

Année Universitaire : 2021-2022

Filière ingénieurs Industries Agro-Alimentaires



Rapport de stage de fin d'études

Titre :

Amélioration de la productivité en appliquant des outils de Lean Six Sigma au sein de la société Moulins SANABIL

Réalisé par l'élève-ingénieur:

Nom et prénom : SALHI Mohamed

Encadré par:

- M^r. ATMANI Majid, (Professeur à FST Fès)
- M^r. AABOU Mourad, (chef production chez Moulins Sanabil)

Présenté le 21 Juillet 2022 devant le jury composé de :

- M^r. ATMANI Majid (Président)
- M^r. LAZRAQ Abderrahim (Examineur)
- M^r. ZARGUILI Ikbal (Examineur)

Stage effectué à : MOULINS SANABIL -MEKNES

Faculté des Sciences et Techniques Fès
B.P. 2202, Route d'Imouzzer FES

☎ 212 (0)5 35 60 80 14 – 212 (0)5 35 60 96 35 📠 212 (0)5 35 60 82 14
www.fst-usmba.ac.ma

Dédicace

A la mémoire de mon père

Ce travail est dédié à mon père, l'homme de ma vie, décédé trop tôt, mon exemple éternel, mon soutien moral, ma source de joie et de bonheur, celui qui s'est toujours sacrifié pour me voir réussir. J'espère qu'il apprécie cet humble geste comme preuve de reconnaissance de la part d'un fils qui a toujours prié pour le salut de son âme.

Puisse Dieu, le tout puissant, l'avoir en sa sainte miséricorde et l'accueillir en Son Vaste Paradis.

A ma très chère mère

A qui je dois ce que je suis,

Quoique je puisse dire et écrire, je ne pourrais exprimer ma grande affection, ma profonde reconnaissance. J'espère que ta bénédiction m'accompagne toujours.

Que ce travail symbolise le fruit de tes innombrables sacrifices.

Que Dieu te protège et te préserve longue vie et bonne santé.

A mes très chères sœurs Hassnae, Naima, Zahra, Saida et Fatima

Les mots ne sauraient exprimer l'estime que j'ai pour vous, vous étiez toujours présentes à mes côtés, vous m'avez soutenue, réconforté et encouragé.

A toute la promotion IAA 13

Plus que des camarades de cycle désormais, nous formons une grande famille de par les moments qu'on a passés ensemble. Mes binômes de travail, de TP, des exposés et recherches vont me manquer.

Puissent nos liens fraternels se consolider et se pérenniser encore plus.

Que Dieu vous réserve une vie pleine de succès et de bonheur

Remerciements

Tout d'abord, je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné la volonté de choisir cette carrière scientifique.

J'adresse mes remerciements à monsieur **M. Karim KERBID**, directeur général de Moulins Sanabil, qui m'a donné l'opportunité d'effectuer ce stage et m'a permis d'avoir un contact avec le monde professionnel, et de mettre en pratiques les connaissances acquises durant ma formation.

Je tiens à remercier *M. Aabou Mourad*, chef meunier au sein de la société et Mme Aziza Dib responsable du laboratoire pour leurs aide, l'accompagnement et leurs conseils durant mon stage.

Je tiens à témoigner toute ma reconnaissance et mes vifs remerciements aux personnes suivantes : *M. Yassine Adarab, M. Zakaria Hammada, M. Khalid, Mlle Oumaima, et Mlle Bouchra, Mlle Zhour*, pour leur soutien, leur partage d'informations et d'expérience qui ont fait de ces quatre mois un moment très plaisant et intéressant.

Toutes l'équipe de maintenance, pour leurs aides dans l'insertion au sein de la société, pour ses précieux conseils et sa coopération au bon déroulement du stage.

J'adresse également mes remerciements à tout le personnel de Moulins Sanabil, pour la bienveillance et la cordialité de leur accueil ainsi que leur soutien et à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à l'accomplissement de ce stage dans des meilleures conditions, merci beaucoup.

J'aimerais également remercier très particulièrement tous les membres du jury, **Mr. ATMANI Majid, Mr. LAZRAQ Abderahim et Mr. ZARGUILI Ikbal** pour l'honneur qu'ils nous ont accordé en acceptant de juger mon travail.

Merci à la FST Fès, la première FST au sein de la première des universités publiques et modernes du Royaume ; à l'ensemble du personnel, en particulier à tous **les Professeurs** qui ont mis leur pierre d'édifice pour ma formation et mon devenir

Enfin, je remercie toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'aboutissement de ce modeste travail.

شكرا جزيلاً

Liste des Figures

Figure 1: structure des unités industrielles (référence : ONICL).....	6
Figure 2 : Répartition régionale de l'effectif (ONICL).....	6
Figure 3: Organigramme de la société.....	8
Figure 4: Étapes de la réception du blé.....	10
Figure 5: Étapes de nettoyage du blé.....	11
Figure 6: Étapes de la mouture.....	12
Figure 7: schéma des Appareils à cylindres.....	14
Figure 8: schéma de principe de fonctionnement de Plansichters.....	15
Figure 9: schéma de principe de fonctionnement des sasseurs.....	15
Figure 10 : Unité Emballage (carrousel).....	16
Figure 11: Schéma représentant le modèle du diagramme d'Ishikawa.....	24
Figure 12 : Plan prévisionnel du projet.....	27
Figure 13 : Cartographie de l'état actuel du processus.....	31
Figure 14: La cartographie d'un emballage.....	33
Figure 15: Variation de l'indicateur H/T du carrousel 25/50 Kg.....	34
Figure 16: Variation de l'indicateur H/T du carrousel 5/10 Kg.....	35
Figure 17: Comparaison entre le stockage, la production et la livraison.....	36
Figure 18: Diagramme Pareto des causes détectées.....	38
Figure 19: Diagramme d'Ishikawa des problèmes au niveau des appareils à cylindres et le balance avant B1.....	39
Figure 20 : Diagramme Pareto des arrêts poste emballage 25/50 KG.....	40
Figure 21: Diagramme Pareto des arrêts poste emballage 5/10 KG.....	41
Figure 22 : Diagramme Ishikawa d'Emballage.....	41
Figure 23: Radar des 5 piliers des 5S.....	47

Liste des Tableaux

Tableau 1: Fiche signalétique de moulins Sanabil.....	7
Tableau 2: principaux types de produits.	9
Tableau 3: Types d'emballage des produits.	9
Tableau 4: Analyses technologiques au niveau de laboratoire	17
Tableau 5: Les différents modes formes de gaspillages	21
Tableau 6: Symboles utilisés dans VSM.....	23
Tableau 7: Étapes de la méthode 5S.	26
Tableau 8:Démarche suivie.....	29
Tableau 9 : Description de la problématique étudiée via l’outil QQQQCP.....	32
Tableau 10 : Classification des arrêts selon leurs durées.	37
Tableau 11: Classification des arrêts selon leurs durées pour l'ensacheuse 25/50 KG.....	39
Tableau 12: Classification des arrêts selon leurs durées pour l'ensacheuse 5/10 KG.....	40
Tableau 13:Analyse des 5M	42
Tableau 14 : Différentes anomalies détectées.....	43
Tableau 15: Fiche de suivi 5S.....	45
Tableau 16 : Pourcentage de chaque pilier des 5S.....	46
Tableau 17: Actions correctives classées selon les 5S.....	48
Tableau 18: État avant et après l’application de 5S dans le poste emballage.....	49
Tableau 19: Niveau des 5S avant et après l’amélioration.	51
Tableau 20: Auto-évaluation des 5S.	52
Tableau 21: Synthèse des solutions et Recommandations.	52
Tableau 22: Gain en termes de temps pour les ensacheuses.	55

ANNEXES

Annexe1 : les arrêts des appareils de mouture.

Annexe2 : Extrait du Chronométrage des arrêts de l’ensacheuse 25/50 KG

Annexe3 : Extrait du Chronométrage des arrêts de l’ensacheuse 5/10 KG

Annexe 4 : Comparaison entre les quantités produites, livrées et stockées

Annexe 5 : Résultat du suivi après le déploiement de la démarche 5S

Liste des abréviations

BI	Blé Importé
BL	Blé Local
DMAIC :	Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler
FF :	Farine Fleur
FNBT :	Farine Nationale de Blé Tendre
LP :	Farine de luxe Plate
MS :	Moulins SANABIL
QQOQCP :	Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?
qx :	Quintaux
RMP :	Réception Matière Première
RSP :	Ronde Spéciale
SA :	Société Anonyme
FNBT :	Farine National de Blé Tendre
T :	Tonne
VSM:	Value Stream Mapping
LSS:	Lean six Sigma
FIFO	First In First Out
SMED	Single Minute Exchange of Die
SBT	SON de Blé Tendre

SOMMAIRE

Introduction générale	1
Partie 1 : Généralités sur le blé et Présentation de l'entreprise d'accueil	2
I. Généralités sur le blé.....	3
II. La filière céréalière au Maroc :.....	4
1. Les maillons de la chaîne de valeurs des céréales	4
2. Importation de blé tendre au Maroc :.....	5
3. La minoterie industrielle marocaine	5
III. Présentation de la société « Moulins SANABIL »	6
1. Fiche signalétique	7
2. Organigramme	8
3. Types de produits de « Moulins SANABIL ».....	9
4. Diagramme de fabrication.....	9
Quatre phases principales constituent le diagramme de transformation du blé :.....	9
a) Réception – Pré-nettoyage et stockage.....	13
b) Mélange du blé :.....	13
c) Nettoyage [7].....	13
d) Conditionnement	14
e) Mouture	14
f) Stockage des produits finis :.....	16
g) Nettoyage final :.....	16
h) Emballage.....	16
i) Analyses de laboratoire	16
Partie 2 : Cadrage du projet et synthèse bibliographique	18
Chapitre 1 : Présentation du projet	19
I. Cahier de charges	19
1. Acteurs du projet.....	19
2. Objet du projet	20
Chapitre 2 : Etude bibliographique.....	20
I. Présentation du Lean Six Sigma	20
1. Le Lean	20
2. Le six Sigma.....	20
3. Le système utilisé : le Lean six sigma.....	20
4. Pourquoi Le Lean six Sigma ?.....	21
5. Méthodes et Outils utilisés.....	21
5-1 La Démarche DMAIC	21
5-2 Méthode QQQQCP.....	22
5-3 Le Value Stream Mapping VSM	23

5-4 Diagramme Ishikawa	24
5-5 Présentation de la méthode Pareto	24
5-6 La méthode 5S	25
II. Planning prévisionnel du projet	27
Partie 3 : Méthodologie de travail et Résultats	28
I. Phase 1 : Définir.....	30
1. Réalisation d'une VSM (cartographie des flux de matière et d'information).....	30
2. Définition du problème par la méthode (QOQOCP)	32
II. Phase 2 : Mesurer.....	33
1. Arrêts des appareils de Mouture	33
2. Mauvaise gestion du poste Emballage	33
3. Gaspillages de temps au niveau de zone d'emballage	36
III. Phase Analyse	37
1. Analyse des arrêts des appareils de Mouture	37
2. Analyse de problème de gestion de l'unité d'Emballage.....	39
2-1 Gaspillages de temps au niveau de zone d'emballage	39
IV. Phase Améliorer/ Innover	47
1. Solutions proposées pour les problèmes de poste Emballage.....	47
2. Application de la démarche 5S	48
3. Mise en évidence des résultats	49
4. Synthèse du plan d'action	52
V. Phase Contrôler.....	54
1. Minimisation du gaspillage de temps au niveau du poste d'emballage.....	54
2. Gains non quantifiables.....	55
References bibliographiques	57

Introduction générale

L'industrie des céréales joue un rôle très important dans le secteur agroalimentaire au Maroc. En effet elle couvre les besoins essentiels de notre alimentation et présente une grande part dans la consommation locale.

Le rôle principal de la société MOULINS SANABIL (MS) est comme d'autres sociétés qui opèrent dans ce secteur, c'est l'approvisionnement de la population en farine/semoule répondant aux normes de nutrition à l'échelle nationale et avec une quantité suffisante pour assurer la sécurité alimentaire de la population.

L'objectif de ladite entreprise s'articule donc sur deux choses :

- La satisfaction du consommateur : l'entreprise cherche à dépasser les attentes du client comme politique générale.
- L'amélioration du rendement de la production : Partant du principe que tout problème est une opportunité d'amélioration, l'entreprise cherche à éliminer toutes les anomalies existantes dans leur système de travail.

L'amélioration continue est une excellente démarche de progrès basée sur un ensemble d'outils et de méthodes qui ont pour buts l'amélioration permanente des objectifs opérationnels en lien avec les objectifs stratégiques.

Utilisés séparément, les outils Lean et Six Sigma ont été associés récemment, en raison de leur complémentarité, pour donner le Lean six Sigma (LSS), un concept novateur qui permet de réduire les gaspillages et d'améliorer la productivité par la réduction de dispersion. Ce qui permet de viser, sinon atteindre le zéro défaut.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce projet de fin d'études qui s'intitule « Amélioration de la productivité en appliquant des outils de Lean Six Sigma au sein de la société MS », qui vise la réduction du temps des arrêts afin d'optimiser la productivité ainsi que l'amélioration de la gestion du poste d'emballage.

Ce présent manuscrit est divisé en quatre chapitres :

- **Le 1^{er} chapitre** : Présentation de la société et avec une description détaillée du processus de fabrication.
- **Le 2^{ème} chapitre** est dédié à la présentation de la problématique, du cahier de charges, du Lean six Sigma, des outils utilisés, et le planning du projet.
- **Le 3^{ème} chapitre** présente la méthodologie de travail et le travail réalisé est réservé à la mise en place d'un plan d'action 5S ainsi que la proposition des solutions. Et après nous avons mis le point sur les gains récupérés grâce à la mise en place de ces outils.

Partie 1 : Généralités sur le blé et Présentation de l'entreprise d'accueil

Dans cette partie nous allons voir une présentation de la société Moulins SANABIL puis nous allons faire une description détaillée de processus d'écrasement du blé tendre ainsi que les analyses effectuées au sein du laboratoire de la société.

I. Généralités sur le blé

Le blé est une plante annuelle appartenant au genre *Triticum*, aux racines fibreuses à tiges hautes et généralement creuses, portant des nœuds d'où partent des feuilles, des sommets de la tige portent une grappe des fleurs qui se transforme en graines. Il apparait à la filière des céréales considérées comme une principale source de la nutrition humaine et animale. 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 leur besoin énergétique. [1]

Catégories de blé :

Le blé tendre et le blé dur sont les deux espèces les plus cultivées dans le monde.

Blé dur : Le blé dur a la particularité d'offrir un débouché uniquement pour l'alimentation. Les grains transformés en semoule servent à la fabrication de pain, de galettes, de couscous et surtout de pâtes alimentaires. Ses grains sont durs et allongés, souvent même pointus, avec une cassure légèrement jaune.

Blé tendre : Utilisé principalement en meunerie pour obtenir de la farine nécessaire à la production de pain, de viennoiseries ou de pâtisseries. Ses graines ont une forme arrondie, avec des enveloppes épaisses et d'une cassure blanche. Ils s'adaptent bien à la mouture pour donner une farine de bonne qualité.

Au Maroc, plusieurs variétés de blé tendre sont cultivées, parmi elles on trouve :

- *Bandera* : ses grains ont une couleur rousse, la taille de sa plante est assez haute, sa zone d'adaptation est le Bour irrigué, il a une tolérance aux maladies de la rouille brune et la Septoriose.[12]
- *Achtar* : semi précoce à semi-tardive avec une bonne résistance à la verse. Elle est recommandée pour les bours favorables et les zones irriguées, du fait, qu'elle est hautement productive, et qu'elle résiste à la septoriose.[2]
- *Amal* : semi-précoce et hautement productive aussi bien en Bour qu'en irrigué. Elle est recommandée pour les régions subhumides et pour les zones irriguées grâce à sa résistance à la septoriose et aux rouilles.[2]

Le grain de blé se compose principalement d'amidon, présent exclusivement dans l'albumen amylicé et qui représente environ 70 % de la matière sèche totale. Il comprend

également 10 à 15 % de protéines et 8 à 10 % de pentosanes (hémicelluloses). On y trouve également des lipides (2 à 3 %), de la cellulose (2 à 4 %), des sucres libres (2 à 3 %), des minéraux (1,5 à 2,5 %) et des vitamines.[3]

II. La filière céréalière au Maroc :

1. Les maillons de la chaîne de valeurs des céréales

La chaîne de valeur des céréales intègre une série d'activités interdépendantes de la production à la consommation, et se compose généralement de trois maillons :

- **En amont de la filière** : activités de production céréalière agrégées (plantation des cultures, entretien, récolte et stockage local) ;
- **Midstream** : Rassemble toutes les activités de distribution et de logistique liées à l'industrie, notamment :
 - la distribution de semences, d'engrais, de produits phytosanitaires et matériels agricoles ;
 - la gestion du produit d'assurance et de financement ;
 - l'organisation logistique de collecte des récoltes ;
 - la commercialisation des récoltes ;
 - les activités liées à l'importation des céréales.
- **l'aval céréalier**: regroupant les activités liées à la transformation des céréales et à la consommation. Ce maillon regroupe :
 - les minoteries industrielles : Les activités des moulins à farine sont régies par l'article 14 de la loi n°12-94, qui définit ces unités comme des appareils de mouture qui moud le grain pour vendre des produits;
 - les minoteries artisanales : il s'agit de petites unités de transformation des céréales fournissant des prestations de services à leurs clients composés généralement de producteurs et de consommateurs achetant les céréales sur les souks et les halles aux grains. Ces minoteries artisanales, qui sont estimées à 10.000 unités, représentent 35% des écrasements nationaux (ONICL);
 - Les grossistes en farine : ce sont des commerçants locaux qui vendent de la farine, de la semoule et divers aliments courants aux détaillants et aux consommateurs ;
 - La production céréalière nationale passe par deux cycles différents : Canaux directs par lesquels les producteurs apportent leur récolte sur le marché local et les vendent

directement aux consommateurs ; Les producteurs amènent leurs céréales au marché, puis les vendent à des intermédiaires (grossistes ou collecteurs), puis les revendent aux minoteries industrielles. Il est à noter qu'en raison de la faible qualité et de la forte hétérogénéité du blé local, une grande partie de la production nationale est utilisée pour la transformation traditionnelle, alors que seulement 20 à 30 % sont transformés par les minoteries industrielles.[4]

2. Importation de blé tendre au Maroc :

Au Maroc, les importations de blé proviennent principalement de France, Ukraine et de Russie. Bien que le premier pays soit un fournisseur historique, la Russie a réussi à prendre pied sur ce marché ces derniers trimestres. En fait, avec une récolte tombant à 2,5 millions de tonnes, soit la moitié du niveau sur cinq ans, le royaume devrait importer un record de 6,5 millions de tonnes de blé. En revanche, par rapport à l'Ukraine, la compétitivité des fournisseurs traditionnels que sont la Russie et la France sera plus faible. [4]

3. La minoterie industrielle marocaine

Le nombre des moulins en activité a atteint, fin 2020, 158 unités dont 130 à blé tendre, 17 Semouleries (blé dur) et 11 orgeries (orge) [5] (Remarque : Une société peut faire l'écrasement de deux espèces en même temps).

