locale (Ain Abid2)

On a enregistré un taux élevé en blé maigre et grains échaudé 12,030% et 15,097% respectivement.

Les grains mouchetés ont un taux inférieur de 1,988%, avec une présence de grains cassés, punaisés et des débris végétaux verts.

		Désignation	Taux			Désignation	Taux
Les impuretés de 2 ^{ème} catégorie		1- blé cassé	0,645	Les impuretés de 1 ^{ère} catégorie			
		2- blé germé	0,000			1-1 débris végétaux secs	
		3-blé punaisé	0,189			1-1-1 paille	0,000
		4- blé maigre	12,030			1-1-2 semence	0,000
		5- blé échaudé	15,097			1-1-3 balle	0,000
		6- blé bouté	0,809			1-1-4 vesce	0,004
		7- blé piqué	0,008			1-2 débris végétaux vert	0,389
		8- blé moucheté	1,988			1-3 grains verts	0,000
		9- blé avarie	0,000			<i>1-4 éléments minéraux</i>	
		10-GEB	0,000			1-4-1 terre	0,000
	TOTAL I -2ème catégorie-	30,764		1-4-2 pierre	0,000		
Grains nuisibles					1-4-3 métal	0,000	
		Ivraie	0,000		2- grains sans valeur	0,000	
		Ergot	0,000		3- grains étrangers	0,000	
		Nielle	0,000		4- blé chauffé	0,000	
		Grains nuisibles non toxiques			TOTAL II -1ère catégorie-	0,393	
		Fénu grec	0,000	Autres grains	blé moisi	0,000	
		Ménilot	0,000		blé égermé	0,041	
		Ail	0,000		blé fusarie	0,123	
	Mélampyre	0,000	TOTAL III - autres maladies-		0,164		
	Céphalaire	0,000					
	TOTAL II-grains nuisibles-	0,000					

Taux d'impuretés	31,17%
-------------------------	---------------

Tableau N°13 :-le taux d'impuretés du blé tendre (variété importé) :

La variété importée présente un pourcentage élevé en grains maigres **13, 888%** et du blé mouchetés **5, 656%** avec la présence des grains échaudés **3,109%**.

Il y a aussi un taux de grains cassés 0, 371% punaisé 0, 014 % piqué 0, 029% et bouté 0,268%.

La présence des débris végétaux verts avec un pourcentage de (0,289%).

		Désignation	Taux			Désignation	Taux
Les impuretés de 2 ^{ème} catégorie		1- blé cassé	0,371	Les impuretés de 1 ^{ère} catégorie	1-1 débris végétaux sec		
		2- blé germé	0,000		1-1-1 paille	0,000	
		3-blé punaisé	0,014		1-1-2 semence	0,000	
		4- blé maigre	13,888		1-1-3 balle	0,000	
		5- blé échaudé	3,109		1-1-4 vesce	0,003	
		6- blé bouté	0,268		1-2 débris végétaux vert	0,289	
		7- blé piqué	0,029		1-3 grains verts	0,000	
		8- blé moucheté	5,656		<i>1-4 éléments minéraux</i>		
		9- blé avarie	0,000		1-4-1 terre	0,000	
		10-GEB	0,000		1-4-2 pierre	0,004	
		TOTAL I -2ème catégorie-	23,335		1-4-3 métal	0,000	
Grains nuisibles		Ivraie	0,000	2- grains sans valeur	0,000		
		Ergot	0,000	3- grains étrangers	0,000		
		Nielle	0,000	4- blé chauffé	0,026		
		Grains nuisibles non toxiques		TOTAL II -1ère catégorie-	0,321		
		Fénugréc	0,000	Autres grains	blé moisi	0,000	
		Ménilot	0,000		blé égermé	0,034	
		Ail	0,000		blé fusarie	0,691	
		mélampyre	0,000		TOTAL III - autres maladies-	0,725	
		céphalaire	0,000				
		TOTAL II-grains nuisibles-	0,000				

Taux d'impuretés:	28,785%
--------------------------	----------------

	1ere sem	2eme sem	3eme sem	4eme sem	5eme sem	6eme sem	7eme sem	8eme sem	Moyenne
Ain Abid1	35,88%	25,21%	30,30%	30,04%	30,56%	30,15%	35,10%	30,12%	30,92%
Ain Abid2	36,44	18,53	30,14	30,87	35,69	31,27	36,1	30,34	31,1725
Importé	11,38	19,41	36,66	30,07	30,51	34,55	37,02	30,68	28,785
HD1220	12,48	13,47	21,43	24,18	11,57	14,38	22,15	26,13	18,22375
La variété	Ain Abid 1		Ain Abid 2		importée		HD1220		
La moyenne	30,92%.		31,17%.		28,78%.		18,22%.		

Tableau14 : Résultats du taux d'impuretés dans chaque variété de blé tendre sur les huit semaines de stockage.

Le taux d'impuretés est important dans la variété Ain Abid (1 et 2) et qui dépasse les 30% sauf la deuxième semaine 25,21% pour la variété stockée dans les silos (1 et 2) et 18,53 pour la même variété stocké dans les silos (3 et 4).

Contrairement, l'autre variété locale (HD1220) présente un taux d'impuretés moyen ne dépassant pas les 20%.

Cette variété présente des taux acceptables au cours des 1, 2, 5 et 6 eme semaines.

La variété importée à un taux d'impureté acceptable au cours de la 1ere et la 2eme semaine respectivement (11,38 et 13,47%), mais on note une nette augmentation à partir de la 3eme semaine (36,66%). Ce qui donne une moyenne de (28,78%).

D'après ces résultats ont conclu qu'il y a une attaque par plusieurs types d'insectes, connues par le faite qu'il y a un degré d'infestation élevé et qu'il s'agit de grains cassée et piquée.

L'identification des insectes faite par agréage des grains a révélé qu'il y'avait une présence de certaines espèces d'insectes (AOUES et al. Revue Agrobiologia, 2017).

En termes de qualité sanitaire primaire le blé local HD1220 apparaît comme étant le moins infesté.

Après la détection d'un pourcentage de grains brisées soient cassées ou piquées, on peut dire qu'il avait une infestation liée au charançon et capucin.

1) humidité des variétés de blé tendre stocké:

Sachant que l’humidité est un facteur important sinon primordial pour la conservation et le stockage du grain de blé ; il était impératif de calculer la teneur en eau et ses variations tout au long du stockage (08 semaines) pour les différentes variétés.

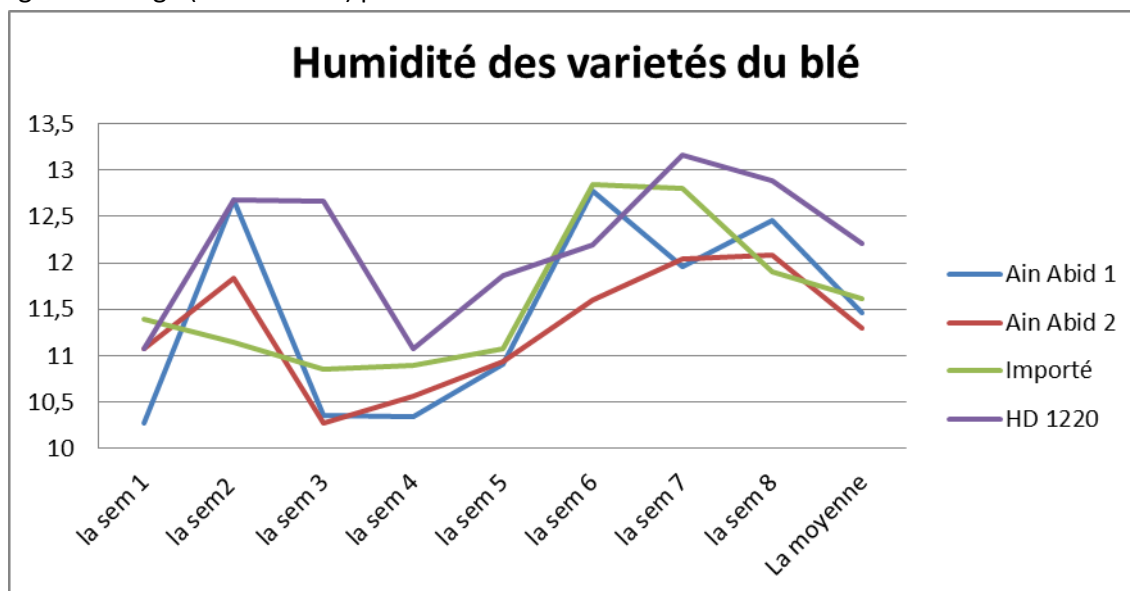


Figure 7 : Résultats de la teneur en eau des variétés de blé tendre (local et importé) avant la mouture.

La sem	la sem 1	la sem 2	la sem 3	la sem 4	la sem 5	la sem 6	la sem 7	la sem 8	La moyenne	la variance	ecart type
Ain Abid 1	10,28	12,68	10,35	10,34	10,91	12,77	11,96	12,46	11,46875	1,2336125	0,99875
Ain Abid 2	11,08	11,83	10,28	10,56	10,94	11,6	12,04	12,09	11,3025	0,47265	0,5875
Importé	11,4	11,14	10,85	10,9	11,08	12,85	12,8	11,9	11,615	0,66645714	0,67625
HD 1220	11,08	12,68	12,67	11,08	11,87	12,19	13,17	12,89	12,20375	0,64085536	0,64875

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	importée	HD1220
La moyenne	11,46±0,99	11,30±0,58	11,61±0,67	12,20±0,64

Tableau15 : Résultats de la teneur en eau des variétés de blé tendre (locale et importé).

Chaque valeur est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l’écart type, et la moyenne des huit semaines de stockage.

Les résultats d’humidité des variétés de blé tendre montrent qu’il y a des différences non significatives entre les variétés.

La variété locale HD1220 a une humidité très élevée de la première semaine 11,08%, jusqu’ à la huitième semaine 12, 89%, avec une moyenne de 12,20%.

Le blé tendre importé présente aussi des teneurs en eau élevées par rapport aux variétés locales (Ain Abid 1 et 2).

Les résultats du taux d’humidité du blé varient entre 10,85 et 12, 85% avec une moyenne de 11,61% pour la variété importée et (10,28 à 12,68%) pour la variété Ain Abid 1.

L'autre variété d'Ain Abid 2 a une teneur en humidité moyenne de 11,30% comparable à celle d'Ain Abid 1 qu'elle a une moyenne de 11,46%.

2)Teneur en matière sèche des variétés de blé tendre stocké:

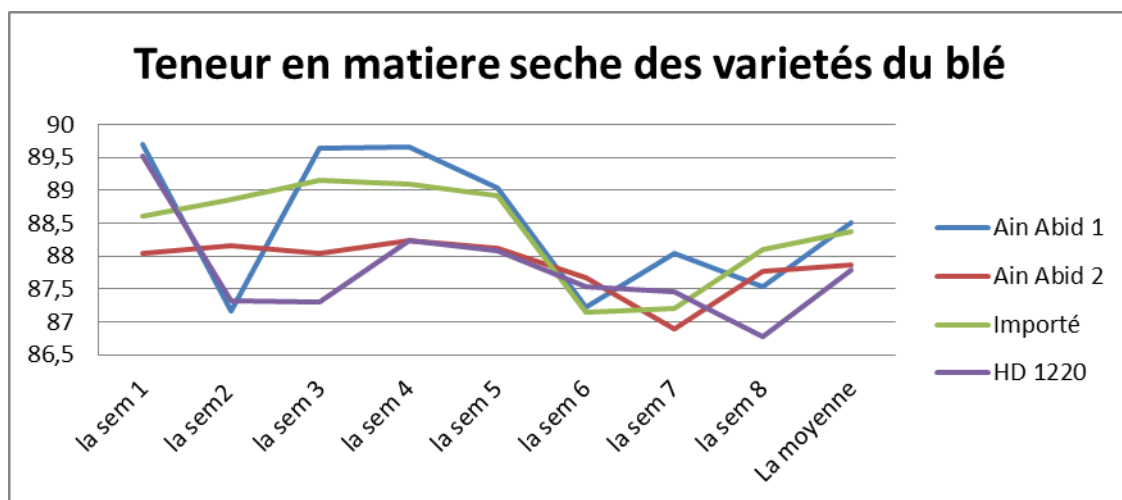


Figure 8 : Résultats de la teneur en matière sèche des variétés de blé tendre (local et importé) avant la mouture.

