

Liste d'abréviations

MP matière première

SIPOC supplier Input Output customer

QQOQCP Quoi Qui Ou Comment Pourquoi

CTQ Critical To Quality

Bout bouteilles

Mecano Meccanoplastica

VSM Value Stream Mapping

OF Ordre de Fabrication

Nbre Nombre

TRS Temps de Rendement Synthétique

TBF Taux Brut de Fonctionnement

TNF Taux Net de Fonctionnement

TQ Taux de Qualité

SMED Single Minute Exchange of Dies

TPM Total Productive Maintenance

PF : produit fini

L.M : Lean Manufacturing

S.L. CHERGUI : Société Laitière CHERGUI

Liste des figures :

Figure 1: Organigramme de l'entreprise	4
Figure 2 : Boîte noire du besoin	7
Figure 3 : Diagramme pieuvre du besoin	7
Figure 4 : Planning prévisionnel du projet	9
Figure 5 : diagramme SIPOC de processus d'extrusion.....	11
Figure 6 : principe d'extrusion- soufflage.....	13
Figure 7 : le fonctionnement de MECCANOPLASTICA.....	15
Figure 8 : le fonctionnement de Leshan A	15
Figure 9 : Schéma de fonctionnement de l'atelier en cas de machine Meccanoplastica (D)	17
Figure 10: Les différents types de gaspillage	18
Figure 11 : Graphe de différence entre la quantité Réalisée et la quantité Demandée	21
Figure 12 : Histogramme de la différence entre la quantité de matière entrée et la quantité des Produits finis pour la famille 170g	24
Figure 13 : Histogramme de la différence entre la quantité de matière entrée et la quantité des Produits finis pour la famille 330g	24
Figure 14: graphe du rendement de la machine Mécano en 170g	25
Figure 15: graphe du % de recyclage de la machine Mécano en produit 170g	25
Figure 16: graphe de rendement de la machine Mecano pour le produit 330g	25
Figure 17: graphe de recyclage de la machine Mecano pour le produit 330g.....	26
Figure 18: Histogramme comparative entre la consommation réelle et la consommation théorique ...	27
Figure 19: Histogramme comparative entre la production réelle et la production théorique.....	28
Figure 20: graphe de rendement de la machine Leshan C pour la famille 900 g	29
Figure 21: le % de la matière recyclée par rapport à la matière entrée	29
Figure 22: la comparaison entre la consommation théorique et la consommation réelle.....	29
Figure 23: la comparaison entre la production théorique et la production réelle	30
Figure 24 : Cartographie de la chaine de valeur pour la machine Mecano en 330g.....	34
Figure 25: Cartographie de la chaine de valeur pour la machine Leshan en 900	35
Figure 26: Taux de qualité pour la machine Mecano	38
Figure 27: Taux de performance de la machine Mecano	38
Figure 28: Taux brut de fonctionnement de la machine Mecano	39
Figure 29: Digramme de Pareto des arrêts pour la machine Mecano.....	41
Figure 30: Diagramme Ishikawa	43
Figure 31: causes racines au rendement faible des extrudeuses	45
Figure 32: la quantité des produits non conformes	46
Figure 33: Diagramme Ishikawa relatif à la baisse de l'efficacité	47

Figure 34: L'efficience de chaque format des bouteilles	48
Figure 35: Diagramme Ishikawa relatif au VSM	48
Figure 36: Evolution du TRS de la machine Mecano	49
Figure 37: Evolution de taux brut de fonctionnement pour la machine Mecano	50
Figure 38: Evolution de Taux de qualité pour la machine Mecano.....	50
Figure 39: Evolution de Taux de performance pour la machine Mecano	51
Figure 40: Diagramme Ishikawa relatif au temps de changement élevé	52
Figure 41: Ecoulement de temps de changement de série.....	53
Figure 42: Outil bras de changement de moule.....	54
Figure 43: Résultat de l'évaluation 5S, état initial	58
Figure 44: Résultat de l'évaluation 5s, état après chantier 5S	59
Figure 45: Evolution du TRS de la machine Mecano	64
Figure 46: Evolution du Taux de disponibilité de la machine Mecano.....	65
Figure 47: Evolution du Taux de performance pour la machine Mecano	65
Figure 48: Evolution du Taux de qualité pour la machine Mecano	66

Liste des Tableaux :

Tableau 1: Fiche technique du domaine agricole (filière des produits laitiers).....	3
Tableau 2: Les différentes tâches du projet	9
Tableau 3: Charte du projet	12
Tableau 4: QQQQCP lié au projet.....	13
Tableau 5: CTQ (Critical to Quality)	14
Tableau 6 Description de l'écoulement de matière pour les machines d'atelier d'extrusion	15
Tableau 7 : les opérations des personnels aux différentes étapes de fonctionnement	17
Tableau 8 : Comparaison entre la quantité Réalisée et la quantité demandée.....	21
Tableau 9: l'Efficienc e de production dans l'atelier d'extrusion	31
Tableau 10: Les symboles utilisés en VSM	32
Tableau 11: Les paramètres calculés en VSM	33
Tableau 12: Les différents types de pertes	38
Tableau 13 : % des différentes arrêts au niveau de l'atelier pour la machine Mecano	40
Tableau 14: % des différentes arrêts pour la machine Leshan C.....	41
Tableau 15: classification des opérations internes/externes	54
Tableau 16: classification des opérations	55
Tableau 17: Les sources de salissures et ses causes	62
Tableau 18: Comparaison entre la quantité Réalisée et la quantité demandée.....	66

Annexes

Annexe1 : Phase Mesurer de la démarche DMAIC

Annexe 1.1 : Analyse de l'existant en terme matière (rendement matière)

Annexe 1.1.1 : *Calcul de rendement de la machine leshan 'C' pour la famille 900g*

Annexe 1.1.2 : *Calcul de rendement de la machine Mecano pour la famille 170g et 330g*

Annexe 1.2 : Analyse de l'existant en terme matière (recyclage)

Annexe 1.2.1 : *Tableau de mesure de recyclage pour la machine Mecano produit 330g et 170g*

Annexe 1.2.2 : *tableau de mesure de recyclage pour la machine Leshan produit 900g*

Annexe 1.3 : comparaison entre le cas réel et le cas théorique

Annexe 1.3.1: *comparaison entre le cas réel et le cas théorique pour la machine Meccano*

Annexe 1.3.2: *comparaison entre le cas réel et le cas théorique pour la machine Leshan C*

Annexe 1.4 : Analyse de l'existant en termes de temps, étude de TRS

Annexe 1.4.1 : *Etude TRS pour le cas de la machine Leshan 900g*

Annexe 1.4.2 : *Etude de TRS pour la machine Meccanoplastica 170g*

Annexe 1.5 : Les différentes pièces utilisées dans le changement du moule

Annexe 1.6 : Temps de changement de série de chaque opération

Annexe 3: la partie Analyser de la démarche DMAIC

Annexe 3.1 : Analyse de TRS pour la machine Leshan « C »

Annexe 4 : la partie innover/ améliorer de la démarche DMAIC

Annexe 4.1 : les nouvelles opérations de changement de moule

Annexe 4.2 : fiche d'audit pour la mise en place des 5S

Annexe 4.3 : l'étape avant/ après l'application de 5s

Annexe 4.4 : critères d'évaluation

Annexe 4.5 : les étapes de l'auto maintenance

Annexe 4.6 : fiche de réglage

Annexe 4.7 : Fiche de risques liés aux postes

Annexe 4.8: les 5 pourquoi montrant les sources de saleté

Annexe 4.9 : Standard de nettoyage

Annexe 4.10: fiche de suivi des pannes et les anomalies liées aux machines

Annexe 4.11 étude de TRS pour la machine Meccanoplastica

Table des matières

<i>Introduction Générale</i>	1
PARTIE1 : PRESENTATION DE L'ORGANISME DOMAINES AGRICOLES « CHERGUI », CADRAGE DU PROJET, METHODOLOGIE	1
I. Présentation de Domaines Agricoles	2
1. Introduction	2
2. Les domaines Douiet	2
3. Certifications	2
4. Secteurs d'activités	2
5. Usine Oued Nja	2
5.1. Introduction	2
5.2. Fiche signalétique	3
5.3. Organigramme de l'entreprise	3
5.4. Service maintenance	4
5.5. Procédé de fabrication des produits laitiers	4
II. Cadrage du projet, Méthodologie et outils.	6
1. Introduction	6
2. Présentation du projet	6
2.1. Contexte projet	6
2.2. Besoin exprimé	6
2.2.1. La boîte noire	7
2.2.2. Diagramme de pieuvre	7
2.3. Objectif	8
3. Présentation de la démarche à suivre	8
3.1. Introduction	8
Conclusion	10
PARTIE 2 :L'APPLICATION DE LA DEMARCHE DMAIC	7
CHAPITRE 1 : PHASE DEFINIR	7
Introduction	11
I. Définir le projet	11
1. L'outil SIPOC	11
2. Description de processus de l'atelier d'extrusion(SIPOC)	11
II. La charte de projet	12
II. L'outil QQQQCP	13
III. L'outil CTQ (Critical To Quality)	13
IV. Descriptif de l'Atelier d'extrusion	14
1. Principe d'extrusion par soufflage	14
2. Matière et produit	15
3. Machines	15
3.1. Meccanoplastica (D)	15
3.2. Leshan (A)	16
3.3. Leshan (C)	16
4. Les équipes de travail	16
5. Description de production	17
V. Généralités sur la démarche Lean Manufacturing	18
1. Le contexte de Lean	18
2. Les 8 gaspillages	19
3. Bénéfices du L.M.	20

Conclusion.....	20
CHAPITRE 2 : PHASE MESURER.....	13
Introduction	21
I. Analyse de l'existant en termes de matière	21
1. Suivi de l'écoulement de matière	21
1.1. Input, output	21
1.1.1 Etude de la demande.....	21
1.1.2. Méthode de travail.....	22
1.1.3 Les mesures trouvées	24
2. Mesure de l'Effcience	30
2.1 Définition de l'effcience.....	30
2.2 Mesure des intrants/extrants	31
Conclusion.....	32
II. Analyse de l'existant en termes du temps	32
1. Etude VSM (Value Stream Mapping)	32
1.1. Définition de VSM	32
1.1.1 Notre Etude	33
Conclusion.....	36
2. Suivi du taux de rendement synthétique.....	36
2.1. Qu'est-ce que c'est le TRS	36
2.1.1 L'objectif	36
2.1.2. La démarche.....	36
2.1.3. Les types de pertes	37
2.2. Calcul de TRS pour la machine Mecano	39
2.3. Calcul de TRS pour la machine Leshan C.....	41
3. Chronométrage de temps de changement de de série de la machine Mecano.....	41
3.1. Introduction	41
3.2 Changement de moule	42
3.3 Etude économique	42
CHAPITRE 3 : PHASE ANALYSER.....	43
Introduction	44
I. Diagramme Ishikawa (Causes -effet)	44
1. Définition.....	44
2. Les étapes de construction.....	44
II. Analyse du rendement matière	45
1. Méthode de 5M	45
2. Les Actions d'améliorations.....	46
3. Classification des produits non conformes :.....	46
III. Analyse des causes de variabilité de l'effcience	47
1. Diagramme Ishikawa.....	47
2. Analyse de l'effcience des trois gammes de production.	47
3. Les actions d'améliorations/Perspectives	48
IV. Analyse VSM	48
V. Analyse du temps de rendement synthétique (TRS)	49
1. Analyse de TRS pour la machine Mecano	49
2. Analyse des composants de TRS (machine Mecano).....	49
2.1. Analyse de taux brut de fonctionnement	49
2.1.1 Les actions d'amélioration.....	50
2.2. Analyse de taux de qualité.....	50

2.2.1 les actions d'amélioration	51
2.3 Analyse de taux de performance	51
2.3.1 Les actions d'amélioration.....	51
VI. Analyse des causes de changement de série.....	51
1. Diagramme Ishikawa.....	51
2. Les actions d'améliorations.....	52
Conclusion :.....	52
CHAPITRE 4: PHASE INNOVER /CONTROLLER	43
<i>Phase Innover</i>	53
Introduction	53
I. Application du chantier SMED	53
1. Définition.....	53
2. Méthode d'application SMED.....	53
3. Chantier SMED sur le changement de moule de la machine Mecano.....	54
4. Les actions d'améliorations proposées	55
5. Etude économique	56
II. Préparation du chantier 5S.....	56
1. Présentation	56
2. Objectifs	57
3. Application de la méthode 5S.....	57
4. Maintien du plan d'action mis en place.....	59
III. Amélioration de la productivité par l'auto-maintenance	59
1. La TPM.....	59
2. Auto-maintenance.....	60
3. Mise en place de la méthode	60
3.1 Formation	60
3.2 Inspection et nettoyage initial.....	61
3.3 Eliminer les sources des salissures et les zones inaccessibles	61
3.4 Etablir les standards de propreté.....	62
3.4.1 standard de nettoyage.....	62
3.5 Inspection général.....	62
3.6 Inspection autonome.....	63
3.7 Continuer à améliorer	63
IV. Orientation de la direction	63
V. Vision à long terme	64
<i>Phase : contrôler</i>	64
Introduction	64
I. Suivi de TRS après la mise en place des solutions.....	64
II. Analyse des composants de TRS.....	64
1. Taux de disponibilité	64
3. Taux de performance.....	65
4. Taux de qualité	65
III. Comparaison entre la demande et la production	66
Conclusion.....	66
<i>Conclusion générale & Perspectives</i>	67
<i>Bibliographie / Webographie</i>	69
ANNEXES	70

Introduction générale

Les entreprises sont confrontées pour conserver les places qu'elles occupent sur le marché, alors elles ont censé de créer de la valeur ajoutée pour maintenir ses marges et faire face à l'exigence de la demande client. D'où la nécessité d'améliorer leurs productivité, qui exige alors des démarches d'organisation et d'amélioration.

Dans ce cadre la société laitière Chergui s'est orienté vers l'amélioration de son système de production, de qualité et de maintenance pour l'atelier d'extrusion, et donc elle a proposé ce projet industriel dans la mesure où nous sommes mené à mettre en place une démarche du Lean Manufacturing qui a pour objectif l'optimisation de la production par l'élimination du gaspillage, Il s'agira exactement alors de mettre en place des outils méthodologiques, qui permettent de réduire l'écart entre le niveau idéal de performance et le niveau réel constaté.

Afin d'illustrer amplement le travail effectué, le présent rapport est divisé en deux parties distinctes:

La première partie commence par une présentation générale de domaines agricoles « la société laitière Chergui », et son procédé de fabrication, ensuite nous décrirons le cahier de charge relatif à notre étude avec une description générale de la démarche à suivre.

La deuxième partie est divisé en quatre chapitres qui présentent le travail effectuée en chaque étapes de la démarche DMAIC ;

- ***Le premier chapitre*** résumera le résultat de la première étape de la démarche DMAIC à savoir : l'étape « *Définir* » qui consistera à définir le projet en sa globalité à l'aide de SIPOC, QQQQCP, CTQ, rédiger la charte de projet, puis, nous finirons cette étape par une présentation générale de la démarche Lean.
- ***Le deuxième chapitre*** présentera l'étape « *Mesurer* » de la démarche suivie, dont l'objectif principal est de mise en œuvre une étude de l'existant à travers deux parties, la première s'agit de quantifier les pertes matières et la deuxième de calculer les pertes en terme de temps en utilisant (VSM, TRS, chronométrage).
- ***Le troisième chapitre*** sert à déceler l'étape « *Analyser* » de la démarche DMAIC en présentant les principales causes qui affectent l'atelier à l'aide de l'outil Ishikawa et Pareto.
- ***Le quatrième chapitre*** présentera l'étape « *Innover/ Contrôler* » par la mise en place des actions d'améliorations, ainsi de suivre ce travail par les indicateurs de performance.

PARTIE1 : PRESENTATION DE L'ORGANISME
DOMAINES AGRICOLES « CHERGUI »,
CADRAGE DU PROJET, METHODOLOGIE

Cette partie est consacrée d'une part à la présentation de l'organisme d'accueil, en vue de décrire ses principaux services, ses différents processus et d'autre part à la présentation du cahier de charge et la démarche à suivre

I. Présentation de Domaines Agricoles

1. Introduction

Les domaines agricoles sont un groupe qui a été Créés en 1960 et s'est orienté depuis plus de 50 ans vers la production agricole et agro-alimentaire. Ils présentent sur l'ensemble des régions agricoles du Maroc dont la plus célèbre celle de DOUIET qui est une exploitation agricole, qui s'étend sur une superficie d'environ 700 ha, situé à 15Km au Nord-Ouest de la ville de Fès qui fournit le fameux « CHERGUI », il est caractérisé par la diversité de ses activités agricoles et agro-industrielles.

2. Les domaines Douiet

L'apparition du Domaine DOUIET avait lieu exactement dans les années 77 dont la production a été destinée uniquement aux propriétaires. Mais à partir des années 97 une nouvelle usine destinée à la production laitière pour élargir le champ de commercialisation et de viser une nouvelle clientèle. En 1998 la société a vu la création de trois départements distincts à savoir celui de l'élevage, l'horticulture, et les produits laitiers.

3. Certifications

La société a décidé dans l'année 2000 de mettre en place un système HACCP, et en 2003, le Domaine Douiet obtient une certification ISO 9001 qui le conduit à instaurer une boucle d'amélioration de tous les processus de l'entreprise. Cette certification sera reconduite en 2006, même année où la société sera certifiée en ISO 22000 afin de garantir des produits sûrs et saints qui répondent aux attentes de nos consommateurs.

4. Secteurs d'activités

Le Domaine de Douiet, a comme mission la production, la fabrication et la commercialisation de produits agricoles et agroalimentaires. Les activités principales du Domaine sont comme suit:

- **Agricoles** : Production végétale : -fourrages et céréales. -Elevage bovin, caprin.
- **Agro-industrielles** : -Transformation laitière. -Conservation de fruits. - Conditionnement des fruits et légumes.

5. Usine Oued Nja

5.1. Introduction

Le site Oued Nja c'est l'organisme d'accueil où se déroule notre stage, il a été créé en 2011 qui représente une unité destinée à la production des yaourts, Leben, et jus à base de lait, afin

d'augmenter la production des produits laitiers car l'ancienne usine a été destinée uniquement à la production du fromage. L'usine Oued Nja est composé d'un:

- **Service laboratoire** : assure la qualité de produit par un contrôle de ses caractéristiques.
- **Service maintenance** : chargé de toutes les interventions au sein de l'usine afin d'assurer une production sans arrêts.
- **Un magasin de stockage** : assure la présence de la matière première et les accessoires qui nécessitent de produit.
- **Une salle de reconstitutions** : pour préparer les mix et l'ajout des ingrédients.
- **Une salle de Process**: inclue les cuves de stockage, de maturation et tampon, les autoclaves et les écrémeuses.
- **Une salle de conditionnement** : composé de trois lignes de production qui sont : ligne de carton, ligne de yaourt et ligne de bouteille
 - Des chambres chaudes pour la maturation des produits
 - Des chambres froides pour le stockage du produit fini et la matière première

5.2.Fiche signalétique

La fiche signalétique est la carte d'identité de l'entreprise qui permet de repérer rapidement l'organisme d'accueil. La fiche technique de la société laitière CHERGUI est représentée sur le tableau 1.

Raison social	DOMAINE AGRICOLE La société laitière CHERGUI
Forme juridique	Entreprise privé
Date de création	2011
Activité	Production des produits laitiers
Effectif	120
Cadres	20
Directeur de groupe	Mr Fayçal BENSEDDIK
Siège social	Route d'Azemmour Casablanca
Sites de production	Oued Nja Fès
Téléphone	05 35 7524 50
Fax	05 35 75 68 08
Email	dd@douit.co.ma
Sites de distribution	Casablanca, Rabat, Fès, Tanger, Marrakech, Oujda, Nador

Tableau 1: Fiche technique du domaine agricole (filère des produits laitiers)

5.3 .Organigramme de l'entreprise

L'organigramme de la société laitière CHERGUI représente les relations hiérarchiques entre les services comme s'est montré sur la figure 1.

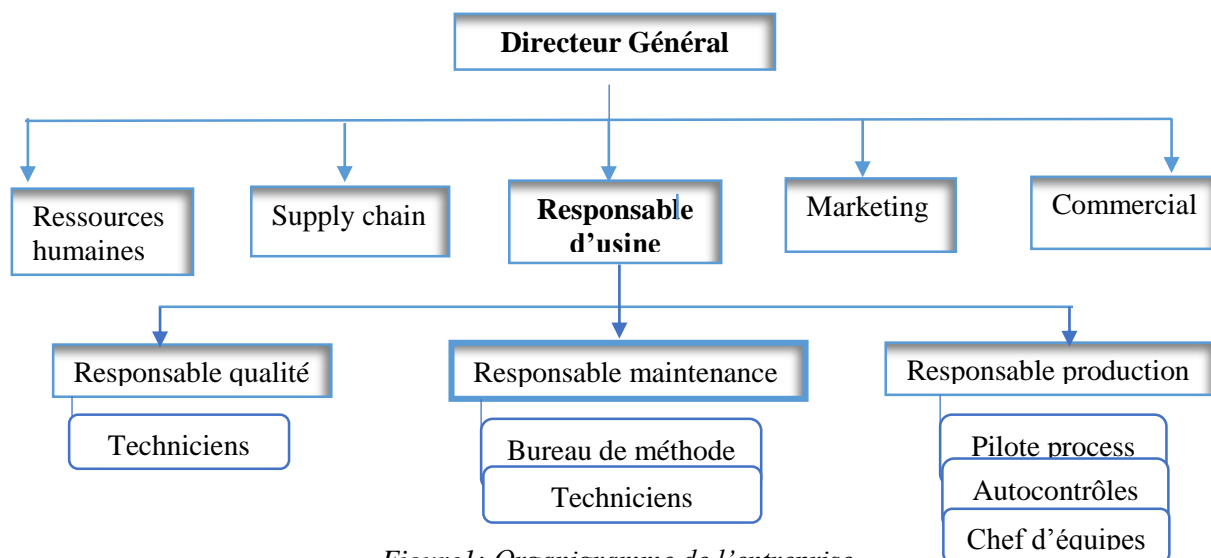


Figure1: Organigramme de l'entreprise

5.4. Service maintenance

Le service maintenance ou nous sommes affectées est une unité constituée d'un responsable et des agents maintenance ainsi que des opérateurs qui assurent la disponibilité et la productivité des équipements. Les interventions correctives ou préventives visent à éviter toutes les sortes des pannes et réduire les coûts de révision et de remise en état de fonctionnement. Cet objectif visé par ce service n'aura lieu qu'après une optimisation des ressources guidée par une amélioration de la relation du service Maintenance avec le service Production dans le cadre de relations client-fournisseur.

5.5. Procédé de fabrication des produits laitiers

Le lait cru passe par plusieurs étapes de traitement dans l'usine Oued Nja afin d'obtenir des différentes gammes de produits qui seront prêtes à être consommées par le client. Ces étapes sont :

- **Réception du lait :**

L'arrivée de lait cru est assurée en continu par Les domaines de Douiet, Kouacem, Bouderra et Sid Lkamel à l'aide des camions citernes en vérifiant sa qualité à l'aide de certains paramètres physico-chimiques à savoir : PH, matière grasse (MG), densité, matière azotée protéique (MAP), test d'inhibiteur (Beta-star/Delvotest) qui permet de contrôler la présence d'inhibiteurs de coagulation et d'antibiotiques dans le lait...

- **Refroidissement et Stockage**

Après la filtration et le dégazage du lait. Les deux cuves de stockage ont une capacité de 100 tonnes permet le maintien du lait à une température de $4^{\circ}\text{C}\pm 2$ pour limiter le développement

des germes à l'aide du calorifugeage ainsi ces cuves contiennent des agitateurs pour avoir un mélange homogène et d'éviter l'écémage.

- **Thermisation et écémage**

Cette étape est la première partie du process qui sert d'une part à chauffer le lait en commençant par sa réception dans le bac de lancement passant par son préchauffage de 45°C pendant quelques minutes après on augmentons la température à 80°C pour détruire certains germes pathogènes, et d'autre part de séparer le lait et la crème ce qui est connu par l'étape d'écémage.

- **Standardisation**

Dans cette phase de standardisation, on fait l'ajout des ingrédients dans la zone de poudrage qui contient principalement deux lignes de mélange chaque ligne contient deux trémies, un pour la poudre du lait 1% ou 26%, et l'autre pour le sucre et parfois on ajout des texturants et des arômes selon le produit voulu par la production puis le lait sera acheminé vers des tanks mixtes.

- **Pasteurisation et Homogénéisation**

La pasteurisation aussi appelée débactérisation est un procédé de traitement du lait qui sert à le chauffer à une température de 95°C passant par le préchauffage et d'homogénéisation à l'aide d'un échangeur à compartiment et d'un homogénéisateur. Puis le lait passe au chambrage pour conserver la température du lait dans un laps de temps suffisant pour détruire tous les types de banaux d'origine pathogènes cette étape ainsi sert à élargir les possibilités de commercialisation et de consommation

- **Maturation**

La maturation consiste à laisser séjourner le lait à une température et un temps donné, avec ou sans ensemencement du lait par de bactéries lactiques

Elle a deux objectifs :

=> rétablir les équilibres physico-chimiques du lait donnant une meilleure aptitude à la coagulation.