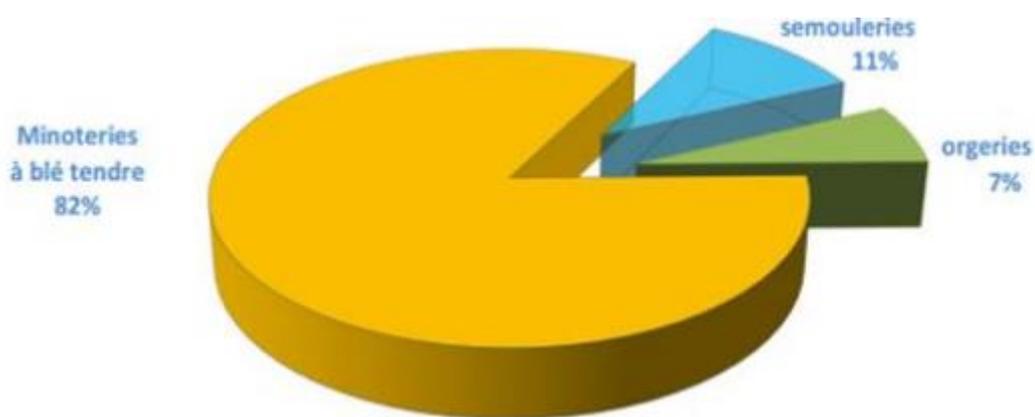


Figure 1: structure des unités industrielles (référence : ONICL)

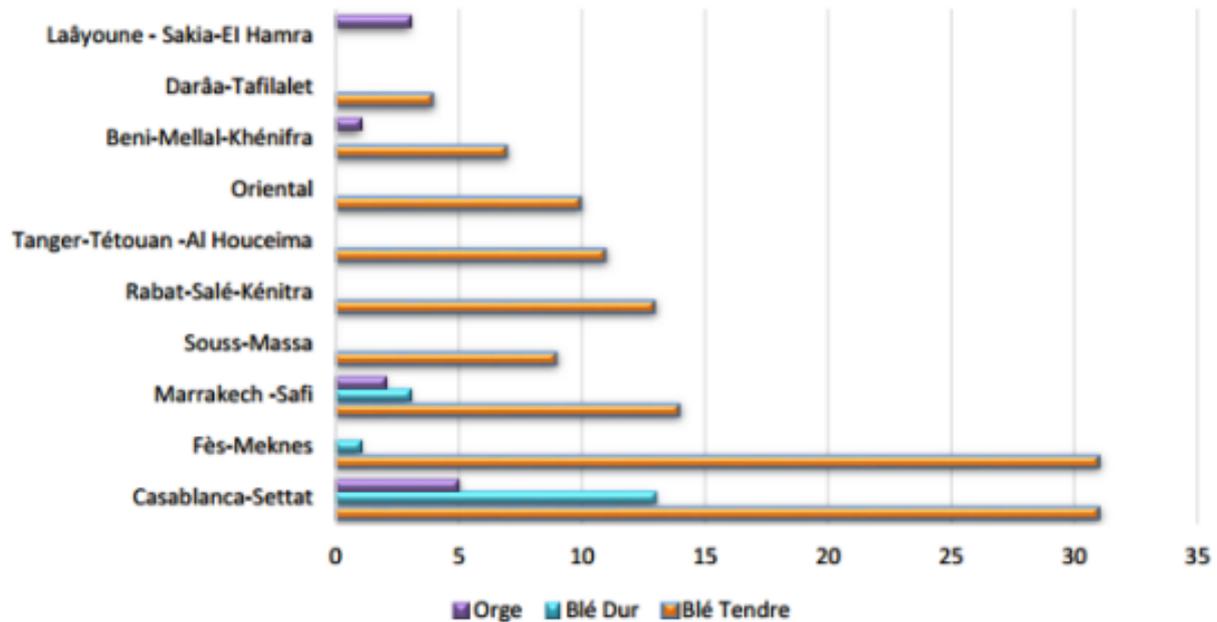


Figure 2 : Répartition régionale de l'effectif (ONICL)

- Large couverture du territoire pour les moulins à blé tendre (9 régions) et concentration des moulins à blé dur et orge dans deux régions Casablanca-Settat et Marrakech-Safi.[5]

III. Présentation de la société « Moulins SANABIL »

Moulins Sanabil est une société 100% marocaine avec sa marque du Farine « Ferane » qui a été créé dans un objectif de l'innovation dans la transformation du blé Tendre en plusieurs sorts de produits. Entreprise fondée en 2005, MS est créé sous forme d'une société anonyme (S.A.) C'est le résultat d'investissement de la CAMM : La Coopérative Agricole Marocaine de Meknès.

SANABIL fait partie du groupe marocain de minoterie et semoulerie Forafric, connu pour sa marque grand public MayMouna de farine, couscous et autres céréales qui s'impose de plus en plus sur le marché de la farine depuis son rachat par son concurrent Tria en 2016.

Situé à MEKNÈS, à proximité de toutes les régions du pays, le bâtiment est construit selon les normes d'hygiène et de qualité, il comporte 5 étages, chacun ayant des équipements bien spécifiques qui sont utilisés pour la préparation et transformation du blé tendre en farine et ses sous-produits. L'entreprise a été équipée par la firme suisse BUHLER.

La société utilise plusieurs types de blé tendre qui ont pour origine local (Maroc) ou des pays étrangers à savoir l'Argentine, Brezil, France, Ukraine. Avec une production annuelle totale d'environ 700000 qt/an et un effectif d'environ 40 personnels et ouvriers.

1. Fiche signalétique

Tableau 1: Fiche signalétique de moulins Sanabil

Raison sociale	SA
Capital social	72 183 800 Dirhams
Directeur Général	M. Karim Kerbid
Activité	Production, conditionnement et commercialisation de la farine de blé tendre, commercialisation des produits de blé dur
Adresse	1 Rue Ahmed Amine BP 206 Ville Nouvelle Meknès, 50000 Maroc
TELEPHONE	05-35-40-10-61
E-mail	moulins.sanabil@forafric.ma
Capacité d'écrasement	220T/J de blé tendre
Capacité Stockage	10000 T Matière Première - 792 T produit finis en silo -120 T Sous-produits (SON)

2. Organigramme

Les relations hiérarchiques entre les différents départements sont formalisées par l'organigramme de la figure suivante :

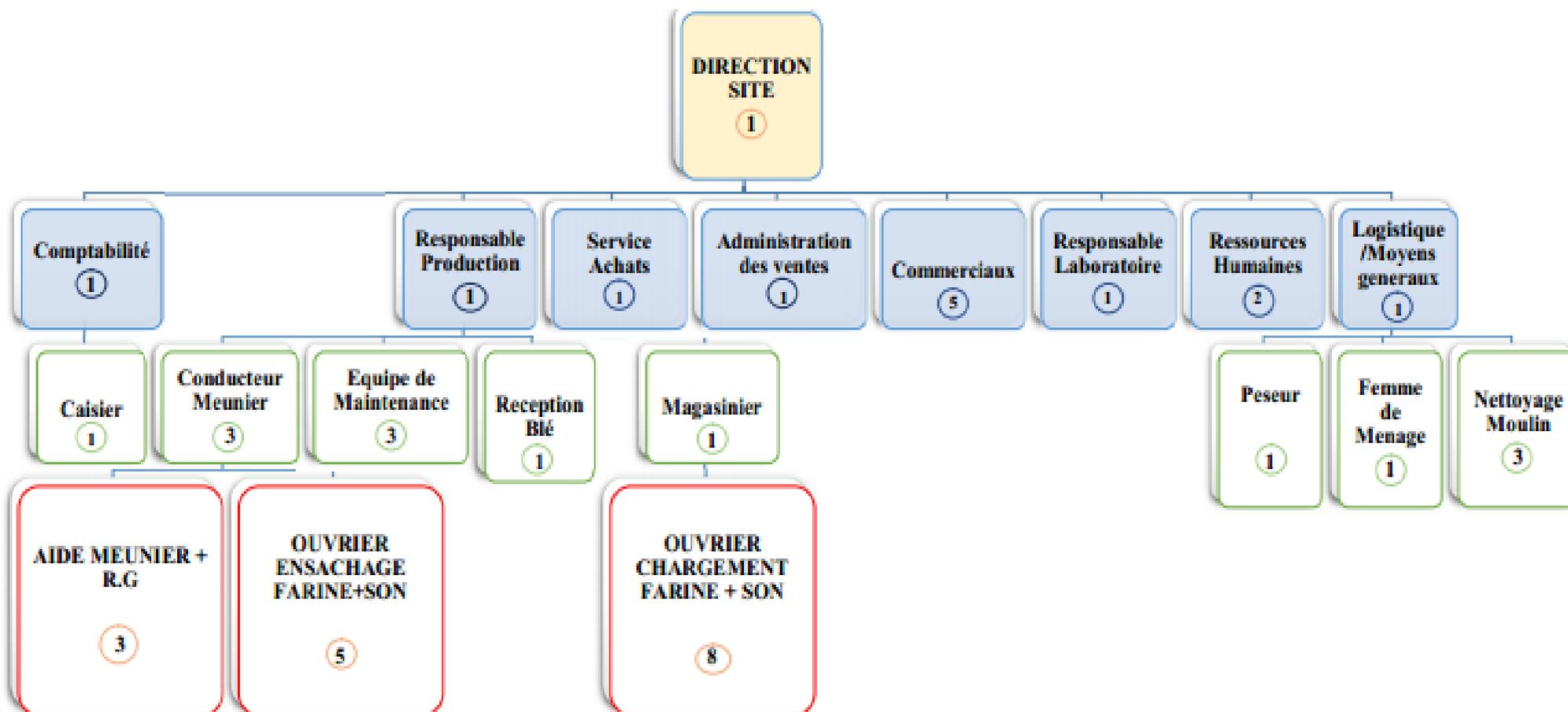


Figure 3: Organigramme de la société.

3. Types de produits de « Moulins SANABIL »

Le tableau suivant montre les principaux types de produits de l'entreprise :

Tableau 2: principaux types de produits.

Produits de blé tendre	
Farine Luxe	Farine Ronde Spéciale
Farine Fleur	Farine Ronde Supérieure
Farine Fleur Sanabil	Farine boulangère
Farine boulangère	RONDE FINE NV
FNBT	Son de blé tendre
Farine Complete	

Le tableau suivant montre les types d'emballage de certains de ces produits :

Tableau 3: Types d'emballage des produits.

			
Farine de luxe	Rsp	Ronde fine Extra NV	Farine Fleur

4. Diagramme de fabrication

Quatre phases principales constituent le diagramme de transformation du blé :

- La réception de blé, pré nettoyage et stockage.
- Nettoyage (1^{er} et 2^{ème} nettoyage) et préparation (Mouillage).
- La mouture (l'écrasement du blé en produits finis).
- Emballage et stockage des produits finis

Toutes ces étapes sont indispensables et enchaînées pour la transformation et la production des farines.

Réception et pré-nettoyage et stockage

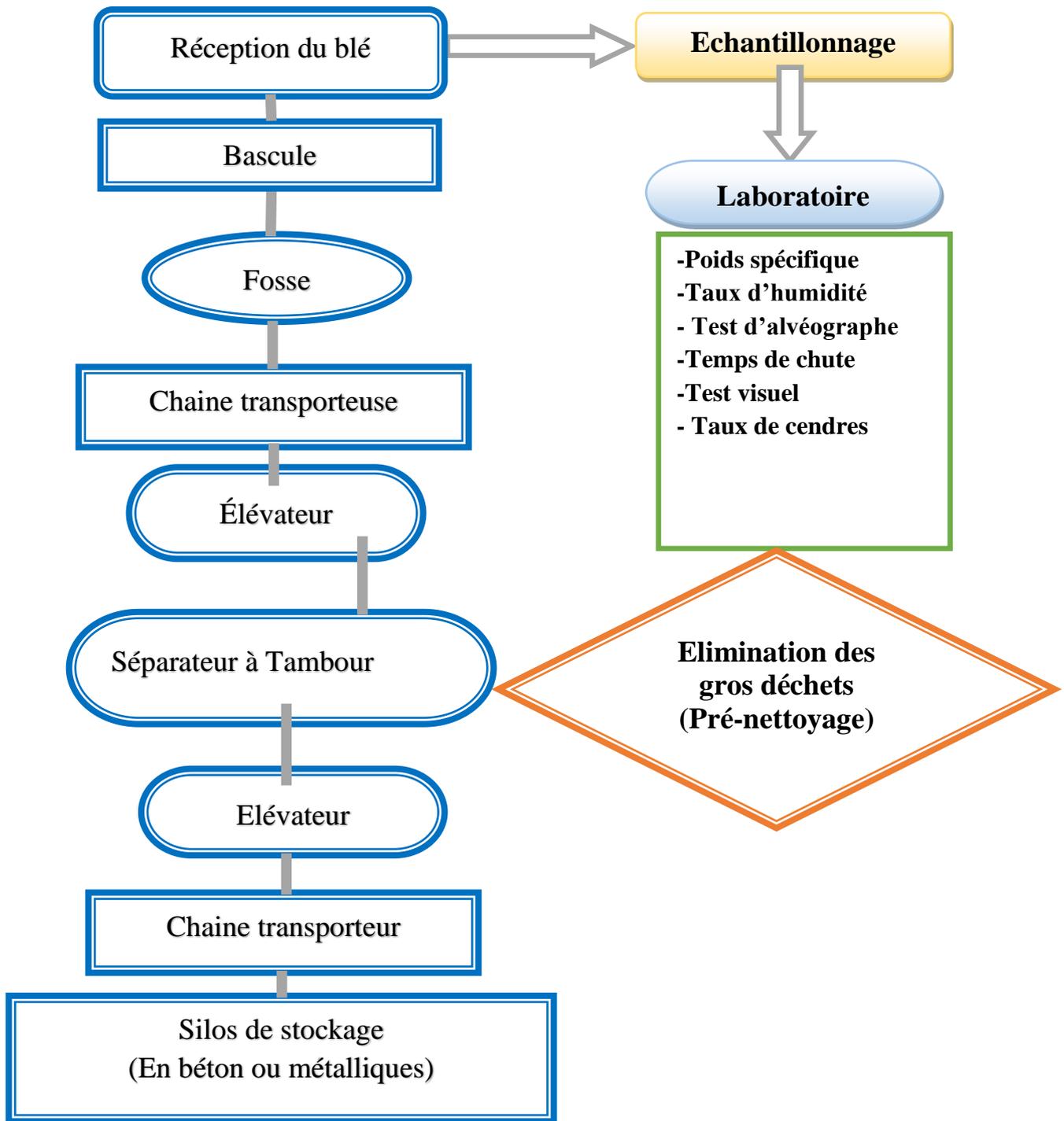


Figure 4: Étapes de la réception du blé.