Les teneurs en matière sèche ont une relation avec le taux d’humidité présent dans le grain du blé.

Pour les variétés (Ain Abid 1 et importée), les résultats montrent que la teneur en matière sèche moyenne est presque comparable, respectivement (88,50% et 88,38%) durant les semaines de stockage.

Différence non significative de la teneur moyenne en matière sèche entre les deux variétés HD1220 et celle d’Ain Abid 2 qui est respectivement de $87,78 \pm 0,07\%$, et de $87,86 \pm 0,05\%$.

La sem	la sem 1	la sem 2	la sem 3	la sem 4	la sem 5	la sem 6	la sem 7	la sem 8	La moyenne	ecart type
Ain Abid 1	89,71	87,17	89,65	89,66	89,04	87,23	88,04	87,54	88,505	1,01
Ain Abid 2	88,04	88,17	88,04	88,23	88,12	87,67	86,89	87,78	87,8675	0,315625
Importé	88,6	88,86	89,15	89,1	88,92	87,15	87,2	88,1	88,385	0,67625
HD 1220	89,53	87,32	87,31	88,23	88,09	87,54	87,46	86,78	87,7825	0,625625

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	importée	HD1220
La moyenne	88,50±1,01	87,86±0,06	88,38±0,18	87,78±0,10
La norme	84-90% (feuille ; 2000).			

Tableau16: Résultats de la matière sèche des variétés de blé tendre (local et importé) avant la mouture. Chaque valeur est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l’écart type, et la moyenne des huit semaines de stockage.

3) Teneur en matière grasse des variétés de blé tendre stocké :

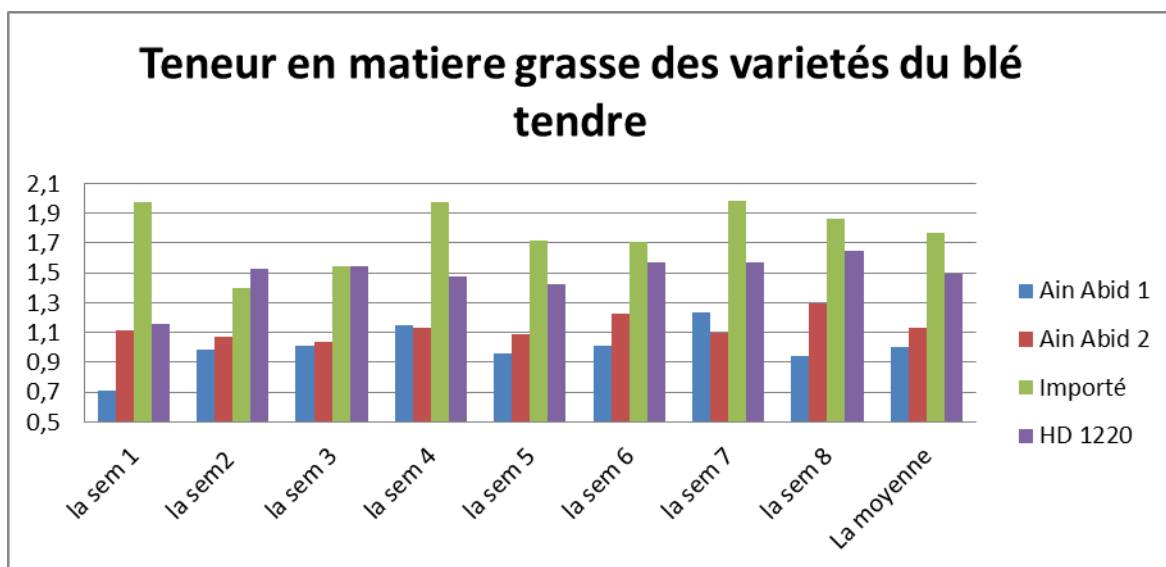


Figure 9 : Résultats de la matière grasse des variétés de blé tendre (local et importé) avant la mouture.

La sem	la sem 1	la sem2	la sem 3	la sem 4	la sem 5	la sem 6	la sem 7	la sem 8	La moyenne	la variance	ecart type
Ain Abid 1	0,709	0,983	1,015	1,147	0,9635	1,008	1,234	0,944	1,0004375	0,02372725	0,1005625
Ain Abid 2	1,118	1,073	1,038	1,135	1,091	1,231	1,095	1,298	1,134875	0,00755184	0,06484375
Importé	1,979	1,395	1,541	1,972	1,721	1,704	1,983	1,867	1,77025	0,04844079	0,18
HD 1220	1,161	1,524	1,541	1,479	1,426	1,572	1,568	1,647	1,48975	0,01920894	0,1008125

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	importée	HD1220
La moyenne	1,00±0,10	1,13±0,06	1,77±0,18	1,48±0,10
La norme	1-3%(feillet ; 2000).			

Tableau17:Résultat de la matière grasse des variétés de blé tendre (local et importé avant la mouture). Chaque valeur est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type, et la moyenne des huit semaines de stockage.

La teneur en matière grasse, de la variété importée varie entre 1,54% et 1,97%.

Cette variété présente une teneur moyenne très élevée (1,77%) par rapport aux autres variétés locales (1% 1,13% 1,48%) respectivement (Ain Abid 1, 2 et HD).

Les variétés Ain Abid 1 et 2 présentent les teneurs les plus basses en matières grasses durant les huit semaines de stockage par rapport aux autres variétés (importée, HD1220). L'autre variété locale HD présente des teneurs moyennement élevées par rapport à celle de la variété Ain Abid.

Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle 1,42- 1,64%, avec une moyenne de 1,48%.

4)Le poids de mille grains (PMG) des variétés de blé tendre stocké :

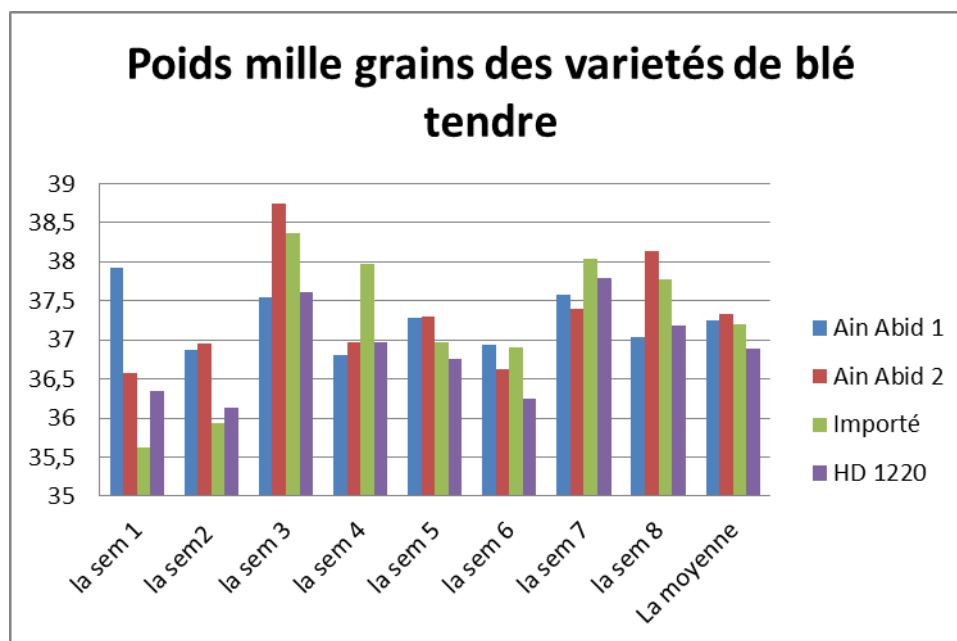


Figure 10 : Résultats du poids de mille graines des variétés de blé tendre (local et importé) avant la mouture.

La sem	la sem 1	la sem 2	la sem 3	la sem 4	la sem 5	la sem 6	la sem 7	la sem 8	La moyenne	ecart type
Ain Abid 1	37,92	36,87	37,54	36,8	37,28	36,93	37,58	37,04	37,245	0,335
Ain Abid 2	36,57	36,95	38,74	36,97	37,3	36,63	37,4	38,13	37,33625	0,5653125
Importé	35,62	35,93	38,36	37,98	36,97	36,91	38,03	37,78	37,1975	0,84
HD 1220	36,35	36,14	37,61	36,97	36,76	36,25	37,79	37,19	36,8825	0,5075

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	Importée	HD1220
La moyenne	37,24±0,33	37,33±0,56	37,19±0,84	36,88±0,50

Tableau18:Résultat du poids de mille graines des variétés de blé tendre (locale et importé).Chaque valeur est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type.et la moyenne des huit semaines de stockage.

Selon les résultats obtenus (figure 4), le poids de mille graines du blé tendre stocké enregistrées pour les trois variétés, montrent des valeurs parfois élevées pour les quatre variétés (la 3eme semaine) par rapport à celles obtenues au cours des autres semaines de stockage.

Le poids de mille grains des variétés locales est élevé comparativement à la variété importée ; surtout la variété Ain Abid2 qui a des poids qui varient de (36,57-38,03g).

Le poids de mille grains du blé importé présente des valeurs de (35,62 et 35,93g) dans la 1ere et la 2eme semaine respectivement, ces valeurs commencent à augmentées lors de la 3eme semaine (38,36g), avec une moyenne de (37,19 g).

Les valeurs moyennes d'Ain Abid 1 et 2 sont (37,25 et 37,34 g) respectivement.

La valeur moyenne de la variété HD1220 est la plus basse par rapport à celle des autres variétés (36,88g).

Ces valeurs sont conformes à celles trouvées par(Jeantet et al,2007) qui ont enregistré des valeurs comprises entre 30-40g.

Par ailleurs, Feillet (2000) qui a enregistré des valeurs qui se situent entre 35 et 45g.

5)Le poids spécifique des variétés de blé tendre stocké :

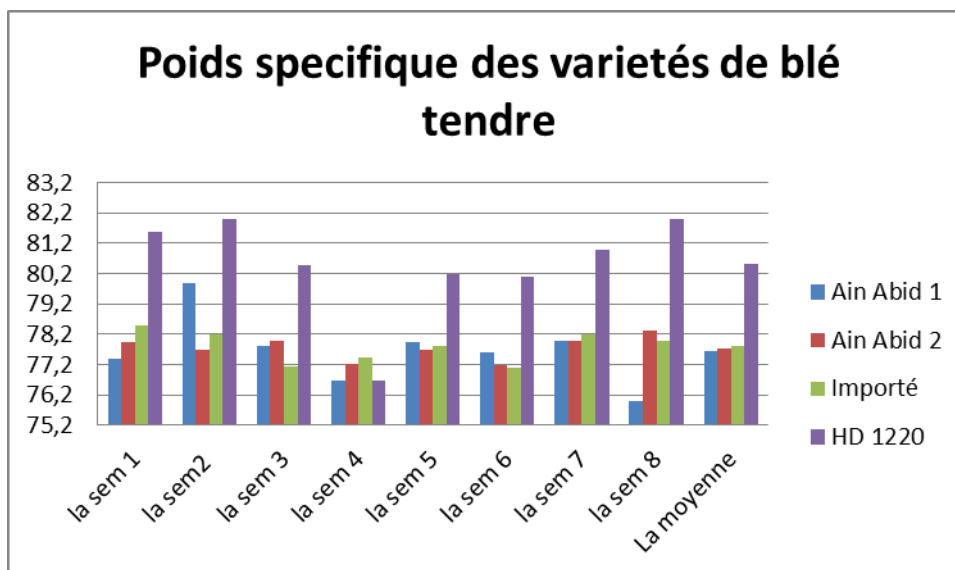


Figure 11:Résultat du poids spécifique des variétés de blé tendre (local et importé) avant la mouture.