=> permettre le développement d'une flore dominante de bactéries lactiques au détriment des germes nuisibles.

- **Conditionnement**

L'usine est équipée de 3 lignes de conditionnement qui sont :

- **Ligne de la bouteille** : contient deux machines (SERAC1 & SERAC 2) permettant de produire le lait, Raibi, Yaourt à boire, Jus de fruit au lait. Chaque machine assure une

cadence de 15000 unité/heure en utilisant des bouteilles venant de l'atelier d'extrusion qui assure leur production.

- **Ligne de yaourt** : contient trois machines qui sont : ARCIL1, ARCIL2 et ARCIL 3, chacune de celles-ci permettent d'assurer la production de : Yaourts brassées, Raibi, yaourts ferments avec une cadence qui atteint 224 unités/minute.
- **Ligne de carton** : contient quatre Machines qui sont généralement :
 - RG250 et RG50 sert à produire LEBEN BELDI/LEBEN, Raib Citron, Raib Banane (900 g et 250g) et Raib nature sucré avec une cadence de 4500u/h.
 - RG250 sert à produire le lait à boire pasteurisés avec une cadence de 300u/heure.
 - VBP250 sert à produire Raib avec une cadence de 4500 unités/heure
- **Stockage/ Expédition**

A la sortie de la machine le produit fini est encaissé, palettisé et stocké à 4°C jusqu'à sa livraison.

II. Cadrage du projet, Méthodologie et outils.

1. Introduction

Après la présentation générale de l'entreprise, nous allons déterminer le contexte de projet avant d'appliquer la démarche DMAIC et d'entamer tout un diagnostic de l'existant, ainsi nous allons préciser la problématique à traiter et l'objectif du projet. Le but est de répondre au besoin de l'entreprise, en élaborant un planning prévisionnel à travers le diagramme GANTT pour visualiser dans le temps les différentes tâches du projet.

2. Présentation du projet

2.1.Contexte projet

L'entreprise CHERGUI a créé une nouvelle usine en 2011 à Oued Nja, dans le but d'augmenter la production, et répondre aux exigences de clients en favorisant plusieurs aspects qui sont : l'amélioration de la qualité et l'optimisation du cout et du temps...

Pour atteindre ces objectifs l'entreprise nous a confié la mission d'élaborer une démarche qui s'oriente vers le déploiement des outils de Lean Manufacturing, pour éviter toutes les sortes de gaspillages.

2.2 Besoin exprimé

La mise en place des outils de Lean Manufacturing dans cette entreprise concerne particulièrement l'atelier d'extrusion qui répond au besoin de client par la production de

différentes formes de bouteilles en plastique. Ces besoins ne sont pas toujours satisfaits à cause de plusieurs facteurs qui limitent le bon fonctionnement de processus, qui sont généralement issus des pertes majeures en termes de matière et de l'énergie et la non-standardisation du mode opératoire et Surtout en termes de temps,

2.2.1. La boîte noire

La boîte noire est une représentation d'un système sans considérer son fonctionnement interne. La boîte noire du besoin du processus de l'atelier d'extrusion est représentée sur la figure 2.

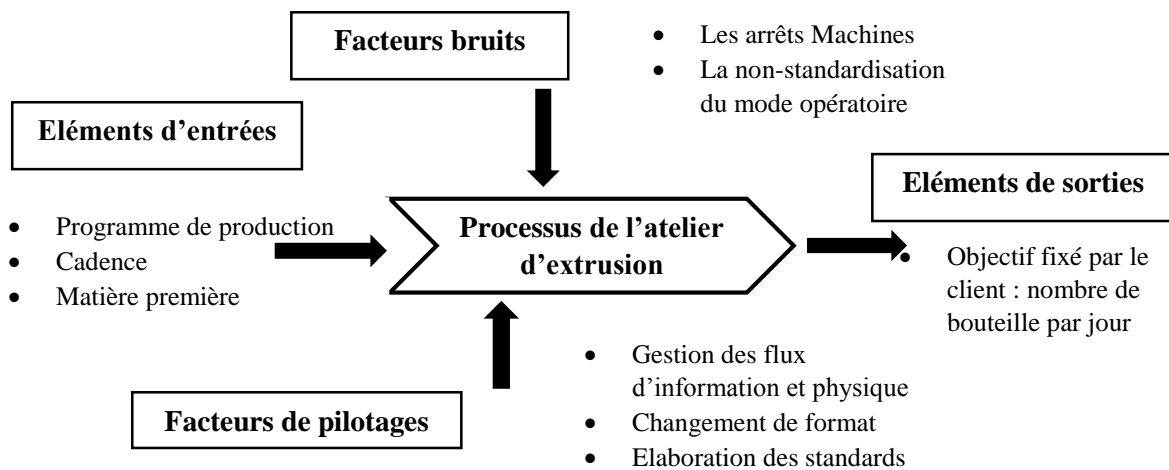


Figure 2: Boîte noire du besoin

2.2.2. Diagramme de pieuvre

L'outil "diagramme pieuvre" est utilisé pour analyser les besoins et identifier les fonctions principales et les fonctions de service d'un produit. Ce diagramme met en évidence les relations entre les différents éléments du milieu environnant et le produit.

Les principales fonctions (FPi) et les fonctions de service (FCj) sont représentées sur la figure 3.

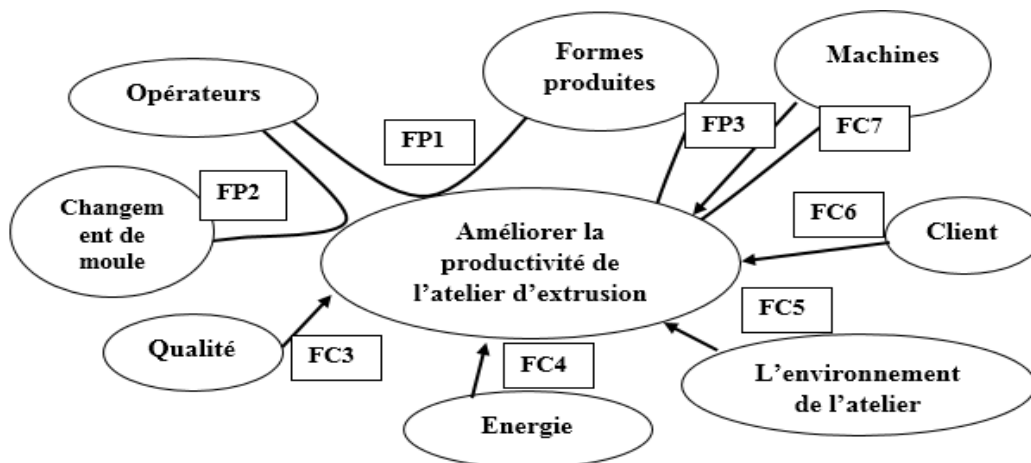


Figure 3: Diagramme pieuvre du besoin

- FP1 : Maintenir la productivité de l'atelier
- FP2 : connaître le temps de changement de moule effectué par les opérateurs
- FP3 : connaître le fonctionnement des machines et leurs relations avec le produit fini.
- FC3 : Respecter les normes de la qualité
- FC4 : utiliser l'énergie disponible
- FC5 : Résister à l'environnement
- FC6 : Recevoir les ordres de client
- FC7 : connaître le fonctionnement de chaque machine (Leshan, Meccanoplastica)

2.3 Objectif

Après le ciblage du problème nous avons fixé les objectifs suivants :

- Identifier les irritants du poste et tous les sortes de gaspillage
- Identifier les opérations à non valeurs ajoutées et les minimiser
- Identifier les opérations à valeurs ajoutées et les optimiser
- Mettre en place des actions d'améliorations pour atteindre l'objectif fixé
- Réaliser un standard pour les opérations effectuées

3. Présentation de la démarche à suivre

3.1.Introduction

Pour mener à bien notre projet au sein de l'atelier d'extrusion, nous avons pensé à une approche structurée de résolution du problème comme DMAIC [3]. Cette méthode se présente selon les étapes suivantes :

- Phase Définir

Cette étape consiste à définir précisément le périmètre du projet et sa problématique en répertoriant à un ensemble des questions afin de cerner les parties prenantes du projet et de présenter les éléments essentiels pour la satisfaction de client, puis nous avons pensé à rédiger la charte du projet ainsi de dessiner une cartographie générale de l'atelier concerné pour avoir une vision globale sur le processus.

Les outils utilisés pour atteindre les objectifs de cette étape sont : SIPOC, QQQQCP, CTQ.

- Phase Mesurer (Diagnostic et analyse de l'existant)

L'étape mesurer est incontournable pour élaborer un diagnostic de l'état actuel des lieux. Elle consiste à collecter les données, et à comprendre le fonctionnement de processus pour mesurer les pertes détectées par l'identification et le contrôle des indicateurs les plus influents.

Les outils utilisés dans cette phase sont : le chronométrage, TRS, VSM.

- **Phase d'analyse (Définition et analyse des causes)**

La troisième étape consiste à évaluer les données obtenues en identifiant les sources et les causes de variabilités de processus. En effet une recherche rigoureuse de tous les facteurs qui limitent la performance de l'atelier permet de localiser les chantiers d'amélioration.

Les outils utilisés dans cette phase sont : Diagramme ISHIKAWA, Pareto.

- **Phase Innover/Contrôler**

L'étape Innover consiste à faire une conception des solutions envisagées en se basant sur les études qui ont été déjà faites. Son objectif est de répondre à la problématique et éradiquer tous les causes trouvées dans l'étape d'analyse. L'étape 'contrôler' vise à évaluer et suivre les résultats des solutions mises en œuvre en standardisant et en formalisant le mode opératoire. Le but est d'éliminer toutes les variabilités de l'exécution des tâches.

4. Planning prévisionnel du projet (Diagramme GANTT)

Le diagramme de GANTT, est un outil efficace qui permet de visualiser dans le temps les diverses tâches composant un projet. Les différentes tâches qui constituent notre projet sont montrées sur le tableau 1.2 et le diagramme de celui-ci est représenté sur la figure 4.

	Nom de la tâche	Durée	Début	Fin	Prédécess
1	▲ Projet de fin d'étude	86 jours	Mer 01/02/17	Mer 31/05/17	
2	▲ Phase Définir	20 jours	Mer 01/02/17	Mar 28/02/17	
3	Observation et collecte de données	14 jours	Mer 01/02/17	Lun 20/02/17	
4	Réalisation du cahier de charge	3 jours	Mar 21/02/17	Jeu 23/02/17	3
5	Réalisation d'un planning prévisionnel	3 jours	Ven 24/02/17	Mar 28/02/17	4
6	▲ Phase Mesurer	29 jours	Mer 01/03/17	Lun 10/04/17	
7	Analyse de l'existant en terme matière	10 jours	Mer 01/03/17	Mar 14/03/17	5
8	Mesure de l'efficacité	4 jours	Mar 14/03/17	Ven 17/03/17	7
9	Etude de VSM	6 jours	Sam 18/03/17	Ven 24/03/17	8
10	Calcul de TRS	7 jours	Sam 25/03/17	Lun 03/04/17	9
11	Chronométrage du temps de changement de série	6 jours	Lun 03/04/17	Lun 10/04/17	10
12	▲ Phase Analyser	8 jours	Mar 11/04/17	Jeu 20/04/17	
13	Identifier les causes	4 jours	Mar 11/04/17	Ven 14/04/17	11
14	Réalisation des Ishikawa	4 jours	Lun 17/04/17	Jeu 20/04/17	13
15	▲ Phase Innover	14 jours	Ven 21/04/17	Mer 10/05/17	
16	Réalisation des chantiers SMED	12 jours	Ven 21/04/17	Lun 08/05/17	14
17	Réalisation du chantier 5S	2 jours	Mar 09/05/17	Mer 10/05/17	16
18	Réalisation de l'auto-maintenance	3 jours	Jeu 11/05/17	Lun 15/05/17	17
19	▲ Phase contrôler	12 jours	Mar 16/05/17	Mer 31/05/17	
20	Mettre en oeuvre les standards	8 jours	Mar 16/05/17	Jeu 25/05/17	18
21	Evaluer les résultats	4 jours	Ven 26/05/17	Mer 31/05/17	20

Tableau 2 : les différentes tâches du projet

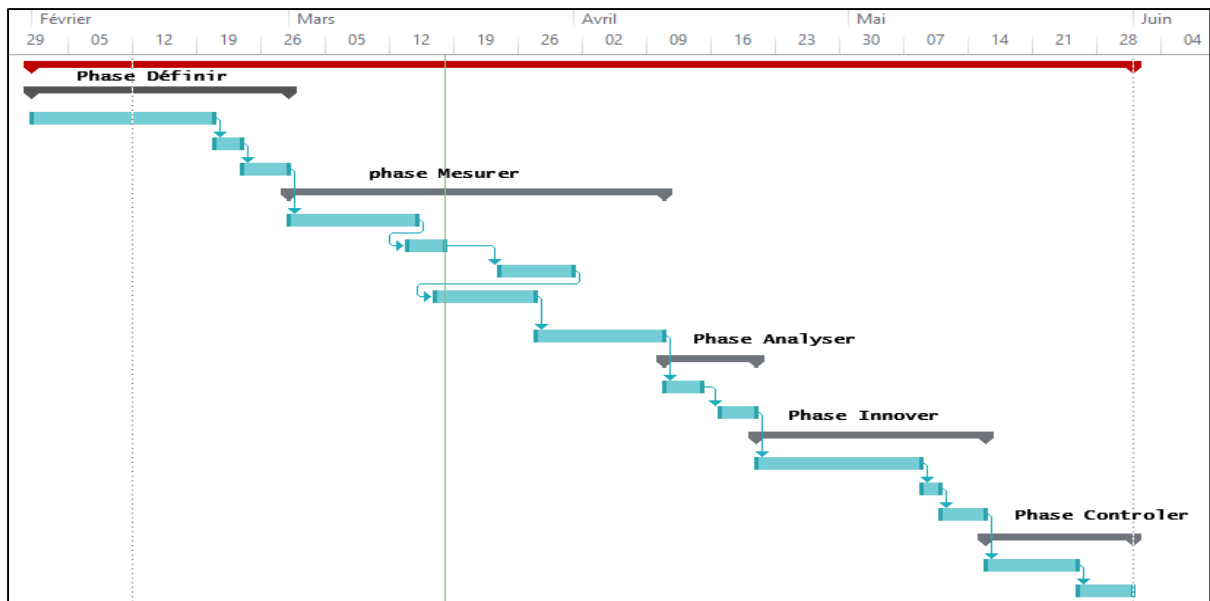


Figure 4: Planning prévisionnel du projet

Conclusion

Nous avons exposé dans cette partie, l'organisme de la société laitière CHERGUI ainsi, le processus de fabrication des produits laitiers, puis nous avons passé à la présentation du contexte de projet, du besoin exprimé et les objectifs visés. Il consiste à élaborer un planning prévisionnel pour respecter le délai alloué pour le projet. Ensuite nous avons donné une vision globale sur chaque étape de la démarche à suivre. Le prochain chapitre sera consacré à l'application de la démarche DMAIC.

PARTIE 2 :L'APPLICATION DE LA DEMARCHE **DMAIC**

Chapitre 1 : PHASE DEFINIR

Ce chapitre consiste à décrire la problématique ainsi les limites du projet en faisant un questionnaire pour atteindre les objectifs fixés

Introduction

La phase définir de la démarche DMAIC sert à donner une idée plus précise sur la problématique à traité. Les objectifs de projet ainsi que les acteurs qui interviennent à sa réalisation. Pour cela plusieurs outils seront définis par la suite.

I. Définir le projet

1. L'outil SIPOC

L'outil SIPOC est un outil de visualisation pour identifier tous les éléments pertinents associés à un processus. Il permet de savoir les intrants (Input) et les extrants (Output) de chaque activité du processus (Process) ainsi que le client (Customers) et le fournisseur (supplier) concerné par celle-ci. [9]

L'élaboration de ce diagramme nécessite 5 étapes :

- Identifier les fournisseurs (S) des entrées ;
- Identifier les entrées (I) requises par le processus ;
- Identifier le processus (P) dans lequel le problème a été identifié ;
- Définir les sorties du processus (O) ;
- Identifier les clients (C) qui reçoivent les sorties.

2. Description de processus de l'atelier d'extrusion(SIPOC)

Le processus d'extrusion est prédéfini dans le diagramme représenté sur la figure 5. Il englobe toutes les phases nécessaires pour avoir un produit fini qui doit être expédié sous la commande du client. Ces étapes sont : Achat et approvisionnement de la matière première ; Mélange de matière première (PEHD et le colorant) ; Préchauffage/Prédémarrage des extrudeuses ; Extrusion par soufflage ; Conditionnement et Stockage et expédition ;

- Le programme de production journalière dans l'atelier d'extrusion dépend de la demande de client. Le chef d'équipe tient à travailler toujours en avance sur les lignes SERAC, et vise à maintenir un stock de sécurité pour répondre aux exigences de client.
- La disponibilité de la matière première ne présente pas une contrainte contre production, car le magasin met à disposition de l'atelier tous les produits nécessaires à son fonctionnement au délai pertinent.
- L'utilité c'est une zone de production d'énergie qui consiste à alimenter en permanence l'atelier par l'énergie nécessaire au fonctionnement des extrudeuses.

Le diagramme SIPOC de la figure 5, regroupe tous les éléments cités précédemment :

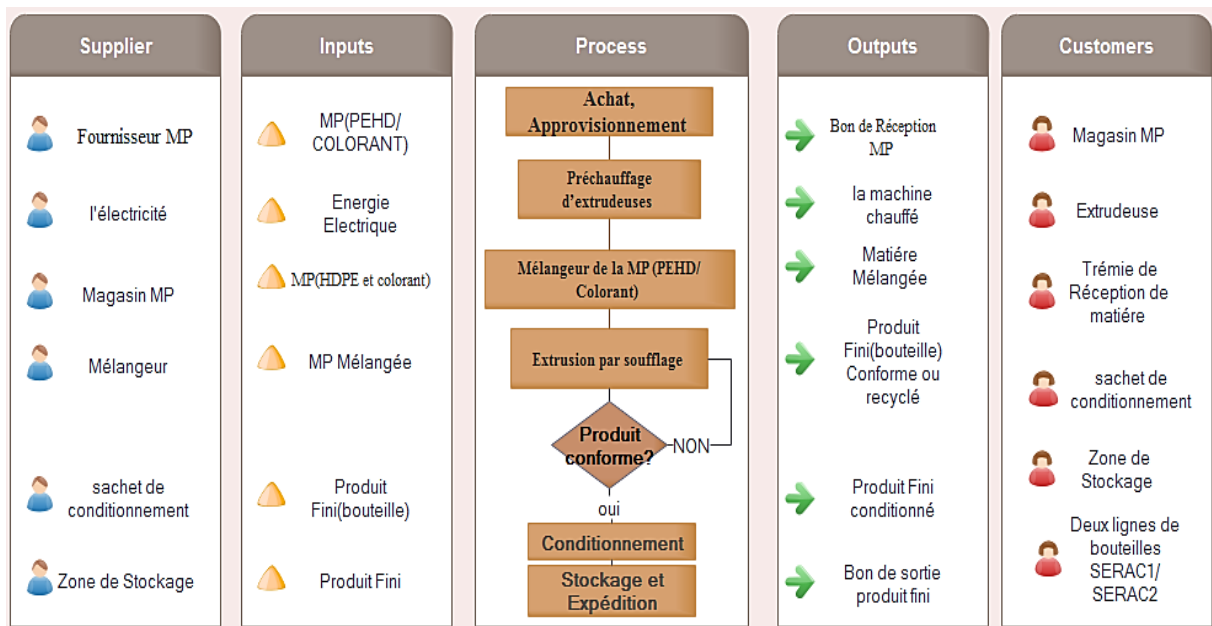


Figure 5: diagramme SIPOC de processus d'extrusion

II. La charte de projet

La charte du projet est un élément clef de la phase de construction de projet. La charte de notre projet est représentée sur le tableau 3.

CHARTRE DU PROJET	
Intitulé du projet : Améliorer la productivité de l'atelier en utilisant les outils de Lean Manufacturing	
Entreprise : Domaines agricoles CHERGUI	Service : Maintenance
Equipe de projet	
<u>Membre</u>	<u>Fonction</u>
S.LAJOUAD	Responsable Maintenance
H. EL GHARNAJI & K.AMRANI SOUHLI	Stagiaires
S. HAMDAN /M. TOUIL/.GHALEB	Agent Maintenance
<u>Contexte</u> : Lean Manufacturing	<u>Période</u> : du février au 31 mai
<u>Objectifs</u>	Identifier les sources de gaspillage
	Réduire les opérations NVA
	Réaliser un standard des opérations de production
<u>Périmètre du projet</u> :	L'atelier d'extrusion

Tableau 3 : Charte du projet

II. L’outil QOOQCP

QOOQCP est un outil de Management Qualité 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 QOOQCP est l’acronyme de : **Quoi ? Qui ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?**

L’outil lié à notre projet est représenté dans le tableau 4.

QOOQCP : cadrer le problème, Recherche et partager les enjeux	Hassania EL GHARNAJI Khaoula AMRANI SOUHLLI	Référence : QOOQCP 1 Etape de Définition Date : 14/03 /2017
Données d’entrée : Problématique générale	Application des outils Lean Manufacturing pour améliorer la productivité de l’atelier d’extrusion	
Qui ? Qui est concerné par le problème ?	Directs	Indirects (éventuels)
	Récepteurs : L’atelier Extrusion Emetteurs : Service Production	Récepteurs : L’usine CHERGUI
Quoi ? C’est quoi le problème ?	La demande de client de la ligne bouteille toujours n’est pas satisfaite à cause des Gaspillages présentées dans cet atelier en faisant la comparaison entre la demande et l’offre.	
Où ? Où apparaît le problème ?	Service Maintenance de l’atelier d’extrusion	
Quand ? Quand apparaît le problème	Lors de la livraison des produits Lors de la production des produits	
Comment ? Comment mesurer le problème ? Comment mesurer la solution ?	Mettre en place une démarche structuré (DMAIC) pour mesurer l’écart des éléments clés en termes de qualité, de coût, de sécurité, de délai.	
Pourquoi ? Pourquoi résoudre ce problème ? Quels enjeux quantifiés ?	<ul style="list-style-type: none"> • Pour améliorer le processus de production • Pour assurer le bon conditionnement de toutes les formes de bouteilles • Elimination des gaspillages 	
Données de sortie : Question explicite et pertinente à résoudre.	Quels sont les outils à mettre en œuvre pour atteindre les objectifs fixés par le département et supprimer toutes les sortes de gaspillages ?	

Tableau 4 : QOOQCP lié au projet

III. L’outil CTQ (Critical To Quality)

Le principe de Lean est basé explicitement sur l’écoute du client en identifiant ce qu’il fait de la valeur ajouté, ceci impose aux entreprises de cibler les attentes des clients pour y répondre le mieux possible.

Le tableau 5 permet de transformer les besoins client en exigences en termes de délai, coût et qualité, et de faire face aux caractéristiques attendues par des mesures convenables.

	Besoin Ce qui amène le client à utiliser le processus	Exigences Ce qui permet au client d'être satisfait	Caractéristiques Comment mesure-t-on que le client est satisfait ?	Spécifications Quelles sont les spécifications sur la mesure ?	
Client		Variété de la forme des bouteilles	Nbre des bouteilles par commande	Forme 900g 1600u/h	
				Forme 250g 3000 u/h	
				Forme 330g 5000u/h	
				Forme 170g 5000u/h	
	Bouteille conforme	Qualité des bouteilles	Propreté	Enquête de satisfaction	Vérification de Matière Première
			Surface	Inspection visuelle	-
			Bouteille non transparente	Standards qualité	Vérification de la MP : 99% PEHD 1% colorant
			La col bien coupé	Inspection visuelle	Surface courroie rigide
			Poids de la bouteille	Suivi de production	forme 900g 43g
					forme 250g 17g
forme 330g 18g					
forme 170g 13g					
Respecter le délai de livraison	Produire à l'heure			-	

Tableau 5: CTQ (Critical to Quality)

IV. Descriptif de l'Atelier d'extrusion

Avant d'entamer les études d'améliorations pour l'atelier d'extrusion on doit tout d'abord éclaircir le déroulement de production dans cet atelier

1. Principe d'extrusion par soufflage

Le procédé de production dans l'atelier d'extrusion par soufflage [1] est présenté sur la figure 6.