Nettoyage

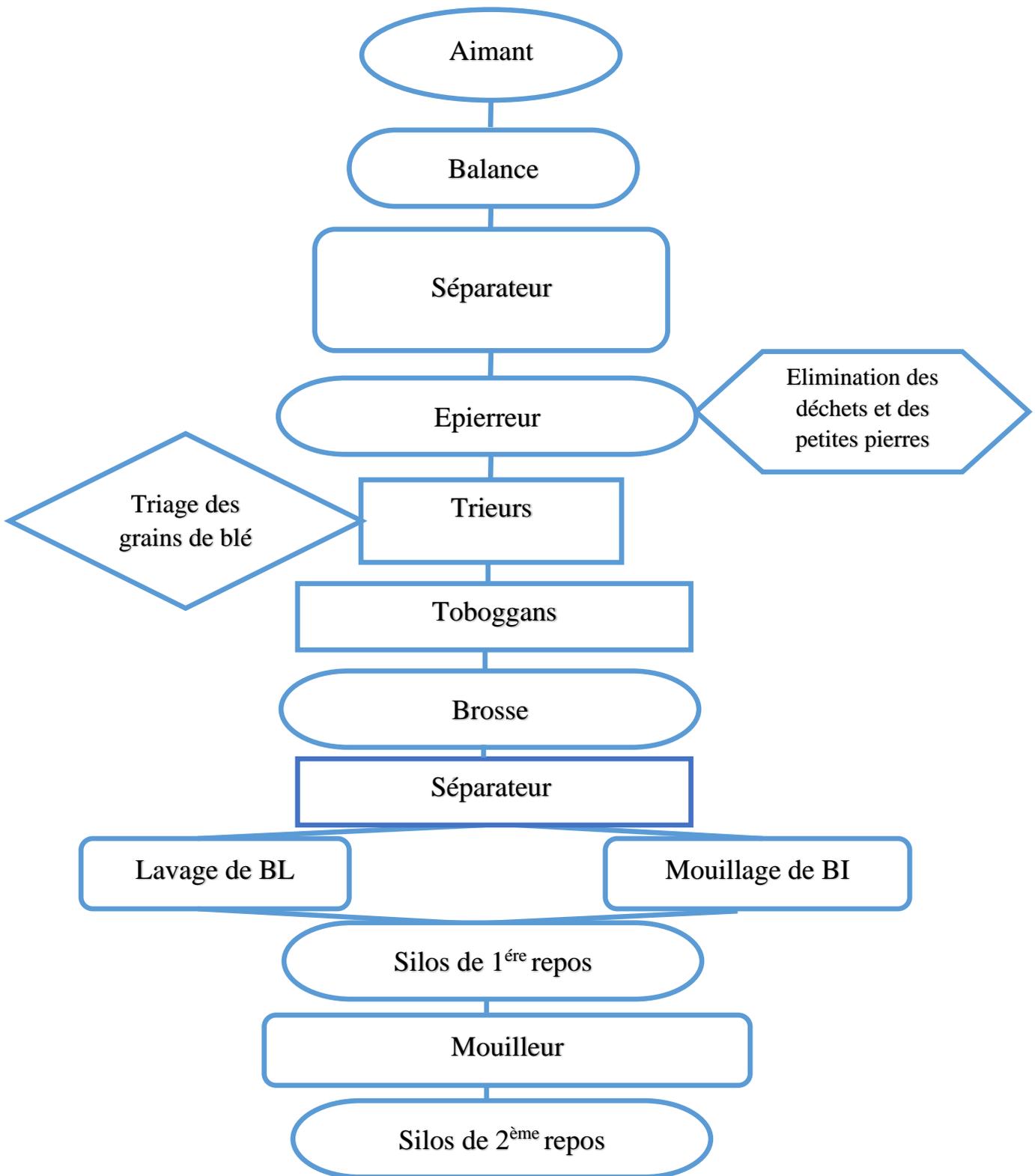


Figure 5: Étapes de nettoyage du blé

Mouture

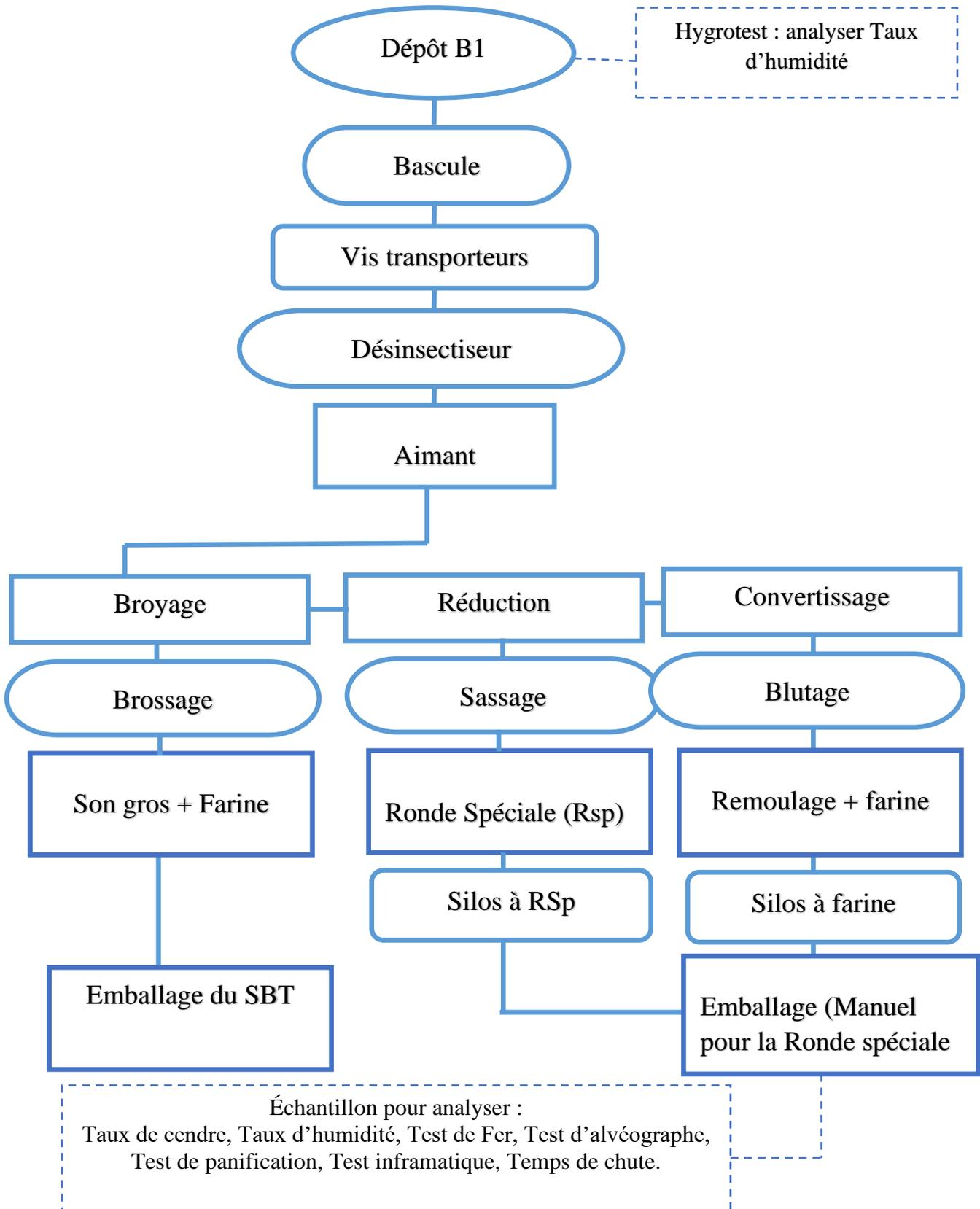


Figure 6: Étapes de la mouture.

a) Réception – Pré-nettoyage et stockage

À l'arrivée du blé tendre aux moulins, les camions passent par le pont à bascule où la quantité reçue sera pesée puis versée dans une trémie [6]. Ensuite, le blé passe par des séparateurs à Tambour pour éliminer les gros déchets (pré-nettoyage) avant de le stocker dans les silos métalliques ou en bétons [6].

b) Mélange du blé :

Chacune des variétés de blé est stockée dans un silo différent, sont mélangés en passant par des doseuses qui mesurent la quantité consommée. Le mélange se fait selon une recette fournie par le Laboratoire afin d'avoir une meilleure qualité des produits finis.

c) Nettoyage [7]

Dans un premier temps, les grains de blé sont nettoyés pour éliminer les impuretés et les particules étrangères (poussière, cailloux, pailles...).

Les principales machines de nettoyage sont le nettoyeur-séparateur, l'épierreur, le trieur et la brosse.

Séparateur : À cette étape le blé est séparé des différents déchets par facteur de taille et forme ; tout objet ayant une taille supérieure à celle du grain de blé ou ayant une forme autre que celle du blé est filtré et rejeté au stock de déchets.

Aimants : Les objets métalliques ferreux ainsi que les poussières ferreuses sont éliminés à cette étape en passant par des aimants de grande taille (d'autres aimants se présenteront après mais les principaux se trouvent à cette étape).

Épierreur : Les pierres sont séparées du blé par facteur de densité en soufflant de l'air ; les pierres sont toujours plus denses que le blé, donc à cette étape les pierres descendent et sont éliminées et les grains de blé sont soulevés et transférés à l'étape suivante.

Trieur : À l'inverse du séparateur, le trieur élimine les objets organiques ou inorganiques à taille inférieure à celle du blé en passant le blé dans des passages rotatifs qui force les objets moins lourds à occuper la partie supérieure et donc être éliminés.

Brosse à blé : Essentiellement une élimination des poussières sur la surface des grains de blé mais elle est aussi l'étape où l'enveloppe du grain de blé est réduite pour faciliter le passage dans les machines de mouture.

Hygrotest : Mesure de l'humidité initiale du blé, se fait automatiquement par des détecteurs d'humidité, cette dernière ne doit pas dépasser 13%. [7]

d) Conditionnement

Pour le bon déroulement de la mouture on passe par cette étape qui vise à **modifier l'état physique des grains** de manière à permettre la meilleure séparation possible entre l'albumen en amylase d'une part, les enveloppes, la couche à aleurone et le germe d'autre part [6].

Premier mouillage : Le blé issu du nettoyage à sec, passe par le premier mouilleur intensif où il reçoit de l'eau nécessaire pendant 24 à 48 heures afin d'atteindre une humidité d'environ 16%. ; puis il est déchargé dans un premier silo de repos [6].

Test d'humidité et correction : Un échantillon est pris pour mesurer l'humidité du blé, si celle-ci est inférieure à 16%, une correction manuelle est effectuée pour l'ajuster. Cette opération est presque toujours effectuée [7].

Deuxième mouillage : Le blé extrait de silo du 1^{er} repos passe par le 2^{ème} mouilleur, où on ajoute d'eau au blé pendant 8 à 24 heures dans un 2^{ème} silo de repos [7].

Balance et nettoyage secondaire : Une balance pour mesurer la quantité de blé qui entrera à l'étape de mouture et un aimant secondaire pour éliminer les traces de fer et des alliages qui peuvent être encore dans le blé.

e) Mouture

i. Broyage

Appareils cylindriques : Les appareils cylindriques sont des appareils qui contiennent deux cylindres qui tournent en sens inverse pour écraser le produit d'entrée (opération de réduction du diamètre). Il y a deux types des cylindres **cannelés** pour le broyage, et **lisses** pour la réduction et le convertissage. La sortie de chaque appareil à cylindre est liée à un plansichter au moyen d'un tuyau pneumatique.

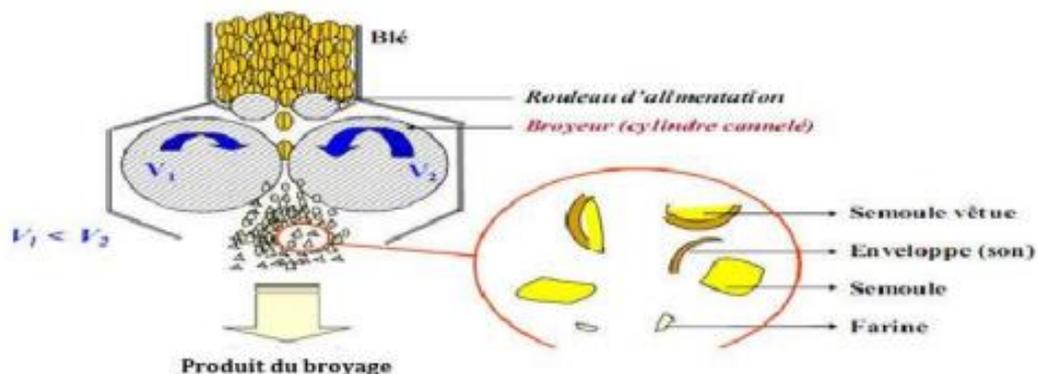


Figure 7: schéma des Appareils à cylindres.

ii. Réduction et convertissage

Le diamètre des particules d’amande est réduit progressivement afin de produire de la farine. Le blé est écrasé et distribué sur les différentes machines de manière à avoir différents produits ; le Son est généré en premier suivi en semoules puis en farines et finalement en farine fleure. Le débit est réglable pour chaque broyeur mais généralement est de 9,2 T/h. [7]

iii. Blutage :

Cette opération a lieu dans un appareil appelé « Plansichter ». C’est un appareil mécanique composé de plusieurs tamis qui va séparer et classer selon leur grandeur les divers produits après chaque passage de la mouture.

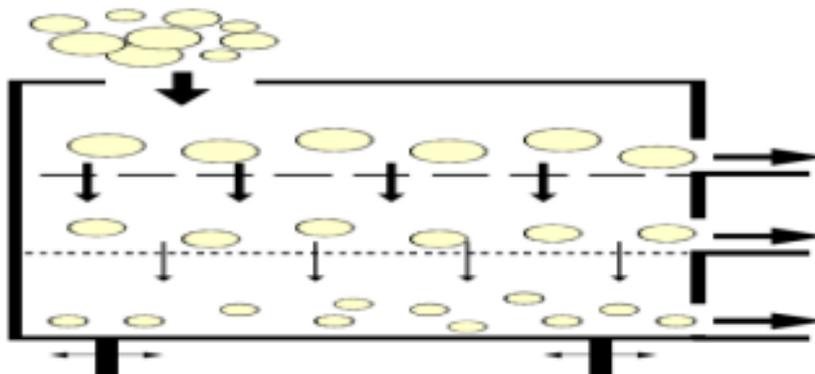


Figure 8: schéma de principe de fonctionnement de Plansichters.

iv. Sassage : Une seconde opération de tamisage et de séparation des produits selon leur densité à l’aide d’un sasseur qui doit séparer les particules de SON et classer les semoules provenant des Plansichters de façon à obtenir un produit propre à faible teneur en cendre.

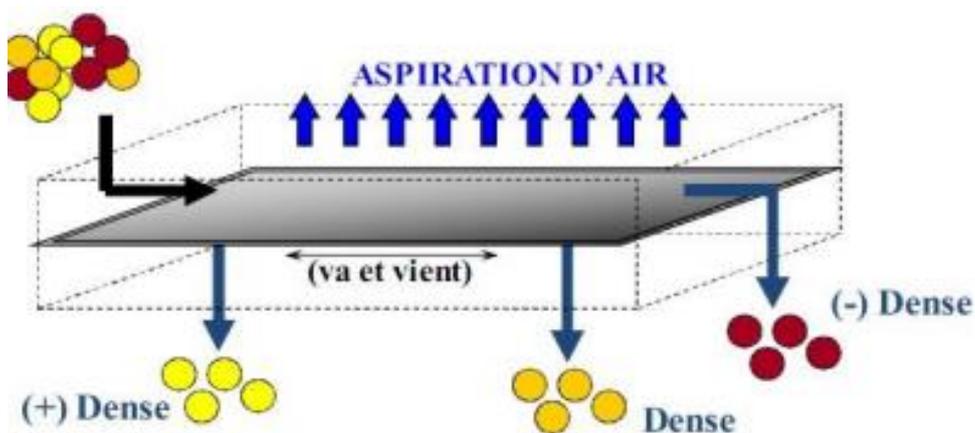


Figure 9: schéma de principe de fonctionnement des sasseurs.

f) Stockage des produits finis :

Ces produits passent par des vis puis ils sont pesés par des balances avant d'être stockés dans des silos en béton de capacité de 60 tonnes. Les produits récemment produits sont ajoutés à ceux qui sont plus anciens sans mélanger, ceci pour avoir un enchaînement correct des dates de fabrication

g) Nettoyage final :

Réalisée à l'aide d'un appareil appelé « **Bleutri** » équipé d'un tamis à calibre très fin de manière à ce que seule la farine fine puisse passer. L'appareil est aussi équipé d'un aimant fort pour piéger toutes les traces d'éléments métalliques pouvant exister dans le produit fini. C'est une étape critique à la sécurité et à la qualité du produit fini.

h) Emballage

Ensachage de produits finis et fermeture par des fils de sertissage. Le produit passe par deux vis et un tuyau pneumatique pour atteindre trois dépôts en dessous desquels se trouvent trois carrousels d'emballage.



Figure 10 : Unité Emballage (carrousel).

i) Analyses de laboratoire

Le laboratoire permet de surveiller la production pour l'obtention de produits de qualité.

À la réception de la matière première et au cours de sa transformation, Les produits subit diverses analyses technologiques (physico-chimiques et rhéologiques) telles que :

Tableau 4: Analyses technologiques au niveau de laboratoire

Sur la matière première	Sur le produit fini
Observations préliminaires (odeurs préjudiciables, couleur, aspect, insectes, autres facteurs inhabituels)	L'humidité (la teneur en eau) : très important afin d'éviter la contamination de produit et donc une conservation plus longue
Détermination des impuretés (des grains nuisibles, échaudés, cassés) : critère utilisé pour évaluer les fournisseurs (% déchets fort → augmentation des charges de nettoyage)	Le taux des protéines
	Spot test (le dosage du fer)
Détermination des autres catégories (orge, grains étrangers, grains piqués, grains boutés, grains germés, grains moisissés)	Le taux de cendres
Poids spécifique qui permet de mesurer la masse de grains pour un volume donné (kg/hl)	Les tests alvéographiques déterminent la valeur boulangère de la farine
Le taux d'humidité en utilisant Wile55	Le test de panification qui permet de déterminer la qualité boulangère des variétés de blé pures ou des mélanges, local ou importé, pour contrôler l'aptitude d'une farine à être commercialisée.

Partie 2 : CADRAGE DU PROJET ET SYNTHÈSE BIBLIOGRAPHIQUE

Cette partie présente une vue générale du projet en décrivant le cahier de charge, L'aspect théorique du Lean six Sigma et les différents outils et méthodes utilisés,

Chapitre 1 : Présentation du projet

Le cadre conceptuel du projet définit les acteurs du projet ainsi que le besoin exprimé. La méthodologie de l'étude vise à déterminer les différentes formes de gaspillages ainsi les causes réelles de défaillance sur le processus de fabrication, de les analyser afin de lancer des actions correctives. Cette partie expose le contexte général du projet en définissant le cahier de charge, la démarche de travail et la stratégie adoptée pour atteindre les objectifs prescrits de ce projet. Cette partie est subdivisée en trois étapes

- Problématiques et cahier de charges.
- Démarche suivie.
- Méthodes et Outils utilisés.

I. Cahier de charges

L'entreprise nous a fixé l'objectif suivant : l'amélioration de la productivité et le suivi des arrêts au service production, dont on est chargé de traiter deux parties : la première partie est le relevé des arrêts et la détermination de la capacité de machines durant un mois, la 2ème partie s'appuie sur l'application de « l'analyse Pareto » et l'analyse du cumul des arrêts.

Pour cela, nous avons procédé de la manière suivante :

- ✓ Analyser les machines du poste emballage et la zone de la production à travers son historique.
- ✓ Collecter les informations à partir des chronométrages des arrêts et des pannes.
- ✓ Mener une étude Pareto sur les arrêts pour identifier les problèmes à étudier.
- ✓ Finalement, proposer quelques solutions pouvant diminuer l'impact de ces problèmes sur l'arrêt de production.

1. Acteurs du projet

- La Faculté des Sciences et Techniques de Fès (FSTF), Filière d'ingénieurs Industries Agro-Alimentaires (IAA), représentée par l'élève ingénieur Mohamed SALHI, avec le suivi et l'encadrement du **P^r Majid ATMANI**.
- La société Moulins Sanabil, Service production représenté par **M^r. Mourad ABBOU**

2. Objet du projet

Ce projet s'articule sur l'application des outils de LSS en suivant la démarche DMAIC au sein de la société Moulins Sanabil tels que : VSM « Value Stream Mapping », l'analyse Pareto et le diagramme Ishikawa les 5S..., afin de proposer quelques solutions qui peuvent réduire quelques formes de gaspillages au sein du processus de fabrication et obtenir ainsi un meilleur milieu de travail.

Chapitre 2 : Etude bibliographique

I. Présentation du Lean Six Sigma

1. Le Lean

Le LEAN est une démarche visant à identifier et éliminer tous les gaspillages (ou activités à non-valeur ajoutée) qui jalonnent la chaîne de valeur depuis l'expression du besoin client jusqu'à sa satisfaction, au travers d'une amélioration continue, en vue d'atteindre l'excellence industrielle.

Son objectif est ainsi d'optimiser la qualité, les coûts et les délais de livraison tout en impliquant le personnel par une démarche perspective.

2. Le six Sigma

Le six Sigma est une démarche s'appuyant fortement sur une gestion par projet, permettant la satisfaction totale du client.

Il fait appel à la méthode DMAIC (Define, Measure, Analyze, Improve, Control) pour l'amélioration ou DFSS (Design For six sigma) pour la conception et à des outils statistiques.

L'objectif est de réduire le risque de défauts en sortie de processus par la réduction de la variabilité.

3. Le système utilisé : le Lean six sigma

C'est une combinaison de Six Sigma (méthode qui vise à diminuer la variabilité observée dans une des données de sortie d'un processus) et de l'approche Lean (méthode qui vise à éliminer les « gaspillages »

Lean Six Sigma permet donc d'améliorer tout processus, soit en diminuant la variabilité observée dans les données de sortie, soit en rendant le processus plus rapide, plus fluide.[8]

Traditionnellement, on identifie 7 formes principales de gaspillages :

Tableau 5: Les différents modes formes de gaspillages

<i>MUDA</i>	<i>Définition</i>
La surproduction	Produire plus que le besoin du client ou produire en avance par rapport à la date de besoin du client.
Les attentes	Personnel ou pièces qui attendent pour compléter un cycle de production
La sur-qualité	Produire au-delà de la qualité requise par le client
Le stock	Matière première, pièces en cours ne recevant aucune valeur ajoutée ou produits finis immobilisés
Les retouches	Répétition ou correction d'un processus
Les mouvements	Mouvement d'opérateurs, de pièces ou de machines qui n'apportent pas de valeur ajoutée
L'intelligence	Utilisation insuffisante du talent des employés

4. Pourquoi Le Lean six Sigma ?

Les entreprises sont confrontées à l'augmentation des coûts et de la concurrence. Le Lean Six Sigma peut surmonter ces problèmes et à améliorer la performance de plusieurs façons :[9]

Réduction des coûts : en éliminant les tâches qui ne produisent pas de valeur ajoutée

Amélioration de l'efficacité et du rendement : en maximisant les efforts pour délivrer un produit satisfaisant du premier coup.