La sem	la sem 1	la sem2	la sem 3	la sem 4	la sem 5	la sem 6	la sem 7	la sem 8	La moyenne	ecart type
Ain Abid 1	77,4	79,9	77,8	76,67	77,94	77,6	78	76	77,66375	0,74625
Ain Abid 2	77,93	77,67	77,97	77,2	77,69	77,18	78	78,3	77,7425	0,3075
Importé	78,5	78,2	77,13	77,43	77,81	77,1	78,2	78	77,79625	0,4321875
HD 1220	81,57	82	80,47	76,67	80,17	80,1	81	82	80,4975	1,145

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	importée	HD1220
La moyenne	77,66±0,74	77,74±0,30	77,79±0,43	80,49±1,14

Tableau19:Résultat du poids spécifique des variétés de blé tendre (locale et importé) .Chaque valeur est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type.

La variété HD1220 a un poids spécifique élevé qui dépasse 79kg/hl tout au long des huit semaines, avec une moyenne de 80,4975kg/hl.

Les deux variétés d'Ain Abid présentent des poids spécifiques comparables à celle de la variété importée, avec des valeurs moyennes de (77,66 et 77,74kg/hl) respectivement Ain Abid 1 et 2 et une valeur 77, 80kg/hl pour la variété importée.

6)Le taux de protéines des variétés de blé tendre stocké :

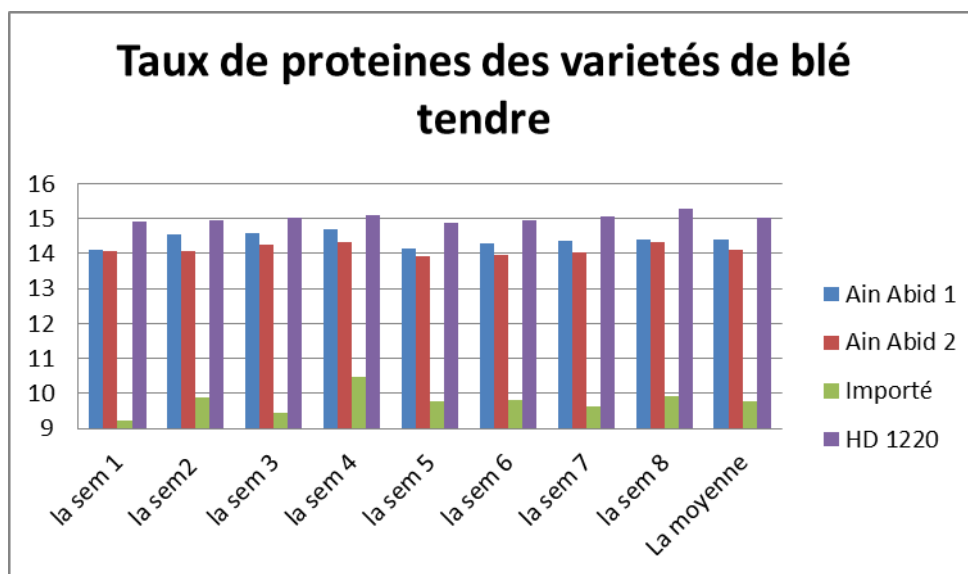


Figure 12 : Résultats de la teneur en protéines des variétés de blé tendre (locale et importé) avant la mouture.

La sem	la sem 1	la sem2	la sem 3	la sem 4	la sem 5	la sem 6	la sem 7	la sem 8	La moyenne	ecart type
Ain Abid 1	14,12	14,56	14,59	14,68	14,13	14,29	14,38	14,39	14,3925	0,163125
Ain Abid 2	14,06	14,08	14,25	14,34	13,92	13,97	14,02	14,31	14,11875	0,1359375
Importé	9,24	9,87	9,45	10,49	9,76	9,81	9,62	9,91	9,76875	0,25125
HD 1220	14,93	14,95	15,03	15,11	14,87	14,94	15,07	15,27	15,02125	0,09875

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	Importée	HD1220
La moyenne	14,39±0,16	14,11±0,13	9,76±0,25	15,02±0,09
La norme	10-15% (feillet ; 2000).			

Tableau 20 : Résultat de la teneur en protéines des variétés de blé tendre (locale et importé). Chaque valeur est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type.

D'après les analyses statistiques, on remarque un effet significatif de la variété sur la teneur en protéines.

Les résultats du taux des protéines du blé varient entre (14,12 à 14,68%) pour la variété Ain Abid 1 et (14,02 à 14,34)% chez la variété Ain Abid 2.

La variété importée a des valeurs comprises dans l'intervalle 9-11% tout au long des huit semaines, avec une moyenne de 9,76%.

La variété HD1220 présente un taux de protéines élevé par rapport aux autres variétés.

Les valeurs sont comprises dans l'intervalle 14,87-15,27%, avec une moyenne de 15,02%.

Ces valeurs sont comprises dans l'intervalle 7-18 % cité par Cheftel et Liu et Shepherd.

Cependant, elles sont aussi comprises dans les intervalles mentionnés par (Jeantet et al, 2007) et Feillet (2000) qui sont respectivement 10-14% et 10-15%.

2-Les résultats des analyses sur le blé après la mouture :

1) L'humidité des variétés de blé tendre après la mouture:

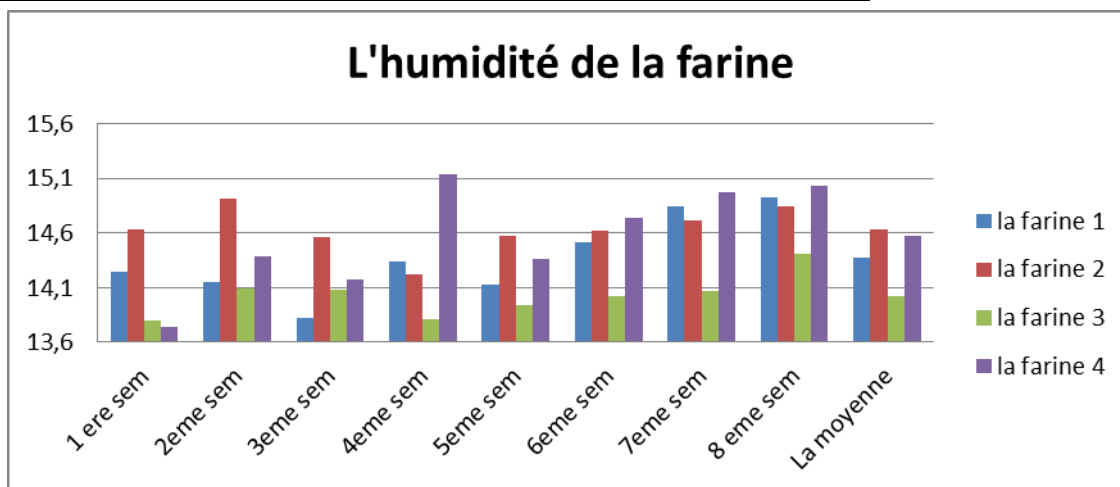


Figure 13: Résultat de la teneur en eau des variétés de blé tendre (locale et importé) après la mouture.

	la farine 1	la farine 2	la farine 3	la farine 4	Ecart type
1 ere sem	14,24	14,63	13,8	13,74	0,665
2eme sem	14,15	14,91	14,09	14,39	0,265
3eme sem	13,82	14,56	14,08	14,18	0,21
4eme sem	14,34	14,22	13,81	15,14	0,38125
5eme sem	14,13	14,58	13,94	14,36	0,2175
6eme sem	14,51	14,62	14,02	14,74	0,22625
7eme sem	14,84	14,71	14,07	14,97	0,28875
8 eme sem	14,93	14,84	14,41	15,03	0,19625
La moyenne	14,37	14,63375	14,0275	14,56875	
Ecart type	0,2925	0,1396875	0,135	0,40125	

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	importée	HD1220
La moyenne	14,37±0,29	14,63±0,13	14,02±0,13	14,56±0,40
La norme	13-16% (Atwell ; 2001).			

Tableau 21: Résultat de la teneur en eau des variétés de blé tendre (local et importé) après la mouture.

Chaque valeur est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type.

les teneurs élevées sont observées chez les farines : d' Ain Abid 02 par une moyenne de 14,63%, la farine Ain Abid 01 avec une teneur moyenne de 14,37% et la farine du blé tendre importé avec une teneur de 14,02%, alors que la farine de la variété HD 1220 représente la teneur en humidité de 14,56%.

On remarque aussi des variations des valeurs enregistrées d'une semaine à une autre par exemple la variété HD1220 (La 1ere semaine une valeur de 13,74 et la 8 éme semaine une valeur de 15,03).

Les valeurs obtenues se trouvent dans l'intervalle de 13-16% indiqué par (atwell, 2001).

2) Teneur en matière sèche des variétés de blé tendre après la mouture:

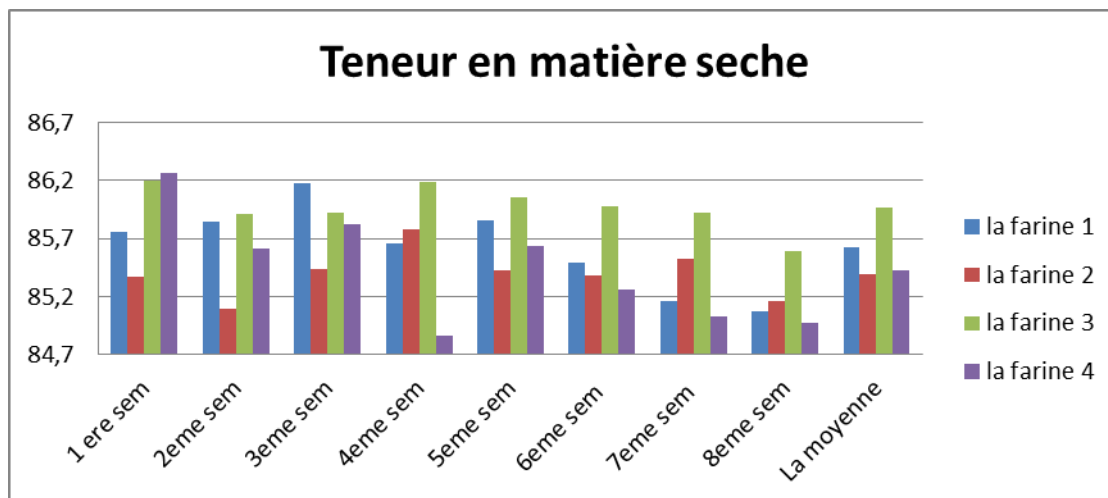


Figure 14: Teneur en matière sèche des variétés de blé tendre (local et importé) après la mouture.

	la farine 1	la farine 2	la farine 3	la farine 4	Eart type
1 ere sem	85,76	85,37	86,2	86,26	0,3325
2eme sem	85,85	85,09	85,91	85,61	0,265
3eme sem	86,18	85,44	85,92	85,82	0,21
4eme sem	85,66	85,78	86,19	84,86	0,38125
5eme sem	85,86	85,42	86,05	85,63	0,215
6eme sem	85,49	85,38	85,98	85,26	0,22625
7eme sem	85,16	85,52	85,92	85,03	0,3125
8eme sem	85,07	85,16	85,59	84,97	0,19625
La moyenne	85,62875	85,395	85,97	85,43	0,1934375
Ecart type	0,2915625	0,145	0,135	0,4	

variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	importée	HD1220
La moyenne	85,62±0,29	85,39±0,15	85,97±0,14	85,43±0,40
La norme	83-90% (Atwell ; 2001).			

Tableau 22: Résultat de la matière sèche des variétés de blé tendre (local et importé) après la mouture. Chaque valeur est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type.

Les histogrammes montrent que les variations de la matière sèche des quatre farines issues des trois variétés de blé tendre sont comparables pour les huit semaines de conservation.

Les résultats de la matière sèche des quatre types de farines issue de la mouture de blé tendre sont presque les même.

Les valeurs obtenues sont inférieurs à l'intervalle de 84,5-90% indiqué par (Godon ,1991) et (Campos-Vegas et al,2010).