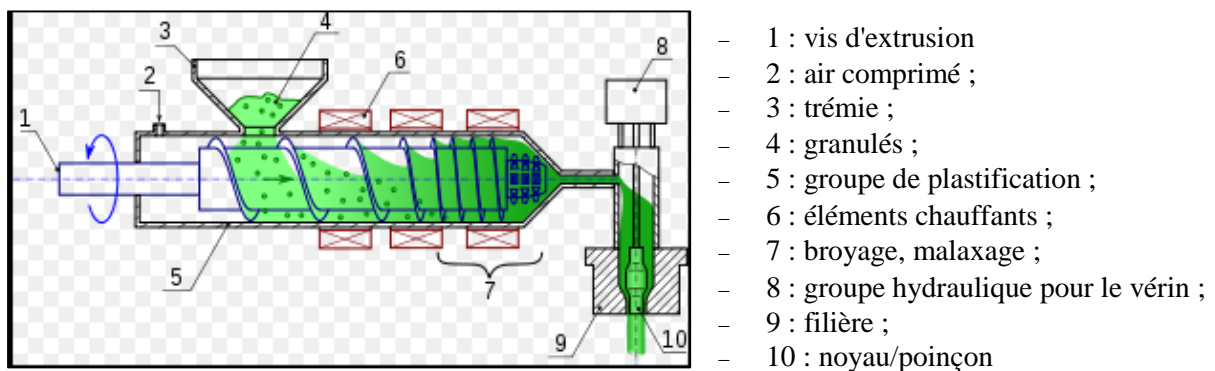


Figure 6: principe d'extrusion- soufflage

Ce procédé consiste à combiner le principe de l'extrusion avec celle de soufflage. La vis d'extrusion (1) tourne de telle façon à ce que la matière PEHD s'écoule passant par la zone chauffante (6) autour d'un noyau ce qui laisse une cavité central de l'air comprimé (2), ce qui maintient le tube ouvert. Le tube ainsi formé est appelé paraison.

La paraison est pincée dans un moule fait de deux demi-coquilles ayant la forme désirée. L'air sous pression vient plaquer le tube contre l'empreinte ; le polymère refroidit et la pièce se fige dans sa forme finale.

2. Matière et produit

Le processus d'extrusion par soufflage consiste à produire des formes creuses en plastique en utilisant comme matière première le PEHD et/ou le recyclage, et pour le colorant son utilisation est lié à la présence de PEHD, par exemple dans Leshan (A) on n'a pas le colorant car on n'a pas le PEHD aux entrants. Voici le tableau 6 qui explique l'écoulement de la matière.

	Meccanoplastica(D)	Leshan (A)	Leshan (C)
Les entrants	-PEHD	-Recyclage de PEHD	-PEHD
colorant	-Utiliser	-Non utiliser	-Utiliser
Recyclage (masselotte-cal)	-Auto-recycler	-Broyer. /stocker -Utiliser par Leshan (A)	-Broyer. /stocker -Utiliser par Leshan (A)
Recyclage (bout non conforme)	-Broyer. /stocker -Utiliser par Leshan (A)	-Broyer. /stocker -Utiliser par Leshan (A)	-Broyer. /stocker -Utiliser par Leshan (A)
Capteur de non-conformité	-Existe	-N'existe pas	-N'existe pas
Produit fini	170/330g	250g	900g

Tableau 6: Description de l'écoulement de matière pour les machines d'atelier d'extrusion

3. Machines

La zone étudiée porte des machines d'extrusion des bouteilles dans ces différentes tailles :

3.1. Meccanoplastica (D)

La machine Mecano de soufflage de corps creux d'extrusion noter (D) est d'origine italienne convient à produire des bouteilles de taille 330g ou de taille 170g selon le programme de production. Elle contient deux moules chacun contient Cinq empreintes de bouteille. Cette machine fonctionne avec un circuit hydraulique qui assure un certain niveau des paramètres d'extrusion (pression, température, temps de chauffage,...).

Le fonctionnement de la machine est représenté sur la figure 7.

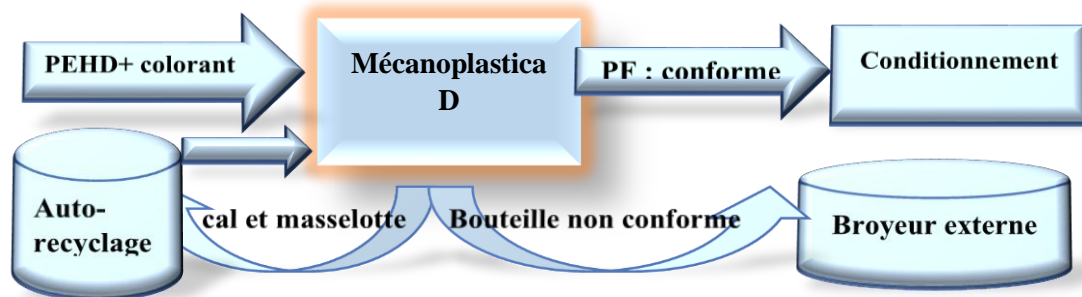


Figure 7 : le fonctionnement de Mecano

3.2. Leshan (A)

La machine Leshan (A) d'origine chinoise produit des bouteilles de 250g utilisant comme matière première du recyclage de produit non conforme des autres machines. Elle contient deux moules et chaque moules produit six bouteilles. Leshan ne dispose pas des capteurs qui ont la capacité à détecter les articles non conforme ce qui nécessite l'intervention de la main d'œuvre. Ainsi que le recyclage ne se traite pas à temps réel.

Le fonctionnement de cette machine est montré sur la figure 8.

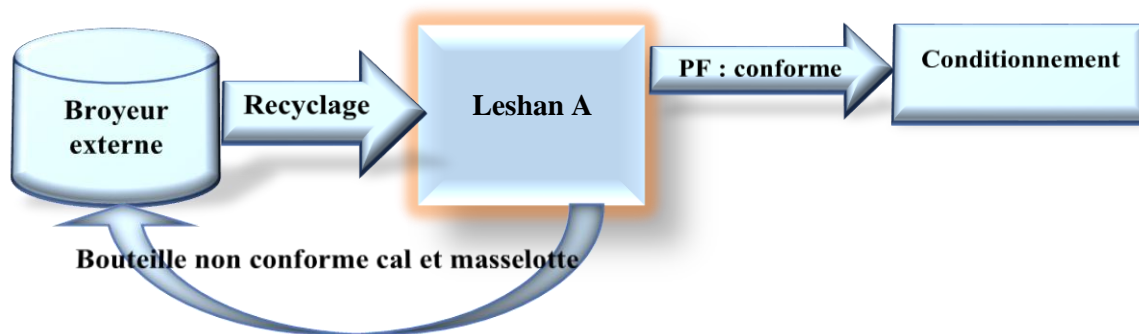


Figure 8: le fonctionnement de Leshan A

3.3. Leshan (C)

La machine chinoise (C) qui produit par extrusion des bouteilles de 900g, utilise comme matière première PEHD et le colorant. Cette machine n'utilise pas le recyclage. Elle contient deux aussi deux moules chacun produit quatre bouteilles. Son recyclage est utilisé par Leshan A.

4. Les équipes de travail

La production des bouteilles dans l'atelier d'extrusion consiste à diviser le temps de travail sur deux postes chacun contient 4 opérateurs et avec un chef d'équipe :

- Première équipe : commence à 6h 30 et fini à 14h.
- Deuxième équipe : commence à 14h et fini à 22h.

Le tableau 7 décrit le fonctionnement de l'atelier au niveau de l'intervention de la main d'œuvre à la différente phase de fonctionnement.








	Meccanoplastica (D)	Leshan (A)	Leshan (C)
Nbre d'opérateurs au démarrage			
Opération	<ul style="list-style-type: none"> – Alimentation en matière 	<ul style="list-style-type: none"> – Préchauffage – Broyer les bout non conforme – Alimentation en matière recyclé 	<ul style="list-style-type: none"> – Préchauffage – Alimentation en matière
Nbre d'opérateurs au fonctionnement			
Opération	<ul style="list-style-type: none"> – Contrôler le fonctionnement 	<ul style="list-style-type: none"> – Contrôler la conformité – conditionner 	<ul style="list-style-type: none"> – Contrôler la conformité – conditionner
Nbre d'opérateur au Pressage			
Opération	<ul style="list-style-type: none"> – pressage des sachets de conditionnement 		
Nbre d'opérateurs au Nettoyage			
Opération	<ul style="list-style-type: none"> – nettoyage permanente de l'atelier 		
Nbre d'opérateur au control général			
Opération	<ul style="list-style-type: none"> – contrôle général de l'atelier – suivi de production – les interventions correctives – guidage des opérateurs 		

Tableau 7 : les opérations des personnels aux différentes étapes de fonctionnement

La production des bouteilles avec deux machines (Leshan 900g et Mecano) présente la situation dominante de fonctionnement. Les bouteilles de 250g sont rarement demandées par le client.

5. Description de production

Pour qu'on puisse comprendre la méthodologie de travail dans l'atelier d'extrusion et faciliter la compréhension des tâches qui vont suivre, on décrit le fonctionnement de production. Le schéma descriptif de la figure 7 est conçu pour la machine Mecano qui produit les deux formes de bouteille (330g ou 170g), pour les autres machines, la seule différence existe au niveau de recyclage qu'est déjà expliqué dans le tableau 6.

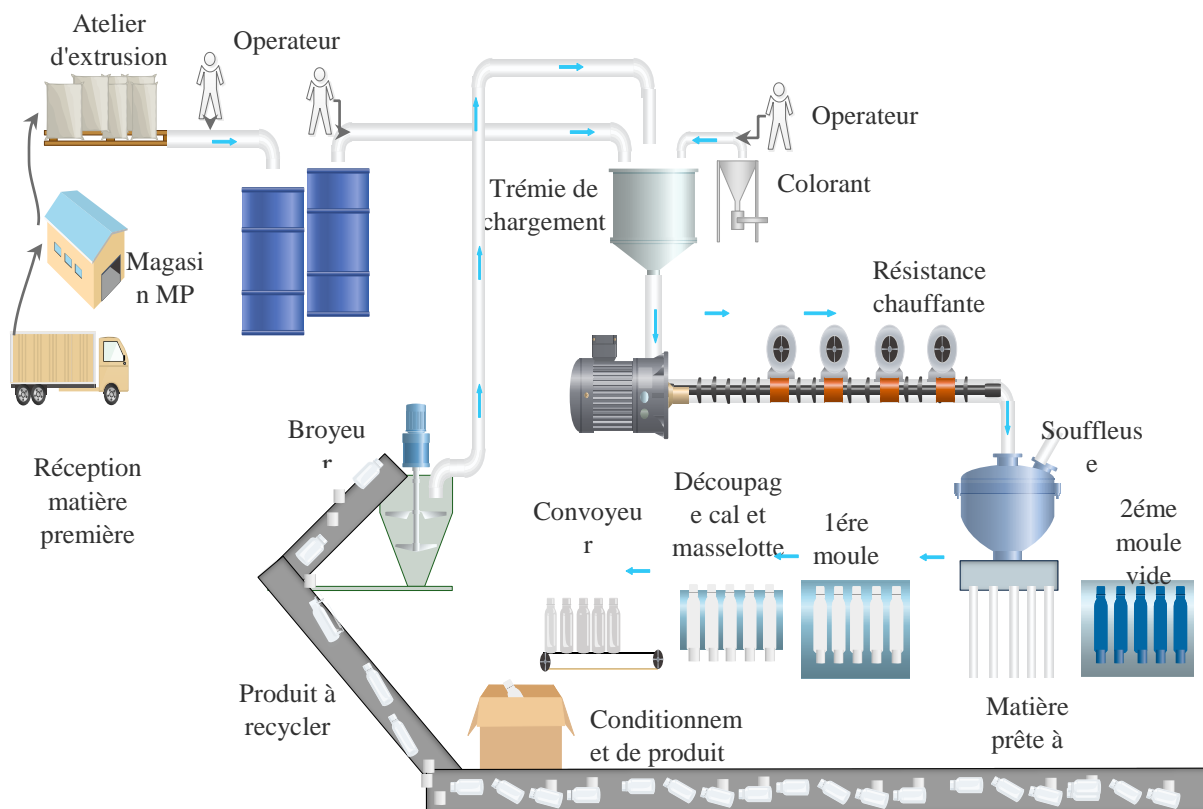


Figure 9: Schéma de fonctionnement de l'atelier en cas de machine Mecano (D)

Dans le Schéma de la figure 9, on explique en général les étapes de fonctionnement de l'atelier, commençant par la réception de la matière première et finissant par le conditionnement de produit fini. Le stockage reste une phase liée à la demande client et au stock de sécurité, tel que l'atelier peu à temps réel expédier ce qu'il produit si le stock est insuffisant.

V. Généralités sur la démarche Lean Manufacturing

1. Le contexte de Lean

Actuellement toute entreprise industrielle cherche à s'orienter vers le déploiement de Lean qui est une version occidentale du système de production Toyota (TPS) fondé par Taichi Ohno, qui vise l'amélioration de la performance en appuyant sur un certain nombre de points clés [5] :

- La suppression de toute sorte de gaspillages ;
- Une production en flux tendus ;
- La réduction des cycles de développement des produits ;
- Une attitude prospective vis-à-vis de ses clients.

L'élimination des gaspillages (Muda en japonais) dans les processus permet la souplesse de Production en utilisant un minimum de ressources afin de satisfaire le client (fournir ce qu'il

veut, quand il veut...).

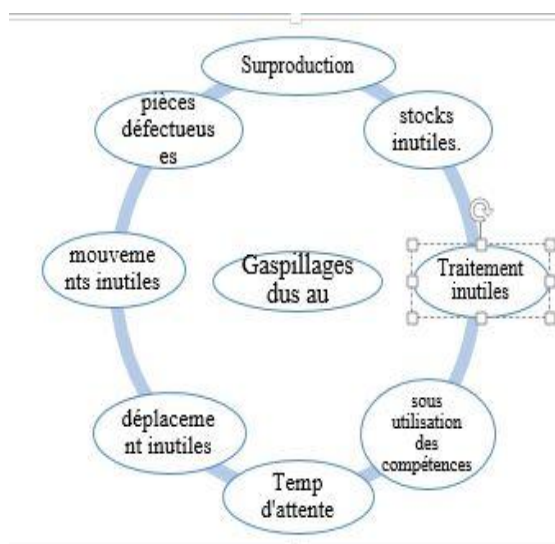
Taïchi Ohno père fondateur du système de production Toyota a défini 3 familles de gaspillage

- Muda (tâche sans valeur ajoutée, mais acceptée)
- Muri (tâche excessive, très difficile, impossible)
- Mura (irrégularités, fluctuations)

La pensée Lean suggère que pour créer effectivement de la valeur il est indispensable d'identifier les gaspillages et de les éliminer ou de les réduire, afin d'optimiser le processus de l'entreprise.

2. Les 8 gaspillages

Un gaspillage peut se définir comme une action non créatrice de la valeur ajoutée aux yeux de client, mais tout le monde accepte et applique cette activité sans la remettre en question.



Taïchi Ohno a défini sept types de gaspillages en 1988, un huitième gaspillage a été ajouté en 2004 par Liker qui repose sur la créativité inexploitée. Les différents types de gaspillage sont montrés sur la figure 2.1.6.

- **la surproduction** : produire plus que le besoin du client, produire avant la commande, réaliser une tâche qui ne répond à aucune demande client
- **Temps d'attente** : Produits ou personnes

Figure 10: Les différents types de gaspillage

Qui doivent attendre entre 2 tâches ou étapes, Opérateur inactif pendant que la machine fonctionne ou pendant une interruption, Cadence machine ralentie, Temps de changement de série trop long, Etapes mal synchronisées

- **stocks inutiles** : tout ce qui est indispensable pour réaliser la tâche au bon moment, causé par la surproduction, ainsi qu'une mauvaise planification, Causé par des temps d'attente non maîtrisés ;
- **Les Erreurs, les Défauts et les Rebut** : Défauts qui nécessitent une retouche, un contrôle supplémentaire, une mise au rebut, une insatisfaction du client, Retour client, Perte de temps, d'argent et risque de ne pas pouvoir fournir le client, Perte de crédibilité.

- **Les Traitements Inutiles ou Surprocessing** : Tâches, étapes réalisées pour rien, Processus trop complexe par rapport au prix de vente, Trop de qualité, trop de matières, trop d'information, Manque d'instructions ou de spécifications claires et standardisées.
- **Les Déplacements Inutiles** : Déplacement de matériaux, de pièces, de produits, de documents ou d'informations qui n'apporte pas de valeur pour le client, Consommateur de ressources et de temps.
- **Les Mouvements Inutiles** : Déplacement de personnes physiques, inutile et qui n'apporte pas de valeur au client, Causé par une mauvaise ergonomie du poste de travail, Mauvais rangement, désordre, désorganisation, Matériel ou informations mal répertoriés.
- **La sous-utilisation des compétences** : Un manque de formation, un management rigide et autoritaire, peu de motivation, de reconnaissance et d'implication entraînent une sous-utilisation des compétences des employés. Ce qui nuit gravement à la créativité et à l'esprit d'équipe.

3. Bénéfices du L.M.

Les processus du L ; M. impliquent des vrais changements positifs et productifs dans l'entreprise. Ces changements auront un impact mesurable sur les résultats financiers. L'application du L.M permet une amélioration sur les plans suivants :

Par rapport aux opérations : Augmentation de la productivité ; Réduction des délais de livraison, stocks et surfaces utilisées et Réduction des coûts associés à la qualité.

Par rapport aux équipes : Communication efficace et coordonnée ; Développement des capacités personnelles (autonomie et compétence, motivation) et Minimisation du risque ...

Envers les clients : Meilleure réactivité dans la réponse aux attentes ; Meilleure Flexibilité ; et l'Accentuation de la confiance

Conclusion

Nous avons exposé dans ce chapitre, la première phase de la méthode DMAIC, en faisant intervenir les outils nécessaires qui permettent de cerner le projet, ensuite nous avons décrit l'atelier concerné par notre étude. Enfin nous avons terminé par une définition générale de la démarche Lean.

PARTIE 2 :L'APPLICATION DE LA DEMARCHE
DMAIC

Chapitre 2 : PHASE MESURER

Ce chapitre consiste à mesurer tous les paramètres de production en utilisant plusieurs méthodes de Lean Manufacturing

Introduction

La phase mesurer consiste à collecter les données, et à mesurer tous les indicateurs qui peuvent influencer le rendement de l'atelier. L'objectif est de réduire les pertes qui existent sous plusieurs formes :

- Les pertes en matière : PEHD et colorant ;
- Les pertes en temps : le temps de non-valeur ajouté, temps des mouvements inutiles...

Pour améliorer le rendement de l'atelier et diminuer ces pertes, il faut prendre toutes les mesures qui nous permettent de réaliser une bonne analyse de l'existant, et qui nous ramènent par la suite à choisir l'outil convenable à la situation mesurée.

Pour cela nous avons décidé de diviser cette phase en deux sous phases principales :

- 1) Analyse de l'existant en termes de matière
- 2) Analyse de l'existant en termes du temps

I. Analyse de l'existant en termes de matière

1. Suivre de l'écoulement de matière

1.1. Input, output

1.1.1 Etude de la demande

La production est effectuée généralement sur commande, mais dans les moments où l'atelier prévoit qu'il ne va pas atteindre la demande exigée, il ne cesse pas de travailler et continue à produire un stock des bouteilles pour compenser le manque. [2]

Nous avons suivi dans le mois de février le programme de production exigé par le client et la quantité réalisée par l'atelier, et nous avons quantifié la différence entre les deux situations.

Les résultats obtenus sont rassemblés dans le tableau 8.

	Famille	900 g ESL	900 g DAYA	170 g DAYA	330 g DAYA	JFL 250 g
Mois février	Quantité fabriquée	257716	26444	694504	418362	166170
	Quantité demandée	422600	27000	817000	462000	204000
	Différence	164884	556	122496	43638	37830
	% Qté réalisée/Qté demandée	60%	79%	85%	90%	81%

Tableau 8: Comparaison entre la quantité fabriquée et la quantité demandée

Une visualisation graphique de cette différence pour l'ensemble de famille de produits est représentée sur la figure 11.

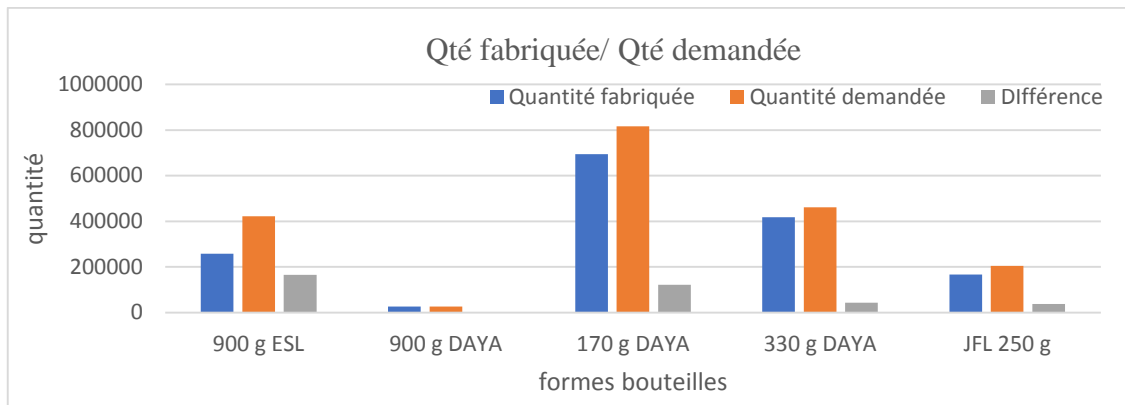


Figure 11: Graphe de différence entre la quantité Réalisée et la quantité Demandée

L'analyse de données obtenues nous a permis de postuler une première remarque générale ; pour toutes les familles des produits, la quantité demandée est supérieure à la quantité fabriquée. Cependant la demande de produit de la famille 250 g reste faible comparée à celles d'autres familles. Par conséquent la machine Leshan A sera écartée de notre étude.

1.1.2. Méthode de travail

Dans cette partie nous avons effectué une série de mesure pendant deux semaines sur l'input des machines (le PEHD et le colorant), et sur les outputs (produit fini, perte, recyclage)

Le suivi de la matière a été réalisé cas par cas en suivant la méthode suivante:

- **Cas n°1 Machine Meccanoplastica :**

- Quantifier la matière première (PEHD et colorant)
- Séparer les différentes formes des bouteilles non conformes :
 - Bouteille avec la masselotte
 - Bouteille avec la cal
 - Bouteille avec la masselotte et la cal
 - Bouteille sans masselotte et sans cal
- Suivre le poids des bouteilles, des cales et des masselottes à chaque heure et calculer la moyenne à la fin de la production
- Quantifier le recyclage non utilisé par la machine, en faisant peser les poids de toutes les formes non conformes et les convertir en bouteille en utilisant les relations suivantes :

$$= \frac{\text{nbre de bout avec la masselotte} \times \text{masse des bouteilles avec la masselotte en kg}}{\text{poid moyenne de bouteille en kg} + \text{poids moyenne de masselotte en kg}} \quad (1)$$

- **nbre de bout avec la cal**

$$\frac{\text{masse des bouteilles avec la cal en kg}}{\text{poid moyenne de bouteille en kg} + \text{poids moyenne de la cal en kg}} \quad (2)$$

- **nbre de bout avec la masselotte et la cal**

$$= \frac{\text{masse des bouteilles avec la masselotte et la cal en kg}}{\text{poid moyenne de (bouteille en kg} + \text{masselotte en kg} + \text{la cal en kg)}} \quad (3)$$

- **nbre de bout sans masselotte et sans cal**

$$= \frac{\text{masse des bouteilles en kg}}{\text{poid moyenne de bouteille en kg}} \quad (4)$$

Le recyclage utilisé est la somme des quatre formules précédentes :

le Recyclage non utilisé par la machine à temps réel = (1) + (2) + (3) + (4)

- Quantifier le recyclage utilisé à temps réel en utilisant les relations suivantes :

- **(cal et masselottes des bouteilles conforme)en kg**

$$= (\text{nbre bouteille produite} - \text{nbre bouteille non conforme}) * (\text{poid moyenne de la cal en kg} + \text{poids moyenne de la mass en kg}) \quad (5)$$

- **(cals et masselottes des bouteilles non conforme)en kg**

$$= (\text{nbre de bouteille non conforme sans masselotte et sans cal}) * (\text{poids moyenne de la cal en kg} + \text{poid moyenne la mass en kg}) \quad (6)$$

- **(cal des bouteilles non conforme)en kg**

$$= (\text{nbre bouteille non conforme avec la masselottes}) * (\text{poid moyenne de la cal en kg}) \quad (7)$$

- **(masselottes des bouteilles non conforme)en kg**

$$= (\text{nbre bouteille non conforme avec la cal}) * (\text{poid moyenne de la mass en kg}) \quad (8)$$

Le recyclage utilisé est la somme des quatre formules précédentes :

le Recyclage utilisé par la machine à temps réel = (5) + (6) + (7) + (8)

- Peser les chutes à la fin de la production

- Elaborer le rendement machine :

$$\text{Rendement}\% = \frac{(\text{bouteilles conformes en kg})}{(\text{PEHD en kg} + \text{colorant en kg} + \text{recyclage utilisé en kg})}$$

(Le recyclage non utiliser va être stocké pour produire les bouteilles de 250g)

- Etablir le pourcentage de recyclage par rapport à l'entrée en matière première :

$$\% \text{ de recyclage} = \frac{\text{matiere recycler en kg}}{\text{PEHD en kg} + \text{colorant en kg}}$$

- Conclure par une comparaison entre la consommation théorique et réelle

Le cas théorique ou idéal se traduit par les calculs en poids normalisé suivants :

Les bouteilles de 330g : 18g, les bouteilles de 170g : 13g, les bouteilles de 900g : 43g

- **Cas n°2 : La Machine Leshan C**

On adopte la même démarche pour la machine Leshan 'C'. Mais il y a une différence au niveau de recyclage tel que, la production de la forme 900g nécessite que la matière première PEHD et le colorant et non pas le recyclage.