Création d'un sentiment d'appartenance et de responsabilité : en impliquant l'équipe dans l'amélioration des processus, développe la confiance et crée un sentiment d'appartenance.

Augmentation des bénéfices : en produisant efficacement sans réduire la qualité.

5. Méthodes et Outils utilisés

La sélection d'un bon panel des méthodes et outils afin de bien mener un projet est une étape primordiale pour simplifier le travail et donc atteindre les bons résultats
Les principaux outils de travail qu'on va adapter à notre projet sont les suivants :

5-1 La Démarche DMAIC

- a) **Définition** : DMAIC est une démarche structurée utilisée en résolution de problèmes. Il fournit une base de réflexion qui structure le travail lors de la réalisation d'un projet d'amélioration continue. Cet outil permet d'obtenir rapidement des résultats probants, et

permet aussi d'améliorer l'efficacité des différents processus de production, de vérifications des tests impliqués [10].

À partir d'un problème identifié, il va être possible au travers de ces cinq étapes de cibler ses causes possibles, jusqu'à déterminer exactement sa source. Une fois la source établie clairement, elle pourra être traitée et le problème résolu [10].

b) Étapes de la démarche DMAIC

Définir	<ul style="list-style-type: none"> • Elle sert à l'identification et la description de l'objet de l'étude, le processus à améliorer ou le problème à traiter. On établit une synthèse de toutes les données connues, à commencer par le périmètre à prendre en compte et les objectifs à atteindre.
Mesurer	<ul style="list-style-type: none"> • Cette phase consiste à recueillir des données pertinentes de la situation actuelle dans le but de caractériser le procédé de mesurer les variations qui existent dans le processus.
Analyser	<ul style="list-style-type: none"> • L'analyse des données récoltées pendant l'étape précédente amène à : - Identifier les causes induisant les dysfonctionnements étudiés. - Reconnaître les causes profondes à l'origine de la problématique, afin de travailler sur les vrais problèmes plutôt que sur les symptômes qu'ils révèlent.
Innover	<ul style="list-style-type: none"> • Cette étape fait appel aux capacités d'innovation, de réflexion et d'action de l'équipe. Il s'agit de : -Proposer des solutions en vue de répondre aux causes identifiées lors de la phase précédente et Établir un plan d'action
Contrôler	<ul style="list-style-type: none"> • Cette étape essentielle vise à évaluer et suivre les résultats des solutions mises en œuvre sur une période suffisante pour juger leur pertinence.

5-2 Méthode QQQQCP

QQQQCP est un outil de Management qui permet de décrire la situation actuelle de l'entreprise afin d'explorer toutes les dimensions du problème ainsi que des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels en se basant sur le questionnement systématique.

L'outil QOQCP est l'acronyme de : Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ? Il s'agit de poser les questions de façon systématique afin de n'oublier aucune information connue [11].

5-3 Le Value Stream Mapping VSM

a) Définition

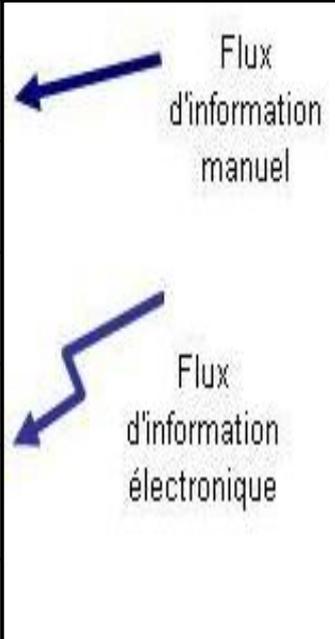
Le Value Stream Mapping ou VSM ou " Cartographie des Chaines de la Valeur" en français est un outil regroupant toutes les actions (à valeur ajoutée et à non-valeur ajoutée) qui amènent un produit d'un état initial à un état final. Cet outil s'attache à travailler sur un ensemble et non une partie, par exemple sur une ligne de production, le VSM ne s'attaque pas à une machine de la ligne en particulier mais à l'ensemble de celles-ci.

Le but de cette cartographie est d'arriver à obtenir une vision simple et claire d'un processus. La plupart du temps le VSM se limite à l'entreprise même, mais il peut être bon d'incorporer l'approvisionnement en amont et la livraison aux clients en aval.[12]

L'analyse amènera ensuite des améliorations qui porteront sur la globalité du processus et non sur une seule étape, il est facile d'identifier les différents types de gaspillages tels qu'aux niveaux des stocks et à la gestion de certaines unités.

b) Symboles utilisés

Tableau 6: Symboles utilisés dans VSM.

Symbole	Signification	
	Client ou fournisseur	
	Case de donnée client	
	Stock	
	Expédition et réception	
	Flux de transport de MP et produit fini	
	Flux poussé de matière	

5-4 Diagramme Ishikawa

Le **diagramme d'Ishikawa** ou diagramme de causes-effets est utilisé pour identifier les causes d'un problème et pour visualiser, de façon simple, l'ensemble des causes potentielles concernant le constat d'un effet, quel qu'il soit. Cet outil provient du domaine industriel et des démarches qualité. Il permet de présenter, de façon structurée, toutes les causes qui conduisent à un effet. C'est la raison pour laquelle ce **diagramme** est utilisé pour identifier le cheminement de causes à effets [13]

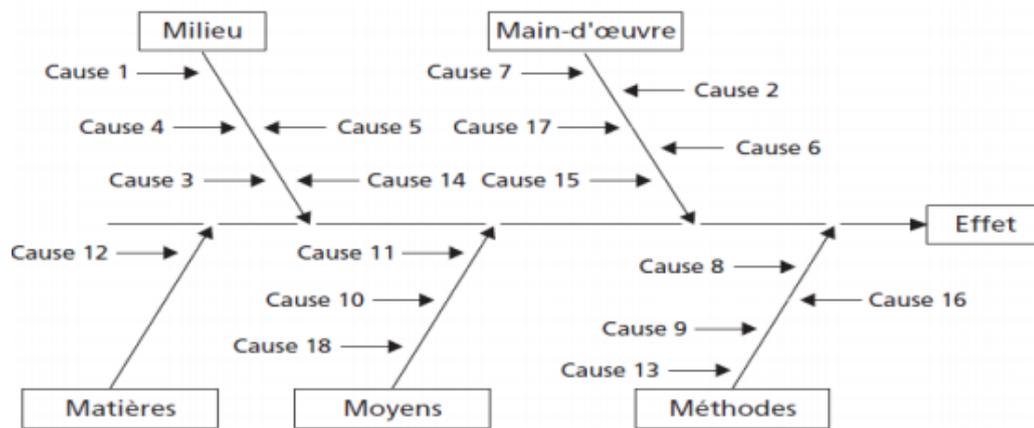


Figure 11: Schéma représentant le modèle du diagramme d'Ishikawa.

5-5 Présentation de la méthode Pareto

a- Définition

Le diagramme de Pareto est également appelé règle des 80/20 (environ 80% des effets sont le produit de 20% des causes) est un moyen pour classer les phénomènes par ordre d'importance. Il fait apparaître les causes les plus importantes qui sont à l'origine du plus grand nombre d'effets. [14]

b- Étapes de la méthode :

- Déterminer le problème à résoudre.
- Collecter la liste des données.
- Classer les données en catégories et quantifier chacune de ces données.
- Faire le total des données de chaque catégorie.
- Calculer pour chaque valeur le pourcentage par rapport au total.
- Classer ce pourcentage par valeur décroissante.
- Calculer le pourcentage cumulé.
- Représenter le graphique des valeurs cumulées.

5-6 La méthode 5S

a. Définition

La méthode 5S fait partie des outils de gestion de la qualité dont le but intégral est d'optimiser en permanence les conditions et le temps de travail en assurant l'organisation, la propreté et la sécurité d'un plan dans l'entreprise (Milieu de travail); cette méthode ne s'applique pas à un processus mais à un milieu physique « Magasin, bureau, poste de travail, maison... » [15].

Le terme « 5S » désigne une démarche d'amélioration dont le sigle rappelle les cinq verbes d'action qui en japonais commencent tous par la lettre « S »:

Seiri	Seiton	Seiso	Seiketsu	Shitsuke
Débarrasser	Ranger	Nettoyer	Standardiser	Pratiquer

b. Étapes de la méthode 5S :

Le tableau suivant présente les 5 étapes de la démarche 5S et leurs principes, les causes pour lesquelles on doit appliquer cette démarche, la méthodologie d'application ainsi que les résultats obtenus [15].

Tableau 7: Étapes de la méthode 5S.

5 S	Principe	Pourquoi ce S ?	Comment faire ?	Résultats
S1 : Débarrasser	Il faut faire la différence entre l'utile et l'inutile.	Un poste de travail encombré présente un risque potentiel d'accidents et ne favorise ni la qualité ni la performance.	<ul style="list-style-type: none"> - Définir des critères et les appliquer pour éliminer l'inutile. - Hiérarchiser les éléments pour définir les priorités selon leur fréquence d'utilisation. - Savoir traiter les causes de l'encombrement. 	<ul style="list-style-type: none"> - Gagner du temps. - Dépanner rapidement. - Bien gérer les outillages et les procédures.
S2 : Ranger	Chaque chose a sa place et une place pour chaque chose.	Une identification claire et une disposition judicieuse des choses facilitent la recherche et évitent les déplacements inutiles.	<ul style="list-style-type: none"> - Etablir les règles de rangement pour visualiser et situer facilement les objets. - Penser à optimiser les implantations des postes, des machines dans l'espace de travail. 	<ul style="list-style-type: none"> - Rangement et délimitation visuelle. - Structuration de l'espace de travail. - Amélioration de l'ergonomie de poste.
S3 : Nettoyer	Une fois l'espace de travail dégagé et ordonné, il est beaucoup plus facile de le nettoyer.	Une anomalie se détecte plus facilement et plus rapidement dans un environnement plus propre et favorise ainsi la qualité de travail.	<ul style="list-style-type: none"> - Eliminer les déchets, la saleté et les objets inutiles pour la netteté du poste de travail. - Repérer les sources de salissures. - Déterminer un standard de propreté pour garantir le maintien du niveau atteint. 	<ul style="list-style-type: none"> - Inspecter les machines. - Localiser les accès difficiles. - Etablir les gammes de nettoyage.
S4 : Standardiser	Le 4ème S, nous rappelle que l'ordre et la propreté sont à maintenir chaque jour.	Construire un cadre formel des 3 premiers S afin de les respecter et les faire respecter.	<ul style="list-style-type: none"> - Définir des règles compréhensibles, pertinentes et faciles à mettre en œuvre - Les afficher, les expliquer à tous, les respecter et les faire respecter. - Evolution des règles établies. 	<ul style="list-style-type: none"> - Maintien de l'ordre et de la propreté. - Application durable des règles de tenue du poste de travail. - Mise en évidence des anomalies par contrôle visuel.
S5 : Pratiquer	Cette étape est celle du contrôle rigoureux de l'application du système 5S.	Stabiliser et maintenir les 4 premiers S pour les faire vivre.	<ul style="list-style-type: none"> - La rigueur et la pérennité de l'application des règles et des pratiques. - Un système de suivi pour l'amélioration continue et la mise à jour des règles et standards. 	<ul style="list-style-type: none"> - Pérenniser et respecter des règles établies.

II. Planning prévisionnel du projet

Le management de ce projet est réalisé à l'aide du logiciel Gant Project. Les figures suivantes montrent l'ensemble des tâches planifiées avec leurs durées.

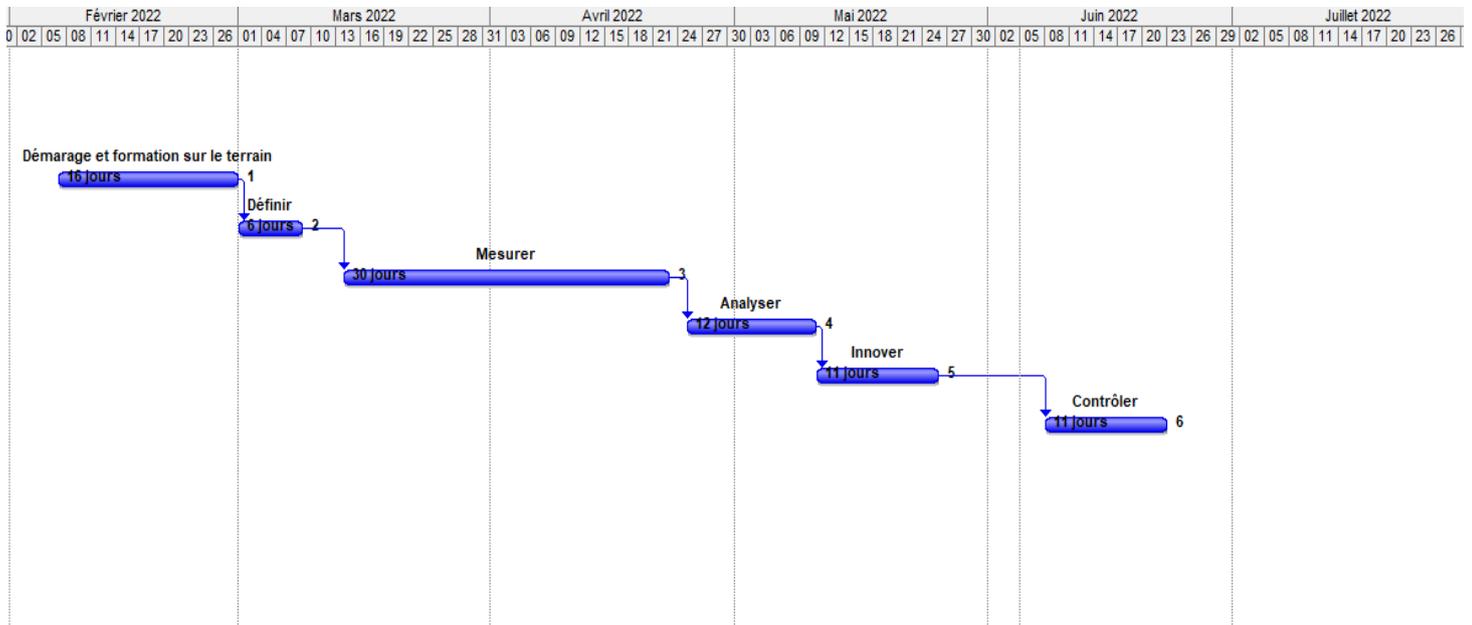


Figure 12 : Plan prévisionnel du projet.

Partie 3 : Méthodologie de travail et Résultats

Ce chapitre présente les cinq phases de la démarche DMAIC il commence par l'élaboration d'une Cartographie des Chaines de la Valeur (VSM) et l'outils QQQCP, puis le chronométrage et l'analyse des arrêts (diagnostic et analyse de l'existant) afin de déterminer les causes racines influençant l'état de processus puis l'élaboration d'un plan d'action.

Le projet a été réalisé par la démarche DMAIC. Pour cela, nous avons commencé par la définition de l'objet de l'étude en utilisant l'outil QQQQCP, par la suite un diagnostic de l'état actuel du processus en collectant les données mesurables a été réalisé, ; ensuite on a effectué l'analyse de ces données en nous basant sur les diagrammes Pareto et Ishikawa afin de proposer un plan d'action.

Les outils utilisés dans cette démarche sont résumés dans le tableau suivant :

Tableau 8: Démarche suivie.

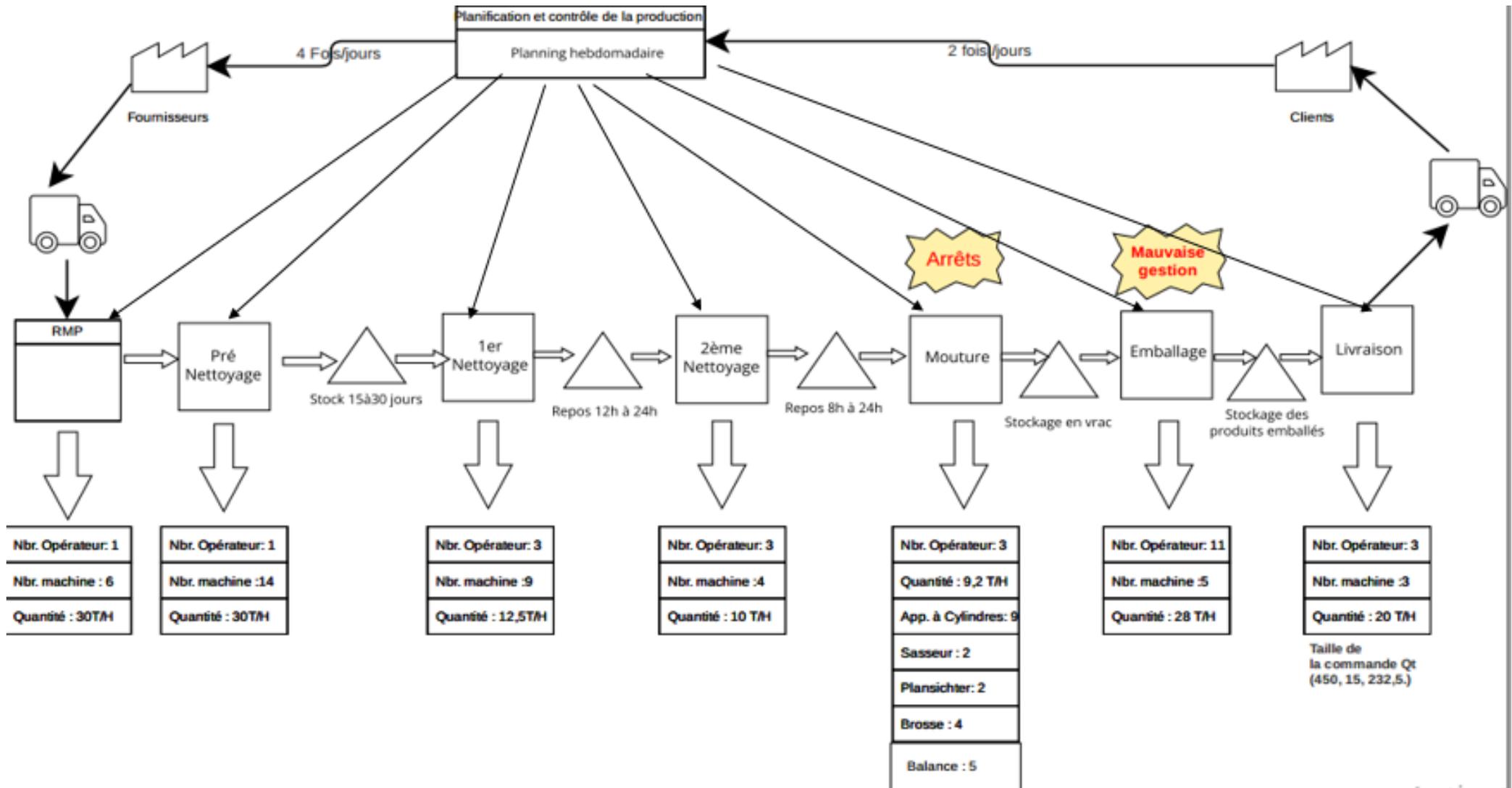
Étapes	Objectifs	Outils
Définir	-Définir l'objet de l'étude. -Définir le périmètre du projet.	QQQQCP La cartographie des processus VSM
Mesurer	-Définir les données mesurables. -choisir l'outil de mesure. -Préciser la manière dont on va les mesurer.	Collecte des données Chronométrage des arrêts, des opérations, des mouvements...
Analyser	Déterminer et comprendre les causes principales qui sont à l'origine des variations observées dans le processus.	Diagramme Ishikawa Analyse Pareto
Innover	Élaborer, mettre en place et valider les principales solutions retenues.	les 5S Brainstorming...
Contrôler	Vérifier si les variables identifiées précédemment dans la démarche permettent de résoudre le problème rencontré par : VSM Etat final – des Audits (check liste)	

I. Phase 1 : Définir

1. Réalisation d'une VSM (cartographie des flux de matière et d'information)

Le but de ce travail est de pouvoir faire des analyses afin de mettre en lumière les différents dysfonctionnements du processus.