3) Le taux de protéines des variétés de blé tendre après la mouture

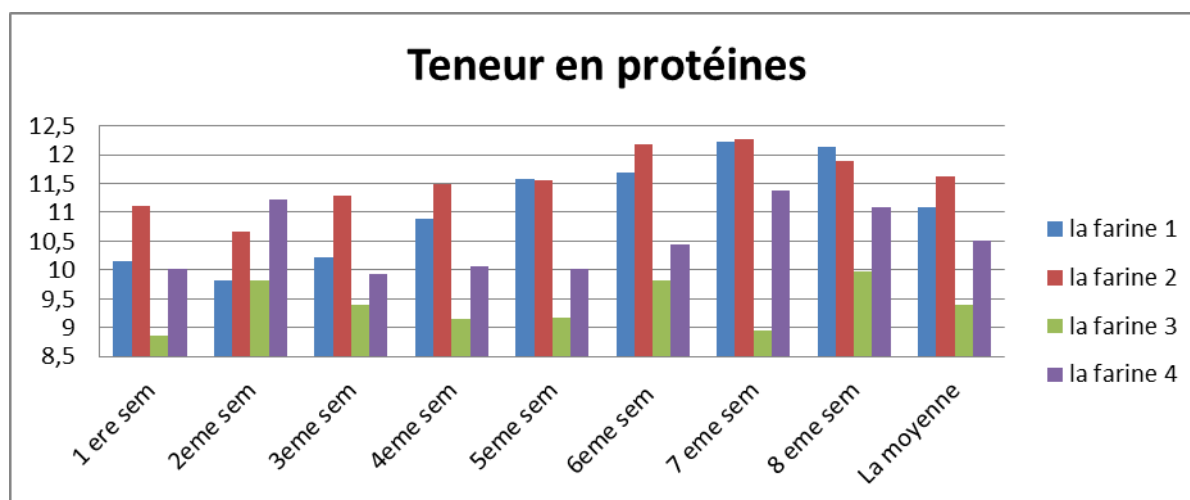


Figure 15 : Teneur en protéines des variétés de blé tendre (locale et importée)

	la farine 1	la farine 2	la farine 3	la farine 4	Ecart type
1 ere sem	10,15	11,11	8,86	10,03	0,5925
2eme sem	9,83	10,67	9,83	11,23	0,56
3eme sem	10,21	11,29	9,39	9,94	0,5425
4eme sem	10,89	11,49	9,15	10,07	0,79
5eme sem	11,57	11,56	9,17	10,01	0,9875
6eme sem	11,68	12,17	9,81	10,44	0,9
7 eme sem	12,22	12,28	8,96	11,37	1,12375
8 eme sem	12,14	11,89	9,98	11,09	0,74
La moyenne	11,09	11,62	9,39	10,52	0,7
Ecart type	0,81625	0,4175	0,32	0,47185185	

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	importée	HD1220
La moyenne	11,09±0,81	11,62±0,41	9,39±0,32	10,52±0,47
La norme	Min: 7 % par rapport à la matière sèche.			

Tableau 23: Résultats de la teneur en protéines des variétés de blé tendre (locale et importée). Chaque valeur est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type.

La teneur en protéines la plus élevée est enregistrée par la farine issue de la variété d'Ain Abid des silos (03 et 04) avec une valeur de 12,28, tandis que la farine de la variété importée enregistre la plus faible teneur(8,81).

Les histogrammes montrent aussi qu'il y a des variations considérables entre les valeurs enregistrées des deux farines locales.

Les valeurs obtenues sont inférieures à l'intervalle de 13-15,50% indiqué par Godon (1991)

Donc nos résultats se trouvent au-dessous de la limite minimale. Cette baisse semble être due à la durée de stockage de la farine.

Nous relevons des teneurs en protéines relativement faibles.

La valeur la plus élevée est observée pour la farine Ain Abid1 par contre la valeur la plus faible étant notée pour la farine de la variété importée avec 8,86%.

4) Teneur en matière grasse des variétés de blé tendre après la mouture :

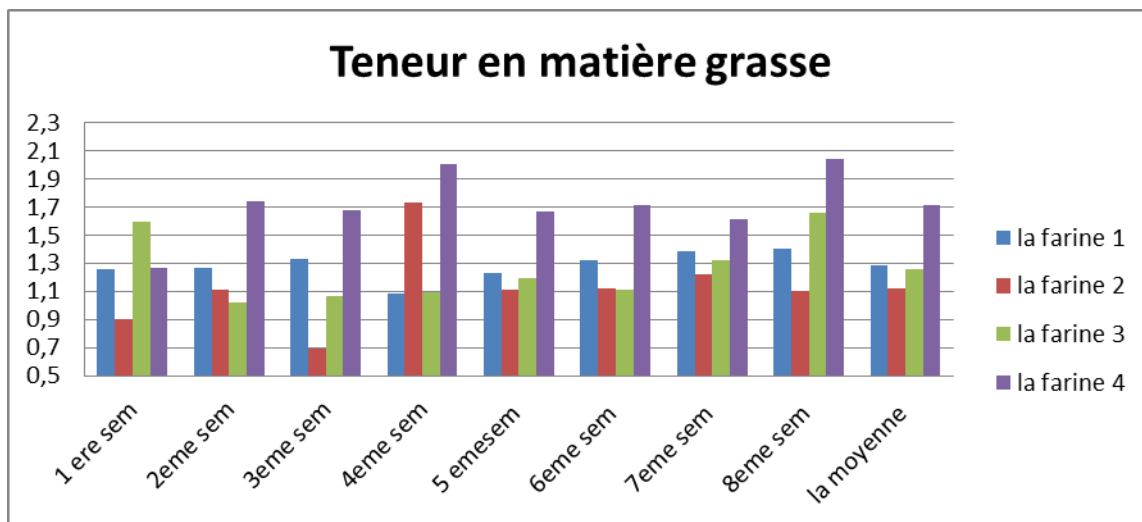


Figure 16: Résultat de la teneur en matière grasse des variétés du blé tendre après la mouture.

La valeur de chaque semaine est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type.

	la farine 1	la farine 2	la farine 3	la farine 4	Ecart type
1 ere sem	1,259	0,906	1,592	1,263	0,1745
2eme sem	1,265	1,11	1,024	1,743	0,22875
3eme sem	1,328	0,694	1,067	1,678	0,31125
4eme sem	1,08	1,727	1,096	2,007	0,3895
5 emesem	1,233	1,109	1,194	1,672	0,185
6eme sem	1,32	1,123	1,112	1,711	0,199
7eme sem	1,381	1,222	1,321	1,613	0,114375
8eme sem	1,405	1,104	1,657	2,041	0,29725
la moyenne	1,283875	1,124375	1,257875	1,716	0,18523438
Ecart type	0,074625	0,1750625	0,19909375	0,16075	

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	importée	HD1220
La moyenne	1,28±0,07	1,12±0,17	1,25±0,20	1,71±0,16
La norme	<2% selon (atwell ; 2001).			

Tableau 24: Résultat de la teneur en matière grasse des variétés du blé tendre après la mouture. La valeur de chaque semaine est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type.

Les histogrammes de la matière grasse montrent que les teneurs les plus élevées sont observées pour la farine issue de la mouture du blé HD1220 stocké dans les silos (07 et 08) par une moyenne de 1,71% par rapport à la farine (Ain Abid silo 01 et 02) avec une teneur moyenne de 1,28% et la farine issue de la mouture de blé tendre importé a une teneur de 1,25%, alors que la farine de la variété (Ain Abid silo 03 et 04) représente la teneur en humidité 1,12%.

Ces valeurs sont inférieures à la valeur enregistrée par la variété locale HD 1220.

Il y a des variations de la matière grasse à travers les huit semaines de stockage pour les trois variétés étudiées.

Avec des teneurs de 1,25 lors de la première semaine et 1,32 pour la troisième semaine et la dernière semaine 1,4 sont enregistrées après l'analyse de la farine issue de la variété locale Ain Abid.

On remarque aussi des variations des valeurs des autres variétés d'une semaine à une autre.

Cette baisse semble être due à la durée de stockage de la farine.

5) Taux de cendres des variétés de blé tendre après la mouture :

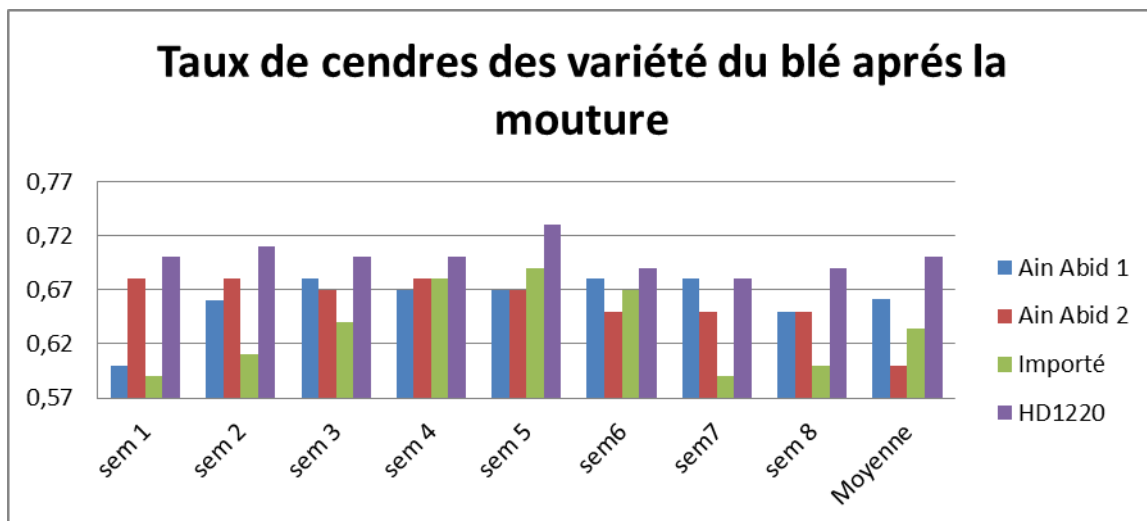


Figure 17: Résultats du taux de cendres des variétés du blé tendre après la mouture.

Chaque valeur de chaque semaine est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type du taux de cendres des variétés du blé tendre après la mouture.

	sem 1	sem 2	sem 3	sem 4	sem 5	sem6	sem7	sem 8	Moyenne	ecart type
Ain Abid 1	0,6	0,66	0,68	0,67	0,67	0,68	0,68	0,65	0,66125	0,0184375
Ain Abid 2	0,68	0,68	0,67	0,68	0,67	0,65	0,65	0,65	0,6	0,01901235
Importé	0,59	0,61	0,64	0,68	0,69	0,67	0,59	0,6	0,63375	0,03625
HD1220	0,7	0,71	0,7	0,7	0,73	0,69	0,68	0,69	0,7	0,01

	La moyenne	La norme
Ain Abid 1	0,66±0,01	0,65-0,75
Ain Abid 2	0,06±0,02	
importé	0,63±0,03	
HD 1220	0,70±0,01	

Tableau 25 : Résultats du taux de cendres des variétés du blé tendre après la mouture. Le taux de cendres de la farine de notre étude était de 0,66 % de la matière sèche.