Donc le rendement machine se calcule à l'aide de la formule suivante :

$$\text{Rendement}\% = \frac{(\text{bouteilles conformes en kg})}{(\text{PEHD en kg} + \text{colorant en kg})}$$

Le pourcentage de matière recyclée est calculé par la relation suivante :

$$\% \text{ de recyclage} = \frac{\text{matiere recycler en kg}}{\text{PEHD} + \text{colorant en kg}}$$

1.1.3 Les mesures trouvées

- **Cas n°1 : Machine Meccanoplastica**

- **Le rendement matière :**

La production des bouteilles (Output) se fait par le traitement de la matière première PEHD et colorant (Input), la figure 12 montre la comparaison entre les Input et Output de la machine Mecano pour les deux formes de bouteilles 170g et 330g.

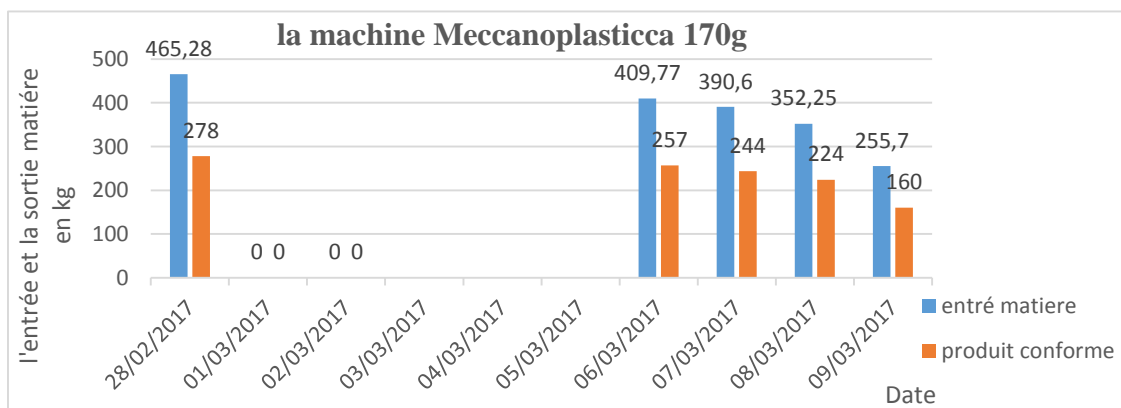


Figure 12 : Histogramme comparative entre la quantité de matière entrée et la quantité des produits finis pour la famille 170g

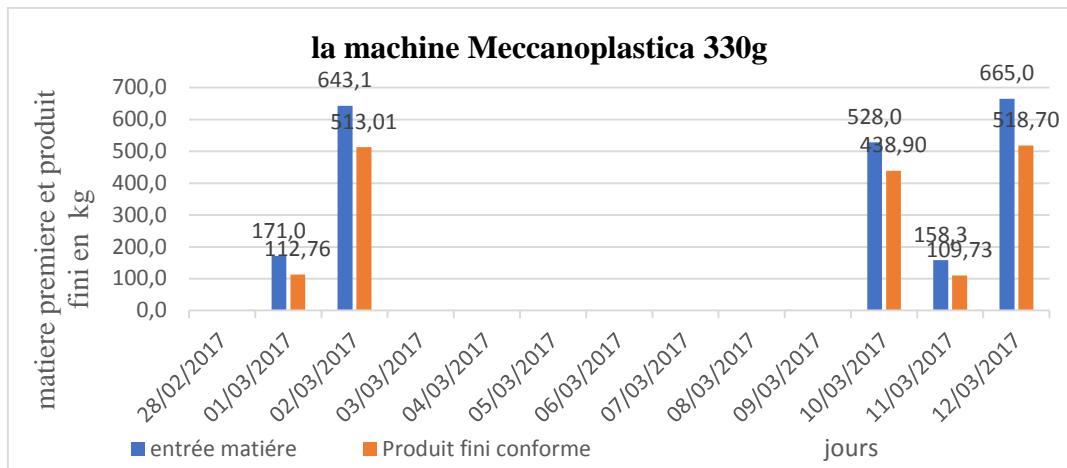


Figure 13: Histogramme comparative entre la quantité de matière entrée Et la quantité des produits finis pour la famille 330g

Une mesure de rendement matière pour la machine Mecano a été effectuée dans le cas des deux familles de bouteilles, 170g et 330g. Les résultats obtenus sont rassemblés dans l'annexe 1.1.2. Les histogrammes associés qui représentent la différence entre la quantité de matière entrée et celle des produits finis pour les familles 170g et 330g sont présentés respectivement sur la figure 12 et la figure 13.

L'analyse des données montre que le % de produit fini par rapport à la matière première est plus élevé pour la famille 330g comparé à celui de la famille 170g.

Cette différence est appliquée par le faite que cette machine a été conçu avec le moule de 330g et par conséquent tous ces paramètres sont été fixés à l'origine avec ce moule

– **L'influence de %de recyclage sur le rendement de la machine**

Le graphe associe au rendement matière et le % de recyclage pour la famille 170g de la machine Mecano sont représenté respectivement sur la figure 14 et la figure 15. Le calcul de % de recyclage est représenté dans l'annexe 1.2.1.

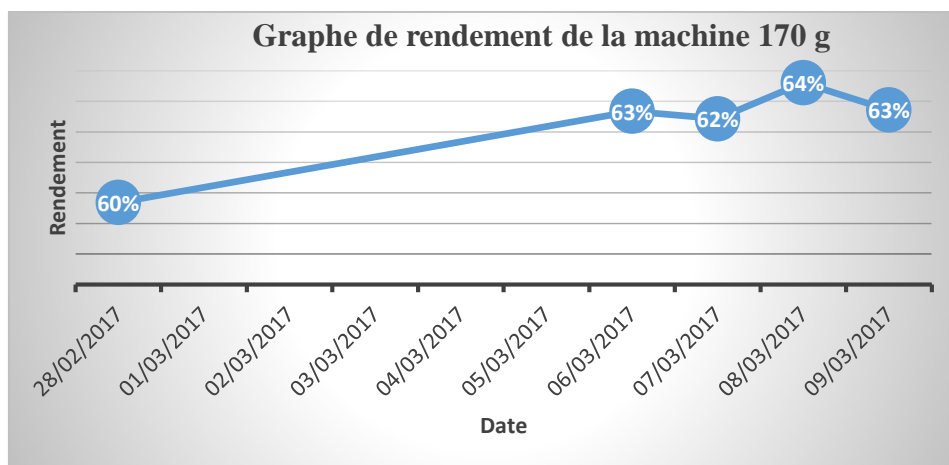


Figure 14 : graphe de rendement de la machine Meccano170g

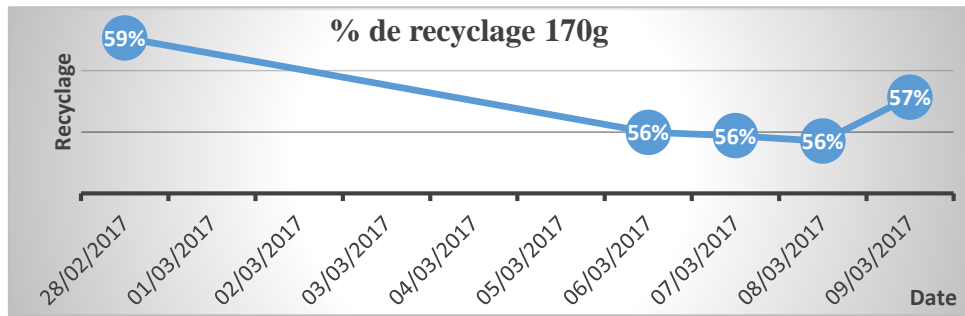


Figure 15 : graphe du % de recyclage de la machine Mecano en produit 170g

Le rendement de la machine Mecano pour la famille 170g bascule entre le 60% et le 64%, et on constate qu'il varie en fonction de recyclage. Ceux-ci peuvent être expliqués par l'expression de la relation du rendement. En effet le recyclage se trouve en dénominateur de la relation, et son augmentation va donc diminuer le rendement.

Par exemple pour le jour 28/02/2017, la valeur la plus basse du rendement 60% va être expliquée par la valeur la plus haut du recyclage 59%.

Les figures 16 et 17 représentent le graphe du rendement matière et le % de recyclage pour la famille 330g de la machine Mecano. L'annexe 1.2.1 présente le calcul de recyclage pour la famille 330g

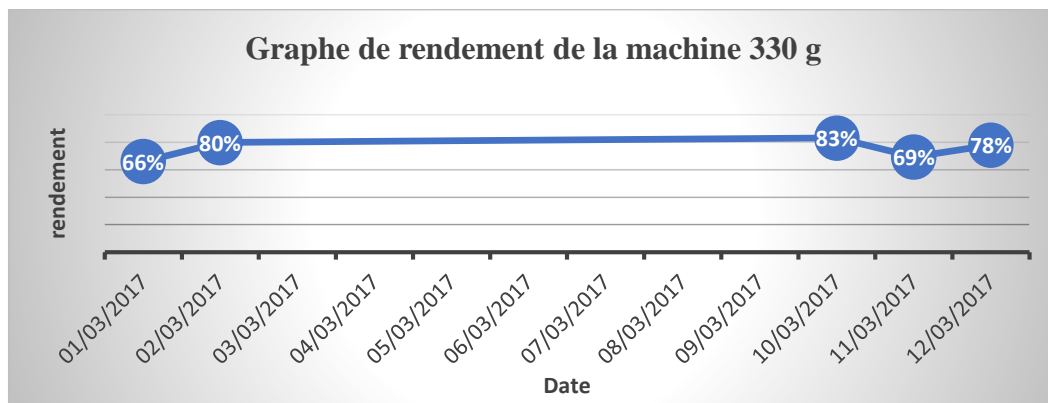


Figure 16 : graphe du rendement de la machine Mecano pour le produit 330g

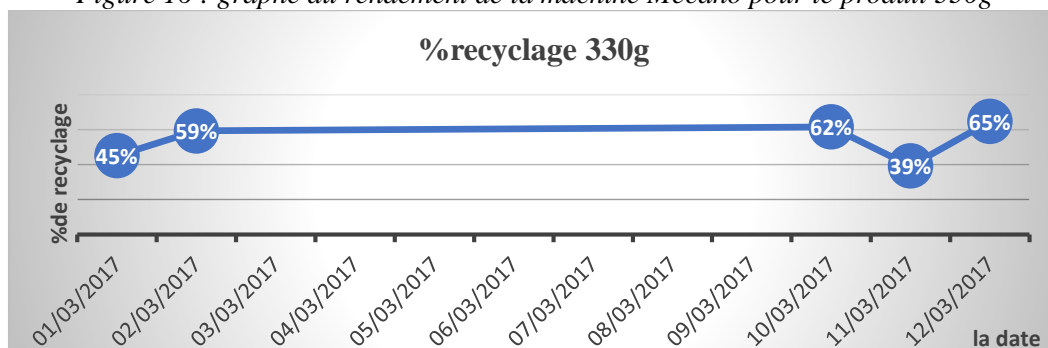


Figure 17 : graphe de recyclage de la machine Mecano pour le produit 330 g

On remarque que, le recyclage et le rendement de la famille 330g varie en même sens, cela veut dire que d'autre facteur intervient pour compenser l'augmentation de recyclage.

Dans ce cas le facteur intervenant est le nombre de produit fini qui sort de la machine et qui existe dans le numérateur de la relation du rendement, donc l'augmentation du rendement en 02/03/2017 traduit par l'augmentation du nombre des bouteilles conformes même si le recyclage est important.

– **La comparaison entre le cas réel et le cas théorique**

La consommation correspond à la quantité de matière utilisée pour réaliser une production donnée. Elle englobe :

La **consommation théorique** de matière, qui représente la quantité strictement nécessaire à utiliser pour réaliser une production en fonction des besoins précisés par le programme de production

La **consommation réelle** représente la quantité nécessaire à utiliser pour réaliser la même production en tenant en compte toutes les sortes de pertes

Le gaspillage correspond à la quantité de matière qui a été sortie pour la réalisation d'une production, qui n'a pas alimenté le processus de réalisation et qui n'a pas été réintégrée à la fin de production, il englobe :

- la **non-qualité** correspond à la quantité de matière qui a été mise en œuvre pour réaliser les produits non conforme
- le **surdimensionnement** correspond à la différence entre le poids net réel d'un produit et le poids net théorique de ce même produit
- les **chutes** correspondent à la quantité de matière qu'il est nécessaire de mettre en œuvre pour réaliser un produit, mais ne se retrouve pas dans le produit lui-même. Elles sont dues au processus de transformation mise en œuvre et à la conception de la pièce

La Consommation :

La production est fixée suivant l'objectif exigé par le client, ce qui nous ramène à quantifier la MP nécessaire pour réaliser la commande. Donc nous avons pris le même nombre de bouteille produite en cas réel pour connaître la quantité de matière première théorique, et la comparer avec celle réellement utilisé. [2]

Une comparaison entre les deux consommations exprimées pendant quatre jours de production de la machine Mecno en 170g est donnée dans la figure 18, le tableau de calcul associé est dans l'annexe 1.3.1

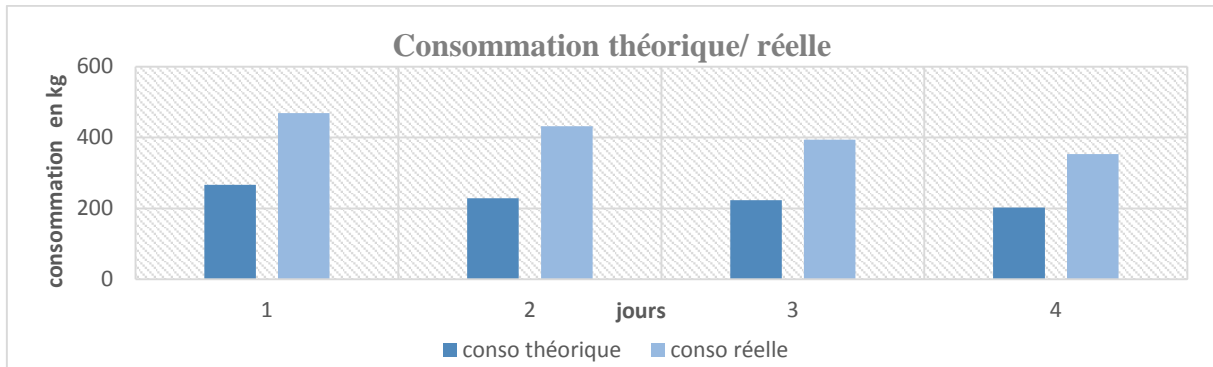


Figure 18: Histogramme comparative entre la consommation réelle et la consommation théorique

On constate que la différence entre les deux cas est extrêmement importante, et que la portion de PEHD utilisée dans le cas théorique représente 66% de la matière première utilisée réellement. Ce décalage est expliqué par le fait que le poids réel est supérieur au poids théorique.

La Production :

Si on fixe la quantité de matière première qu'elle doit être utilisée réellement, on doit savoir la quantité théorique de production. La figure 19 montre une comparaison entre la production théorique et la production réelle pour la même quantité de la matière première.

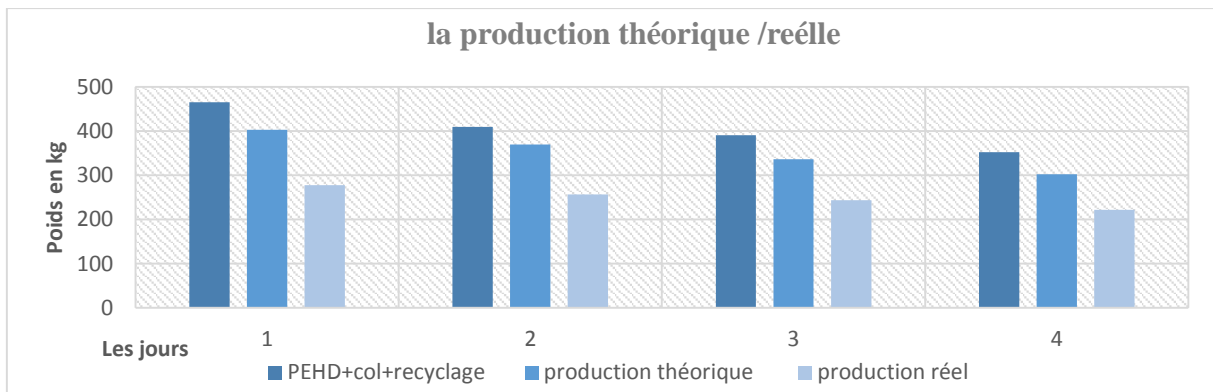


Figure 19: Histogramme de comparative entre la production réelle et la production théorique

On constate qu'il existe un écart extrême entre la production théorique et la production réelle. Cet écart est quantifié par le rapport entre les deux cas. Ce rapport trouvé varie entre 61% et 63%.

- **Cas n°2 la machine Leshan C**

- **Le rendement matière :**

Le graphe associé au rendement matière pour la famille 900g de la machine Leshan C'est représenté dans la figure 20. Le tableau de calcul de rendement est dans l'annexe 1.1.1.

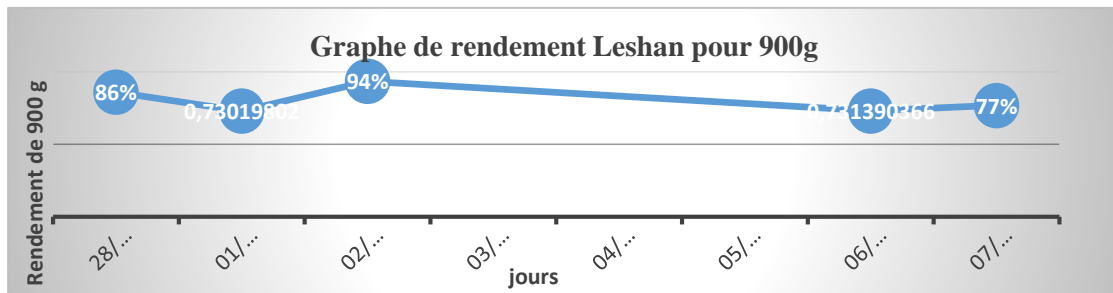


Figure 20 : graphe de rendement de la machine Leshan C pour la famille 900g

Durant deux semaines de suivi, nous avons remarqué que le rendement est plus au moins élevé. Dont la valeur la plus grande est 94%, qui se traduit par le non utilisation de recyclage.

– **Le % de recyclage par rapport à la matière première:**

La figure 21 présente le pourcentage de recyclage par rapport à la matière première pour la famille 900g de la machine Leshan C.

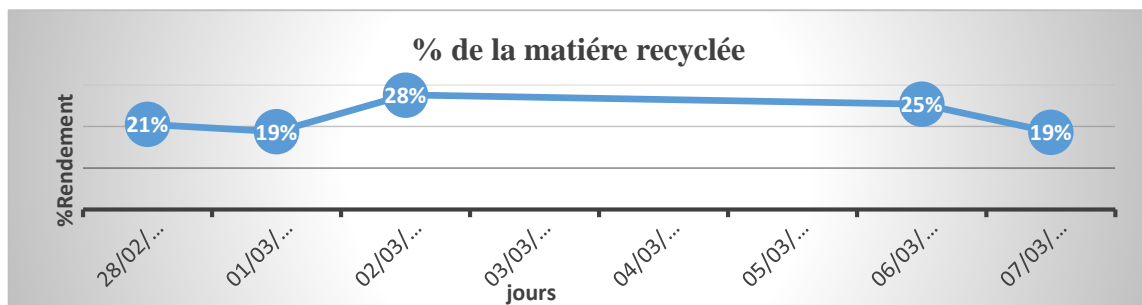


Figure 21 : le % de la matière recyclée par rapport à la matière entrée

Nous avons constaté que le % de matière recyclée par rapport à la matière entrée se situe dans une fourchette de 19 à 28. Qui présente un quart de la matière entrée, cela montre que la situation est préoccupante car son utilisation dépend du fonctionnement de machine A de forme 250g

– **La comparaison entre le cas théorique est le cas réel :**

La Consommation : Une comparaison entre les deux consommation exprimées pendant quatre jours de production de la machine Leshan C en 900g est donnée dans la figure 22, le tableau de calcul associé est dans l'annexe 1.3.1.

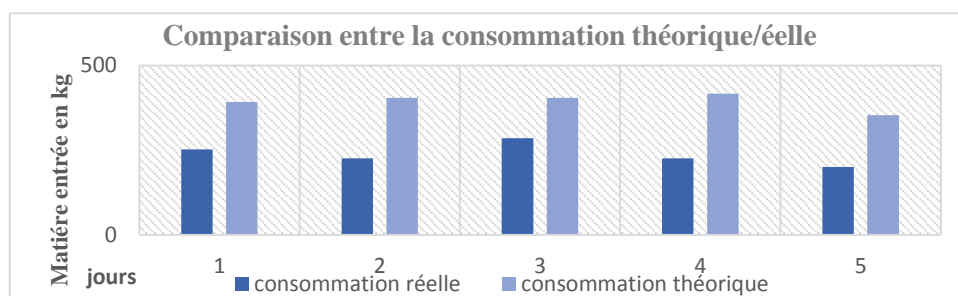


Figure 22 : la comparaison entre la consommation théorique et la consommation réelle

Nous avons constaté que la machine doit consommer une matière inférieure à la matière consommée réellement, parce que la consommation réelle est calculée à partir du poids moyen prise par contre la situation théorique est calculée à partir de la norme qui exige un poids de 43g pour la forme de 900g.

La production :

La figure 23 présente la comparaison entre la production théorique et la production réelle. Le tableau associé est dans l'annexe 1.3.2.

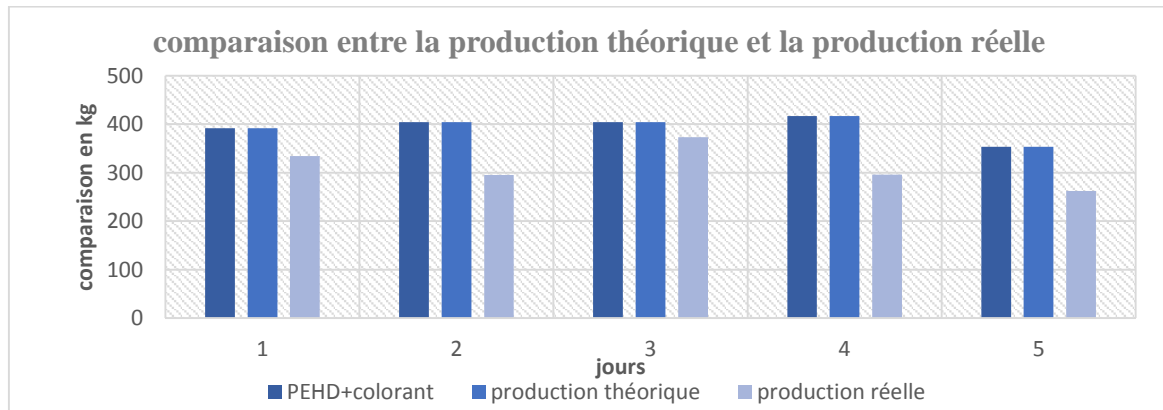


Figure 23 : la comparaison entre la production théorique et la production réelle

La production théorique que nous avons obtenue en fixant la quantité réelle de la matière entrée montre que le nombre de bouteille conforme qu'on doit produire est supérieur au nombre de bouteille réalisé réellement.

2. Mesure de l'Effcience

2.1 Définition de l'effcience

La capacité d'atteindre un objectif de performance permet de statuer sur **l'efficacité du processus**. La capacité à atteindre un objectif en minimisant « l'énergie » (les ressources nécessaires) est de **l'effcience**. Il indique à quel point une organisation utilise bien ses ressources pour produire des biens et des services.

L'effcience c'est l'efficacité au moindre coût. Donc il est évident que l'entreprise doit fonctionner de manière effcience. Cet outil se calcul par le rapport entre les résultats obtenus (extrants) et les ressources utilisées (intrants) :

$$\text{effcience} = \frac{\text{quantité produite en unité}}{\text{quantité commandé en unité} * \frac{\text{nbre d'opérateur réel}}{\text{nbre d'opérateur exigé}}}$$

L'efficacité est un concept relatif. Elle se mesure en comparant la productivité obtenue à ce que l'on vise comme norme, objectif ou critère, afin de déterminer dans quelle mesure ils ont pu provoquer des changements dans l'efficacité.