Figure 13 : Cartographie de l'état actuel du processus



Au cours de l'élaboration du VSM nous avons réussi à détecter les défaillances suivantes :

- Les arrêts des appareils de Mouture.
- Mauvaise gestion du poste Emballage.

Ce jugement sera le sujet de la phase « analyser » qui consistera à relever les causes racines de la dégradation de ce processus.

2. Définition du problème par la méthode (QQOQCP)

La définition du problème est la première étape à franchir vers une bonne résolution, une méthode couramment utilisée pour définir le problème est le QQOQCP. Le fait de répondre à ces questions permet de cerner le problème et de le formaliser.

Le tableau suivant présente les principales questions-réponses de l'outil QQOQCP :

Tableau 9 : Description de la problématique étudiée via l'outil QQOQCP.

Quoi « C'est quoi le problème ? »	<ul style="list-style-type: none"> ● Arrêts des appareils de la mouture. ● Problème de gestion de l'unité d'Emballage. ● Des Gaspillages qui freinent l'évolution de l'entreprise.
Qui « Qui est concerné par le problème ? »	<ul style="list-style-type: none"> ● L'entreprise MS notamment le département de production et de la maintenance sont concernés ● Clients externes.
Où « Où apparaitre problème ? »	<ul style="list-style-type: none"> ● Zone de production. ● La zone d'ensachage de la farine. ● La zone de chargement des camions.
Quand apparait le problème ?	Au cours de la production, plusieurs problèmes qui engendrent une diminution de la productivité d'où la nécessité d'une intervention immédiate.
Comment « Comment mesurer le problème ? »	Recueil des mesures et analyse détaillés des opérations. Le suivi quotidien du processus. Mettre en place un système de mesure permettant d'avoir une idée claire sur le processus, et mise en place d'un plan d'action.
Pourquoi « Pourquoi résoudre ce problème ? »	<ul style="list-style-type: none"> ● Réduire le taux des arrêts afin d'optimiser la productivité. ● Favoriser les conditions de travail afin d'augmenter le rendement. ● Pour éliminer tout type de gaspillage présent dans un processus et soulever les sources de pertes les plus pénalisantes. ● Pour obtenir un avantage concurrentiel. ● Pour une meilleure gestion de l'environnement de travail.

II. Phase 2 : Mesurer

La première étape « Définir » nous a permis de déterminer le cadre général des problèmes. Dans l'étape actuelle « Mesurer », nous avons collecté les données nécessaires au jugement de l'état de notre processus de fabrication, pour que nous puissions établir, par la suite, un plan d'action.

1. Arrêts des appareils de Mouture

Nous avons suivi les arrêts durant le mois de Mars qui apparaissent particulièrement sur les appareils de mouture (Appareils à cylindre, Sasseur, Plansichter, les vis de produits finis) et la zone de production en général (*Voir l'annexe 1*).

2. Mauvaise gestion du poste Emballage

2-1 Description du poste Emballage

Le poste Emballage contient trois carrousel, la première est réservée à l'emballage des sacs de 25 Kg et 50 Kg, et la deuxième et troisième pour les sacs de 10 Kg et 5 Kg.

On trouve deux espaces de stockage des sacs et deux toboggans :

Voici une présentation simple de processus d'Emballage (conditionnement produit finit).

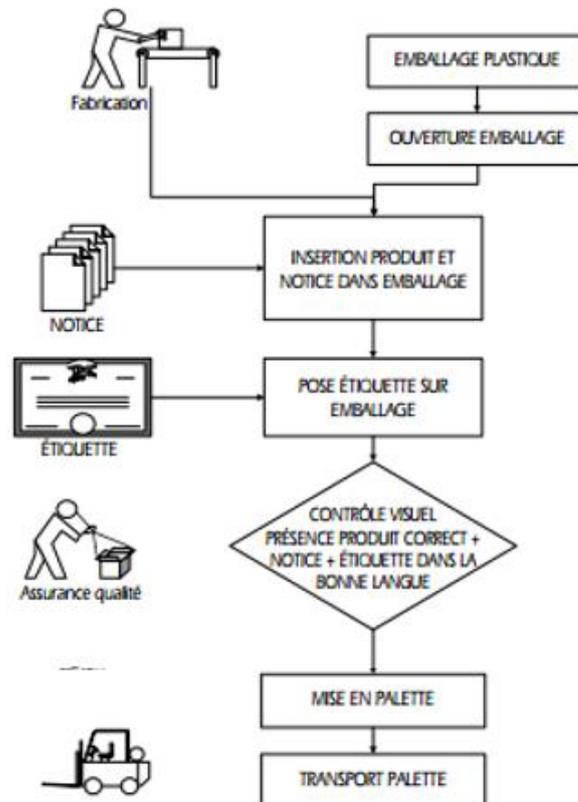


Figure 14: La cartographie d'un emballage

2-2 Anomalies détectées

Dans le but de valider les anomalies existantes dans ce poste, On mesure la productivité par un indicateur spécifique qui est le rapport **Heure/Tonnage** (c.-à-d. combien de d'heure nécessite pour produire une seule tonne).

Pour mesurer cet indicateur, nous avons fait le suivi des heures de travail, et le suivi de la quantité produite de la Farine pour les carrousels 25/50 Kg et 5/10 kg du 10/02/2022 jusqu'à 09/03/2022. Le suivi des heures de travail et le suivi du tonnage produit que nous avons collecté, nous ont permis de faire une étude de l'état actuel de notre indicateur pour les deux lignes d'ensachage. Les résultats de mesure sont représentés dans les **Annexes 2 et 3**.

Pour le poste emballage des sacs 25/50 Kg

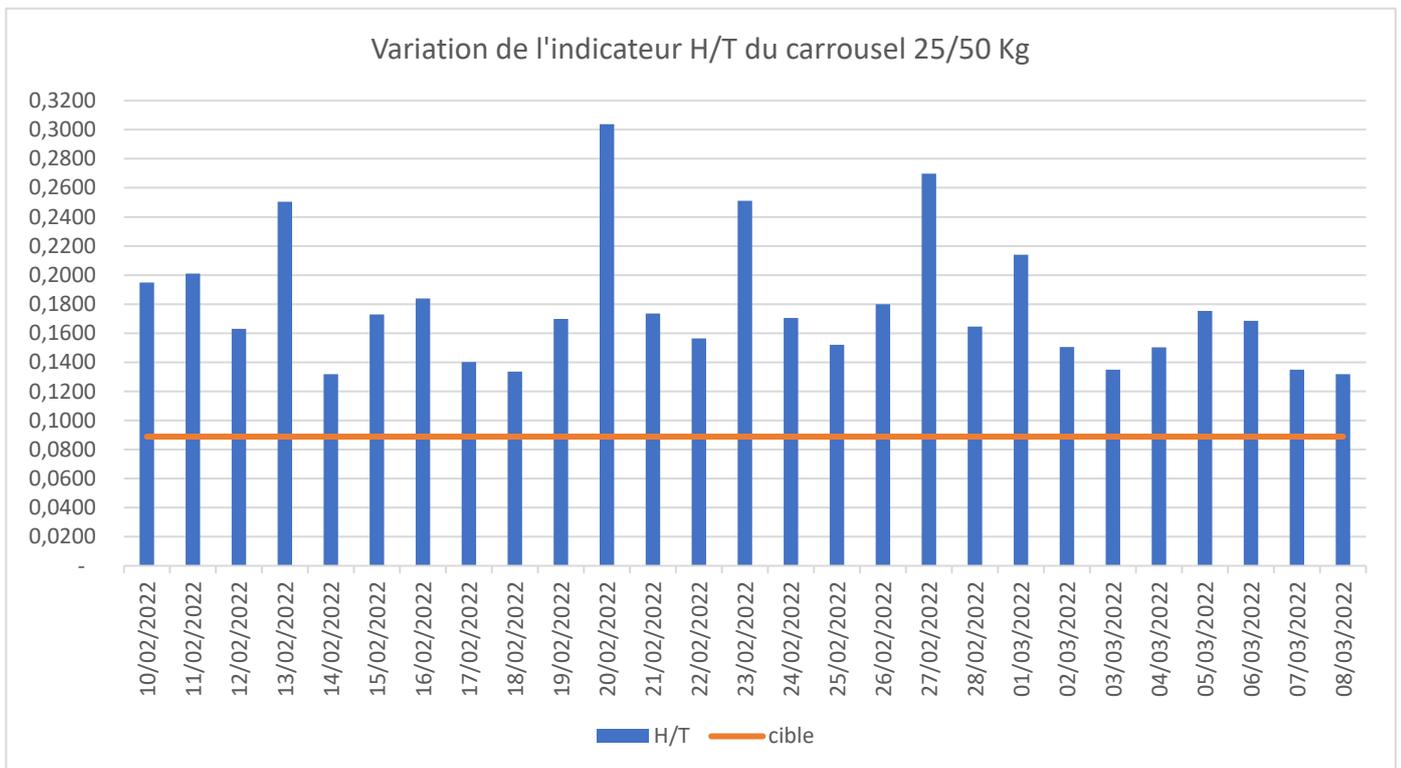


Figure 15: Variation de l'indicateur H/T du carrousel 25/50 Kg

Interprétation :

On parle d'une meilleure productivité si le rapport H/T est inférieur au cible (la valeur fixée par la direction 90T/shift). Dans le cas contraire c.-à-d. le rapport H/T est supérieur à la cible il y a une anomalie dans le processus de fabrication.

D'après ce graphe on constate que le rapport H/T dépasse la cible donc il y a un problème au niveau de production. D'où la nécessité d'entamer une étude pour déterminer la nature de ce problème.

Pour la machine d'emballage AR-AR de 5/10 Kg

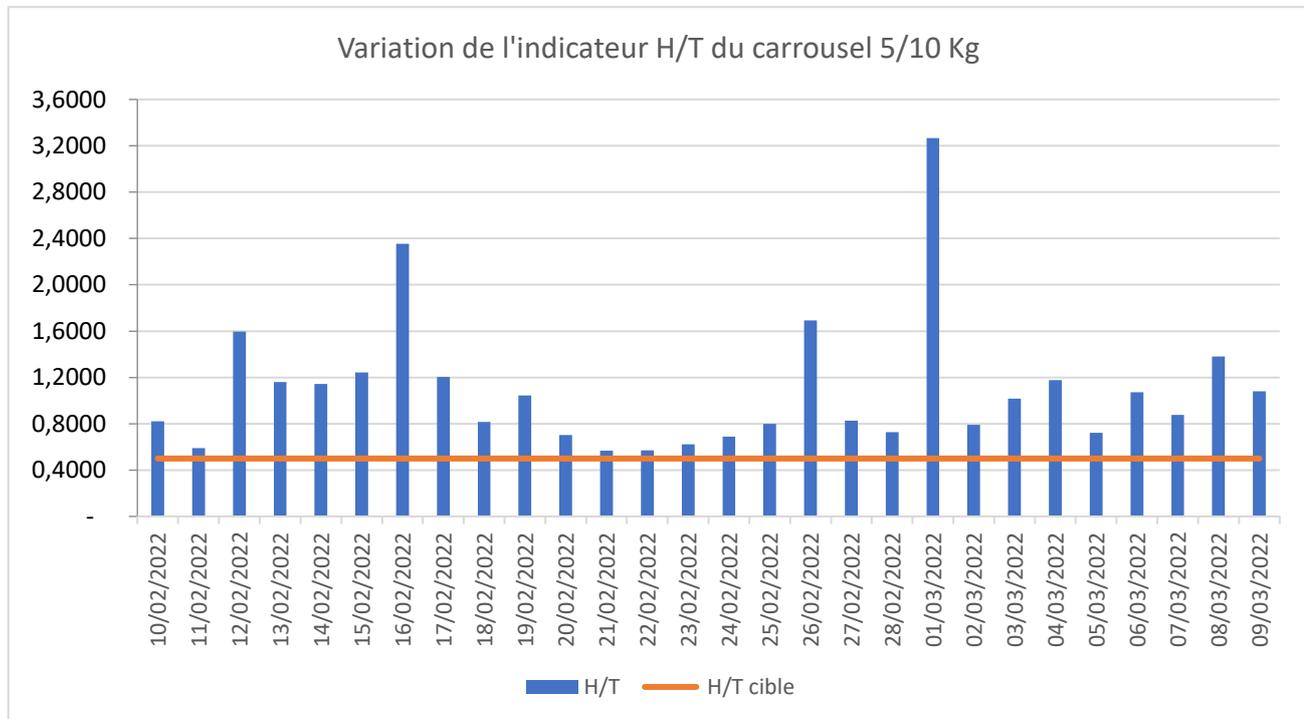


Figure 16: Variation de l'indicateur H/T du carrousel 5/10 Kg

Interprétation

D'après ce graphe on constate que le rapport H/T dépasse le H/T cible donc il y a un problème au niveau de la ligne empêche le moulin d'atteindre l'objectif fixé (16 Tonnes à produire avec cette ligne pour chaque équipe). D'où la nécessité d'entamer une étude pour déterminer la nature de ce problème.

2-3 Comparaison entre la production et le stockage

Nous avons réalisé le suivi des quantités produites, livrées et stockées sur une période de 31 jours (voir l'annexe 4) : Les données incluent tous les produits à l'exception de la

Ronde spéciale et les produits commercialisés de blé dur. Le graphe suivant montre l'écart entre les quantités stockées, produites et livrées (Figure 15)

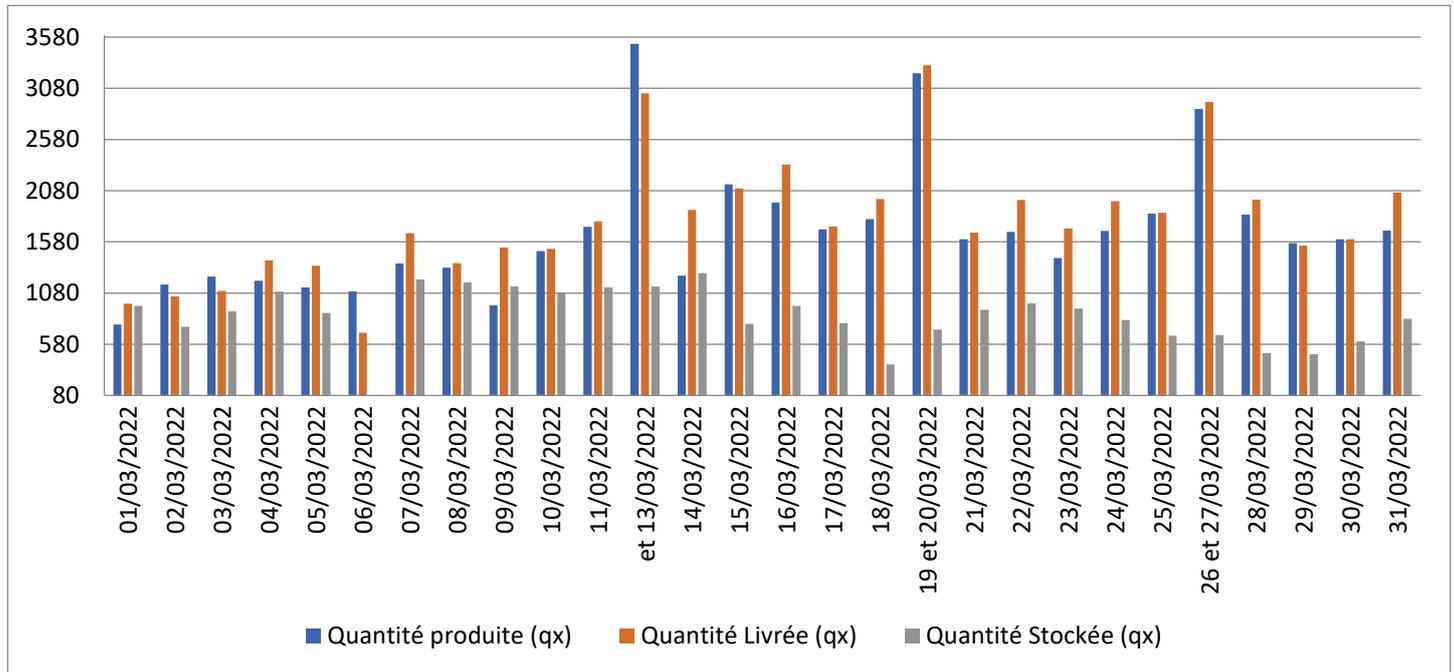


Figure 17: Comparaison entre le stockage, la production et la livraison.

Interprétation :

D'après le graphe précédent, on remarque que l'écart entre la quantité de stock et les quantités produites/livrées est très grand, par exemple à 15/03/2022 la quantité stockée est de 779 Qt (quantité stockée = Cumulée des stocks des jours précédents) mais la quantité livrée est de 2102,95 Qt, avec une production de 2142,05 Qt, ce qui montre qu'il n'y a pas un **surstockage**, et que la quantité produite est presque livrée ce qui représente un avantage pour la société mais d'autre part exige d'avoir un bon process afin d'éviter toute rupture d'expédition et charge.

3. Gaspillages de temps au niveau de zone d'emballage

Nous avons réalisé un suivi durant 7 jours sur l'unité d'emballage nous allons réussir à collecter les données présentées sur l'Annexe 5 (Chronométrage des arrêts de l'ensacheuse 25/50Kg) et l'Annexe 6 (Chronométrage des arrêts de l'ensacheuse 5/10Kg) Voir que la société travail avec le chargement direct des camions à partir des produits finis en vrac c'est pour cela qu'il y a un lien entre le poste emballage et la zone de chargement.

Remarque : Les arrêts causés par la pluie représentent 15,31 % mais ont été exclus car il s'agit d'un problème saisonnier. Pour l'empêcher, il suffit d'augmenter la protection contre la pluie dans la zone de chargement (**Augmenter la taille de la charpente**).
On n'est pas arrivé à effectuer un suivi continu pour l'ensacheuse AR-AR à cause des interventions de la société externe AR-AR pour la réparation de la machine.

III. Phase Analyse

L'objectif de cette phase est d'analyser les résultats trouvés dans la phase précédente, ce qui va nous permettre d'identifier les causes principales et déterminer sur quelles causes on doit agir, afin d'éliminer les gaspillages.