6-pH des variétés de blé après la mouture :

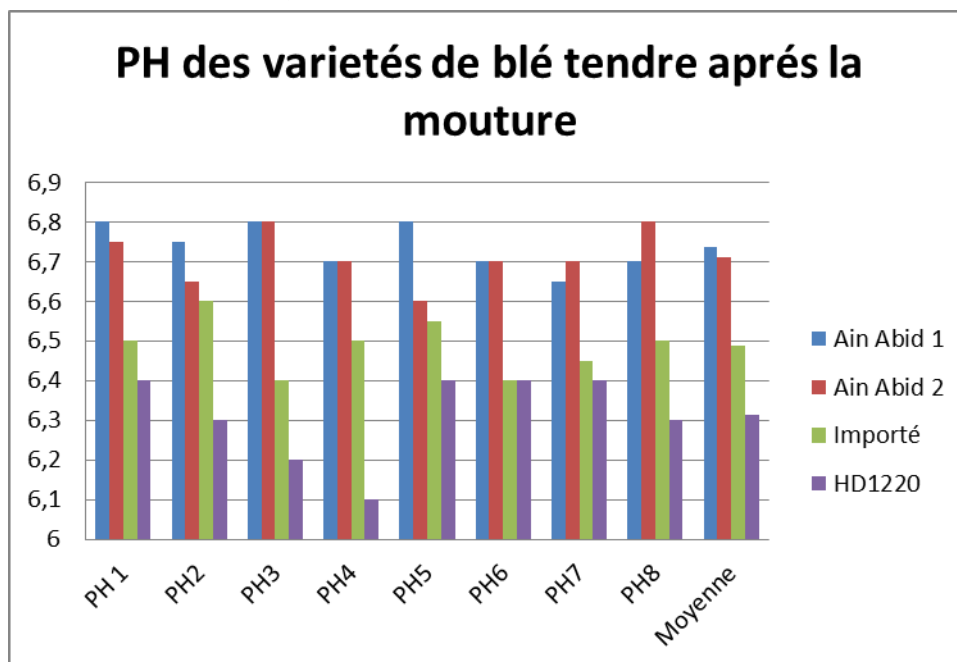


Figure18:Résultats du pH des variétés du blé tendre après la mouture.

Chaque valeur de chaque semaine est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type du PH des variétés du blé tendre après la mouture.

	PH1	PH2	PH3	PH4	PH5	PH6	PH7	PH8	Moyenne	ecart type
Ain Abid 1	6,07	6,07	6,06	6,07	6,08	6,07	6,06	6,05	6,06625	0,0071875
Ain Abid 2	6,08	6,09	6,08	6,07	6,06	6,05	6,06	6,07	6,07	0,01
Importé	6,04	6,03	6,03	6,04	6,03	6,05	6,02	6,04	6,035	0,0075
HD1220	6,02	6,02	6,01	6,02	6	6,01	6,03	6,02	6,01625	0,0071875

La variété	Ain Abid 1	Ain Abid 2	importée	HD1220
La moyenne	6,06±0,007	6,07±0,010	6,04±0,007	6,01±0,007
La norme	5,6-6,4			

Tableau 26: Résultat du pH des variétés du blé tendre après la mouture.

La valeur des résultats de chaque semaine est la moyenne de 4 échantillons (n=4) suivie de l'écart type du PH des variétés du blé tendre après la mouture.

Les valeurs du pH de la farine Ain Abid des sont comprises entre 6,05 et 6,09 avec une moyenne de 6,07 pour les quatre silos de stockage.

La farine de la variété importée a un intervalle de pH qui varie de 6,02 à 6,05, avec une moyenne de 6,04.

Le pH moyen de la farine du blé HD1220 est la valeur inférieure entre les quatre valeurs (6,01).

6-Taux de gluten sec et gluten humide du blé :

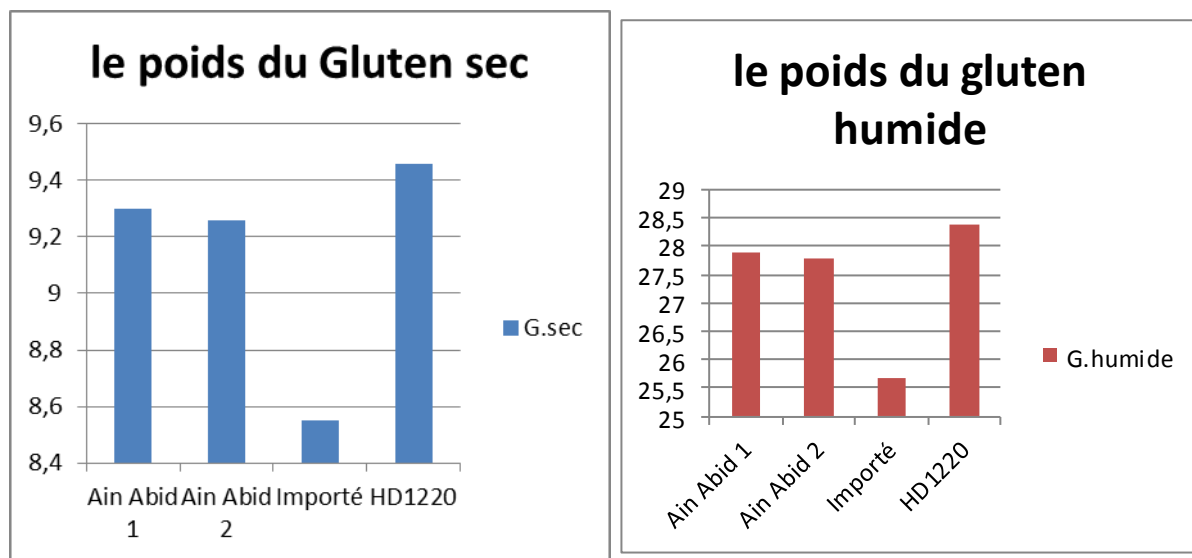


Figure13: Résultats du poids en gramme du gluten sec et humide des variétés du blé tendre après la mouture.

	Gluten sec	Gluten humide	Norme gluten sec	Norme gluten humide
Ain Abid 01	9,30	27,90	9-11%	27-37%
Ain Abid 02	9,26	27,8		
importé	8,55	25,66		
HD1220	9,46	28,38		

Tableau 27: Résultat du gluten sec et humide des variétés du blé tendre après la mouture. La farine de la variété HD1220 est la plus riche en gluten (sec et humide) ; les valeurs enregistrées (9,46 et 28,38g).

La farine de la variété importée présente des valeurs inférieures (25,66 et 8,55).

La variété Ain Abid représentée par deux échantillons sont presque les mêmes (9,3 et 27,9) pour les silos 01 et 02.

Des valeurs de (9,26 et 27,8) pour la même variété stockée dans les silos (03 et 04).

Les valeurs obtenues pour le gluten humide sont dans l'intervalle de 27-37% indiqué par Godon (1991) et les valeurs du Gluten sec sont également inférieures à 12,5% trouvées par (Ounane et al2006) et l'intervalle fixé par Godon (9-11%).

7-le test de zeleny :

	INDICE DE ZELENY	LA NORME
<u>Ain Abid 01</u>	<u>27ml</u>	18 -28ml
<u>Ain Abid 02</u>	<u>26ml</u>	
<u>importé</u>	<u>21ml</u>	
<u>HD 1220</u>	<u>30ml</u>	

Tableau 28: Résultat de l'indice de zeleny des variétés du blé tendre après la mouture.

Les valeurs de l'indice de zeleny des variétés sont comprises entre 21 et 30ml.

Les farines d'Ain Abid 01 et 02 ont des valeurs de 27 et 26ml.

La farine du blé importé à un taux de 21ml.

L'acidité la plus élevée est enregistrée par la variété HD1220.

L'indice de zeleny des trois farines est dans les normes (codex alimentarius)

8-le test d'acidité:

	Acidité	La norme
Ain Abid 01	0,02	<0,05
Ain Abid 02	0,03	
Importé	0,01	
HD1220	0,04	

Tableau 29: Résultats de l'indice d'acidité des variétés du blé tendre après la mouture.

Les résultats de l'indice d'acidité des farines issues de la mouture des variétés de blé tendre (local et importé) présentent des différences non significatives et ils sont dans les normes.

L'acidité des farines de blé tendre local et importé ont des différences non significatives, avec 0,02 et 0,03 pour la variété Ain Abid et 0,04 pour la variété HD1220 (les variétés locales), le blé importé présente un taux d'acidité de 0,01.

Les valeurs de ces variétés sont dans les normes (acidité < 0,05).

9-les pertes par granulation:

	La granulation	La norme
Ain Abid 1	1	0-5%
Ain Abid 2	1	
Importé	1,7	
HD 1220	1,2	

Tableau 30: Résultats des pertes par granulation des variétés du blé tendre après la mouture.

L'indice de granulation des variétés est dans les normes établies pour le blé après la mouture.

Résultats des analyses microbiologiques :

Ech	Les germes	Prélèvements					Moyenne	norme
		01	02	03	04	05		
Ain Abid (01)	Les moisissures	25	70	25	80	25	45	100
	Clostridium (SR)	00	00	00	00	00	00	100
Ain Abid (02)	Les moisissures	180	25	30	25	25	57	100
	Clostridium(SR)	00	00	00	00	00	00	100
Importé (03)	Les moisissures	100	100	90	115	95	100	100
	Clostridium(SR)	02	01	04	02	01	02	100
HD1220 (04)	Les moisissures	20	20	15	15	35	21	100
	Clostridium(SR)	00	00	00	00	00	00	100

Tableau 31 : Résultats des analyses microbiologiques de 3 variétés de blé tendre.

On remarque que le dénombrement des moisissures se situe dans la gamme satisfaisante, mais on remarque aussi que le blé tendre importé présente un taux de contamination égale à la norme.

On note l'absence des clostridium sulfito- réducteurs dans la variété Ain Abid et la variété HD1220. La présence d'un nombre négligeable de colonies après l'analyse de la variété importé.

Le taux de moisissures et de clostridium sulfito-réducteurs des 3 variétés sont dans les normes mais on remarque que la variété importé présente un dénombrement moyennement élevé par rapport aux autres variétés, c'est la seule variété qui a deux colonies de clostridium sulfito-réducteurs, tandis que les variétés locales ne présente aucune colonie.

L'aspect macroscopique de l'isolat BT2 montre des colonies présentant des stolons de Rhizopus pigmentés, avec une croissance cotonneuse dense qui devient après grise ou brune avec sporulation. D'après les clés d'identification de Botton et al. (1990), cet isolat correspondant à Rhizopus stolonifer. L'observation microscopique montre la présence de sporocystes marron à noirs à la surface du mycélium et un thalle à croissance rapide sur des rhizoïdes.

D'après les clés d'identification de Botton et al. (1990), l'isolat BT1 est classé dans l'espèce Aspergillus cette espèce possède un thalle à croissance rapide. Leur caractère microscopique présente un mycélium cloisonné et des vésicules globuleuses avec conidies globuleuses parfois légèrement aplaties, brune, échinuleuses et verruqueuses.

	Importé	Ain Abid	HD1220
Aspect physique	Poudre	Poudre	Poudre
La couleur	Jaune pâle	Jaune foncé	Jaune pâle

Tableau 32 : tableau représentatif regroupant la couleur, et l'aspect physique des différents extraits de Blé tendre après la mouture.

Discussion des résultats :

➤ Les analyses primaires :

1)-Poids de mille grains (PMG) :

La taille du grain est une caractéristique essentiellement variétale, mais elle dépend également des conditions de culture, c'est aussi un indicateur du rendement technologique dans les industries de première transformation (ITCF, 2001). Sur la base du poids de 1000 grains, les blés se classent comme suit :

De 80 à 60 g : gros blés ; 55 à 35 g : blés moyens ; < 35 g : petits blés (GODON et WILLIAMS, 1998).

Pour nos échantillons de blé, le PMG est d'inférieurs à 40 g. Les blés dont la valeur du PMG est entre 35 et 39g renferment des grains moyens.

Ceci nous conduit à déduire que notre échantillon renferme des grains moyens.

2)-la détermination du taux d'impuretés :

Les résultats attribués à la qualité physico-chimique indiquent que les prélèvements analysés du blé tendre (local et importé) renferment un pourcentage de grains brisés supérieur au pourcentage fixé par les normes commerciales qui imposent qu'un blé de qualité ne doit pas dépasser un pourcentage de 3% de grains cassés (Molinié et al., 2005).

Les atteintes mécaniques du grain durant le stockage sont favorables aux développements des champignons et à l'attaque des insectes.

Les grains endommagés deviennent un terrain favorable à l'infestation et à la pénétration de l'inoculum d'*Aspergillus* a Station de prélèvement de blé tendre local et importé à l'intérieur de la graine, d'où l'importance de l'élimination des grains brisés. Il s'agit donc de comptabiliser les grains cassés par rapport à une prise d'essai de 100 graines représentatives de chaque lot de blé tendre à analyser.