2.2 Mesure des intrants/extrants

L'efficacité est donc un concept axé sur les ressources (intrants), les biens et services (extrants) et le rythme auquel on utilise les intrants pour produire ou offrir les extrants (productivité). Pour comprendre ce concept, il faut comprendre les expressions intrants, extrants.

- Les intrants sont des ressources (p. ex., ressources humaines et financières, équipement, matériel, installations, information, énergie et terrains) utilisées pour produire des extrants.
- Les extrants sont des biens et des services produits pour répondre aux besoins d'une « clientèle ».

Pour calculer l'efficacité de l'état actuel de la zone d'extrusion, on a assemblé les résultats de production d'une semaine. Le tableau 9 présente les données en calcul d'efficacité pour les deux équipes de production.

Date	Format Bouteille	Qté Commandé	Qté Produite		Qté livré		Nbre d'opérateur exigé	Nbre d'opérateur Réel	Ecart	Qté Livré/Qté commandé	efficacité
			Conforme	non conforme	Retours non conformes	PF livré conforme					
21/03/2017	170g	145000	0	0	615	140573	4	4	4427	97%	0%
22/03/2017	900g	35000	13690	95	286	35872	4	2,5	-872	102%	63%
	330 g	75000	57006	315	583	74132	4	3	868	99%	101%
25/03/2017	900g	52700	26008	200	400	52751	4	3,5	-51	100%	56%
26/03/2017	330g	60000	0	0	322	62634	4	3,5	-2634	104%	0%
27/03/2017	170 g	143000	57905	500	2071	140020	4	3,5	2980	98%	46%
	900 g	31200	20764	113	375	30677			523	98%	76%
28/03/2017	250 g	60000	0	0	300	62400	4	4	-2400	104%	0%
29/03/2017	900g	32500	6108	250	159	32898	4	5	-398	101%	15%
	170g	105000	18335	373	359	103209			1791	98%	14%
30/03/2017	900g	33600	30792	100	1183	32965	4	4	635	98%	92%
04/04/2017	170g	139000	84240	300	1418	139000	4	4	0	100%	61%

Tableau 9: l'Efficacité de production dans l'atelier d'extrusion

Les valeurs obtenues montrent que La moyenne de l'efficacité globale de l'atelier de l'extrusion est de 44%, notre objectif a été fixé à 70%.

Conclusion

Cette première partie permet de nous dire que :

- Le poids est un facteur incontournable dans les calculs des pertes de matières. Ce qui nous ramène à décider qu'il faut tout d'abord mettre l'accent sur la méthodologie suivi pour le contrôle des poids de bouteille. En effet, la méthode de contrôle horaire est insuffisante, et les poids exigés par la norme ne sont pas bien respectés. Donc il faut trouver un compromis entre l'optimisation de poids pour diminuer les pertes en matière sous forme des grammes supplémentaire en bouteille et entre l'augmentation de la disponibilité des machines.
- L'efficience de l'atelier est un élément qui donne une idée sur les machines qui nécessitent une amélioration, nous essayons par la suite de diagnostiquer ces machines pour déterminer les types de problèmes qui influencent sur rendement globale de l'atelier.

II. Analyse de l'existant en termes du temps

1. Etude VSM (Value Stream Mapping)

1.1. Définition de VSM

La VSM est une méthode qui permet la bonne vue d'ensemble par une cartographie visuelle de flux de matière et de l'information allant de la matière première jusqu'au produit fini. [6][10]

Le principe de base de la VSM est de suivre un produit tout au long de processus et de le documenter, en récupérant des informations faibles tel que : Les tâches exécutées, La nature et la quantité d'information, Les temps de cycles, le temps de changement de série, le Lead Time, les temps d'attentes, Les tailles de lot, les stocks et les encours.

L'Objectif de VSM : Diminuer le Lead Time, Améliorer le Ratio valeur ajouter /Lead time. Le tableau 10 présente les principaux symboles utilisés pour la réalisation de VSM.









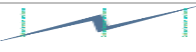

Symbole	Définition	Symbole	Définition
	Client /fournisseurs		Processus/activité
	Point d'inventaire		Dépôt de stockage
	Produit fini acheminer au client		Flèche de flux poussé
	Des opérateurs		Approche Kaizen
	Information électronique		Information manuelle

Tableau 10 : les principaux symboles utilisés.

1.1.1 Notre Etude

Dans notre étude l'élaboration de la cartographie à concerner les deux machine les plus utilisées en atelier d'extrusion qui sont Leshan 900g et Meccanoplastica 330g. Nous avons calculé les principaux paramètres concernant les deux machines. Ces sont rassemblés dans le tableau 11.

Caractéristique		Leshan de 900g	Mecano de 330g
Demande client	La demande client par une journée	35000 unité/j	75000 unité/j
Cadence théorique	La production théorique en une heure	1600 unité/h	5000 unité/h
Cadence Réelle	La production réelle en une heure	952unité/h	3681 unité/h
Fournisseurs	Magasin de la matière première	<ul style="list-style-type: none"> - Le PEHD - Le colorant, les sachets 	
Temps de cycle théorique	Le temps théorique pour produire une seul unité	0,0375 unité/min	0,012 unité/min
Temps de cycle réel	Le temps réel pour produire une seul unité	0,063 min/unité	0,0163 min/unité
Tact time	Le temps nécessaire pour produire ce que le client a besoin $Tact\ time = \frac{\text{le temps de travail disponible en min}}{\text{demande client en unité}}$ $\text{temps disponible} = (\text{temps de production}) - (\text{les arrêts programmées})$	$Tact\ time = \frac{880}{35000}$ Tact time =0,025min/p	$Tact\ time = \frac{930}{75000}$ Tact time =0,0124min/p
Lead time	Temps réel de la réalisation de la commande $Lead\ time = \Sigma(\text{temps de NVA} + \text{temps de VA})$	Lead time =8h, 54min	Lead time =2h, 7min
Production réalisée	La production réalisée par l'atelier	13968 unité/j	57055 unité/j
Stock disponible	Stock livré au client	19860 unités	17945unités

Tableau 11: Les paramètres calculés en VSM

$$Ratio\ de\ production\ en\ \% = \frac{TVA}{TVA + TNVA}$$

Nous signalons que le suivie des flux a été effectué en cas d'une production sur stock parce que c'est la situation la plus dominante.

Les figures 24 et 25 présentent respectivement les cartographies de flux pour la machine Mecano 330g et la machine Leshan 900g.

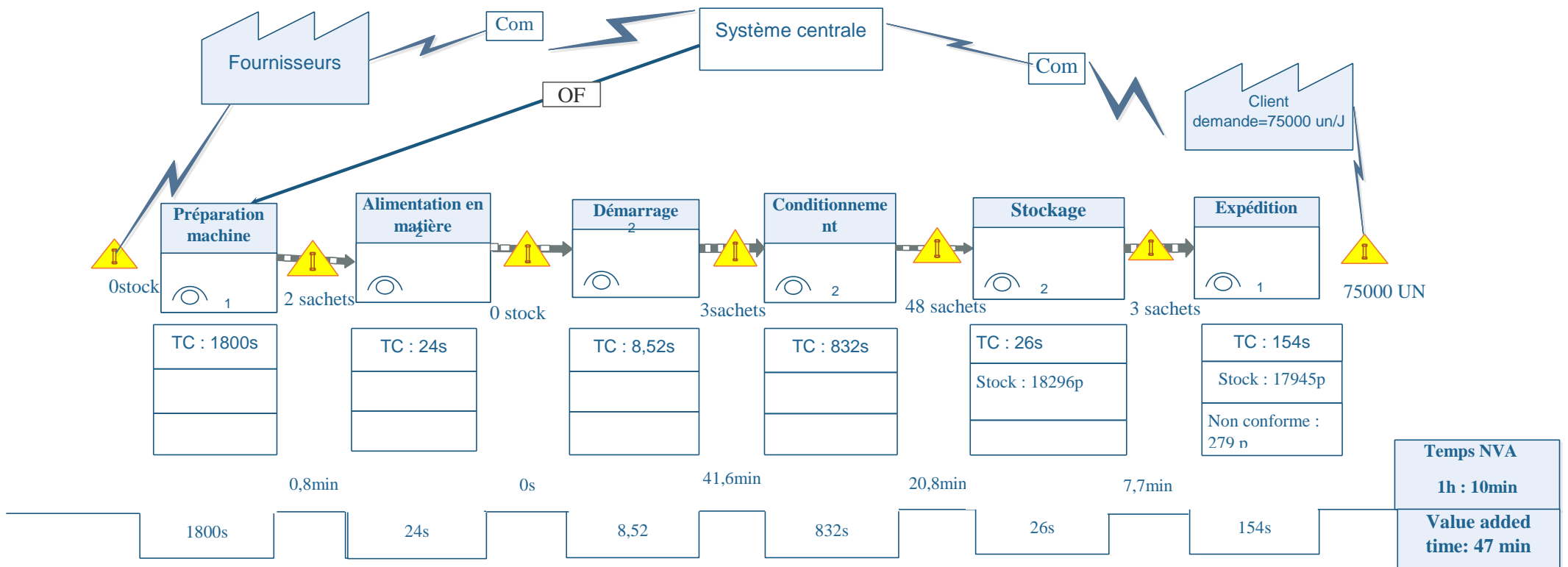


Figure 24: cartographie de la chaine de valeur pour la machine Mecano en 330g

Le ratio de production pour la machine Mecano est de 17,5%, cette valeur est assez faible. Elle nécessite une amélioration en diminuant le temps des postes goulets (Préparation machine et conditionnement).

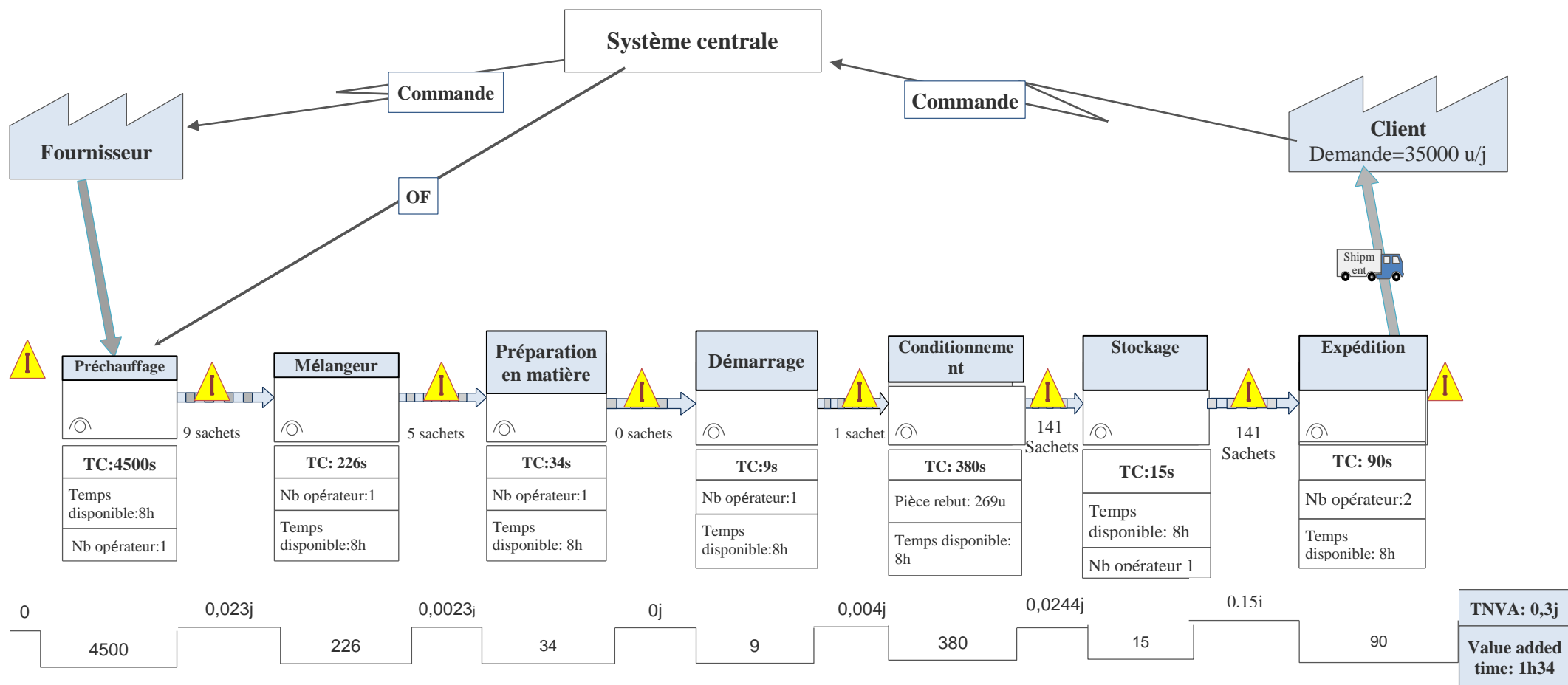


Figure 25: cartographie de la chaine de valeur pour la machine Leshan en 900g

Le ratio de production pour la famille 90g de la machine Leshan C est de 20,8%, cette valeur nécessite une amélioration en diminuant le temps de poste goulot (Préparation).

Après l'élaboration des deux cartographies de flux de l'état existant pour les deux formes de bouteilles, on remarque que la somme de temps de valeur ajoutée est de l'ordre de 0.073j pour la production de 330g alors que le temps de non-valeur ajoutée s'élève à 0,049j, en outre le même problème touche la production de la forme 900g.

- **Cas n°1 : Leshan en 900g**

- *Le cas avec la cadence théorique*

La cadence théorique est de l'ordre de 1600u/h, donc le temps nécessaire pour produire la commande demandée par le client est de 1312min alors que le temps disponible dans l'atelier est de 880min avec une production de 23466 unités, donc l'atelier ne peut atteindre jamais la demande de client au moment pertinent sans avoir recours au stock.

Pour compenser le manque en livraison. On a besoin des 432 min de production avec une quantité théorique à réaliser est de 11520 unités. Cette quantité qu'on doit l'avoir normalement en stock

- *Le cas avec la cadence réel*

La production réel est toujours inférieure à la production théorique ce qui oblige à avoir un stock supérieur au stock théorique.

La production est de 13968 unité/j Avec une cadence de 952unité/h, donc pour répondre au besoin du client il faut avoir une quantité de 21035 unités en stock et sa production nécessite 1325min de plus. Mais réellement en a que 19860 unités en stock.

- **Cas n°2 : Meccanoplastica en 330g**

- *Le cas avec la cadence théorique*

La cadence théorique : 5000u/h.

Le temps nécessaire pour produire la demande client : 900min ;

Le temps disponible dans l'atelier : 930min → production : 77500 unités.

Donc l'atelier peut répondre au besoin du client avec la cadence théorique. Et elle peut aussi garder un stock de 2500u.

- *Le cas avec la cadence réel*

La cadence réelle : 3681u/h

Le temps nécessaire pour répondre au besoin de client : 1222,5min

Le temps disponible dans l'atelier : 930min → production réelle : 57055 unité

Donc pour répondre au besoin du client il faut avoir un stock de 17945 unité qui nécessite 292,3 min de production

Conclusion

D'après la cartographie de flux on remarque qu'on doit intervenir au niveau de stock, est cela nécessite une analyse plus profonde pour pouvoir comprendre, analyser et réagir en bon sens. Cela nous ramène à réaliser une étude sur le temps de rendement synthétique (TRS), et un chrono-analyse des opérations pour pouvoir cibler le problème, et poser sur table tous les cause probables et prévisionnelles du problématique.

2. Suivi du taux de rendement synthétique

2.1. Qu'est-ce que c'est le TRS

Le **taux de rendement synthétique** (ou **TRS**) est un indicateur destiné à suivre le taux d'utilisation de machines. Il est défini par la formule :

$$TRS = \frac{\text{Temps utile}}{\text{temps requis}} = T_{BF} * T_{NF} * T_Q$$

Le temps utile étant le temps où la machine produit des pièces bonnes à sa cadence normale (nombre de pièces bonnes * temps de cycle sec de la machine).

- Taux brut de fonctionnement ou taux de disponibilité

$$T_b = \frac{\text{Temps d'ouverture} - \text{temps d'arrêts}}{\text{Temps d'ouverture}}$$

- Taux de performance ou taux net de fonctionnement

$$T_{fn} = \frac{\text{quantité réalisée} * \text{temps de cycle théorique}}{\text{Temps d'ouverture} - \text{temps d'arrêts}}$$

- Taux de qualité

$$T_q = \frac{\text{quantité réalisée} - \text{quantité rebutée}}{\text{quantité réalisée}}$$

2.1.1 L'objectif

Le TRS est à la fois une méthode et un indicateur permettant d'évaluer les performances des moyens de production. Il permet de mettre en évidence les causes de perte de productivité

2.1.2. La démarche

Ainsi, on retrouve trois taux dans le calcul théorique du TRS :

Temps total (TT)

Il s'agit du temps maximum pendant l'outil du travail peut fonctionner, c'est-à-dire 16h par jours

Temps d'ouverture (TO)

Temps de fermeture

L'analyse de TRS commence avec le temps d'ouverture de l'atelier, c'est-à-dire le temps où le dispositif est disponible pour réaliser les opérations nécessaires.

Temps requis (TR)

Non besoin

Le temps requis est le temps nécessaire pour répondre au carnet de commande. Sont donc exclus l'ensemble des temps de fermeture ou d'arrêt programmé (période sans production, maintenance préventive)

Temps de fonctionnement (TF)

Arrêt induits

Arrêt propre

Induits : il s'agit d'identifier et de mesurer l'ensemble des temps d'arrêts dus à des causes externes de type matériaux non standard, manque d'information pour réaliser l'ordre de fabrication OF,...

Propre : sont des arrêts liés directement à l'équipement observé. Dans ces arrêts on note principalement : les pannes et les temps de changement de série

Temps Net (TN)

Non cycle

Il est question des pertes d'allure qui incluent tous les facteurs obligeant le processus à travailler à une cadence réduite

Temps utile (TU)

Non qualité

C'est le temps net déduit le temps pendant l'outil produit du non qualité

2.1.3. Les types de pertes

Le TRS dénombre les causes des pertes. Ces causes concernent la performance des équipements, de la main-d'œuvre, des matières, outillages et fournitures. Leurs origines étant le manque de fiabilité des équipements et les carences de l'organisation.

- **Pertes dues au manque de fiabilité**

Cette catégorie englobe toutes les pertes dues à la fiabilité de l'équipement définie par sa conception et ses conditions d'utilisation.

Pour beaucoup d'industriels, la fiabilité est associée uniquement aux pannes et donc aux problèmes relevant de la fonction maintenance alors que la fiabilité entraîne beaucoup d'autres pertes.

- **Les arrêts programmés** : les arrêts incontournables qui permettent la bonne utilisation des équipements
- **Les pannes** : elles correspondent à la disparition ou la dégradation d'une fonction

- **Les réglages** : un procédé est « capable » lorsqu’il ne nécessite pas de réglage. Il est très recommandé de faire apparaître les réglages nécessitant un arrêt de la production. L’identification de ces derniers démontre que le procédé n’est pas stable ou que les paramètres standards de conduite sont inconnus.
- **Les pertes aux démarrages** : le démarrage ou le redémarrage d’une installation peut demander un réglage
- **Non qualité ou qualité visée non obtenue** : la non qualité représente des temps machine perdus, mais aussi des pertes matières, lors de fabrication des formats demandée par le programme, il peut arriver que la qualité obtenue ne soit pas celle demandée (épaisseur, Caractéristique de la pièce, etc.). Même si le produit obtenu est déclassé en second choix, il doit être considéré comme non qualité.
- **Pertes dues à la carence de l’organisation**
 - **Activité de l’opérateur** : l’habilité, la formation et le savoir-faire diffèrent d’un opérateur à un autre ce qui génère des écarts entre le temps réel de production et le temps standard.
 - **Déplacement et manutention** : un dysfonctionnement machine, un défaut dans les matières premières et déplacement des pièces peut créer une manutention ou une manipulation supplémentaire donc une perte de temps opérateur et/ou machine.
 - **Excès de mesure** : est causé par une mauvaise organisation du contrôle dû au manque de confiance dans le procédé.
 - **Défauts logistiques** : regroupe toutes les pertes créées par attente matière, fourniture et emballage ; matière non conforme ; attente outillage

Les arrêts programmés	<ul style="list-style-type: none"> ○ Préparation de démarrage ○ Inspections et réparation programmée ○ Modifications des équipements et essais ou lancement d’un nouveau format. ○ Formation des opérateurs ○ Réunions, pauses
Pannes	<ul style="list-style-type: none"> ○ Changement de courroie ○ Produit coincé dans la machine ○ Blocage de broyeur
Les réglages	<ul style="list-style-type: none"> ○ Réglage de lames
Les pertes aux démarrages	<ul style="list-style-type: none"> ○ Temps de marche à vide ○ Temps de fabrication non conforme
Arrêts induites	<ul style="list-style-type: none"> ○ Manque de PEHD ○ Manque de personnel ○ Manque de fourniture et emballage ;
Déplacement et manutention	<ul style="list-style-type: none"> ○ Défaut de matière
Défauts logistiques :	<ul style="list-style-type: none"> ○ Attente matière, ○ Matière non conforme ; ○ Attente outillage

Tableau 12 : Les différents types de pertes

2.2.Calcul de TRS pour la machine Mecano

Le tableau de l'annexe 1.4.2 présente le calcul de TRS de la machine Mecano. Les valeurs obtenues varient et suivant les facteurs indispensables au calcul de TRS (les pannes, les arrêts programmés et non programmés, temps de changement de série...). On remarque que la valeur de TRS la plus faible est 34%. Ce faible taux est lié au faible taux brut de fonctionnement, et plus précisément au temps de chargement de série.

Pour bien cerner les problèmes responsables aux faibles valeurs de TRS et pour pouvoir par la suite se focaliser sur les problèmes le plus pénalisants, nous nous sommes intéressées au calcul des trois taux de TRS qui sont : le taux de qualité, le taux de performance et le taux brut de fonctionnement.

- **Taux de qualité :**

La figure 26 présente le taux de qualité pendant les deux semaines de suivi au sein de l'atelier d'extrusion pour la machine Mecano.

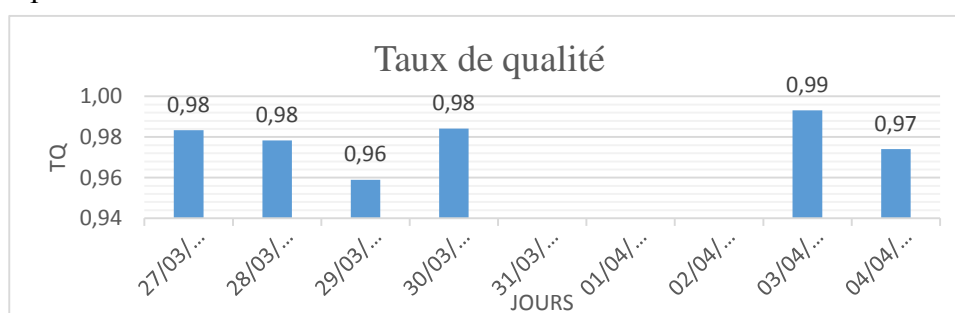


Figure 26: Taux de qualité pour la machine Mecano

On remarque que le taux de qualité varie entre 96% et 99% qui se traduisent par un taux de rebut faible par rapport à la quantité lancée. Ce qui implique un taux de qualité élevé.

- **Taux de performance :**

La figure 27 présente le taux de performance pendant les deux semaines de suivi au sein de l'atelier d'extrusion pour la machine Mecano.

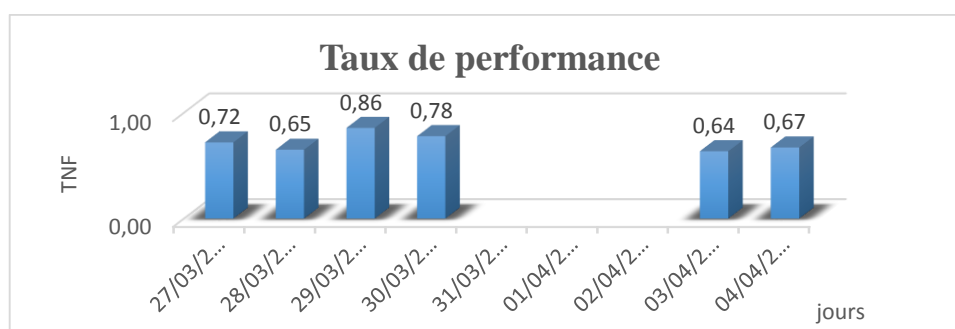


Figure 27: Taux de performance de la machine Mecano

Le taux de performance varie entre 64% et 86% avec une moyenne de 72%, ce taux nécessite une amélioration de la cadence pour atteindre un objectif de 88%

- **Taux brut de fonctionnement :**

La figure 28 présente le taux de fonctionnement pendant les deux semaines de suivi au sein de l'atelier d'extrusion pour la machine Mecano.