1. Analyse des arrêts des appareils de Mouture

Pour aboutir à un classement significatif et fiable des causes des arrêts cités auparavant, malgré qu'elles ne soient pas trop répétitives au sein du Moulin, on a convenu de les classer suivant leur durée d'arrêt pendant un mois pour savoir celle qui impacte le plus la production.

➤ Étude Pareto

En classifiant les causes d'arrêts par ordre décroissant selon la durée des arrêts, on a calculé le pourcentage et le pourcentage cumulé de chaque arrêt.

Tableau 10 : Classification des arrêts selon leurs durées.

Arrêt	Durée d'arrêt (min)	% d'arrêt	% cumulé
Nettoyage Moulin+ inventaire	569	Arrêts planifiés et obligatoires	
Problème au niveau des app. à cylindres	740	54%	54%
Problème au niveau du plansichter	169	12%	66%
Blocage balance Avant cylindre B1	152	11%	77%
Réglage Sasseur de Luxe Ronde	123	9%	86%
Déclenchement et Blocage vis farine/son	90	7%	92%
Silo FNBT Plein	62	4%	97%
Réparation Cylindre CL4	29	2%	99%
Arrêt distributeur C3	15	1%	100%
Total	1380		

À partir de ce tableau, on a construit le diagramme Pareto suivant :

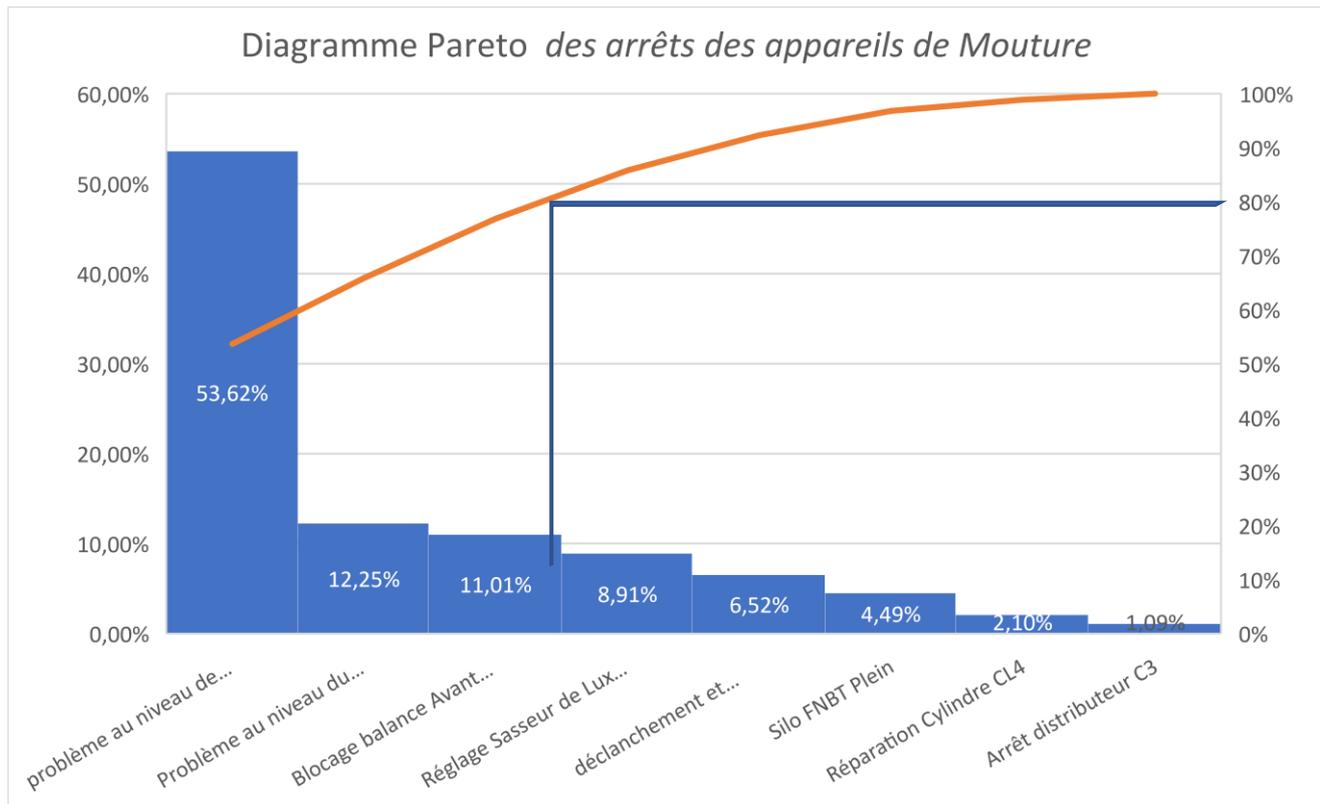


Figure 18: Diagramme Pareto des causes détectées.

D'après l'analyse de ce diagramme, on constate que les causes majeures sur lesquelles il faut intervenir en priorité sont les suivantes :

- ❖ Problèmes au niveau des appareils à cylindres
- ❖ Problèmes au niveau de plansichter
- ❖ Blocage balance Avant cylindre B1

i. Problèmes au niveau des appareils à cylindres

Il faut rechercher les causes réelles du problème identifié afin de trouver l'origine de celui-ci. La figure suivante présente le diagramme d'Ishikawa résultant qui contient toutes les causes pouvant contribuer à l'apparition de cet arrêt :

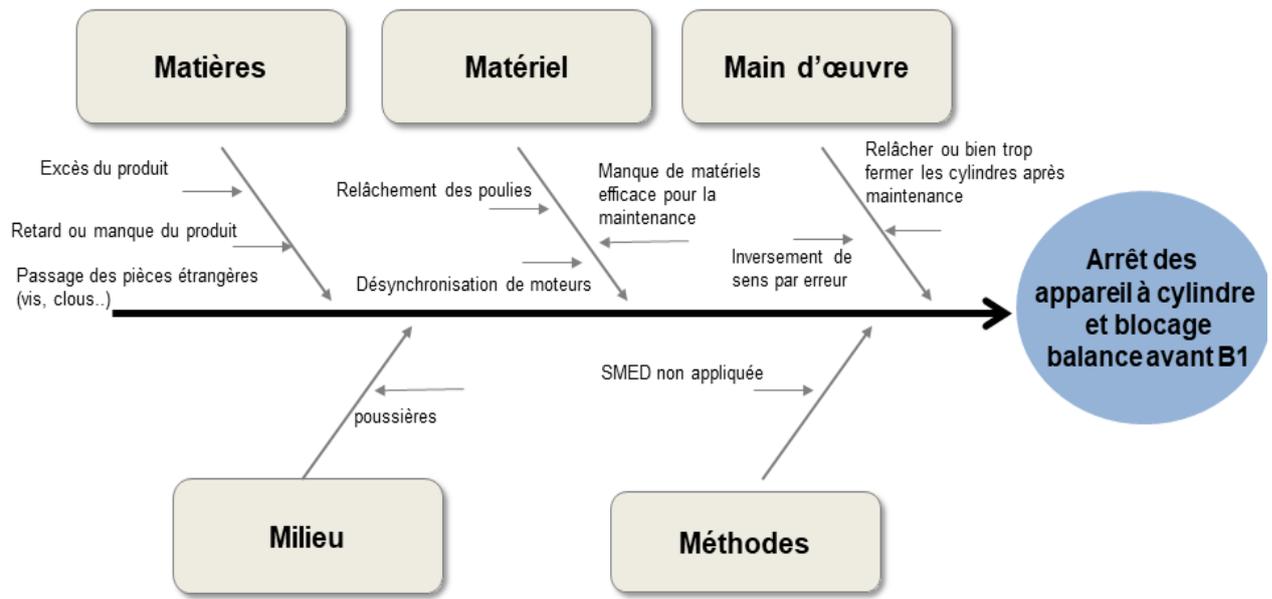


Figure 19: Diagramme d'Ishikawa des problèmes au niveau des appareils à cylindres et le balance avant B1.

D'après l'analyse de ce diagramme, on constate que les causes racines de l'arrêt se résument en :

- Excès, retard ou manque de produit,
- Passage des pièces étrangères,
- Relâchement des poulies et des problèmes mécaniques
- Manque de matériels efficace pour la maintenance

ii. Problèmes au niveau de plansichter

Colmatage des tamis est causé par l'humidification excessive du blé pendant la préparation.

2. Analyse de problème de gestion de l'unité d'Emballage

2-1 Gaspillages de temps au niveau de zone d'emballage

Pour l'ensacheuse 25/50 Kg

Tableau 11: Classification des arrêts selon leurs durées pour l'ensacheuse 25/50 KG

Réf.	Cause d'arrêt	Temps d'arrêt (min)	% d'arrêt	% cumulé
1	Non-disponibilité des ouvriers	139	36,72%	37%
2	Changement d'article	73	19,29%	56%
3	Retard d'approvisionnement en matière	58,5	15,46%	71%
4	Communication : contrôler la quantité chargée	48	12,68%	84%
5	Contrôle du poids	19	5,02%	89%
6	Blocage toboggan	14	3,70%	93%
7	Apport emballage	14	3,70%	97%
8	Changement de dimension	7	1,85%	98%
9	Problème de la couture	6	1,59%	100%
	Somme:	378,5		

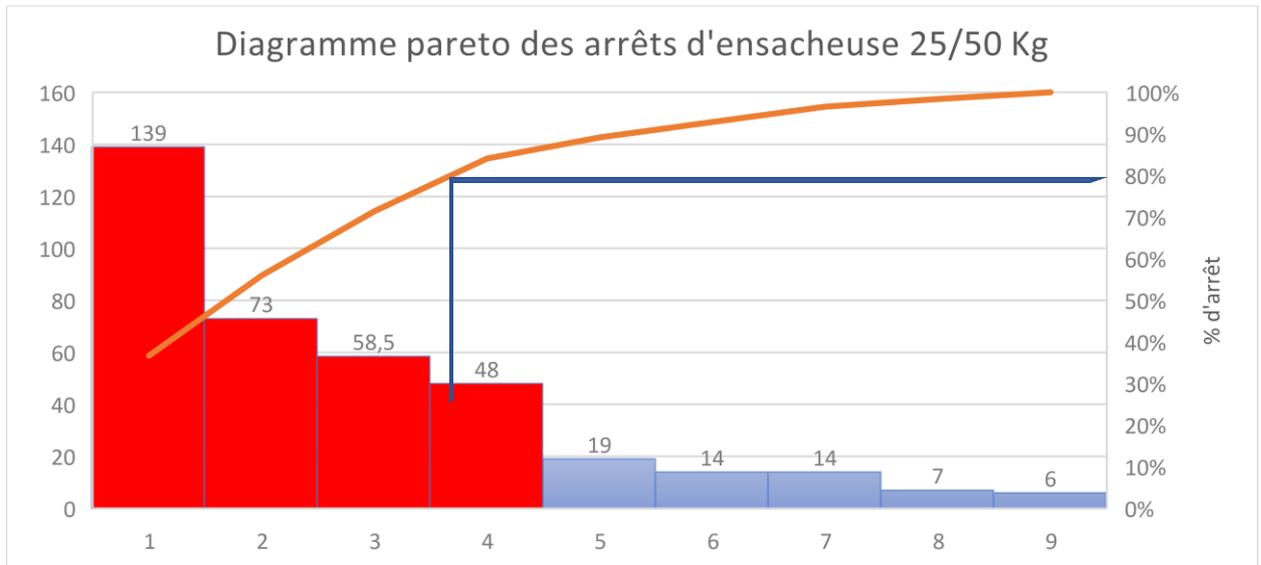


Figure 20 : Diagramme Pareto des arrêts poste emballage 25/50 KG

D'après l'analyse de ce diagramme, on constate que les causes majeures sur lesquelles il faut intervenir en priorité sont les suivantes :

- ❖ Non-disponibilité des ouvriers
- ❖ Changement d'article
- ❖ Attend matière (dépôt vide) : Retard d'approvisionnement en matière.
- ❖ Communication : contrôler la quantité chargée

Pour l'ensacheuse AR-AR 5/10 Kg

Tableau 12: Classification des arrêts selon leurs durées pour l'ensacheuse 5/10 KG

Réf	Cause d'arrêt	Durée d'arrêt (min)	% d'arrêt	% cumulé
1	Déplacement de palette	108	24,77%	24,77%
2	Changement d'article	49	11,24%	36,01%
3	Problème de la couture	47	10,78%	46,79%
4	Non-disponibilité des opérateurs	47	10,78%	57,57%
5	Réorganisation pour libérer l'espace de stockage	36	8,26%	65,83%
6	Changement de dimension	34	7,80%	73,62%
7	Changement vers charge directe	26	5,96%	79,59%
8	Contrôle du poids	24	5,50%	85,09%
9	Arrêt balance B	19	4,36%	89,45%
10	Apport emballage	18	4,13%	93,58%
11	Attend matière	10	2,29%	95,87%
12	Blocage toboggan	8	1,83%	97,71%
12	Apport étiquette + fils à coudre	7	1,61%	99,31%
14	Lubrification	3	0,69%	100,00%
	Total (min)		436	

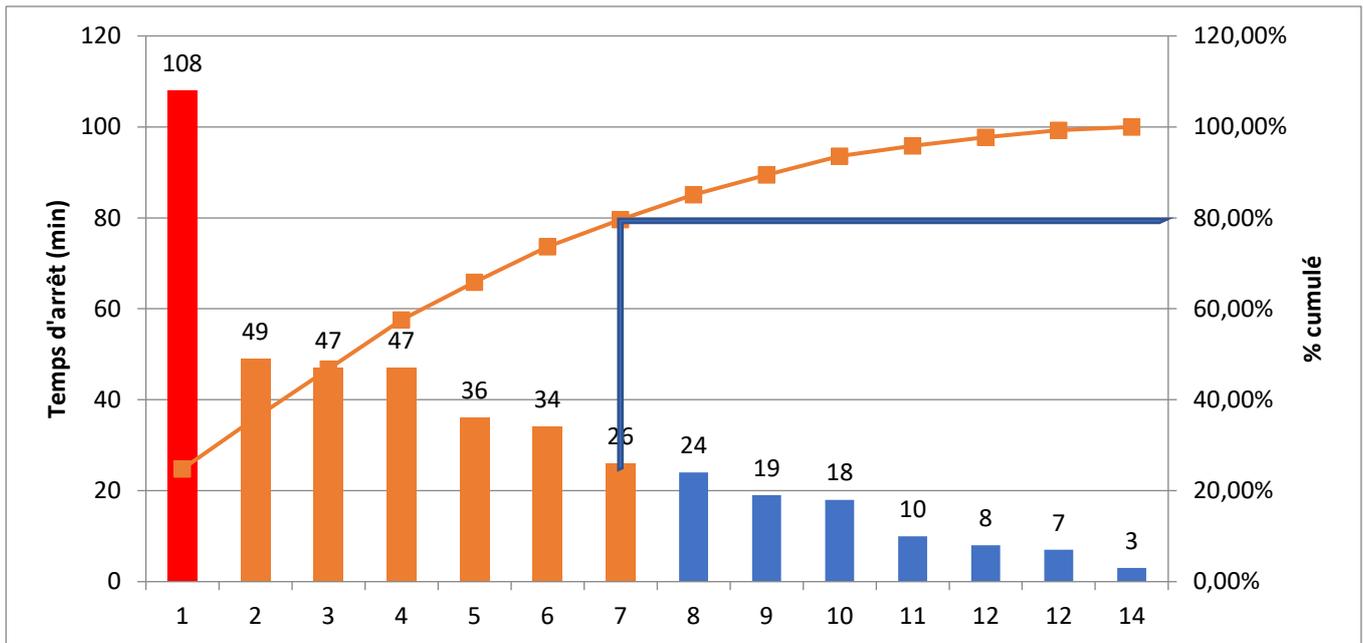


Figure 21: Diagramme Pareto des arrêts poste emballage 5/10 KG

D'après l'analyse de ce diagramme, on constate que les causes majeures sur lesquelles il faut intervenir en priorité sont les suivantes :

- Déplacement de palette
- Changement d'article
- Problème de la couture
- Non-disponibilité des opérateurs
- Réorganisation pour libérer l'espace de stockage
- Changement de dimension
- Changement vers charge direct

Le diagramme d'Ishikawa résultant qui contient toutes les causes racines des problèmes existants dans ce poste est représenté dans la figure suivante (pour les deux ensacheuses):

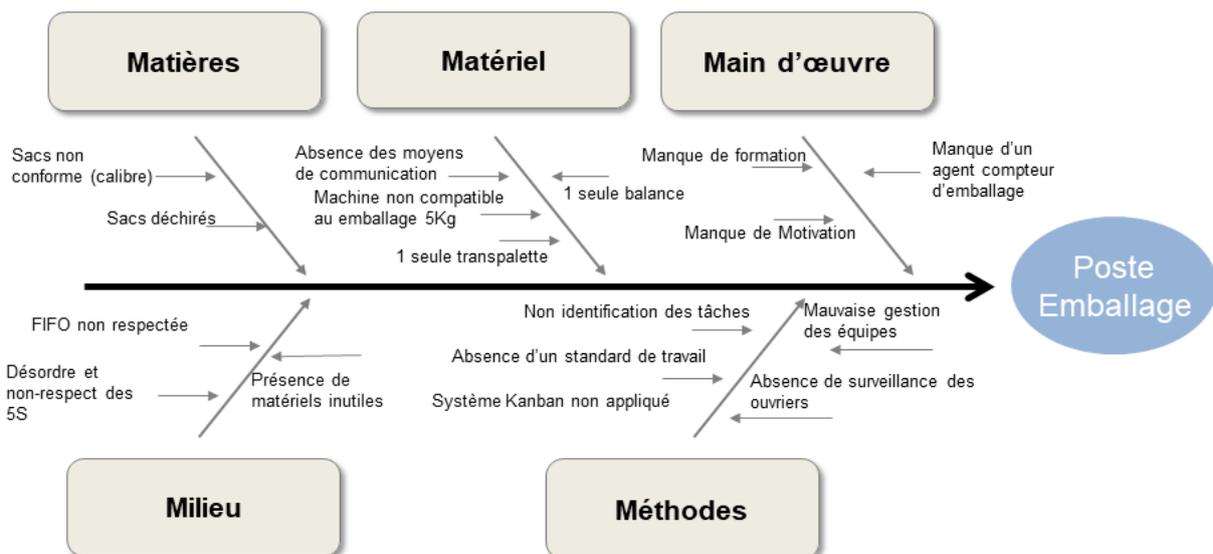


Figure 22 : Diagramme Ishikawa d'Emballage

Pour mieux expliquer les différentes causes mentionnées sur le diagramme ISHIKAWA, on a établi le tableau explicatif ci-dessous

Tableau 13:Analyse des 5M

Les 5M	Anomalies	Causes racines
Main d'œuvre	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Manque de formation. ➤ Manque de motivation. 	Certains opérateurs ne sont pas polyvalents vue le manque de formation, et ils ne sont pas motivés, ce qui provoque des pannes de la machine à coudre et mal contrôle de la quantité chargée.
Matériels	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Absence des outils de communication ➤ Mauvaise utilisation des carrousels ➤ Manque matériel 	<ul style="list-style-type: none"> -Plusieurs déplacements pour transmettre l'information -fabrication des produits 5kg avec Carrousel AR-AR nécessite beaucoup de temps pour changer la dimension -Les deux équipes utilise 1 seul transpalette ce qui génère des attends et perte de temps
Milieu	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Désordre. ➤ Nettoyage insuffisant. <p>Absence de zone réservée pour les sacs de recyclage.</p>	5S non appliqué.
Méthode	Mauvaise gestion des équipes	<p>Déplacement excessif des ouvriers.</p> <ul style="list-style-type: none"> • Mal gestion des produits de retour/ à recycler.
Matière	<ul style="list-style-type: none"> ➤ Sacs déchirés. Sacs non conforme 	<ul style="list-style-type: none"> • L'opérateur jette les sacs directement par terre. • Des endroits utilisés pour le stockage ne sont pas conforme • Emballage avec une taille insuffisant <p>Mal formation des sacs : Défaut de fournisseur</p>

D'après le diagramme d'Ishikawa nous avons constaté que parmi les problèmes majeurs qui cause la diminution de la productivité au niveau de poste emballage c'est le manque d'organisation et donc nous avons procédé à l'application des 5S afin de résoudre ce problème.