Le nombre des grains cassés pourrait être expliquée par plusieurs facteurs pouvant influencer l'état physique du grain de blé, notamment celui du local, tels que les mauvaises conditions de récolte, les caractéristiques de chaque variété, les défaillances mécaniques des appareils et surtout aux chocs infligés aux grains lors du transport mécaniques aux silos. La présence de grains brisés ne peut que favoriser le développement de foyer de contamination et par conséquent, elle ne peut être qu'en défaveur d'un stockage de longue durée.

Sur les 100 grains prélevés, une constatation de l'état physique a été effectuée. Le blé tendre local présente un taux de grains cassés légèrement supérieur (5.34%) au blé tendre importé (4.32%).

➤ **Les analyses physico-chimiques :**

1) détermination du taux de cendre :

1-Le blé avant la mouture :

La détermination du taux des matières minérales, principalement réparties dans les enveloppes et les germes, qui donne une indication sur le taux d'extraction pour le meunier.

L'augmentation de la teneur en cendres du blé peut également avoir lieu suite au contact du sol lors de l'extraction du blé de l'entrepôt.

La fermentation peut libérer le fer, le zinc, magnésium et même des protéines suite à une réduction de phytates (blandino et al. 2003, Nout et Ngoddy, 1997).

La teneur en cendre dépend essentiellement du lieu de culture et des conditions de maturation, la variation est influencée par la présence ou absence de minéraux dans le sol et le taux d'humidité dans les silos de stockage.

Les minéraux sont présents dans le grain de blé en une petite quantité, et en proportion encore plus faible dans l'albumen, moins de 1% (Amrouche, 2012) le blé contient du fer, du potassium, du magnésium, du manganèse, du cuivre et du zinc. Ces constituants sont distribués principalement dans les couches extérieures et dans le germe (Hajjaji, 2006).

2-le blé après la mouture :

Le taux de cendres est une indication de la teneur en matières minérales de la farine.

Il détermine le taux d'extraction et la pureté de la farine. Selon SHEHZAD (2010), un taux de cendres qui est compris entre 0,62 et 0,75 % de la matière sèche caractérise une farine d'obtention avec un taux d'extraction élevé de 78-83% en mouture sur cylindre et 70-72% en mouture sur meules.

Selon la norme Codex Stan 178-1991 du CODEX ALIMENTARIUS (1995), la limite maximale du taux de cendres de la semoule est de 0,75%MS.

La mesure du taux de cendre a un intérêt essentiellement réglementaire et permet de classer les farines selon leur degré de pureté (ICTF, 2001). D'après FEUILLET (2000), les meuniers utilisent la teneur en cendre afin de déterminer le taux d'extraction et de régler convenablement leur moulin. En mouture, le produit issu en premier passage est de plus en plus pur que le produit du passage suivant (BOURSON, 2009).

Ces résultats sont probablement liés à l'origine histologique des échantillons prélevés. En effet, sur les premiers passages de la mouture et plus particulièrement sur les passages réduisant la farine de l'amande centrale, les produits obtenus sont quasi purs (CUBADDA et al, 2009). Au fur et à mesure de l'avancement des opérations, la mouture conduit à récupérer un produit de plus en plus minéralisé.

2) La détermination du taux de protéines :

1-Le blé avant la mouture :

La qualité des protéines est un caractère extrêmement héritable (Işıkber, 2014), (Hasan M, 1988) et seulement une partie est influencée par l'environnement (Plarre R, 1998). Sur le plan quantitatif, la teneur en protéines dépend essentiellement des conditions agronomiques du développement de la plante (Vatani, 2011).

Sur le plan qualitatif, elle est basée sur les différences de propriétés des protéines, celles-ci étant liées au patrimoine génétique de la variété (Medina et Adelntado,2006).

Concernant la variété Ain Abid, les résultats sont en concordance avec ceux obtenus par Martin et al. (Riba et Bouras, 2010), qui dans leurs travaux ont prouvé que les herbicides améliorent la teneur des graines en protéine, certains herbicides à base d'auxine ont eu un impact positif sur la teneur en protéine des grains de blé sans influencer le taux des acides aminés.

D'après les analyses statistiques, on remarque un effet significatif de la variété sur la teneur en protéines du blé avant et après la mouture. Une variation entre 9 et 15% de teneur en protéines pour 100g des farines a été enregistré dont la variété HD est la plus riche en protéine, les autres variétés présentent des teneurs aussi importantes telles que Importé et Ain Abid avec des valeurs 11,38%, 11,17±0,8%, 10,38±1,63% respectivement.

Les résultats obtenus ressemblent aux résultats des essais qui ont fait en 2006 ils sont entre 10 et 17% selon la norme ISO20483 qui spécifie la méthode de Kjeldhal pour la détermination de la teneur en protéines.

Jean-Marie et al, 2004, ont démontré que l'effet de l'environnement est important sur le taux des protéines ainsi que le rendement élevé.

La connaissance de la teneur en protéines donne une bonne information sur la capacité technologique de la farine (Chene, 2001) car elle exerce une influence considérable sur les propriétés viscoélastiques des pâtes et sur la qualité du pain (Feuillet, 2000).

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

La fermentation du blé par les bactéries signale une augmentation des acides aminés libres et leurs dérivés par protéolyse et par synthèse métabolique (Mugula et al.2003).La charge microbienne peut également provoquer une diminution des molécules azotées.(dans d'autres cas)

L'ajout de la source azotée dans le milieu de stockage peut également augmenter la teneur en protéines (Reed, 1981).

Cependant, l'équilibre de la flore bactérienne endogène totale présente dans les grains de blé peut être affecté par de nombreux facteurs importants pour le développement de certaines bactéries, levures et des moisissures responsables de la fermentation spontanées des grains (Yao et al. 2009).

L'hydrolyse des protéines en polypeptides et en acides aminés assimilables par les microorganismes ne se fait que très lentement dans les conditions de stockage (Multon, 1982).

La plupart des protéases microbiennes sont spécifiques. Elles agissent aussi bien sur les protéines que sur les oligopeptides, il s'agit des enzymes généralement exo-cellulaires (Guiraud, 2003).

D'après les études de Thiele et al(2004) la dégradation de l'albumine et de 83.4% cette différence peut être expliquée par la durée de la fermentation, il peut y avoir une ou plusieurs étapes de fermentation allant de quelques heures à plusieurs mois selon la nature du blé et les espèces bactériennes (Prückler et al., 2015).

La teneur en protéines du grain du blé dur est le critère le plus important pour l'appréciation de la qualité, cette teneur est conditionnée d'après les auteurs d'un côté par le facteur génotype et d'un autre côté par les conditions culturales.

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

Les résultats obtenus ressemblent aux résultats des essais qui ont fait en 2006 ils sont entre 10 et 17% selon la norme ISO20483 qui spécifie la méthode de Kjeldhal pour la détermination de la teneur en protéines.

Jean-Marie et al., 2004, ont démontré que l'effet de l'environnement est important sur le taux des protéines ainsi que le rendement élevé.

2-le blé après la mouture :

La teneur en protéines des farines de blé est en fonction de la teneur en protéines des grains de blé mis en mouture, de leur répartition dans le grain et du taux d'extraction de la farine par rapport au grain (LASSOUED-OUALDI, 2005).

La teneur en protéines est un critère qui détermine la qualité boulangère d'une farine, Un seuil minimum de 10% voire 10,5% est nécessaire pour une farine panifiable de qualité (TAUPIER-LETAGE, 2005).

Selon la norme Codex Stan 178-1991 du CODEX ALIMENTARIUS (1995), la limite minimale de la teneur en protéines est de 11%MS, pour les farines de blé.

La teneur en protéines des utilisés est de 12,17%MS, elle est supérieure au seuil.

Nos résultats se trouvent au-dessus de la limite minimale 9.31%. D'après (Colas, 1997), la panification est impossible lorsque la teneur des farines en protéines est inférieure à 7%.

Cependant, les teneurs en protéines enregistrées sont dans les normes établies par Atwell ,2001). Ainsi, la teneur en protéines des farines de blé destinées à la fabrication de produits de cuisson varie de 7 à 15% de matière sèche, ce qui est en accord avec les teneurs moyennes en protéines des Farines obtenues.

3) La détermination de la matière grasse :

1-Le blé avant la mouture :

D'après les résultats, on constate qu'il n'y a pas d'un effet significatif de variétés sur la teneur des lipides.

La teneur de ces lipides exprimée en g/100g de matière sèche. Selon les résultats obtenus, les teneurs de matière grasse enregistrées pour les trois variétés de blé tendre varient entre 1,12 et 1,71%, HD1220 est la variété la plus riche en lipides, $1,71 \pm 0,16$, l'importation présente une teneur de $1,25 \pm 0,20$ %, les teneurs des deux autres variétés sont de : $1,28 \pm 0,07$ % pour la variété Ain Abid1, $1,12 \pm 0,17$ % pour Ain Abid2.

(Boubaker Nasser et al, 2015), ont analysé le taux des lipides dans autres variétés de blé tendre, ils ont trouvé des teneurs en lipide élevé par rapport à celle qu'on a obtenue, elles varient entre 1,8 et 2,8%, ils ont trouvé aussi qu'il y a un effet significatif des variétés sur le taux des lipides. (Sanaa Lanouari et al, 2015), ont mentionné que la composition lipidique du blé est très variable en fonction des variétés, des conditions de culture et de la maturité des graines.

(Jamal El Haddoury, 2014), a montré que la nature des solvants et la méthode utilisée pour l'extraction de la matière grasse influent sur les résultats des analyses de matière grasse.

La matière grasse est principalement présente sous forme de triglycérides ; ils sont présents en faibles quantités dans les céréales (Jeantet et al, 2006).

Au cours du stockage, les lipides seront hydrolysés avec la libération des acides gras qui les constituent.

Cette diminution est expliquée par une prédigestion due à l'action de plusieurs enzymes nécessaires à la digestion. (Langlois, 1994).

2-le blé après la mouture :

Les produits de mouture de blé ne présentent pas une importante source en lipides. A l'origine, le grain de blé contient de 2 à 6 % de matières grasses (HEMERY et al. 2007).

Il peut y avoir des pertes importantes de matières grasses durant les processus de mouture et de broyage avec l'élimination des parties riches en lipides. C'est ainsi que nous pouvons expliquer les taux de matières grasses bien inférieures à celles des grains.

4) La détermination de l'activité d'eau :

1-le blé avant la mouture :

Le taux d'humidité relative élevé enregistré pour le blé tendre importé peut être dû au transport maritime des blés tendres d'importations et les conditions climatiques des pays d'exportation.

Les faibles teneurs en humidité relative permettent de classer les échantillons dans la catégorie des produits peu hydratés; avantage qui n'exclut pas leur contamination par une flore fongique xérotolérante prépondérante (Barbault, 1992). Notant que beaucoup de produits pauvres en eau libre non altérables par les bactéries peuvent donc être altérés par les champignons (Hammer et David, 2001).

2-le blé après la mouture :

D'après les références citées, (Wareing, 1997), (Edde, 2006).l'humidité relative qui est la quantité d'eau libre disponible dans l'échantillon, est responsable de plusieurs phénomènes d'altération biologique de la farine. La diminution des teneurs en eau permet de classer les échantillons du blé traité dans la catégorie des produits peu hydratés.

Les analyses technologiques du blé après la mouture :

1) Acidité :

Les mauvaises conditions de conservation s'accompagnent par d'autres phénomènes, d'une dégradation enzymatique des lipides se traduisant par un accroissement de l'acidité du milieu cette acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique.

L'acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique de la farine (Woro, 2016). Elle est peut être due à l'oxydation des acides gras polyinsaturés, qui provoque une dégradation enzymatique des lipides catalysés par la lipoxygénase, qui provoque par la suite un réarrangement des liaisons disulfure au sein du réseau protéique.

D'après Feillet ,le taux d'acidité de la farine ne doit pas dépasser 0,05%. Donc le taux élevé chez les variétés de blé tendre traité par le 2,4-D pourrait s'expliquer par une dégradation des triglycérides ou bien par la méthode d'extraction utilisée ou par l'état de maturité peu avancé [39].

Les farines dont le taux d'extraction est voisin de 70 %, le taux d'acidité est 0.025 g %.

Les farines dont le taux d'extraction est supérieur à 70 %, le taux d'acidité est 0.040 g %.