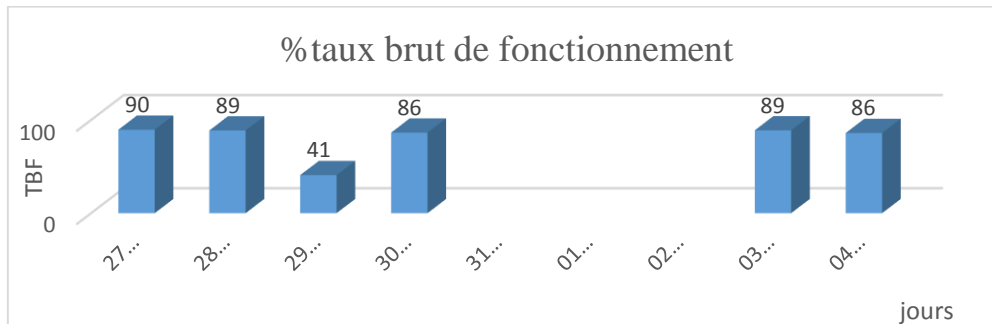


Figure 28: Taux brut de fonctionnement de la machine Mecano

On constate que le taux brut de fonctionnement durant une semaine dépasse une moyenne de 80%. Si on se limite aux arrêts dus aux pannes, ce taux devient un indicateur de disponibilité machine. Mais réellement les arrêts ne sont pas tous relatifs à la machine.

Si on élimine le jour 29/03/2017 qui présente le taux brut de fonctionnement le plus faible, la moyenne s'améliore et passe à 88%. Ce qui montre qu'il faut bien travailler sur le temps de changement de série car c'est un temps assez large qui fait diminuer le taux de fonctionnement.

Pour avoir une visibilité globale sur les arrêts, et définir qui ils sont ceux les plus pénalisants, Nous avons recensé les différents arrêts au niveau de la machine Mecano. Le % des arrêts sont rassemblés dans le tableau 13. Le diagramme de Pareto correspondant est représenté sur la figure 29.

Type d'arrêt	trier	%d'arrêts	%cumulé
Temps de changement de série	210	37%	37%
Préparation de démarrage	207	36%	73%
Produit coincé dans la machine	42	7%	81%
Panne	35	6%	87%
Temps de fabrication non conforme	30	5%	92%
Coupure d'électricité	20	4%	96%
Temps de marche à vide	15	3%	98%
Attente de matière	5	1%	99%
Blocage de broyeur	4	1%	100%
Attente matière	0	0%	100%
Somme	568	100%	100%

Tableau 13: % des différents arrêts au niveau de l'atelier pour la machine Mecano

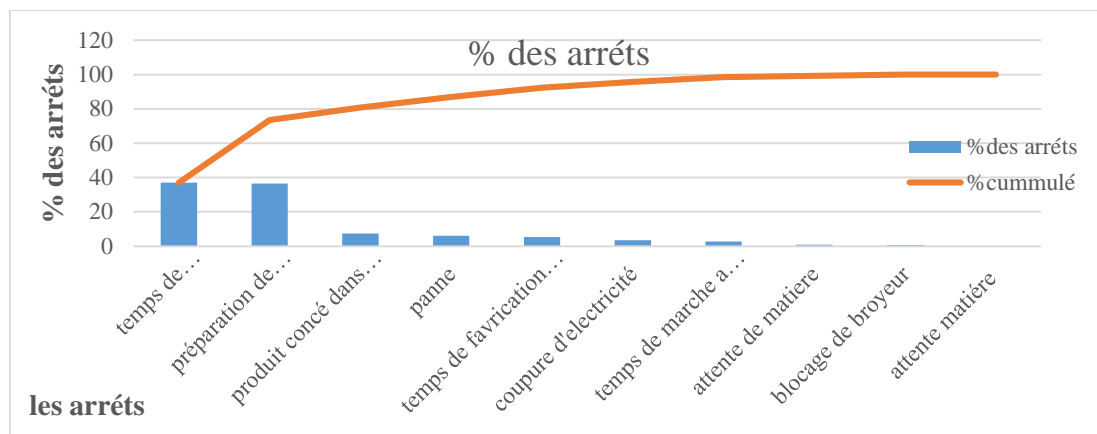


Figure 29: Digramme de Pareto des arrêts pour la machine Mecano

On constate d'après le graphique de Pareto que les trois premiers arrêts sont responsables de 80% du temps perdu. D'où la nécessité de les retenir dans la suite de notre étude, afin de trouver un remède à ces arrêts.

2.3. Calcul de TRS pour la machine Leshan C

Les résultats du tableau de l'annexe 1.4.1 montrent que le TRS diminue graduellement durant une semaine de suivi.

On obtient finalement un TRS moyen de l'ordre de 59%. Il n'atteint pas une valeur supérieure à la valeur visée de 70%. Les faibles valeurs de TRS nécessitent une analyse des pertes engendrées par les temps d'arrêts pour se focaliser sur celles les plus pénalisants. Pour ce faire, nous avons cumulé tout au long de cette période, les durées d'arrêts survenus sur l'atelier en minutes. Le tableau 14 montre que les trois premiers arrêts sont responsables de 80% du temps perdu, d'où la nécessité de les retenir, afin de trouver un remède à ces arrêts.

Types d'arrêts	Trier	%arrêts	%cumulés
Préparation de démarrage	380	44,8%	44,8%
Manque de personnel	240	28,33%	73,13%
Pannes	64	7,53%	80,66%
Temps de fabrication non conforme	46	5,43%	86,09%
Temps de marche à vide	34	4,01%	90,1%
Produit coincée dans la machine	33	3,9%	94%
Blocage broyeur	20	2,4%	96,4%
Coupure d'électricité	15	1,8%	98,2%
Attente matière	15	1,8%	100%
Total	847	100%	

Tableau 14 : % des différents arrêts pour la machine Leshan C

3. Chronométrage de temps de changement de de série de la machine Mecano

3.1. Introduction

Le temps de changement de série est un facteur incontournable pour la machine Mecano qui permet de changer la forme de bouteille de 330 g à 170g et vice-versa. L'absence d'une

méthodologie unifiée et standard, pour la préparation et le changement des séries, augmente d'une façon indésirable le temps de changement d'outils et pénalise la disponibilité des machines. Ce qui influence sur la productivité du poste.

3.2 Changement de moule

Pour élaborer le tableau de chronométrage du changement de moule nous avons adopté la démarche déployée dans la partie de mesure de temps qui comporte :

1. Le numéro de l'opération
2. La description de l'opération
3. La durée de l'opération
4. Le nombre d'opérateurs qui intervient

La procédure de montage du format peut être subdivisée en deux partis (démontage/montage):

1. Démontage de la partie gauche/droite de (la pièce élimination masselotte, les guides bouteilles, douilles d'extraction)
2. Montage de la partie gauche/droite de (la pièce élimination masselotte, les guides bouteilles, douilles d'extraction)
3. Démontage du moule gauche/droite
4. Montage du moule gauche/droit
5. Réglage

Remarque : Vous trouverez dans l'annexe 1.5 les pièces utilisées dans cette opération de changement de moule, et dans l'annexe 1.6 le chronométrage des opérations.

3.3 Etude économique

D'après une étude de chronométrage, nous avons constaté que la fréquence de changement est de 8 changements par mois :

- La durée du changement est de **200 min**, Sachant que la cadence de la machine est de l'ordre de 5000 u/h, donc en 3h20 min, on a un manque à gagner de 16666 unité dans chaque changement, C.-à-d. : **16666*8=133328unité/ mois**, sachant que la fréquence de changement sera augmentée puisque la machine Leshan B qui fabrique le format 330g sera désinstallée.
- Une bouteille pleine de 330g coute **6 DH**, donc on aura **799968 dh/mois**,
- Une bouteille pleine de 170g coute **3 DH** donc on aura **399984 dh/mois**

PARTIE 2 :L'APPLICATION DE LA DEMARCHE **DMAIC**

Chapitre 3 : PHASE ANALYSER

Ce chapitre consiste à analyser tous les mesures faites sur la production en utilisant plusieurs méthodes de Lean Manufacturing

Introduction

Dans cette phase, nous allons présenter la phase Analyser de la démarche DMAIC. Cette phase a pour objectif d'analyser tous les mesures effectuées dans le chapitre précédent, en identifiant les causes possibles de problèmes trouvés. Pour cela, nous avons utilisé les différents outils de Lean Manufacturing ; Ishikawa, Pareto, etc. Pour analyser les pertes trouvées, nous avons utilisé les méthodes suivantes :

- Rendement matière
- Efficience
- VSM
- TRS
- Chronométrage du changement du moule

I. Diagramme Ishikawa (Causes -effet)

1. Définition

Le diagramme causes-effets sous la forme d'arête de poisson en raison de sa graphie, est un outil de qualité qui permet de Visualiser de façon simple l'ensemble des causes potentielles qui ont une influence sur un effet. [2]

Ishikawa recommande de regarder en effet l'événement sous 5 aspects différents, (Main-d'œuvre, Matériel, Matière, Méthode, Machine) (voir la figure 30)

- **Matière** : input du processus (Matière première, consommable utilisé...)
- **Matériel** : les moyens de production, les équipements, les outillages...
- **Méthode** : le mode opératoire, la méthode de travail, les procédures.
- **Main-d'œuvre** : les collaborateurs, leur compétence, les qualifications du personnel.
- **Milieu** : l'environnement du travail

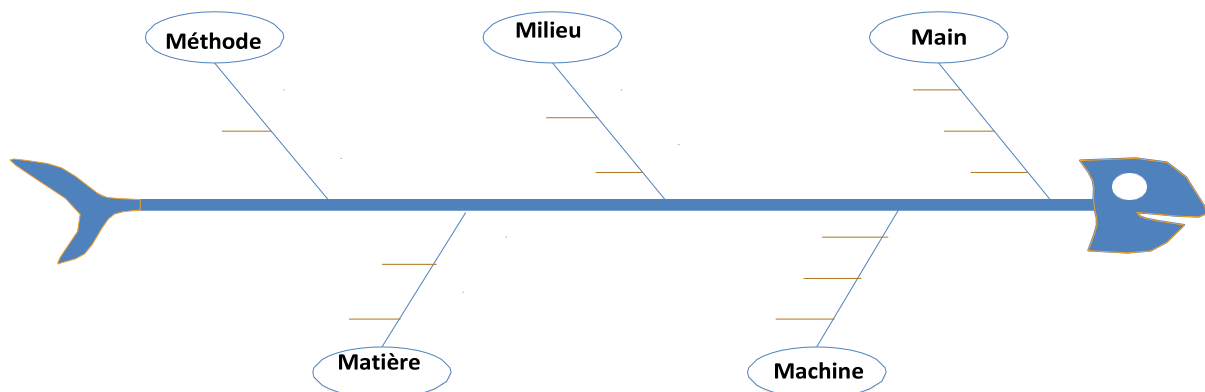


Figure 30 : Diagramme Ishikawa

2. Les étapes de construction

Afin d'élaborer un diagramme Ishikawa on va suivre les étapes suivantes :

1. Exprimer le problème : l'effet
2. Classifier toutes les causes qui agissent sur l'effet
3. Répartir les causes selon les 5M
4. Dessiner le diagramme

II. Analyse du rendement matière

1. Méthode de 5M

La figure 31 rassemble les causes qui provoquent la faiblesse du rendement matière

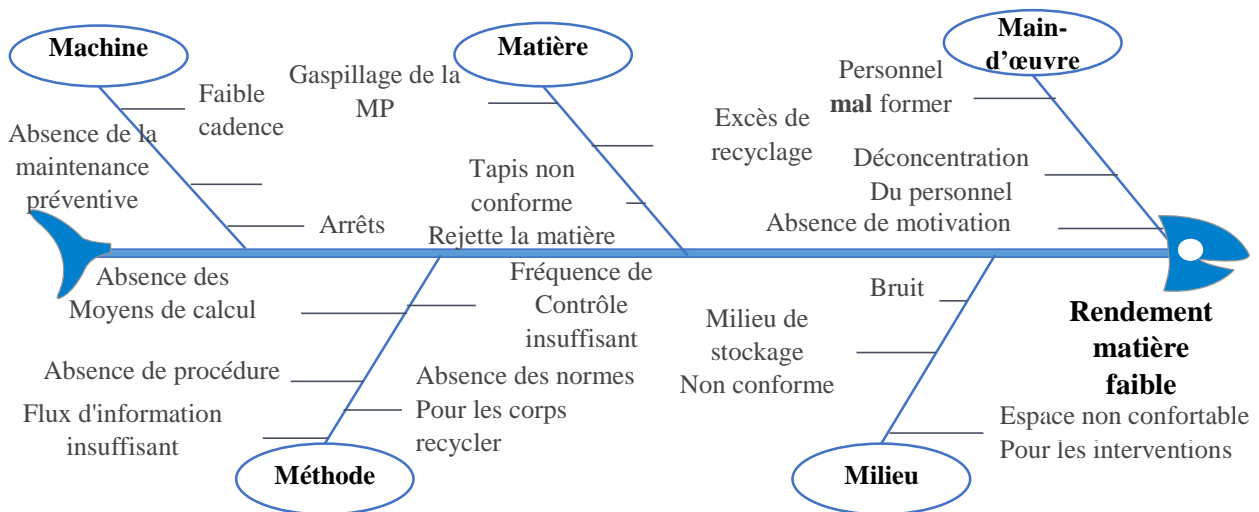


Figure 31: cause racine au rendement faible des extrudeuses

- **Méthode:** L'absence d'un mode opératoire qui doit contenir des normes relatives au poids de bouteille (corps principales), et au poids des corps de recyclage (cal et masselottes), ainsi l'absence des moyens de calcul qui assouplir le travail et encourage les personnels à faire leurs contrôles de poids avec la fréquence efficace
- **Main d'œuvre:** Les personnels sont mal formés sur l'importance de chaque mouvement et décision prise, ainsi parfois on trouve l'exclusion de quelques opérateurs de la formation.
- **Milieu:** Le milieu de travail est un milieu nuisible et non organisé. ce qui génère un environnement difficile pour l'opérateur, et un espace de stockage non conforme.
- **Matière:** L'excès de recyclage crée une chute de rendement remarquable, ainsi la présence des produits non conformes en grande quantité limite le rendement en faibles valeurs
- **Machine:** Les arrêts et la faible cadence des machines réduisent la quantité produite en heure, ce qui diminue le rendement matière, sachant que la machine peut travailler avec une cadence plus grande. En effet pour augmenter la cadence, le service de maintenance doit mener une étude afin de diminuer les bourrages causés par l'augmentation de vitesse de la machine.

2. Les Actions d'améliorations

- Pour augmenter le rendement des machines (Leshan C/Mecano), il faut augmenter la quantité des pièces bonnes par la diminution de celle non conforme, pour cela il faut se focaliser sur la forme des bouteilles non conforme la plus pénalisante afin de renforcer le réglage des machines pour affaiblir sa quantité
- Pour le même but on doit diminuer le recyclage utilisé par la machine Mecano pour faire croître le rendement. on peut atteindre cet objectif par la mise en place des poids qui doivent être respecté pour les corps de recyclage (cal et masselotte)

3. Classification des produits non conformes :

La figure 32 présente la quantité des produits non conformes sous différentes formes de non-conformité, pour les 3 machines :

Leshan « C » fabrique les bouteilles de 900g

Mecano « D » fabrique les bouteilles de 170g

Mecano « D » fabrique les bouteilles de 330g

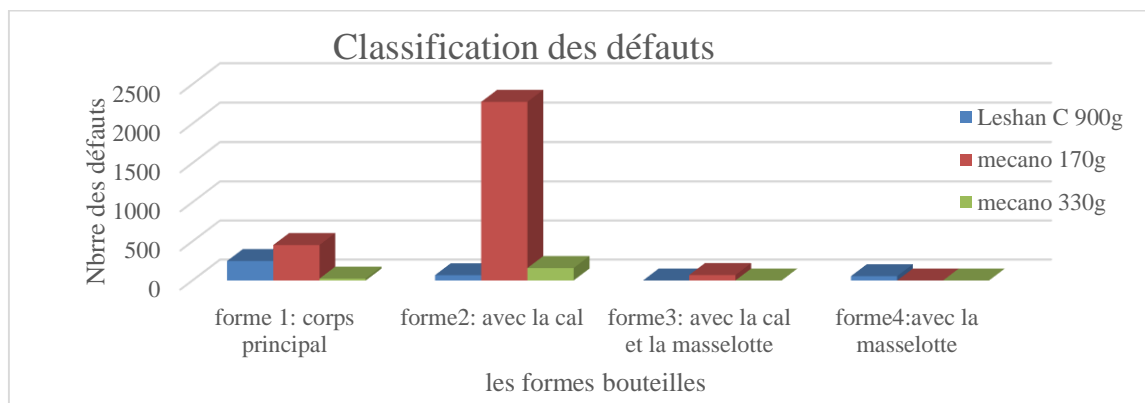


Figure 32: la quantité des produits non conformes

- La machine Leshan « C » : Cette figure nous montre que la forme 1 de non-conformité est la forme la plus dominante, elle présente 67% de la somme des produits non conforme.
- La machine Mecano « D » pour les bouteilles de 170g : la forme la plus remarquable est celle des bouteilles non conformes avec la cal qui prend un pourcentage de 81% de la somme des bouteilles non conformes
- La machine Mecano « D » pour les bouteilles de 330g : la forme 2 présente un pourcentage de 71% et la forme 1 présente le reste de non-conformité.

Remarque : on ne peut pas comparer entre les machines au niveau de non-conformité, car les machines ne travaillent pas avec la même fréquence. Donc on n'aura jamais la même quantité produite, ainsi que les poids des produits. Ce qui implique à une quantité produite différente.

III. Analyse des causes de variabilité de l'efficacité

1. Diagramme Ishikawa

Après le calcul de l'efficacité des trois gammes de production (330g, 170g et 900g) nous constatons qu'il existe une baisse de productivité dans l'atelier, d'où la nécessité d'élaborer un diagramme cause-effet de ce dernier. Ce diagramme est donné sur la figure 33.

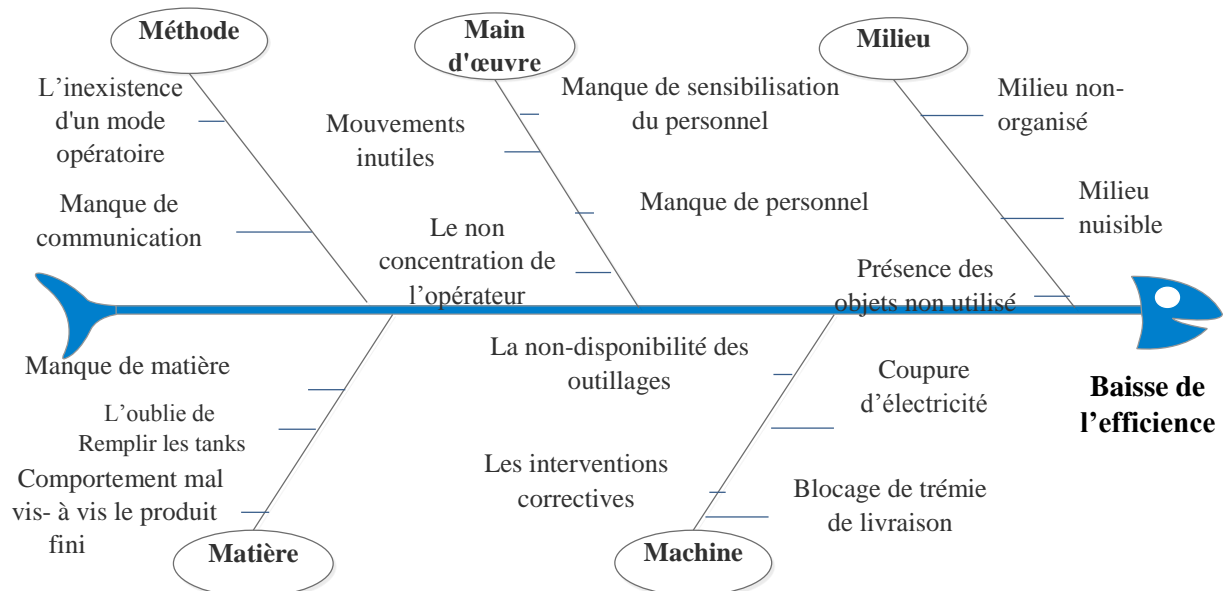


Figure 33: Diagramme Ishikawa relatif à la baisse de l'efficacité

- **Méthode**: L'inexistence d'un mode opératoire et le manque de communication entre le client et l'atelier provoque une baisse de l'efficacité.
- **Main d'œuvre** : Les opérateurs font des déplacements et des mouvements inutiles à cause de non standardisation de la méthode de travail ainsi que le manque de sensibilisation et de motivation réduit la concurrence entre les opérateurs de faire leur mieux.
- **Milieu**: Le milieu de travail est un milieu nuisible et non organisée cela génère d'une part un environnement difficile pour les opérateurs de communiquer entre eux, et d'autre part une perte de concentration par la présence des objets non utiles.
- **Matière**: La baisse de l'efficacité est provoquée essentiellement par le comportement de l'opérateur vis-à-vis soit la matière première ou soit, le produit fini, ceci génère un retard de livraison, ou parfois la livraison des formats non conforme, même s'il est fabriqué conformément de la machine.
- **Machine**: La non disponibilité des outillages et les interventions correctives, Ainsi le blocage des trémies de livraison du poste donne une production retardée et surtout des produits non conformes au client.

2. Analyse de l'efficacité des trois gammes de production.

D'après cette analyse qui montre les différentes causes qui provoquent la baisse de l'efficacité pour tout l'atelier comprenant les trois gammes de production.

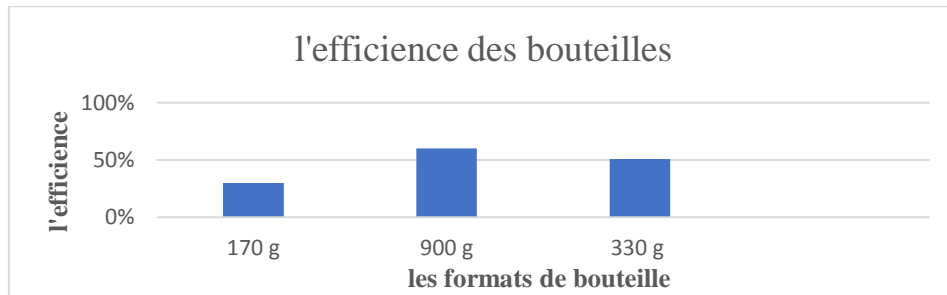


Figure 34 : L'efficacité de chaque format des bouteilles

Durant la période de la collecte de données, une moyenne de l'efficacité pour chaque format, a été calculée. Les résultats obtenus sont représentés sur la figure 34.

L'analyse montre que la plus faible efficacité de l'ordre de 30 % est obtenue pour le format 170g. Ce résultat est expliqué par la non optimisation des ressources employées (le personnel, la matière ...). Notons que l'écart est de 40% de notre objectif fixé à 70%.

3. Les actions d'améliorations/Perspectives

La mise en place de la méthode KANBAN permet de Produire les quantités demandées au moment pertinent. Ainsi une fluctuation du stock de produit fini est minimisée. Cette minimisation a pour objectif la réduction des coûts de stockage.

IV. Analyse VSM

D'après les VSM réalisées dans la partie Mesurer, nous avons constaté que le pourcentage de temps de production est relativement faible. De même, une différence très marquée des encours sont remarquables entre les postes.

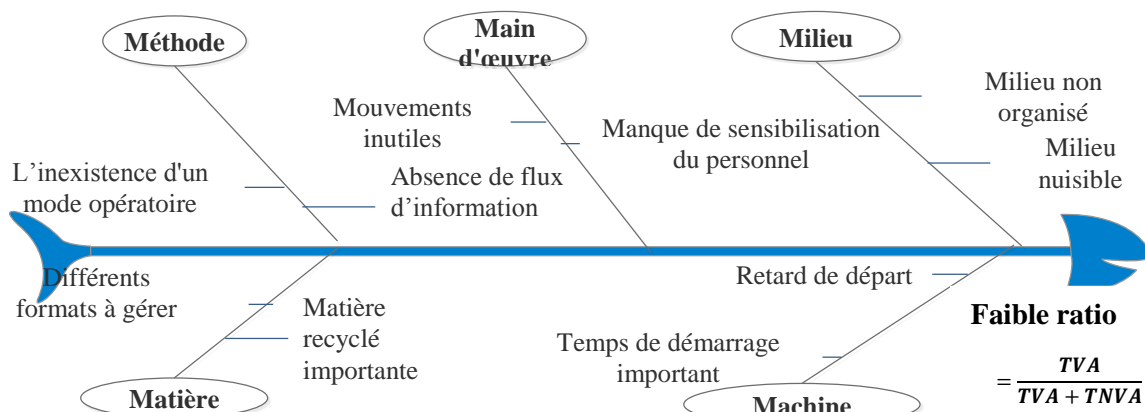


Figure 35 : Diagramme Ishikawa relatif au VSM pour la machine Mecano et Leshan c

- **Méthode:** L'opérateur et/ou le technicien doivent remplir les documents du suivi journalier de production, ainsi les fiches suiveuses.