2-2 État des lieux du poste emballage

Cette étape consiste à prendre des photos représentatives de l'état des lieux du poste afin de conserver une trace factuelle du lieu de travail et de détecter les différentes anomalies au niveau des 5S à traiter par la suite.

Le tableau 14 fournit l'état des lieux pour ce poste et les différents constats d'anomalies

Tableau 14 : Différentes anomalies détectées.

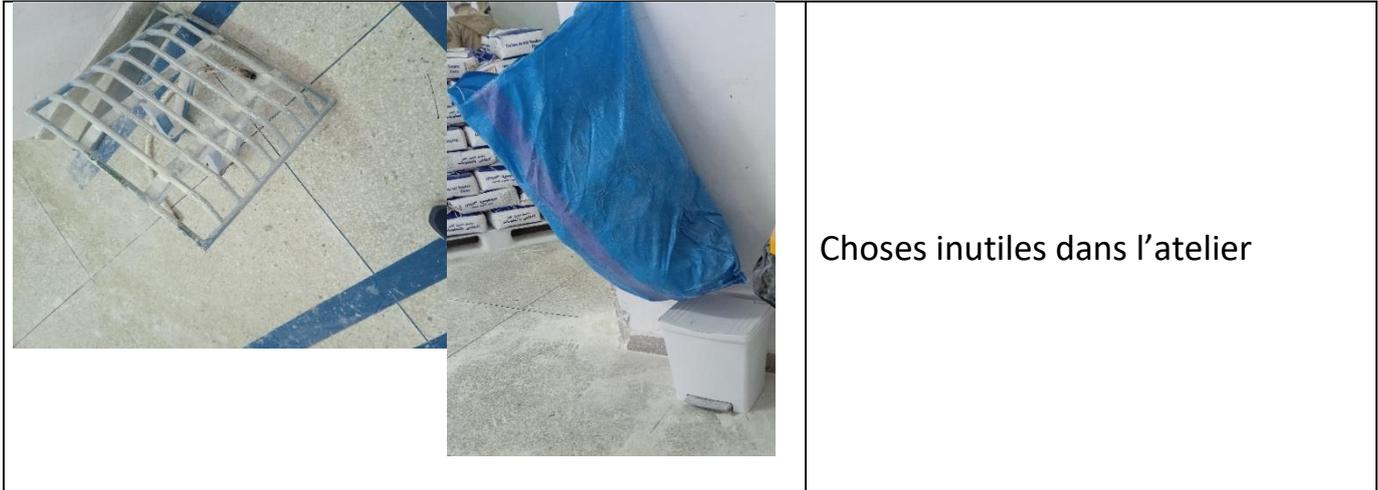
<u>Photos de l'état</u>	<u>Anomalies</u>
	<p>Sacs mal placés Sacs déposés par terre</p>
	<p>Non-conformité d'utilisation de transpalette</p>
	<p>Mauvaise état de sol</p>
	<p>Zone de stockage non identifiée + Emplacement des produits Retour et produits à recycler non identifiés</p>



Sacs de produits finis déchirés (stockage à côté de la porte d'entrée au moulins)



Mal utilisation d'espace



On constate qu'il y a des anomalies au niveau de poste d'emballage (à titre d'exemple : sacs de produit fini déchirés, désordre, etc.), donc il est indispensable de focaliser sur ces problèmes pour améliorer les 5S au niveau de ce poste.

- **Audit 5S**

Avant d'entamer les actions d'amélioration, il est indispensable de commencer par un diagnostic des 5S, pour ce faire nous avons réalisé une fiche de suivi afin de déterminer le taux de conformité qui permet d'évaluer le niveau du respect des 5S dans le poste Emballage.

Le tableau suivant illustre la fiche de suivi des 5S dans le poste Emballage :

Tableau 15: Fiche de suivi 5S.

Fiche suivie des 5S		
Réalisée par : SALHI MOHAMED		
Poste : Emballage ; date : 18/04/2022	Oui	Non
Débarrasser	1	2
Les gestes inutiles sont éliminés.		X
Présence des matériels utiles.	X	
Absences des matériels inutiles.		X
Ranger	1	6
Les affiches, les consignes sont bien présentées.		X
Bonne ergonomie du rangement des objets, produits non conformes et les retours.		X
Bonne visibilité des étiquettes d'identification des lieux de stockage.		X
Les emplacements de tous les équipements sont tracés.		X
Tous les sacs sont dans des emplacements identifiés.		X
Les documents sont dans leurs emplacements.	X	
Les limites maximales des stocks sont définies et respectées.		X

Nettoyer	1	2
Absence totale des déchets sur le poste de travail.		X
Présence et bon état de matériel de nettoyage.		X
Absence de saleté sur le sol.	X	
Standardiser	2	3
Le personnel est conscient des consignes		X
La zone est dotée d'un panneau 5S		X
Présence des règles et des consignes de travail	X	
Présence du planning de nettoyage	X	
Présence d'un état de référence affiché.		X
Pratiquer	0	3
Les plans d'action sont à jour et suivis.		X
Les écarts des derniers audits sont corrigés.		X
La procédure de travail est respectée.		X
Total	6	15

À partir du résultat obtenu dans le tableau ci-dessus, on a défini le pourcentage pour chaque pilier des 5S et le pourcentage total, les résultats obtenus sont regroupés dans le tableau suivant :

Tableau 16 : Pourcentage de chaque pilier des 5S.

Élément	Nombre de "oui"	Nombre de critères	Pourcentage
Débarrasser	1	3	33 %
Ranger	1	7	14%
Nettoyer	1	3	33%
Standardiser	2	5	40%
Pratiquer	0	3	0%
Taux de conformité	5	21	24%

Le calcul du taux de conformité 5S se fait selon la formule suivante :

$$\text{Taux de conformité} = \frac{\text{Nombre de critères avec 'oui'}}{\text{Nombre de critères concernés}} \times 100$$

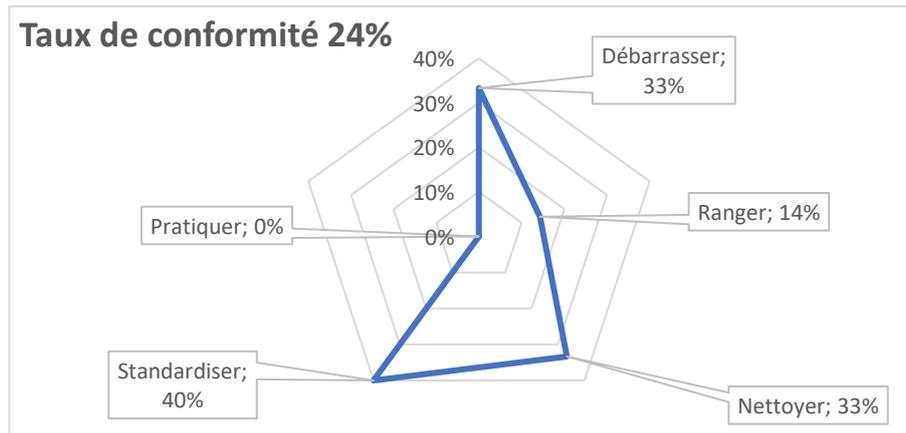


Figure 23: Radar des 5 piliers des 5S.

Discussion : D'après cette Analyse des 5S nous avons constaté que le taux de satisfaction des exigences de la démarche 5S est très faible. D'après ces résultats nous allons proposer des actions correctives (voir tableau 17).

IV. Phase Améliorer/ Innover

Après qu'on a trouvé les causes racines des problèmes rencontrés au chapitre précédent. Dans le présent chapitre on va proposer quelques solutions ainsi qu'un plan d'action 5S pour résoudre ces problèmes. Cette phase permet de passer de la théorie vers l'application et de mettre en place des solutions aux gaspillages détectés dans la phase d'analyse.

1. Solutions proposées pour les problèmes de poste Emballage

- **Manque de formation**

La société doit investir dans un programme de formation continue pour les opérateurs sur :

- La méthode 5S.
- Une formation technique sur l'utilisation des carrousels (le changement d'article, le calibrage et l'approvisionnement en matière...).
- Application de la méthode FIFO.

• **Manque de motivation**

Pour que les opérateurs fassent leurs tâches correctement ils ont besoin d’être motivés, pour cela on a proposé d’élire chaque mois « le meilleur employé du mois », et cet opérateur aura une prime (un sac de farine Luxe 25 Kg par exemple).



2. Application de la démarche 5S

On a constaté plusieurs anomalies dans la phase précédente, alors que dans cette phase on va les classer afin d’établir et de mettre en place des actions correctives dans l’ordre défini par la méthode 5S.

Le tableau suivant met le point sur le classement des actions correctives selon les 5S :

Tableau 17: Actions correctives classées selon les 5S.

Catégorie	Actions correctives
Débarrasser	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Éliminer l’inutile dans le poste et dans son environnement. ▪ Se débarrasser des outils non conformes de nettoyage.
Ranger	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Délimiter et repérer chaque objet dans un emplacement bien défini de façon à faciliter le travail. ▪ Identifier chaque zone. ▪ Accrocher des fiches (symboles et images) indiquant le bon emplacement des objets. ▪ Organiser la zone de stockage. ▪ Définir l’emplacement du matériel de nettoyage.
Nettoyer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Éliminer les déchets et des objets inutiles par l’opérateur à chaque début et fin de travail, pour la netteté du poste.

	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Mettre en évidence des consignes de nettoyage et rangement.
Standardiser	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Imprimer sur des étiquettes l'identification du poste et les coller sur le mur. ▪ Maintenir le poste de travail en ordre et propre à l'aide des règles de travail. ▪ Pour que ces règles soient respectées, il est préférable de les faire écrire et visualiser par les opérateurs eux-mêmes.
Pratiquer	<ul style="list-style-type: none"> ▪ Réaliser un panneau comportant un plan d'action 5S et les résultats de contrôle de chaque mois. ▪ Impliquer le personnel dans la démarche de progrès.

3. Mise en évidence des résultats

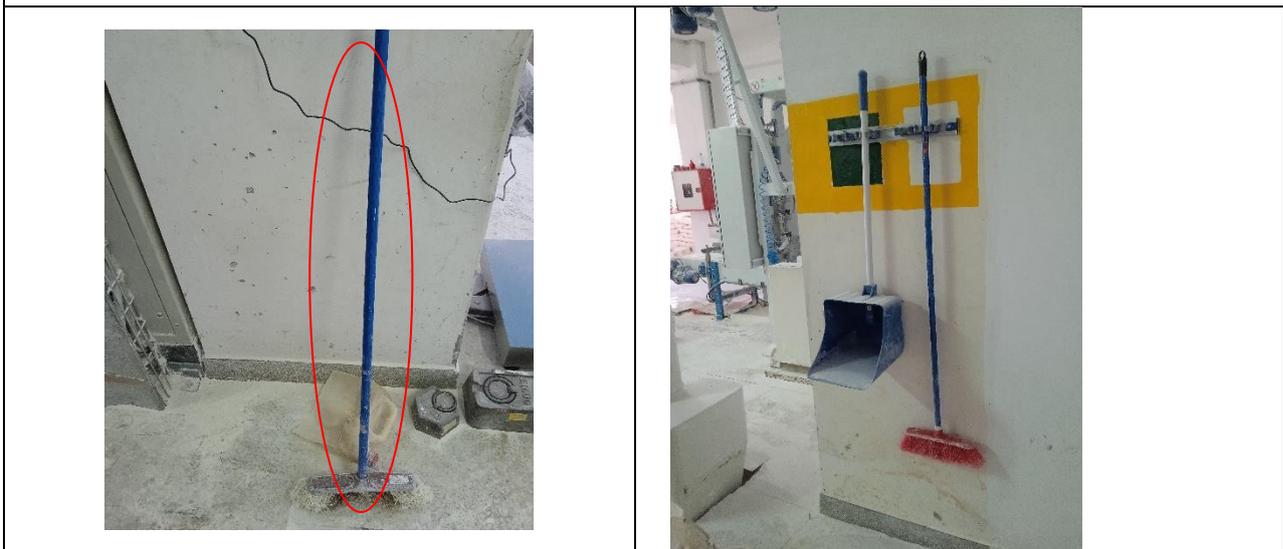
Le tableau suivant montre les différents résultats obtenus après la mise en place des actions citées précédemment dans le tableau de classement selon les 5S (Tableau 17).

Tableau 18: État avant et après l'application de 5S dans le poste emballage.

Avant	Après
	
<p>a. Emplacement bien identifié de la poubelle</p>	



b. Emplacement du chariot, transpalette et palettes bien identifié



c. Emplacement des outils de nettoyage bien identifié



d. Identifier la zone du produit à recycler et la zone de stockage produits finis

- **Standardiser** : La quatrième phase de la méthode 5S (standardiser) consiste à documenter et à mettre en place les outils nécessaires de manière à ce qui a été bâti lors de l'exécution des 3 premières étapes de la méthode 5S reste en place ;
 - **Suivre** : pour assurer la continuité des 5S, un audit des 5S doit être mis en œuvre pour inspecter régulièrement le respect des standards mis en place et veiller sur le nettoyage régulier des postes de travail, le rangement systématique et la propreté (contrôler)
- Pour évaluer le niveau de 5S après la mise en application, on a utilisé sa fiche de suivi (voir Annexe 7).

Le niveau 5S avant et après sa mise en place est présenté dans le tableau 23 :

Tableau 19: Niveau des 5S avant et après l'amélioration.

Élément	Avant	Après
Débarrasser	33%	67%
Ranger	14%	71%
Nettoyer	33%	67%
Standardiser	40%	40%
Pratiquer	0%	33%
Taux de conformité 5S	24%	57%

Discussion :

D’après le tableau 23, on constate que le niveau des 5S dans le poste emballage devient satisfaisant 57% par rapport au niveau précédent 24% à travers le déploiement de la démarche 5S au sein du poste Emballage

Après chaque audit 5S et selon les moyennes anomalies trouvées, un plan d’actions correctives doit être mis en place pour y remédier. Donc après chaque audit il faut construire

la liste des anomalies 5S et les actions correctives à mettre en œuvre selon la fiche suivante (Tableau 21).

Tableau 20: Auto-évaluation des 5S.

Auto-Evaluation 5S		Date:		
MOIS :		Heure:		
Type de S	Désignation d’anomalies	Action corrective	Responsible	Délai d’exécution

4. Synthèse du plan d’action

Tableau 21: Synthèse des solutions et Recommandations.

Problèmes	Solutions proposées
Arrêts non programmés de production	<ul style="list-style-type: none"> Minimiser les temps de panne critiques en élaborant un plan de maintenance préventive basé sur l'historique des pannes. Veiller à l'efficacité de l'équipement et des pièces de rechange pour l'équipe de maintenance (le changement de cylindres, par exemple, peut prendre jusqu'à trois heures, car le matériel utilisé n'est pas efficace).
Problème de la non-disponibilité des ouvriers	<ul style="list-style-type: none"> Avoir une planification efficace des tâches à réaliser et l’amélioration de la communication entre les différents services. <ul style="list-style-type: none"> L’ajout des aspirateurs /filtre en dessous des carrousels va éliminer plusieurs tâches tels que le balayage de la farine qui tombe sur terre ainsi la collecte et le déplacement de produit à recycler et de rinçage donc un gain de temps et de produit aussi.

<p>Manque de motivation des opérateurs</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Surveiller quotidiennement le travail de chaque opérateur, et rédiger un rapport chaque jour sur lequel on va se baser pour élire le meilleur du mois. • Une prime sera destinée à chaque opérateur qui a réussi à garder sa place durant la période suivie.
<p>Manque de formation</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Accompagner les nouveaux opérateurs lors de leur travail, pour s’assurer qu’ils effectuent bien leurs tâches destinées. • Assurer une formation chaque Mois dans divers domaines.
<p>Changement d'article Attend matière (dépôt vide)</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Renforcer la communication entre les opérateurs d’emballage et le conducteur afin de bien maîtriser la quantité à ensacher par des outils de communication technologiques ou bien des étiquettes comme ça la marge d’erreur ainsi les déplacements inutiles seront minimisés.
<p>5S non respecté - Réorganisation pour libérer l'espace de stockage</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Respect des règles des 5S et Réaliser un panneau comportant un plan d’action 5S et le résultat d’audit de chaque mois. • Impliquer le personnel dans la démarche de progrès. • Informer les ouvriers sur l’importance de l’organisation et le traçage des zones de stockages spécifiques pour chaque produit • Imprimer des étiquettes et les coller sur le mur (identifier chaque zone)
<p>Contrôle du poids</p>	<ul style="list-style-type: none"> • C’est une activité obligatoire mais il faut augmenter le nombre des balances car les deux équipes travail avec une seule balance ce qui génère de gaspillages en termes de temps. • L’ensacheuse AR-AR génère plusieurs défauts du poids (0,4 – 0,6 Kg de décalage en moyenne) → besoin d’un calibrage efficace par une société externe expert.
<p>Déplacement de la palette</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le mauvais état du sol génère des arrêts peut aller jusqu’au 10 min lors de déplacement des palettes, un sol en résine va résoudre ce problème. • Le travail des deux équipes avec une seule transpalette provoque des attends peuvent aller jusqu’au 4 min, donc il faut augmenter le nombre des transpalettes dans l’atelier.
<p>Changement de dimension</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Le diamètre incompatible de l’ensacheuse AR-AR avec les sacs de 5KG coût l’entreprise des gaspillages de temps et du produit finis. Donc il est préférable de

	<p>régler le diamètre pour devenir compatible avec les sacs de 5kg ou bien de travailler avec l'ancien ensacheuse de 5/10Kg.</p>
<p>Changement vers charge directe</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Dans l'ensacheuse AR-AR les opérateurs comptent le nombre des sacs (vide) à charger avant de commencer la charge directe. C'est une bonne méthode pour contrôler la quantité à charger mais elle provoque une perte de temps. <ul style="list-style-type: none"> ⇒ Les opérateurs doivent s'informer et baser sur le numéro de série présenté dans les étiquettes afin de remplacer la méthode de comptage des emballages.
<p>Problème de la couture</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Deux principales causes qui génèrent ce problème : <ol style="list-style-type: none"> 1- Quelques opérateurs ne sont pas compétents pour manipuler avec la machine à coudre. 2- La machine à coudre de ligne de conditionnement 5/10 Kg perte leur performance c'est mieux de les changer.
<p>Communication : contrôle la quantité chargée</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Apporter des appareils de communication (talkie-walkie par exemple) • Ajout d'un compteur remis à zéro lié avec les balances de carrousel afin de faciliter le contrôle de la quantité chargée • Avoir un ouvrier qui compte les sacs et prépare le nombre exact des sacs pour chaque commande.
<p>Blocage de convoyeur charge sacs</p>	<ul style="list-style-type: none"> • Ce problème s'apparie généralement lorsqu'on travaille avec les sacs de 50KG ou bien la boulangère il est dû par les plaques en fer qui se trouve au niveau de toboggan qui protège les sacs de se tomber. <p>Donc il faut augmenter l'espace entre les deux plaques en fer.</p>

V. Phase Contrôler

Ce chapitre doit s'appliquer après l'exécution des solutions recommandés afin de contrôler l'efficacité d'application, voir qu'on n'a pas arrivé à appliquer le plan d'action et ces actions correctives à l'exception de 5S. donc nous allons procéder à estimer les gains récupérés si la société procède à la mise en place des solutions proposées précédemment.