L'acidité de la farine peut être augmentée par les agents de blanchiment qui provoque l'oxydation des lipides.

Les mauvaises conditions de conservation s'accompagnent par d'autres phénomènes, d'une dégradation enzymatique des lipides se traduisant par un accroissement de l'acidité du milieu cette acidification constitue un indice d'altération de la qualité technologique.

2) pH du blé après la mouture :

Les échantillons présentent un pH neutre à légèrement acide ce qui constituent un milieu favorable pour le développement des champignons (Duron, 1999).

Les mesures de pH des échantillons révèlent un pH légèrement acide à neutre. Selon Duron, les champignons peuvent se développer à des pH compris entre 3 et 8 avec un optimum de croissance compris entre 5 et 6. Les échantillons de la présente étude constituent un milieu favorable pour le développement des champignons.

3) Teneur en gluten :

Une très grande partie des propriétés technologiques de la pâte peut être associée au gluten formé principalement des gluténines et gliadines, plusieurs auteurs ont souligné que la composition du gluten est un facteur déterminant la force d'une farine.

Les caractéristiques rhéologiques du gluten conditionnent en général une large part la qualité technologique des farines et des blés, ainsi que leur utilisation industrielle et leur valeur commerciale. Delon FEILLET (2000), les caractéristiques du gluten dépendent des propriétés des farines dont il est extrait.

Le gluten des farines de mauvaise qualité s'hydrate plus facilement et se révèle plus visqueux et moins élastique que celui extrait à partir de farines de bonnes qualités.

Le gluten humide Selon GRESLE (2000), le gluten humide conditionne la valeur technologique d'un blé. La quantité et la qualité de ce dernier sont responsables des propriétés viscoélastiques de la pâte (extensibilité et élasticité).

Nos résultats montrent que les teneurs gluten humide vont de 25,66 à 28,38 (Ugrinovits et al, 2004), ont décrit la force des farines selon leur gluten humide. Les farines usuelles ont des teneurs de l'ordre de 27% à 37%.

L'analyse de la variance du taux de gluten humide et sec a montré un effet très hautement significatif pour le facteur génotype et le facteur année ainsi que pour leur interaction. Ce qui explique la variabilité des taux de gluten humide enregistré pour l'ensemble des génotypes.

Les valeurs obtenues sont à l'intervalle de 30-40% indiqué par Godon (1991) et les valeurs du Gluten sec sont également inférieures à 12,5% trouvé par (Ounane et al, 2006). Donc nos résultats se trouvent au-dessous de la limite minimale. Cette baisse semble être due à la durée de stockage du blé tendre.

4) L'indice de zeleny :

Le test Zeleny est utilisé pour apprécier la qualité des blés aussi bien en sélection que dans les transactions commerciales, son utilisation est peu répandue pour le blé dur.

L'indice de Zeleny est en effet un indicateur de la qualité des protéines liées aux différentes fractions protéiques qui dépendent essentiellement de la variété. Les conditions du milieu peuvent également affecter ces différentes fractions et en particulier les gliadines (Dardenne et al. 2003). (Branlard et al, 2001) à la présence attribue le meilleur indice de l'allèle « d » localisé sur le locus Glu-A3. L

Les résultats obtenus, montrent des valeurs qui varient entre 21.5-28 ml .ces résultats sont peu inférieur de la fourchette proposée par Berland et Roussel (2000) pour une farine destinée à la boulangerie courante qui est de 30 à 40ml.est cela est dû à la pauvreté de l'apport permanent en azote incorporée en protéines et en gluten sec.

5) La granulométrie :

D'après les résultats mentionnés, on constate que le taux d'extraction de la farine panifiable est de 95,52 % au tamis (0.193mm). Il est donc conforme à la norme Algérienne(>95 %).

La granulométrie d'une farine permet de caractériser la répartition en taille et en nombre des particules dont elle est composée ; le comportement des farines au cœur de leur transformation, notamment la vitesse d'hydratation en dépend (FEUILLET, 2000). La norme AFNOR(1982), fixe pour une farine courante un taux de refus au tamis de maille 180 micromètre, inférieur à 10%. Les résultats notés concordent à la norme citée précédemment.

➤ **Les analyses microbiologiques des variétés de blé tendre étudiées :**

L'étude de la qualité microbiologique du blé tendre (local et importé) a révélé un taux de contamination total différent d'une variété à une autre. Le blé tendre importé présente un taux considérablement élevé par rapport au blé tendre local, ce qui était rapporté dans les travaux de Tahani.

La différence de contamination entre les trois variétés de blé tendre s'explique par la composition biochimique différente du blé tendre importé par rapport au blé tendre local.

Cette différence est influencée parfois par les conditions climatiques, le stockage (humidité, température et système de ventilation) et l'installation d'une charge microbienne, ce qui peut entraîner une modification qualitative et quantitative des moisissures et champignons (Wilson et al), rapportent que la contamination fongique des céréales au champ ou pendant le stockage est directement liée aux conditions hygrothermiques.

De plus, la variété importée présente un taux d'humidité élevé et selon (Benmansour-Brixi), les moisissures de stockage sont capables de croître sur des substrats contenant 10 à 18% d'humidité, avec un optimum de croissance compris entre 11 et 13 %.(Multon et Berthier), indiquent que ce développement fongique est favorisé par la relation entre la température et l'humidité.

Les genres de moisissures rencontrés dans les échantillons sont des contaminants de denrées alimentaires maltraitées mais surtout mal conservées. Ils sont considérés comme contaminants de stockage des céréales et leurs dérivés (Pitt et Hocking, 1997), (Binoy, 2015).

Dans l'ensemble, le taux de contamination, ainsi que la biodiversité assez importants constatés dans les différentes variétés du blé tendre peuvent être expliqués probablement par la qualité, la durée et les conditions de stockage.

Dans le cas de la présente étude, le degré d'infestation du blé tendre stocké est confirmé. Markham et al (1994) estimaient que les coléoptères sont de loin le groupe le plus important au sein des insectes ravageurs des stockés et qui peuvent engendrer des cassures au niveau des graines, c'est le cas aussi des enquêtes réalisées par Barrier-Guillot et al (2014) en France.

Des moisissures post récolte ont été isolées révélant que tous les grains stockés étaient un peu contaminés par Les «champignons de champ» et les «champignons de stockage» dont certains sont réputées toxigènes a une forte concentration.

Le niveau fongique concernait les espèces d'Aspergillus considéré comme un champignon des stocks.

Pande et Mehrotra ont indiqué que la présence de ces moisissures est probablement due à la possibilité que certains insectes puissent transmettre les spores fongiques aux grains sains.

(Beti et al, 1995) confirment cette hypothèse en démontrant que les spores d'Aspergillus sont véhiculées au niveau de l'exosquelette du tube digestive du Sitophilus.

Les souches isolées des différents genres de moisissures Rhizopus et Fusarium, sont naturellement présentes sur les cultures en plein champs et dans le sol (Withlow et al, 2001).

La fréquence de contamination dans le blé tendre importé semble être due à l'humidité de ces échantillons (Weinderbörner, 2000).

La présence du genre Aspergillus dans la flore de contamination des céréales est signalée dans plusieurs travaux (Riba et al, 2005 ; Le Bars et al, 1987). Ainsi, les espèces du genre Aspergillus sont considérées comme des moisissures de stockage (Withlow, 2001).

Donc Les espèces de moisissures du genre d'Aspergillus sont les rencontrées dans cette étude sont Aspergillus niger, Aspergillus flavus Il a été rapporté dans la littérature que les espèces appartenant au genre Aspergillus à grande dominance sont les Aspergillus flavus. Cette fréquence de contamination est accompagnée aussi par une production de mycotoxines.

En effet, des enquêtes récentes menées en Italie, rapportent la présence de flore productrice de mycotoxine dans les certaines matières premières (Pietri et al, 2004).

Lors de la contamination du blé, les paramètres régulant la croissance fongique et permettant la production de toxines sont nombreux. On cite principalement la charge initiale en mycoflore, la présence de grains brisés, le taux d'humidité relative élevé, le pH et la température de stockage des grains.

Conclusion

Conclusion :

Ce travail a permis de déterminer une partie de la composition biochimique du blé tendre locale et celui importé (présence d'un pourcentage qui dépasse 13% du taux de protéines chez les variétés locales contre une moyenne de 9,76% chez la variété importée), de connaître l'influence du stockage sur cette composition, l'état sanitaire (présence de 2 à 3 colonies de clostridium) et l'impact sur l'économie.

Au cours du stockage d'immenses quantités de céréales en générale et du blé tendre en particulier sont perdues en raison des attaques des insectes ravageurs d'où une perte quantitative (35% - 40%) constituée de plus de 12% de grains échaudés et maigre s'explique par une déperdition du poids et une perte qualitative qui déprécie la valeur nutritionnelle de ces aliments ; d'autre part on a constaté une diminution de la teneur en protéines 9,76%, et en matière grasse pour la variété importée.

De telles pertes peuvent entraîner des pénuries alimentaires sérieuses

dans nos régions où les quantités récoltées ne sont pas importantes compte tenu des faibles surfaces cultivées ; il sera donc nécessaire de rechercher d'abord des semences compatibles avec les sols et le climat de nos régions. A cela, doit s'ajouter un contrôle rigoureux des récoltes (collecte, transport, désinsectisation, ...) et enfin prévoir des lieux et des conditions de stockage appropriées.

L'objectif de ce travail est de rechercher une technique fiable d'estimation de la perte pondérale d'une quantité de blé tendre (pourcentage d'attaque, le pourcentage de perte en poids, effets biotechnologiques) pendant une durée déterminée de stockage.

A l'issue de cette étude, on peut conclure que le pourcentage d'infestation et la perte pondérale sont proportionnels avec la durée et les conditions de stockage (plus la durée de stockage est longue, plus la perte pondérale est importante).

Conclusion générale et perspectives :

La présence des grains cassés qui dépasse les 3%, dans les échantillons des prélèvements, constitue un point d'entrée facile et très probable de plusieurs microorganismes notamment les moisissures attirées par la matière organique présente dans le blé tendre. Depuis la récolte jusqu'à son arrivée aux silos de stockage, plusieurs paramètres doivent être pris en compte tels que les moyens de transport, les conditions de stockage, le lieu de stockage, le nettoyage des grains, les traitements effectués au niveau des silos et enfin la durée de stockage.

Conclusion

En général, la précaution doit être toujours maintenue et la démarche assurance qualité doit être suspectée lors de toutes les étapes de la production du blé tendre depuis la récolte jusqu'au produit fini et surtout au niveau du stockage, la phase la plus sensible et la plus longue favorisant le développement des champignons.

Nos suggestions et recommandations sont les suivantes :

1-Préparation sanitaire des locaux et des abords : Environnement extérieur : clôture en bon état, nettoyage régulier, gestion du stockage des détritux, défrichage, tonte des herbes ou élimination, curage des fossés assurer, le bon écoulement des eaux, éviter les eaux stagnantes, éviter le stockage de matériels étrangers.

2-Prévention des contaminations croisées : Entre posage séparé des produits insecticides; Entreposage séparé des produits phytosanitaire et engrais ; Stockage et élimination périodique des déchets ; Eviter les grains traités comme pièges à rongeurs (préférer les appâts en boites et les glus) ; Eviter le stationnement des véhicules dans les lieux de stockage.

3-Maintenance et nettoyage : Nettoyages et balayages réguliers.

4-Aération, ventilation, éclairage : Aération des locaux (fenêtres grillagées) ; Ventilation des locaux de stockage (transilage si nécessaire en cas d'échauffement) ; Eclairage convenable et prévention des bris de lampes ; Stockage et gestion des échantillons (propreté, désinsectisation surveillance).