- **Milieu:** L'environnement de l'atelier est un milieu nuisible et non organisé qui génère un environnement difficile pour l'opérateur et pour le technicien.
- **Main d'œuvre:** Les machines exigent une main d'œuvre hautement qualifiée pour que les machines produisent des produits conformes à la norme de tolérance,
- **Matière :** La diversité des matières et des formats influencent très bien sur la chaîne de valeur.
- **Machine:** La présence des en-cours entre les postes gêne l'opérateur, ainsi la non existence d'indication de la priorité des ordres de fabrication, ce qu'il a un impact sur le délai de fabrication, ainsi il agit sur l'augmentation du temps hors production.

V. Analyse du temps de rendement synthétique (TRS)

1. Analyse de TRS pour la machine Mecano

Notre objectif fixé pour le temps de rendement synthétique est de 69%, hors que notre calcul dans une semaine donne un moyen de 55%.

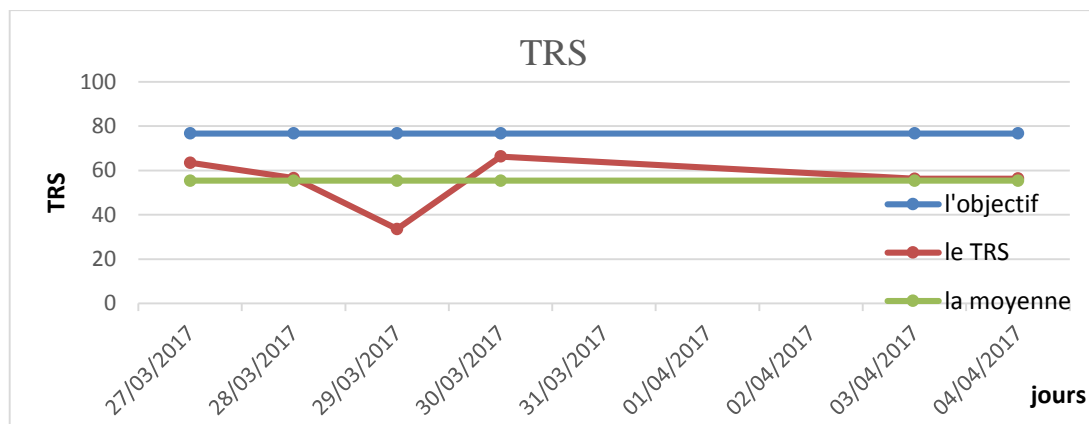


Figure 36: Evolution du TRS de la machine Mecano

Suite à l'analyse de la figure 36, nous avons constaté que la valeur de TRS la plus grande atteint le 63%.

2. Analyse des composants de TRS (machine Mecano)

2.1. Analyse de taux brut de fonctionnement

Pour améliorer le TRS des machines, il faut analyser chaque composant à part, car chaque composant peut apporter une amélioration différente de celle d'un autre :

L'évolution de taux brut de fonctionnement de la machine Mecano est engendrée sur la figure 37. Ce diagramme montre que le taux de disponibilité est influencé par les arrêts planifiés et non planifiés. En effet le 29/03/2017, où l'atelier effectue un changement de moule, c'est le jour où le taux est le plus faible. A part ce jour, le taux varie dans un intervalle de 86% et 90%.

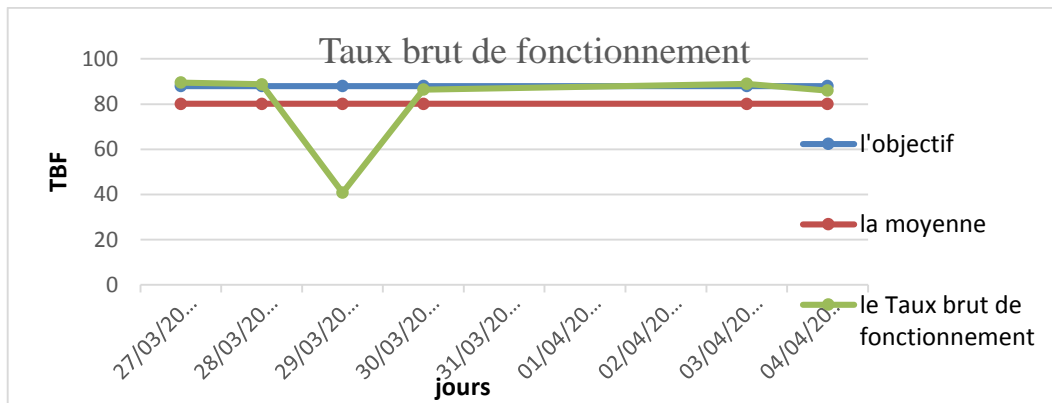


Figure 37: Evolution de taux brut de fonctionnement pour la machine Mecano

2.1.1 Les actions d'amélioration

Dans le but d'améliorer le taux brut de fonctionnement, nous avons proposé les actions d'amélioration suivantes:

- Mettre en œuvre un chantier 5S afin d'organiser la zone d'extrusion et gagner un espace de travail confortable pour l'intervention à court terme, ce qui augmente l'efficacité de travail et réduit les temps de réglage.
- Etablir un chantier SMED, pour réduire le temps de changement de série et augmenter la disponibilité des machines et établir un mode de travail standard.
- Etablir une fiche de réglage et de maintenance corrective pour éclaircir et assouplir les interventions.

2.2. Analyse de taux de qualité

Pour tester la qualité de travail au sein de l'atelier, nous avons suivi l'évolution du taux de qualité des machines pendant deux semaines. Cette évolution pour la machine Mecano est donnée sur la figure 38.

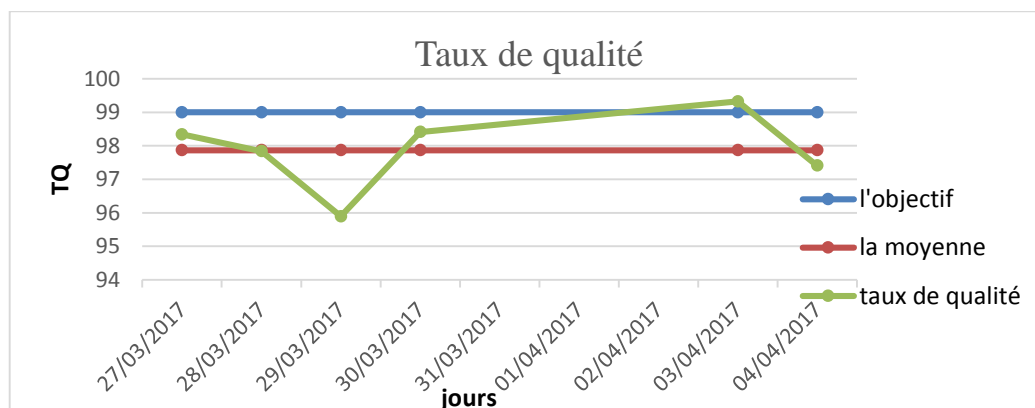


Figure 38: Evolution de Taux de qualité pour la machine Mecano

Elle montre que la machine fonctionne avec un taux de qualité excellent avec un moyen de 98%. Elle atteint l'objectif de 99% au jour 03/04/2017. Et comme notre but est d'atteindre cette

valeur qualifiée remarquable, durant toute l'année de production, alors il fait augmenter la moyenne de 1%.

2.2.1 les actions d'amélioration

Les pertes de qualité sont engendrées par la quantité des produits non conformes. Pour réduire cette quantité nous avons proposé les actions suivantes :

- focaliser sur la forme des bouteilles non conformes la plus pénalisante afin de renforcer le réglage de la machine pour affaiblir sa quantité, une fiche de réglage peut servir à cette mission.
- augmenter la fréquence de contrôle de poids des bouteilles pour éviter les défauts de non qualité.
- établir un chantier six sigma pour maîtriser la variabilité de poids des bouteilles.

2.3 Analyse de taux de performance

Suite à l'analyse de graphe 39, on constate que le taux de performance varie avec une moyenne de 72%, il est loin de l'objectif fixé à 88%.

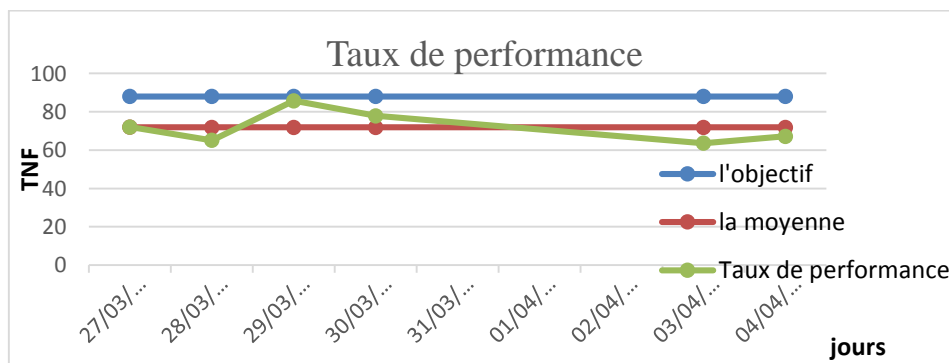


Figure 39: Evolution de Taux de performance pour la machine Mecano

2.3.1 Les actions d'amélioration

Le taux de performance est influencé par les micros-arrêts et les baisses de cadence. Pour améliorer ce taux, nous avons proposé les actions suivantes :

- Réaliser une fiche d'auto-maintenance pour maîtriser les réglages, et réduire la fréquence de micro-arrêts
- Réaliser une maintenance préventive afin d'augmenter la cadence des machine

Remarque : Nous avons obtenu la même analyse pour la machine Leshan C (voir l'annexe 3.1), et donc les actions d'améliorations de la machine Mecano touche aussi la machine Leshan C.

VI. Analyse des causes de changement de série

1. Diagramme Ishikawa

Dans cette analyse, nous allons remonter aux causes probables de l'augmentation de temps de

changement de moule. Ils sont rassemblés dans la figure 40.

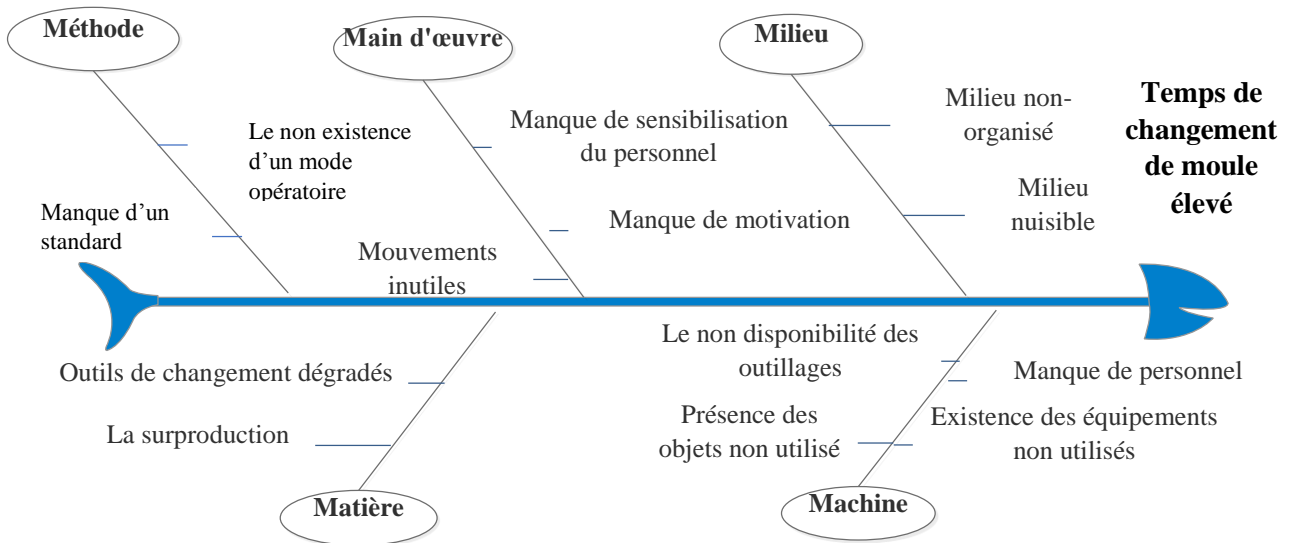


Figure 40: Diagramme Ishikawa relatif au temps de changement élevé pour la machine Mecano

- **Méthode:** L'inexistence d'un mode opératoire et d'un standard des temps des opérations de changement de moule provoque un temps supplémentaire de non-valeur ajouté qui influence sur le temps de production.
- **Main d'œuvre :** Les opérateurs font des déplacements et des mouvements inutiles à cause de non standardisation de la méthode de travail.
- **Milieu:** Le milieu de travail est un milieu nuisible et non organisée cela généré un environnement difficile pour la communication entre les opérateurs.
- **Matière:** Dans la phase du réglage du changement du moule, une grande partie de matière gaspillée prennent un temps des essais important qui se diffère entre le moule 330 g et 170g.
- **Machine:** Le non disponibilité des outillages du poste produit un temps de déplacement de l'opérateur pour la chercher

2. Les actions d'améliorations

- Mettre en œuvre un chantier SMED afin de réduire le temps d'indisponibilité la machine Meccano lors de l'opération du changement
- Standardiser le mode opératoire du changement du format
- Sensibilisation le personnel de l'intérêt et l'importance de réduire le temps de changement de moule.

Conclusion :

Cette phase nous a permis d'identifier les principales causes des effets cités à travers l'outil du diagramme Ishikawa. Le chapitre suivant s'articulera sur la mise en place des actions correctives et amélioratives afin de remédier notre problème.

PARTIE 2: L'APPLICATION DMAIC DE LA **DEMARCHE**

Chapitre 4: PHASE INNOVER /CONTROLLER

Ce chapitre consiste à l'application des méthodes et des outils de Lean Manufacturing en se basant sur le chapitre précédent et de vérifier que le travail accompli fonctionne

Phase Innover

Introduction

Durant ces trois premières étapes, nous n'avons pas modifié le processus en profondeur. Le temps est venu d'apporter des modifications en profondeur au processus afin d'atteindre l'objectif fixé au début du projet. Ce chapitre sera divisé en 3 grands axes. Le premier axe concernera plus particulièrement l'application de la méthode « S.M.E.D » pour réduire le temps de changements de formats au sein de la machine « D ». Le deuxième axe sera consacré aux résultats de la mise à niveau de la méthode des « 5S », et le dernier axe est dédié à l'implémentation de la maintenance autonome pour améliorer le taux de performance des machines.

I. Application du chantier SMED

1. Définition

SMED (Single Minute Exchange of Die) = Echange d'outil en une seule minute.

Le SMED est une méthode d'organisation qui cherche à réduire de façon systématique le temps de changement de série, avec un objectif quantifié (selon la norme AFNOR NF X50-310). [4][11] L'objectif de cette méthode est d'augmenter la disponibilité de la machine, sachant qu'elle s'applique au temps total d'arrêt de production comme s'est montré sur la figure 41, c'est-à-dire à l'intervalle écoulé entre la fabrication de la dernière bouteille d'un format et la fabrication de la première bouteille du format suivante.

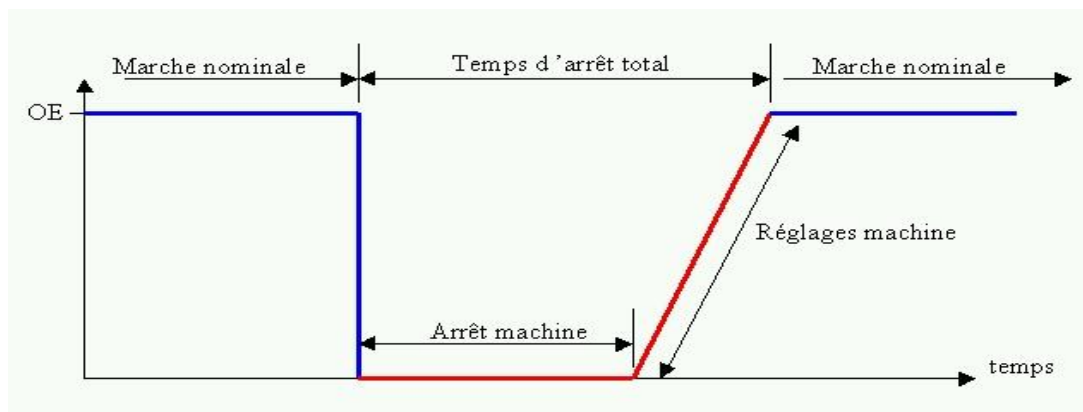


Figure 41: Ecoulement de temps de changement de série

2. Méthode d'application SMED

- Identifier les réglages internes (hors production) et externes (pendant la production)
 - Tâches internes : activités faites lors de l'opération de changement, donc pendant que la machine est en arrêt.
 - Tâches externes : activités faites avant l'opération de changement, donc hors de la

période d'arrêt de production.

- Séparer les réglages internes et externes
- Transformer les réglages internes en réglages externes
- Rationaliser tous les aspects du réglage

3. Chantier SMED sur le changement de moule de la machine Mecano

- Etape 1 : Identifier et Analyser

Durant cette étape nous avons filé toutes les opérations du changement de moule et nous avons identifié les opérations internes et externes. Le tableau 15 montre que tous les opérations effectuées sont des opérations internes.

Opération	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
type	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Opération	14	15	16	17	18	19	20	21	22	23	24	25	26
type	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Opération	27	28	29	30	31	32	33	34	35	36	37	38	39
type	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
opération	40	41	42	43	44	45	46	47	48	49	50	51	52
type	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Opération	53	54	55	56	57	58	59	60	61	62	63	64	65
type	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I

Tableau 15 : classification des opérations internes/externes

Avec : **I** : interne, **E** : externe

- Etape 2 : Classer et dissocier suivant l'outil proposer

• Etude de l'outil

Au cours de cette analyse, l'entreprise reçoit une nouvelle extrudeuse de la forme 900 g avec un outil de changement de format qui ne sera pas utilisée par cette machine. Pour cette raison nous avons proposé d'utiliser cet outil par la machine Mecano 'D', sachant que les deux machines ont même référence. La figure 42 montre l'outil utilisé.

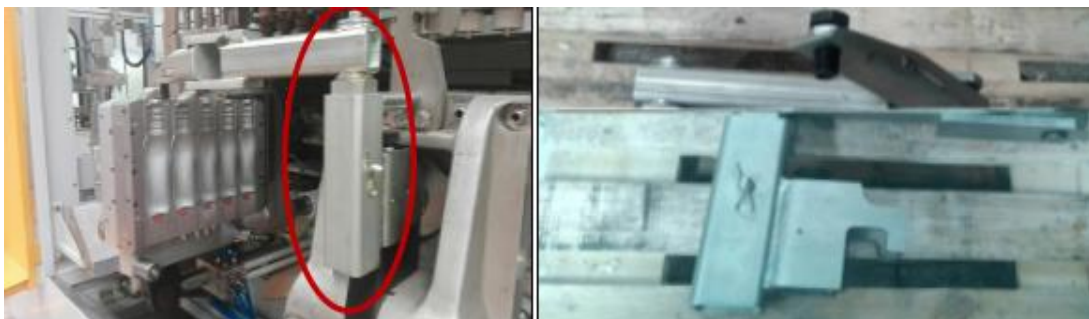


Figure 42: Outil bras de changement de moule

• Classification des opérations suivant l'outil

Pour classer les opérations nous avons proposé la méthodologie suivante :

- Démontage et Montage de partie gauche (douille d'extraction, guide bouteille,...)
- Démontage et Montage de partie droite (douille d'extraction, guide bouteille, pièce élimination masselotte)
- Démontage et montage du moule gauche
- Démontage et montage du moule droite
- Fixer la taille des deux parties suivant la forme voulue

Pour gagner un gain de temps nous avons suggéré de réaliser les deux premières opérations en parallèle, c'est-à-dire chaque opérateur doit intervenir dans chaque partie. La classification des opérations est donnée dans le tableau 16.

Opération	1	2/3	4/5	6/7/8/9	12/13	10/11	16/17	14/15	20	21	22	23	24
Type	E	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Opération	25	26	34/35	38	39	40	41	42	43	44	45	27	28
Type	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Opération	29	30	31	32	33	48	49	50	51	52	53	54	55
Type	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I	I
Opération	56	57	58/59	45	60	61/62	63	64	65				
Type	I	I	I	I	I	I	I	I	I				

Tableau 16: classification des opérations

Remarque :

D'après le tableau 16, nous avons éliminé d'une part les opérations 36/37 et 46/47 parce que le moule doit être prêt à monter avec sa bride. Ainsi on constate que le nombre d'opération a diminué jusqu'à avoir 48 opérations dont 17 ont été réalisées en parallèle, en suivant la méthodologie ci-dessus.

Nous avons changé le palan qui porte le moule par le l'outil de bras, qui permet :

- à l'opérateur de ne pas faire un effort musculaire.
- D'entrer facilement les moule dans leur mâchoire.
- De gagner le temps d'alignement

– Etape 3 : Réduire

Durant cette étape, nous avons pu diminuer la durée des tâches internes par une préparation de l'environnement de travail et une définition détaillée des opérations. (Voir l'annexe 4.1).

4. Les actions d'améliorations proposées

La préparation doit être externalisé, c'est pour cela nous avons décidé de :

- Installer une boîte à outils près de la machine en listant les outils nécessaires de chaque opération
- Mettre une porte d'une ceinture à outils pour éviter les déplacements inutiles de l'opérateur

- Préparer les pièces de nouveau format à l'avance sur une table et les mettre prêt de la machine avant le commencement du changement de format
- Ramasser les anciennes pièces à la fin de chaque opération de démontage.

5. Etude économique

Le temps de changement après la réalisation du chantier SMED est de l'ordre de 105 min comme s'est montré sur le tableau de l'annexe 4.1, alors nous avons gagné un temps de **1h35min** durant chaque changement, ce qui permet d'avoir : $95 \times 8 = 760$ **min gagné par mois**, sachant que la valeur 8 présente la fréquence du changement dans un mois.

La cadence réelle de la machine est de l'ordre de 4285 u/h, donc on a gagné dans 760 min une quantité de production 54276 unités.

- Une bouteille pleine de 330g coute **6 DH**, donc on aura **325 660 dh/mois**,
- Une bouteille pleine de 170g coute **3 DH** donc on aura **162 828 dh/mois**

II. Préparation du chantier 5S

1. Présentation

Les 5S étant la fondation de la TPM, nous allons procéder par un audit pour revoir le niveau d'application des 5S, et ainsi élaborer un plan d'actions pour apporter des améliorations possibles.

La méthode des 5 « S » est une technique de management japonaise visant à l'amélioration continue des tâches effectuées dans les entreprises. Élaborée dans le cadre du système de production de Toyota (en anglais Toyota Production System ou TPS), elle tire son appellation de la première lettre de chacune de cinq opérations constituant autant de mots d'ordre ou principes simples : [2]

- SEIRI – Trier,
- SEITON – Ranger,
- SEISO – Nettoyer,
- SEIKETSU – standardiser,
- SHITSUKE – Respecter.

La première opération, **Seiri** vise à trier sur le poste de travail ce qui est strictement nécessaire et qui doit être gardé en se débarrassant du reste, une fois le poste de travail débarrassé.

La deuxième opération, **Seiton** ou Ranger, consiste à aménager au mieux les moyens nécessaires en réduisant les gestes inutiles et les pertes de temps

La troisième opération, **Seiso** ou Nettoyer, assure la propreté du poste de travail. Le nettoyage régulier permet le maintien en bonnes conditions opérationnelles des outils, équipements...etc.

Cette quatrième étape vise à standardiser les trois S précédents qui sont des actions à mener sur le terrain, alors que ce quatrième S propre de construire un cadre formel pour les faire respecter. Finalement, pour faire vivre les quatre premiers S, il faut les stabiliser la mémoire, en corrigeant des dérives mais aussi les faire évoluer en fonction des progrès accomplis.

2. Objectifs

La méthode 5S permet d'optimiser

- Le temps de travail,
- Les conditions de travail,
- Les déplacements,
- Indirectement le chiffre d'affaire.

3. Application de la méthode 5S

- **Formation**

Nous avons commencé notre chantier par une formation destinée aux chefs des groupes et aux agents méthodes afin de sensibiliser les principaux enjeux qui sont :

- Amélioration des conditions de travail afin de prévenir et réduire les accidents.

-Amélioration de l'image de l'entreprise auprès des clients visiteurs, afin de démontrer le soin et la rigueur nécessaire, ainsi l'attitude cohérente des opérateurs avec les machines et les matières premières utilisées.

Durant notre animation, nous nous sommes basées sur les photos, montrant des situations très dégradées de la ligne de production afin de montrer la gravité de l'état de l'atelier.