1. Minimisation du gaspillage de temps au niveau du poste d'emballage

D'après les suivis déjà effectués de temps des arrêts, on a estimé le gain en termes de temps, si on arrive à diminuer 80% des arrêts

Tableau 22: Gain en termes de temps pour les ensacheuses.

La ligne	Temps Total des arrêts (min)	80% de temps des arrêts (min)	Cadence actuelle de la machine	Gain en Tonnes
L'ensacheuse AR-AR (5/10Kg)	436	348,8	3T/hr = 50Kg /min	17,44 T
L'ensacheuse 25/50 Kg	378,5	302,8	15T/hr = 250Kg/min	75,7T

Remarque :

L'entreprise va gagner **17,44 T/ 7jours** en production après minimisation des arrêts critiques pour l'ensacheuse AR-AR c.-à-d. **74,74 T/mois**.

Pour le carrousel 25/50Kg : **75,7 T/7jours → 324,42 T/mois**

Si on prend le prix d'un sac de 25 Kg est 80 DH donc l'entreprise va gagner (324,42 + 74,74) * 40 * 80 = 1 277 312 DH /mois

2. Gains non quantifiables

Grâce à la mise en place des outils d'amélioration, la société a bénéficié des gains non quantifiables comme :

- ❖ Organisation du poste Emballage.
- ❖ Bon suivi du poste Emballage.
- ❖ Amélioration de l'implication des opérateurs dans la démarche 5S.
- ❖ Formation et motivation de personnel (créer de la polyvalence).
- ❖ Amélioration de la qualité des produits finis et la qualité de travail.

Conclusion Générale et Perspectives

Le déploiement de ce projet Lean six sigma au sien de la société Moulin Sanabil ainsi que les conclusions des diverses analyses ont permis d'identifier d'une part les causes de la diminution de la productivité et d'autres part les gaspillages à éliminer.

Nous avons entamé ce sujet par une planification assez approfondis pour bien organiser les tâches et le temps de travail de tel façon à avoir des parties qui présentent le travail effectué, ainsi la démarche DMAIC nous a permet de cerner le projet et gagner le temps pour l'organisation de travail, dans chaque étape de la démarche nous avons obtenu les résultats suivants :

- Phase **Définir** : dans cette étape nous avons décrit la problématique et les dimensions du projet.
- Phase **Mesurer** : nous avons mesuré la productivité en utilisant le rapport heure/ Tonnage ainsi nous avons réalisé un chronométrage des arrêts sur la ligne de production.
- Phase **Analyser** : dans cette phase, après une classification des causes de défaillances en utilisant les diagrammes Pareto et soulevé les causes racines grâce au diagramme d'Ishikawa (5M). Nous avons constaté que la quasi-total des arrêts sont engendrés par l'aspect humaine (Manque : d'organisation, Motivation, Formation) et aussi l'absence des matériels efficaces par exemple pour la maintenance et les outils de communication ce qui engendre plusieurs déplacements des personnels et donc une perte de temps et de productivité.
- Phase **Innover** : Pour y remédier , nous nous sommes basés sur l'importance de l'implication de personnel, l'implémentation de la méthode des 5S pour une bonne gestion du poste emballage et aussi proposer des nouvelles activités à appliquer afin de gagner plus de temps tels que l'installation d'un compteur des sacs entre la zone d'emballage et la zone d'expédition, la mise en place d'un aspirateur de farine au-dessous des carrousels et le réglage des dimensions de l'ensacheuse AR-AR pour être compatible au sacs de 5Kg.
- Phase **Contrôler** : dans cette étape nous avons contrôlé l'implémentation des solutions. Pour les 5S nous sommes arrivé à améliorer le taux de satisfaction de 29% jusqu'à 57%.

Et comme perspective, Cette étude peut être complétée par l'application des autres outils LEAN à savoir le SMED et KANBAN, ainsi l'implication de maximum de personnel dans les projets d'amélioration voir la longue expérience de certains ouvriers ils ont des aidées qui peuvent enrichies ces projets.

REFERENCES BIBLIOGRAPHIQUES

- [1] : <https://www.ajol.info/index.php/jab/article/view/159105/148726> : Étude de la diversité génétique de quelques variétés de blé tendre (*Triticum aestivum* L.) et de blé dur (*Triticum durum* Desf.) selon la base des caractères de l'U.P.O.V
- [2] : Rapport de stage PFE Warda Moumene en 2018 <Variation de la qualité de la farine en Fonction du mélange de blé>
- [3] : Annick Le Blanc, « Introduction au cours d'alimentation humaine » [archive], École nationale supérieure de meunerie et des industries céréalières (Ensmic), 2008-2009
- [4] <https://www.agenceecofin.com/cereales/1301-84079-maroc-l-ukraine-pourraitdominer-les-importations-de-ble-en-2020/2021>
- [5] <https://www.onicl.org.ma/portail/sites/default/files/FichierPage/Fiche%20minoterie-2020.pdf>
- [6] I. BOUHENNI, « Simulation d'une chaîne de production au niveau de l'unité de production moulin Ouled Mimoun », Université Abou Bekr Belkaid Tlemcen, 2016.
- [7] Communication privée avec Le conducteur machine au sein de l'entreprise, notamment Mr Redouane ; consultation des documents privés.
- [8] : Déployer et exploiter le Lean SIX SIGMA de Nicolas Volck 2009, 130 pages
- [9] : XI Groupe, expert des démarches d'amélioration depuis 1988 dossier spécial Lean Six Sigma, 20 pages
- [10] : C. ROUSSEAU, Le Lean Manufacturing : Les Secrets de la Réussite de Votre Entreprise grâce au Lean Management, Edition Kindle, 2014.
- [11] <http://www.ouati.com/qqqqcp.html>,
- [12] <http://myleanmanagement.fr/value-stream-mapping-vsm>
- [13] <https://www.marketing-etudiant.fr/ishikawa.html>
- [14] <http://diagrammepareto.canalblog.com/archives/2007/04/02/4510703.html>
- [15] :] C. HOHMANN, Résumé du livre «Guide pratique des 5S», et C. CABERLON, Scenaris Conseil Formation : La méthode 5S, 2010.

ANNEXES

Annexe1 : les arrêts des appareils de mouture.

Date	Causes d'arrêt	Durée d'arrêt (min)
01/03/2022	Nettoyage Moulins+ inventaire	569
08/03/2022	Silo FNBT Plein	17
08/03/2022	Problème au niveau du plansichter (ouverture +Réparation)	133
09/03/2022	Blocage balance Avant cylindre B1	15
09/03/2022	Silo FNBT Plein	10
10/03/2022	Blocage balance Avant cylindre B1 (2)	98
10/03/2022	Réglage Sasseur de Luxe Ronde (2)	48
11/03/2022	Réparation Cylindre CL4	29
13/03/2022	Blocage vis FNBT	15
13/03/2022	Changement des rouleaux des cylindres	320
13/03/2022	Déclenchement vis Fleur	20
13/03/2022	Déclenchement vis Son	20
14/03/2022	Blocage balance Avant cylindre B1 (2)	39
14/03/2022	Problème au niveau du plansichter	36
15/03/2022	Silo FNBT Plein (2)	35
16/03/2022	Arrêt distributeur C3	15
17/03/2022	Changement des Cylindres	240
19/03/2022	Blocage vis FNBT	35
20/03/2022	Réparation Sasseur (Changement couche)	75
21/03/2022	Changement moteur B2 + nettoyage machine	420

Annexe2 : Extrait du Chronométrage des arrêts de l'ensacheuse 25/50 KG

Date	Heure Début	Heure Fin	Temps	Heure Début	Heure Fin	Temps	Temps	Temps	Description	Temps	Temps	Description
14/03/2022	09:05	09:12	00:07	09:25	00:13	Luxe plate (25kg)	4	17,5	Manque matière(dépôt vide)	2	95	7 min changement vers Fleur
	09:27	09:32	00:05	09:51	00:19	Fleur (25kg)	3,5	17,875	Surpoids(25,25; 25,20; 25,30) Communication : contrôler la quantité chargée	1 2		
	09:54	10:05	00:11	11:11	01:06	Fleur (25kg)	3	14,3	Intervention maintenance (entretien de la machine)	16		3 min vidange dépôt 10 sacs Flr+ 5min rinçage 22 sacs) + 32min pause
	11:15	11:20	00:05	12:00	00:40	Luxe plate (25Kg)	6	17,5	apport emballage contrôle du poids Comm: contrôle la quantité(3) Problème de la couture (2)	1 2 5 5		5 min d'arrêt car 1 opérateur n'est pas disponible (déchargement de retour)
	14:32	14:58	00:26	FNBT (50Kg)	8	22,16666667	blocage convoyeur	1		
	15:03	15:10	00:07	16:02	00:52	FNBT (50Kg)	12	15,5	Comm: contrôle la quantité Blocage convoyeur	2 2		7 min vidange dépôt 27 sacs FNBT + 5min rinçage
	16:04	16:19	00:15	16:44	00:25	Fleur (25kg)	3	16,5	Comm: contrôler la quantité changement de dimension	2 5		
	16:47	16:52	00:05	17:31	00:39	Luxe plate (25Kg)	5	19,5	Manque matière(dépôt vide) Comm: contrôler la quantité (2) Les opérateurs ne sont pas disponible : charge à partir de magasin	3 5 14		18,77%
15/03/2022	09:26	09:33	00:07	10:03	00:30	Luxe plate (25Kg)	7	17,25	changemnet dimension Contrôle du poids Manque matière(dépôt vide) un seul opérateur disponible	3 1 2 3	93	30 min arrêt de carrousel (charge à partir de stock magasin +déchargement de Retour
	10:55	11:12	00:17	11:43	00:31	Luxe plate (25Kg)	8	19,125	Communication : contrôler la quantité chargée apport emballage	2 1		
	11:50	11:50	00:00	12:08	00:18	Luxe plate (25Kg)	4	16	Problème de la couture Manque matrère(dépôt vide)	2 4		5 min pour changer le camion + 3min changement vers Luxe ronde fine extra
	12:10	12:13	00:03	12:16	00:03	Luxe ronde fine extra 25Kg	1	-				
	12:20	12:24	00:04	13:12	00:48	Luxe ronde fine extra 25Kg	8	18,975	Manque matière(dépôt vide) (2) blocage convoyeur problème de la couture (2) intervention de respo. Laboratoire apport emballage	7 2 2 3 1		
	15:38	15:43	00:05	16:15	00:32	Fleur (25kg)	4	12,45	Communication : contrôler la quantité chargée Couture incomplète	2 1		18,71%
	16:20	16:27	00:07	17:50	01:23	Fleur (25kg) +Luxe plate 25kg	12,5	15,15	Communication : contrôler la quantité chargée (2) Problème de la couture (2) Manque matière(dépôt vide)	3 4 8		4 min pour changer de Fleur vers Luxe

Annexe3 : Extrait du Chronométrage des arrêts de l'ensacheuse 5/10 KG

La date	Début de chargement	fin de chargement (F)	ecart (F-D)	Article	Quantité (tonne)	cadence de carrousel(T/H)	Les arrêts	durée d'arrêt(min)	Total des arrêts et leur %
05/04/2022	08:50	09:58	01:08	Luxe Ronde 10Kg	2	2,50	Attend matière	7	92
	10:00	10:31	00:31	Luxe Ronde 10Kg	0,55	2,70	arrêt balance B	19	
	10:40	11:55	01:15	Luxe plate (10Kg)	1,71	2,70	Déplacement de palette(6)	20	
	12:09	14:30	02:21	Fleur kraft 5kg	2	0,90	contrôle du poids	2	
	14:58	15:42	00:44	Fleur kraft 5kg (charge direct)	2	1,80	Problème de la couture	2	
							Changement d'article	14	
							apport emballage	4	
							Changement de dimension	12	
							blocage tobogon	5	
						transformer au charge direct	7	22,33%	
06/04/2022	08:10	08:57	00:47	Transferer 63 sacs de 10 Kg vers 25 Kg			Attend matière	3	67
	09:00	09:49	00:49	Luxe Ronde 10Kg	1	1,80	Déplacement de palette	12	
	09:55	10:20	00:25	Luxe Ronde 10Kg	0,66	1,60	contrôle du poids	3	
	10:27	12:15	01:48	Fleur kraft 5kg	1,20	1,00	Problème de la couture	30	
							Changement d'article	10	
							apport emballage	1	
						Changement de dimension	8	27,35%	
09/04/2022	08:05	08:55	00:50	fleur 10 Kg	1,6	2,10	Apport étiquette	3	40
	09:00	09:26	00:26	Luxe plate (10Kg)	1	2,50	Déplacement de palette	12	
	09:30	10:07	00:37	Luxe plate (10Kg)	1	2,30	contrôle du poids	3	
	10:20	11:15	00:55	e plate (10Kg) charge dir	2	2,70	Problème de la couture	3	
							Changement d'article	5	
							apport emballage	6	
							transformer au charge direct	5	
						blocage tobogon	3	21,05%	

Annexe 4 : Comparaison entre les quantités produites, livrées et stockées pendant 31 jours

Date	Quantité produite (qx)	Quantité Livrée (qx)	Quantité Stockée (qx)	Date	Quantité produite (qx)	Quantité Livrée (qx)	Quantité Stockée (qx)
01/03/2022	772,25	975	953,85	16/03/2022	1963,65	2335	953
02/03/2022	1164,2	1047,6	751	17/03/2022	1703,15	1731,95	787
03/03/2022	1242,5	1102	902	18/03/2022	1803,8	1998,75	385
04/03/2022	1199,9	1399,2	1095	19- 20/03/2022	3229,15	3304,75	725
05/03/2022	1134,35	1348,5	885	21/03/2022	1606,35	1671,6	916
06/03/2022	1098,75	691,25		22/03/2022	1678,85	1988,5	978
07/03/2022	1368,85	1666,45	1213	23/03/2022	1420,55	1711,75	929
08/03/2022	1328,95	1371,79	1185	24/03/2022	1686,8	1978,1	816
09/03/2022	961,1	1526,38	1145	25/03/2022	1856,15	1866	665
10/03/2022	1491,45	1511,5	1087	26 -27/03/2022	2879,85	2947,3	672
11/03/2022	1727,5	1781,5	1136	28/03/2022	1845,9	1991,25	492
12-13/03/2022	3513,7	3030,9	1144	29/03/2022	1569,6	1544,1	482
14/03/2022	1251,05	1892,25	1275	30/03/2022	1605,05	1606,45	609
15/03/2022	2142,05	2102,95	779	31/03/2022	1688,7	2062,3	829,9

Annexe 5 : Résultat du suivi après le déploiement de la démarche 5S

Fiche suivie des 5S		
Réalisée par : SALHI MOHAMED		
Poste : Emballage ; date : 30/05/2022	Oui	Non
Débarrasser	2	1
Les gestes inutiles sont éliminés.		X
Présence des matériels utiles.	X	
Absence des matériels inutiles.	X	
Ranger	5	2
Les affiches, les consignes sont bien présentées.	X	
Bonne ergonomie du rangement des objets, produits non-conformes et les retours.	X	
Bonne visibilité des étiquettes d'identification des lieux de stockage.	X	
Les emplacements de tous les équipements sont tracés.	X	
Tous les sacs sont dans des emplacements identifiés.		X
Les documents sont dans leurs emplacements.	X	
Les limites maximales des stocks sont définies et respectées.		X
Nettoyer	2	1
Absence totale des déchets sur le poste de travail.	X	
Présence et bon état de matériel de nettoyage.		X
Absence de saleté sur le sol.	X	
Standardiser	2	3
Le personnel est conscient des consignes		X
La zone est dotée d'un panneau 5S		X
Présence des règles et des consignes de travail	X	
Présence du planning de nettoyage	X	
Présence d'un état de référence affiché.		X
Pratiquer	1	2
Les plans d'action sont à jour et suivis.		X
Les écarts des derniers audits sont corrigés.	X	
La procédure de travail est respectée.		X
Total	12	9

Filière Ingénieurs IAA

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme d'ingénieur d'Etat



Nom et prénom : SALHI MOHAMED

Année Universitaire : 2021/2022

Titre: Amélioration de la productivité en appliquant des outils de Lean Six Sigma au sein de la société Moulins SANABIL

Résumé :

Face à un environnement industriel compétitif et très exigeant, les sociétés sont obligées de s'engager dans une démarche d'amélioration continue de leur performance pour assurer leur évolution et leur présence au marché. Moulins Sanabil fait partie de celles qui ont décidé d'investir dans des projets d'amélioration continue.

C'est dans ce cadre que s'inscrit ce projet qui a comme objectif l'amélioration de la productivité au sein de moulins Sanabil on se basant sur le principe de Lean (élimination des formes de gaspillage) en suivant la démarche DMAIC.

Ce projet de fin d'études (PFE) a pour but d'éliminer les anomalies et les problèmes dans la ligne de production. C'est dans cet esprit que des données ont été recueillies afin de détecter et d'analyser les points faibles du système de production et d'identifier les points à améliorer.

Les principales améliorations qui ont été proposées sont : l'adoption de la démarche 5S, pour assurer une bonne gestion du poste emballage, la proposition des solutions pour les arrêts des appareils de la mouture, et des solutions pour le problème de comptage des sacs ainsi la motivation et la formation des personnels afin d'augmenter leur productivité.

Par conséquent nous avons pu récupérer des gains chiffrables en termes des indicateurs 5S, de temps, de coût, et des gains non-chiffrables.

Mots-clés :

DMAIC - Lean Six Sigma – performance – démarche 5S – Ishikawa- Pareto – VSM -Gaspillages