5-Lutte contre les nuisibles : Nettoyage et traitement préventif des lieux de stockage avant entreposage ; Contrôler les espaces et lieux attenants ; Mettre en place un plan de dératisation ; Traitement des circuits contaminés ; Réglage du système de dépoussiérage

BIBLIOGRAPHIE

- 1) (Abecassis, 2015) ; La filière blé tendre ; Inra-Trafoon.
 - 2) (Abeledo, Savin, Gustavo et Slafer, 2008); Wheat productivity in the Mediterranean Ebro Valley: Analyzing the gap between attainable and potential yield with a simulation model. European journal of Agronomy.
 - 3) (Abis ,2012)Le blé en Méditerranée : sociétés, commerce et stratégies. Économie et territoire, relations commerciales.
 - 4) (Abramson, Demianyk, Fields, Jayas, Mills, Muir, Timlick and White, 2001) ; Protection des céréales, des oléagineux et des légumineuses à grains entreposés à la ferme contre les insectes, les acariens et les moisissures (Centre de recherche sur les céréales).
 - 5) (Ammar, 2014) ; Organisation de la chaîne logistique dans la filière des céréales en Algérie Etat de lieux et perspectives, (1995) Contrôle de la qualité des céréales et protéagineux.
 - 6) (Anjum, Khan, Saeed M, Pasha et Arshad, 2007); Wheat gluten: High molecular weight glutenin subunits-structure, genetics and relation to dough elasticity; Journal of Food Science.
 - 7) (Anonyme A, 2002) ; Recherche agronomiques revue semestriels, N° 10.
 - 8) (Atwell, 2001); Wheat flour, Eagan press, Minnesota.
 - 9) Analyse du marché Algérien du blé et les opportunités d'exportation pour les céréaliers français dans le cadre du pôle de compétitivité, (Kovinich et Henry, 2014).
 - 10) (Ahmad L, 2016).Stockage des céréales: L'Algérie doit développer ses capacités de stockage.
 - 11) Aspect de la céréaliculture Algérienne ; (Bonjean, 2001 ; Boulal, 2007).
 - 12) (Belaid C., 2012);Etude comparative des caractéristiques technologiques des blés tendres locaux et importés
 - 13) (Bornet F, (1992) .Le pain et produit céréaliers, alimentaire et nutrition humaines.
 - 14) (Belagrouz A, 2013) ; Analyse du Comportement du Blé Tendre, Variété El WIFAK.
 - 15) (Beti Jajuk A,1995) Effects of Maize Weevils on Production of Aflatoxin B1 by Aspergillus flavus.
 - 16) (Boussard, Chabane M, 2011). La problématique des céréales en Algérie : défis, enjeux et perspectives.
 - 17) (Pitt et Hocking ,1997)Fungi and Food Spoilage.
 - 18) (Bino,2015) International Journal of Science, Environment and Technology.
 - 19) Coopérative des céréales et légumes secs Mascara (Ccls, 2019) ; Bilan des différentes campagnes Moisson-Battage.
 - 20) Coopérative des céréales et légumes secs Tlemcen (Ccls, 2019) ; service minoteries, service commercial.
 - 21) CHARDOUH., Caractéristique biochimique et génétique des réserves de blé tendres algérien.
 - 22) Caractérisation physico-chimique des graines de blé tendre, 2008.
 - 23) (Doumandji, 2003) ; Technologie de transformation des blés et problème dus aux insectes en stock.
 - 24) (Djermoun ,2009) ; La production céréalrière en Algérie: Les principales caractéristiques, Revue Nature et Technologie.
 - 25) (Duron, 1999) Le Transport Maritime des Céréales, Université d'Aix-Marseille.
-

Bibliographie

- 26)** Effet de l'environnement sur la composition de grain de blé, institut de l'élevage. (ouabed, Chabasse, Kellou, 2008).
 - 27)** ERIAD, Le manuel de contrôle de qualité, document des industries alimentaires céréalières et dérivée.
 - 28)** Etude quantitative et qualitative des composés phénolique chez quatre variétés de blé tendre (Crozier et al, 2006).
 - 29)** Fabrication de produits alimentaires et nutrition humaines ; (Rousset, Foubert, kloek, 2000).
 - 30)** Guide pratique de la conduite des céréales d'automne (blé et orge) dans le Maghreb (Algérie, Maroc, Tunisie),TIGC, INRA, ICARDA, Bonneuil, Roerich R et Anglade P, 2009.
 - 31)** (GODON B., LOISEL W., (1997). Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales.
 - 32)** (Pietri et al, 2004).
 - 33)** Marrakchi S, (2013) ; Technologie des céréales Chapitre 2.
 - 34)** Mauzé et Scotti, (1968) ; Guide pratique d'agréege des blés.
 - 35)** (GODON B., LOISEL W., (1997). Guide pratique d'analyse dans les industries des céréales.
 - 36)** (ROUSSEL et LOISEL W, 2009) ; Test de laboratoire.
 - 37)** (TALAMALIL, 2000) ; La libération du marché des céréales en Algérie office algérien interprofessionnel des céréales OAIC Acte du premier symposium internationale sur la Filière blé, Alger, Algérie.
 - 38)** (SHEWRY, TATTHAM et LAZZERI, 1997); Biotechnology of wheat gluten.
 - 39)** (SURGET et BARRON, 2005) ; Histologie du grain de blé. Industrie des céréales.
 - 40)** Technologie de transformation des blés et problème dus aux insectes en stock, (A. DOUMANDJI, 2003).
 - 41)** La filière blé en Algérie (Boussard, Chabane,2011).
 - 42)** La problématique des céréales en Algérie : défis, enjeux et perspectives, Communication dans le cadre des 5èmes Journées de recherches en sciences sociales à AgroSup Dijon, 2011.
 - 43)** Le blé tendre (Gallais A et Bannerot), Amélioration des espèces végétales cultivées INRA, Paris, (Aymard P, 2007).
 - 44)** (Sadli, 1993) ; La qualité technologique et biochimique des variétés de blé cultivés en Algérie.
 - 45)** Le grain de blé composition et utilisation INRA, Paris ; Feldman, 2001.
 - 46)** Les filières céréalières, organisation et nouveau défis INRA. (Shewry, Pironen, Nurmi, 2010).
 - 47)** L'origine des blés : Belin Pour la science HOFFMANN L, 2003.
 - 48)** Norme algérienne N.A. 1132-1990 (I.S.O. 712): Détermination de la teneur en eau.
 - 49)** Norme algérienne N.A. 1158-1990 (I.S.O. 1871): Dosage de l'azote totale avec minéralisation selon la méthode Kjeldahl.
 - 50)** Norme algérienne N .A.735-1990 (I.S.O. 5531) : détermination du gluten humide.
 - 51)** Norme algérienne N.A.736-1990(I.S.O.6645) : détermination du gluten Sec.
 - 52)** Norme algérienne N.A.733-1990(I.S.O.2171) : détermination des cendres.
 - 53)** (Withlow, 2001).
 - 54)** (Weinderbörner, 2000).
-

Annexe

Décret exécutif n°91-572 du 31 décembre 1991 relatif à la farine de panification et au pain.

Article 1 : La farine de panification est le produit de la mouture de grains de céréales aptes à la panification et préalablement nettoyées, sans autre modification que la soustraction partielle ou totale des germes et enveloppes ; la teneur en eau doit être inférieure ou égale à 15,5%, l'indice de Zélény de 22 à 30.

Art.2 : La farine complète est constituée de tous les éléments de la graine dont elle est issue dans les proportions ou ils s'y trouvaient. Les spécifications techniques de cette farine seront fixées par arrêté interministériel.

Art.3 : La dénomination « farine » ou « farine de panification », sans autre qualificatif, désigne la farine de blé tendre *Triticum aestivum*. Dans tous les autres cas, cette dénomination devra être suivie de l'indication de l'espèce ou des espèces végétales dont la farine est issue. En cas de mélange, la proportion de chacun des composants, devra être indiquée dans les conditions prévues à l'article 8 ci-dessous.

Art.4 : La farine de panification pourra recevoir l'adjonction à titre d'adjuvants, de farine de fèves dans une proportion ne dépassant pas 2% et de produits maltés dans une proportion n'excédant pas 0,3 %. Lorsque l'adjonction d'adjuvants est effectuée avant la livraison de la farine de panification à l'utilisateur, la dénomination « farine » ou « farine de panification » est remplacée par « préparation pour panification » et mention de chacune des adjonctions faites sera indiquée dans les conditions prévues à l'article 8 ci-dessous.

Art.5 : Sauf dispositions législatives ou réglementaires contraires, à la farine de panification doit être indemne de tous corps étrangers.

Art.6 : Les taux d'extraction des différents types de farine de blé tendre sont fixés comme suit :

- 1) Farine de type courant : – minimum : 1 point au-dessous du poids spécifique (PS-1) - maximum : 2 point au-dessus du poids spécifique (PS-2)
- 2) Farine de type supérieur : – minimum : 8 point au-dessous du poids spécifique (PS-8) -maximum : 5 point au-dessus du poids spécifique (PS-5) Les paramètres techniques nécessaires à l'exercice du contrôle de la Annexes qualité des types de farine prévus ci-dessus seront définis par le ministre chargé de la qualité. Pour les types de farine éventuellement importés, les cahiers des charges doivent obligatoirement préciser le taux d'extraction, et au moins la teneur en cendres et le taux d'humidité.

Art.7 : Les farines de panification ou les préparations pour panification destinées à la fabrication du pain de consommation courante prévu à l'article 12 ci-dessous doivent correspondre aux paramètres de la farine de type courant fixés à l'article 6 ci-dessus et présenter au test de l'alvéographe de Chopin un W au moins égal à 180. Les espèces de céréales utilisées doivent appartenir à des variétés aptes à la panification, à l'exclusion de toutes les variétés dites « fourragères ».

Art.8. Les dénominations qualificatives et indications prévues aux articles 1 à 6 sont portées sur une étiquette solidement fixée à l'emballage de la farine ou par impression directe sur cet emballage. En cas de vente en vrac, ces mentions sont portées sur le document commercial accompagnant la marchandise.

Annexe



Photo 17: Stock de farine en repos



Photo 18: Le broyeur



Photo 19: dessicateur



Photo 20 : Four à Moufle.



Photo 21 : Balance.



Photo 22 : Planschister.

Annexe



Photo 7 : Broyeur

Le plan du Questionnaire :(Stockage du blé tendre)

➤ La 1 ère partie auprès des Agriculteurs :

-Nom et Prénom :

-Age :

-Sexe :

-Situation familiale :

- Conditions de récolte :

- climat sec
- climat humide (après un orage)

- Type de variété :

- Ain Abid
- HD1220
- Anza
- demias

- Quantité récolté :

- Autoconsommation
- Commerce.

- Durée du stockage intermédiaire chez l'agriculteur :

- Moins de 3 jours
- Une semaine
- Plus d'une semaine

- Lieu de stockage :

- Hangar.
 - Greniers (matmora).
 - Silos.
-

Annexe

- Conditionnement :

- En sacs.
- En vrac.

- Traitement insecticide chez l'agriculteur :

- Oui.
- Non.

- Transport :

- Remorque agricole
- Par camion.

➤ La 2eme partie auprès de l'OAIC : Organisme de stockage (CCLS) :

• Nature du silo :

- Béton
- Métallique
- Silo souterrain
- Hangar

• Capacité de stockage :

- Moins de 10 000qx
- De 10 000 A 15 000qx
- DE 15 A 40 000qx
- + DE 40 000qx

• Les variétés stockées et le de silos de stockage :

- AIN ABID
- HD 1220
- Importée
- Anza

• Contrôle à la réception :

- Tarage :
- Analyse des teneurs en humidité et en impuretés du lot livré :

• Existe – il un plan de nettoyage des locaux ?

• Pré-nettoyage et séchage : (au niveau du silo) :

- Emotteur (enlève les grosses impuretés)
 - Séchoir intégré ou externe au silo
 - Cellule de Stockage, ventilateurs :
 - Manutention (élévateur à godet, transporteur à chaine, transporteur à bande, vis...) :
-

Annexe

- **Stockage (localisation au niveau du silo) :**
 - Manutention (élévateur à godet, transporteur à chaîne, transporteur à bande, vis) :
 - Cellule/bâtiment de stockage :
 - Nettoyeur calibreur + matériel de manutention :
 - Ventilateur fonctionnel : oui – non.
 - Utilisation d'insecticides de stockage : oui – non.
 - Contrôle de la température et l'humidité : oui- non
-

Annexe