- **Evaluation de l'état initial**

Avant de commencer la mise en œuvre des 5S, nous avons programmé une réunion afin de désigner le comité 5S qui se constitue des opérateurs de machine, les techniciens, les responsables. Nous avons évalué, avec le comité 5S, la situation de l'atelier pour savoir jusqu'à quel point la mise en place des 5S n'est pas respectée. Pour cela nous avons établi une feuille d'audit (voir annexe 4.2)

Pour évaluer la situation initiale des 5S nous avons mis les notes dans un fichier Excel. Le résultat obtenu est présenté dans la figure 43:

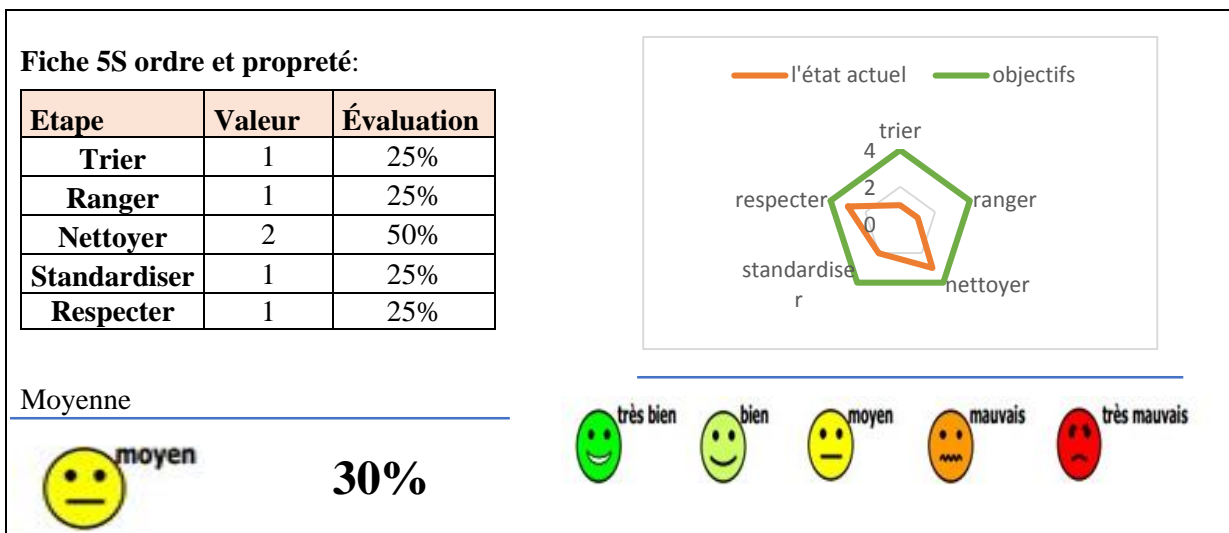


Figure 43 : Résultat de l'évaluation 5S, état initial

Nous avons bien constaté que la situation est bien perturbante d'après les photos (voir l'annexe 4.3), surtout pour les 2 premières « S » :

- Avec une moyenne de 25%, le tri pour toutes les équipes n'est pas du tout respecté, donc on trouve beaucoup d'objets inutiles dans l'atelier.
- Nous remarquons que le deuxième S a aussi un niveau faible. En effet, l'indication des lieux de rangement, le repérage des positions de stockage dans chaque lieu de rangement et le principe de « chaque chose à sa place, une place pour chaque chose » n'est pas appliquée (Mauvais rangement d'outillage).
- Le niveau de nettoyage reste moyennement acceptable. Ceci est dû à la présence des chutes de matières ainsi l'absence d'une gamme et matériels de nettoyage.
- Les deux dernières étapes parfois négligées en cas d'une forte demande de la production, ce qui donnent :
 - La non-existence d'un suivi de l'exécution des opérations de nettoyage,
 - Le non réalisation des audits
 - Le Manque de matériels d'entretien

L'objectif de l'application des mesures correctives est de réaliser un niveau 5S à au moins 70% dans la prochaine évaluation

- **Enregistrement de la nouvelle situation 5S**

Après l'application du chantier 5S (voir l'annexe 4.3), nous avons procédé à l'enregistrement et l'évaluation de la nouvelle situation en utilisant la grille d'auto-évaluation 5S précédemment définie. (Voir l'annexe 4.2).

Grâce aux efforts du personnel, nous avons pu aboutir à un résultat de 75% qui est représenté sur la figure 44.

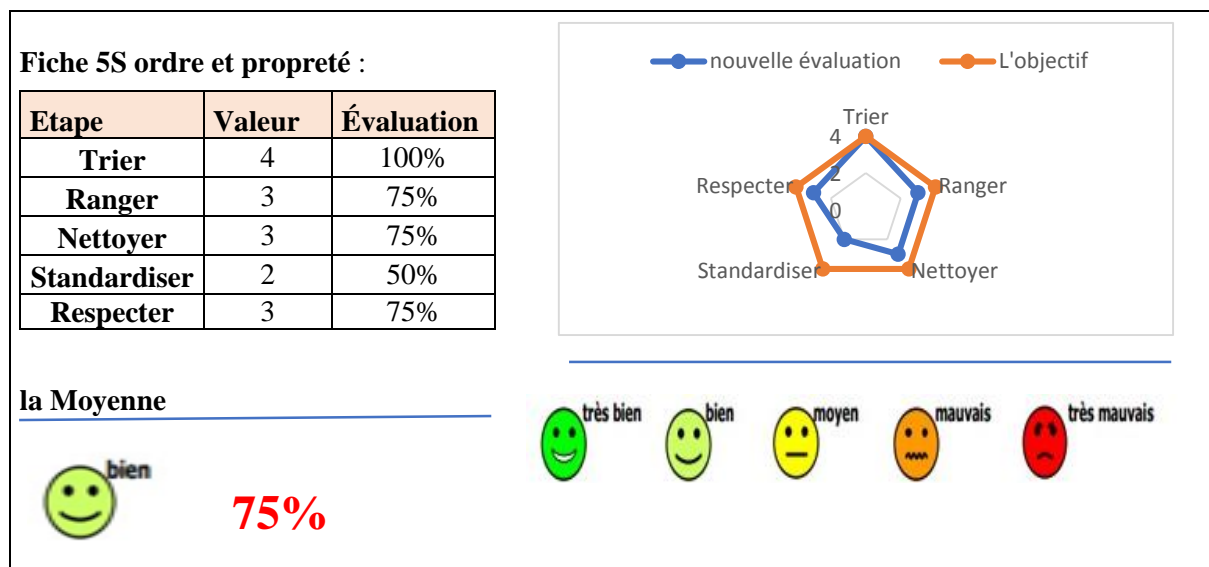


Figure 44: Résultat de l'évaluation 5S, état après chantier 5S

4. Maintien du plan d'action mis en place

Afin de maintenir la démarche 5S, nous avons proposé de mettre en place une check-list qui permet d'évaluer l'état de l'atelier. Elle est présentée dans l'annexe 4.4.

III. Amélioration de la productivité par l'auto-maintenance

1. La TPM

La TPM (initiales de l'anglaise japonaise totale productive maintenance, traduit diversement en français par « maintenance productive totale » ou « maintenance totale productive») née officiellement au Japon, en 1971. Elle est une évolution des méthodes de maintenance, notamment américaines, visant à améliorer le rendement des machines par une démarche proactive de prévention des arrêts. [7]

La signification de l'expression « maintenance productive totale » est la suivante :

- Maintenance : maintenir en bon état, c'est-à-dire réparer, nettoyer, graisser et accepter d'y consacrer le temps nécessaire.
- Productive : assurer la maintenance tout en produisant, ou en pénalisant le moins possible la production.
- Totale : considérer tous les aspects et y associer tout le monde.

Les buts de TPM sont en nombre de quatre :

- Construire une culture d'entreprise qui améliore d'efficacité de système de production, mesuré avec l'indicateur TRS
- Construire un système anti-panne, anti-perte, et anti-gaspillage
- Couvre tous les départements ; production, marketing, Administration.
- Requier une complète implication des employés.

Les principales étapes de mise en application de TPM sont généralement

- Formation du personnel,
- Organisation de l'auto-maintenance,
- Amélioration de la maintenance préventive.

2. Auto-maintenance

L'auto-maintenance, ou maintenance autonome, est la réalisation des tâches de maintenance par les opérateurs des machines ou équipements et non par des techniciens de maintenance professionnels.

L'auto maintenance est la pierre angulaire des activités TPM

Les objectifs de maintenance autonome sont : [8]

- Réactivité rapide en cas de dysfonctionnement
- Développe l'autonomie des équipes de nuits, et week-end
- Implique, motive, et responsabilise les opérateurs
- Libère les techniciens experts de la maintenance pour des interventions préventives, de l'amélioration etc.

L'**auto-maintenance** nécessite que les opérateurs développent et maîtrisent certaines compétences :

- 1) Détecter les anomalies et réaliser des améliorations
- 2) Comprendre les fonctionnalités et les composants des machines et détecter les causes d'anomalies
- 3) Reconnaître les éventuels problèmes de qualité et identifier leurs causes

Pour obtenir un système de maintenance autonome au sein de l'atelier d'extrusion, il est nécessaire de suivre les étapes suivantes voir l'annexe 4.5

3. Mise en place de la méthode

3.1 Formation

Parfois appelé « étape 0 », le niveau de formation est lié aux connaissances des fonctions, des composants des machines et des différents anomalies possibles. Les opérateurs doivent comprendre les objectifs de l'auto-maintenance et être capables de proposer des améliorations concernant la fiabilité de l'équipement.

L'opérateur est tenu informé sur les risques liés à son poste de travail et le dispositif à suivre en cas d'urgence.

- **Outil utilisé** : nous avons proposé la *fiche de réglage* dans l'annexe 4.6. Cette fiche permet de savoir tous les types des anomalies rencontrés et ses causes, ainsi les réglages d'améliorations vis-à-vis les défauts. Nous avons proposé même une *fiche des risques* liés au travail des opérateurs (voir l'annexe 4.7).

3.2 Inspection et nettoyage initial

Effectuer un nettoyage initial par l'élimination des déchets et des saletés, cela est réalisé habituellement par toute personne impliquée, et il comprend le nettoyage de l'équipement et son environnement. Le but est de s'assurer que les performances machines sont totalement mises à jour par identification et élimination de tous les signes de détérioration.

- **Outil utilisé** : Nous avons organisé une journée de nettoyage et d'inspection en gardant la même répartition des zones de 5S.

Après la réalisation des 3 premières étapes de 5S on a réalisé un suivi de quatre jours sur les saletés détectées, et nous avons trouvé les impuretés suivantes :

- Les pilules en plastique sur terre
- eau au sol
- La poudre de matière recyclée sur sol, sur vêtement et sur les produits finis
- La graisse sur terre
- Les pertes de réglage sur terre : courroie, la matière plastique fondue
- Les cales et masselottes sur le sol et sous la machine

3.3 Eliminer les sources des salissures et les zones inaccessibles

Après la réalisation de nettoyage initial des machines et son environnement, on doit être sûr que cela ne détériorera pas une nouvelle fois, ainsi l'élimination des sources de salissures réduit le temps de nettoyage. Les opérateurs machines ont une entière liberté pour contrôler les causes racines de contamination, du fait qu'ils connaissent mieux leurs machines et qu'ils ont participé au nettoyage initial.

- **Outil utilisé** : Pour supprimer les causes de contamination nous avons utilisé la méthode de why-analysis (5 pourquoi) (voir l'annexe 4.8) pour trouver la racine de chaque dégradation, et nous avons élaboré par la suite des actions d'améliorations afin de supprimer les sources de salissures et les accès difficile.

Nous avons rassemblé les sources de salissures, leurs causes et les solutions réalisées dans le tableau 17.

<i>Source de salissures</i>	<i>Causes</i>	<i>Solutions réalisées</i>
Les pilules en plastique sur terre	Voir l'annexe 4.8	Elaborer un standard de nettoyage
Eau au sol	Voir l'annexe 4.8	Renforcer le control et élaborer un standard de nettoyage
La poudre de matière recyclée sur sol, sur vêtement et sur les produits finis	Voir l'annexe 4.8	Cache en inox pour la matière recyclé Elaborer un standard de nettoyage
Les pertes de réglage sur terre : courroie, la matière plastique fondue	Les personnels non conscients, manque de temps	Nettoyer l'espace de travail
Les cales et masselottes sur le sol et sous la machine	Mauvais convoyeur Porte de machine ouverte	Réparer le convoyeur Fermer la porte de la machine

Tableau 17: Les sources de salissures et ses causes

3.4 Etablir les standards de propreté

Écrire les standards en fonction des éléments vus dans les étapes précédents, dans le but de :

- Optimiser le système de nettoyage
- Transférer les taches routinières de nettoyage de la maintenance aux opérateurs des machines (la production)
- Optimiser le temps de nettoyage

3.4.1 standard de nettoyage

Nous avons élaboré avec les chefs d'équipes les standards de nettoyage pour les extrudeuses en respectant certain aspects : (voir l'annexe 4.9)

- la sécurité des opérateurs : les équipements de protection individuel : (gans, lunette, masque, visionnaire...)
- les consignes de mise en sécurité des équipements avant intervention
- les moyens à utiliser : chiffons, air comprimé, produits d'entretien, grattoir, spatules...
- les fréquences de nettoyage
- et la durée de nettoyage pour chaque opérateur

3.5 Inspection général

Former les chefs d'équipes aux notions d'hydraulique ou encore de lubrification pour mieux comprendre les équipements. A ce stade, les chefs doivent maitriser les compétences suivantes :

- Comprendre la structure et les fonctions de l'équipement :

- Comprendre quoi regarder quand on doit contrôler la machine
- Nettoyer et inspecter pour maintenir la performance de l'équipement
- Comprendre les critères pour juger des anomalies
- Comprendre la relation entre les causes et les anomalies spécifiques
- Savoir avec certitude quand il y a nécessité d'arrêter l'équipement
- Avoir des notions dans l'analyse des pannes

3.6 Inspection autonome

- Maintenir l'autonomie des opérateurs dans les inspections acquises dans l'étape précédente. Par la formation sur les réglages des machines
- Former le personnel à remplir les fiches d'anomalies et en rendre compte.
- **Outil utilisé :** L'opérateur doit être capable de remplir le fiche d'anomalie (voir l'annexe 4.10) pour assurer un suivi performant des anomalies afin de réaliser un système de maintenance autonome

Par rapport aux réglages vis-à-vis aux défauts présents, nous avons élaboré une fiche de réglage (voir l'annexe 4.6)

3.7 Continuer à améliorer

Après la réalisation de la maintenance autonome, on mit en place des audits et des mesures de performance des actions menées, on choisit d'évaluer le fonctionnement de l'atelier par l'indicateur TRS, les résultats trouvés sont dans la partie Contrôler de la démarche DMAIC.

IV. Orientation de la direction

On se qui concerne la gestion d'espace en atelier et la réduction de stock, la direction prend la démarche suivant :

- 1) Etude de la nécessité d'une autre machine en certain produit ;
- 2) La décision ;
- 3) La demande aux fournisseurs pour une machine Mecano pour la forme 900g ;
- 4) Les travaux de démolition et de construction pour élargir l'atelier ;
- 5) Liquidation de deux machines : Leshan B de 330g qui subit une faible cadence et Leshan A de 250g qui présente une demande restreinte.
- 6) Réception de la nouvelle machine d'une grande cadence ;
- 7) Installation par une équipe spécialisée
- 8) Formation des personnels sur le fonctionnement de nouvelle machine

V. Vision à long terme

Liquidation de la machine Leshan A de faible demande et réception d'une nouvelle machine de Mecano avec deux moules 170g/330g.

Phase : contrôler

Introduction

Dans cette dernière étape de la démarche DMAIC, l'enjeu est de pouvoir pérenniser les actions et de s'assurer que les performances ne se dégradent pas pour garder les gains gagnés dans la phase précédente. Nous avons choisi TRS comme indicateur pour contrôler les solutions qui ont été mises en place.

I. Suivi de TRS après la mise en place des solutions.

Le TRS est un indicateur clé qui nous a permis de faire une comparaison entre l'état avant et après la mise en place des solutions.

On constate d'après la figure 45 que le taux de rendement synthétique a été bien amélioré par rapport à la moyenne de l'ancien TRS qui était de l'ordre de 55% et ceci dû à la diminution de temps de changement de série. Et donc l'objectif fixé par la direction est relativement atteinte un taux de l'ordre de 65% (Annexe 4.11).

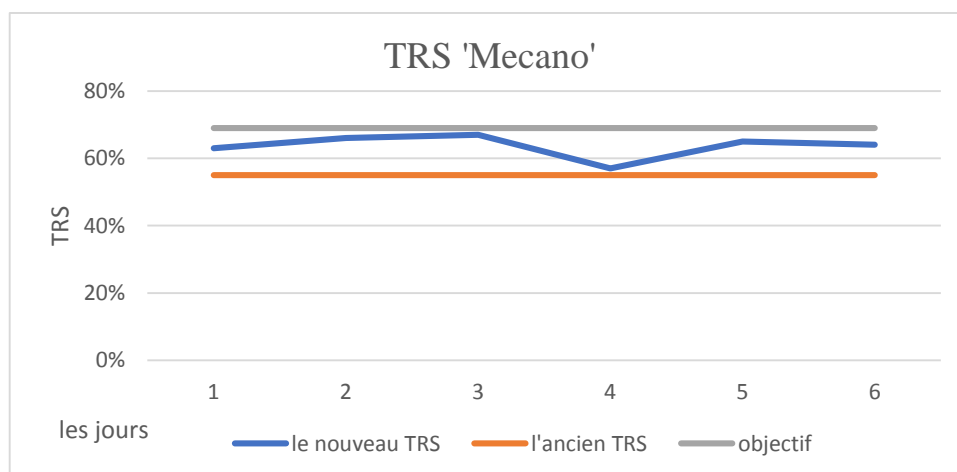


Figure 45 : Evolution du TRS de la machine Mecano

II. Analyse des composants de TRS

1. Taux de disponibilité

Malgré que l'atelier effectue le changement de moule, le temps de celle-ci n'influence pas beaucoup sur le taux de disponibilité de la machine qui est de l'ordre de 80% comme s'est montré dans le jour 4 sur la figure 46, on voit bien que ce dernier est le plus faible des taux après l'application de chantier

SMED et de l'auto-maintenance. Par contre l'ancien taux de disponibilité au jour du changement de moule était de l'ordre de 41%.

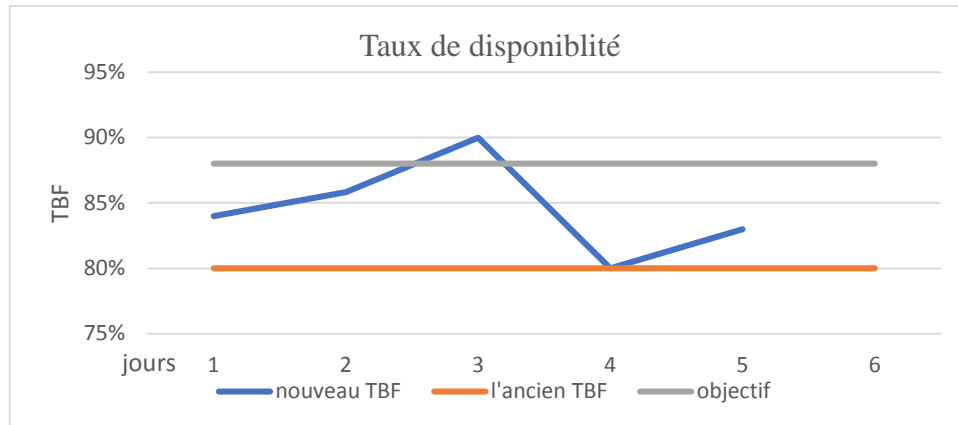


Figure 46 : Evolution du Taux de disponibilité de la machine Mecano

3. Taux de performance

Suite à l'analyse de la figure 47, nous avons constaté que le taux de performance est amélioré à cause de la cadence qui a devenu proche de la cadence théorique. Ce qui permet de donner un taux de l'ordre de 80%.alors qu'avant nous avons uniquement un taux de l'ordre de 72%.

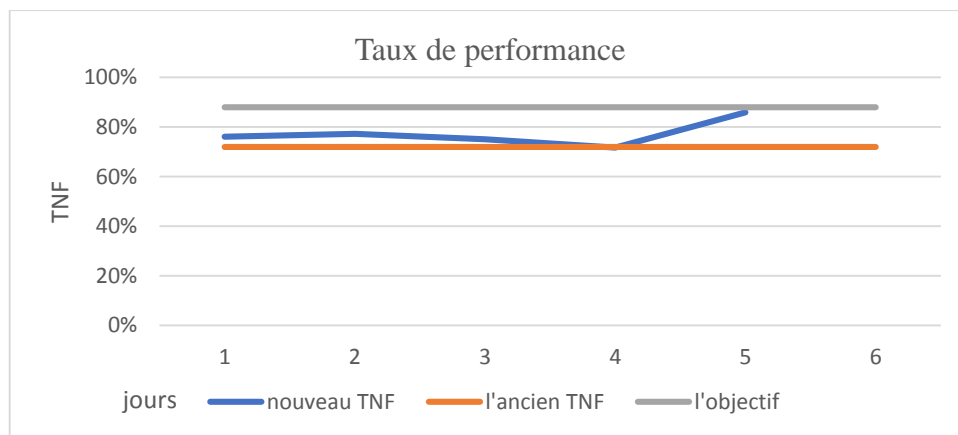


Figure 47 : Évolution de Taux de performance pour la machine Mecano

4. Taux de qualité

Après la réalisation de la fiche de réglage qui permet de faire un suivi aux défauts et aux pièces non conformes produites. Nous avons pu atteindre un taux de l'ordre de 99% qui est l'objectif fixé auparavant. Ceci est représenté sur la figure 48.

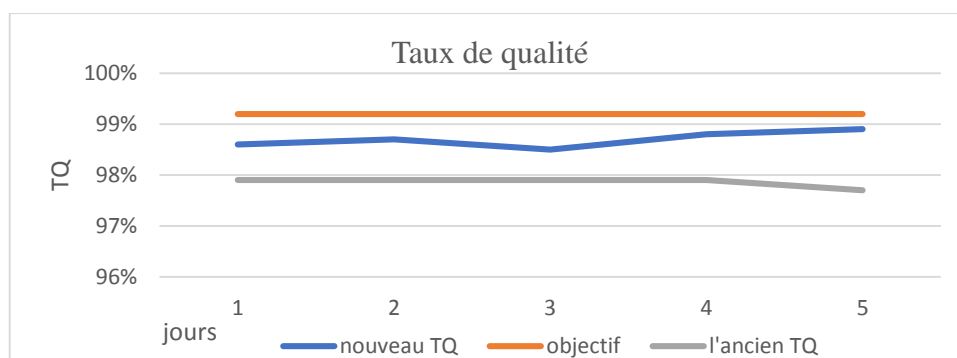


Figure 48: Évolution de Taux de qualité pour la machine Mecano

Remarque : on voit bien que la productivité de la machine est augmentée d'après les trois composants de la TRS, alors pour la machine Leshan présente aussi un taux important par rapport ce que nous avons eu déjà.

III. Comparaison entre la demande et la production

Nous avons suivi dans la 1^{ère} semaine de mois de mai, le programme de production exigé par le client et la quantité réalisé par l'atelier, et nous avons quantifié la différence entre les deux situations.

Mois mai	Famille	900 g ESL	900 g DAYA	170 g DAYA	330 g DAYA	JFL 250 g
	Quantité Réalisée	95956	10076	138072	1843150	57892
	Quantité demandée	100000	10200	140000	185000	60000
	% Qté réalisée/Qté demandée	95%	98%	95%	99%	96%
Mois Février	% Qté réalisée/Qté demandée	60%	79%	85%	90%	81%

Tableau 18 : Comparaison entre la quantité Réalisée et la quantité demandée

D'après le tableau 18, nous pouvons conclure que le nouveau rapport entre la quantité réalisée et la quantité demandée été amélioré comparé à celui du mois de février, dont laquelle nous avons pu atteindre un pourcentage entre 95% et 99%, après la mise en place des chantiers d'améliorations qui ont permis de remédier à notre problématique.

Conclusion

Cette phase nous a permis de révéler les gains des plans d'actions qui ont été mises en place et de mettre l'accent sur l'indicateur TRS pour montrer que la productivité a été bien améliorée dans l'atelier.

Conclusion générale & Perspectives

Ce projet a été effectué au sein de l'usine oued NJA durant 4 mois de stage, parmi plusieurs sujets qui présentent une nécessité incontournable d'intervention, nous avons choisi le sujet de Lean Manufacturing.

L'objectif est de détecter tous les sortes de gaspillage en utilisant les outils de Lean Manufacturing qui permet une bonne mesure de l'état actuel des lieux, afin de réduire ou supprimer les pertes qui influence et dégrade la productivité de l'atelier. la démarche qu'on a suit pour atteindre les objectives fixés est la démarche DMAIC.

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 et la planification de travail, dans chaque étape de la démarche nous avons obtenu les résultats suivant :

Phase **Définir** : dans cette étape nous avons décrit l'atelier d'extrusion des bouteilles ainsi la problématique qui touche la productivité de l'atelier

Phase **Mesurer** : nous avons mesuré tous les indicateurs de la productivité en utilisant plusieurs outils de Lean manufacturing : VSM, TRS, l'efficience, rendement matière, chronométrage de changement de moule, et nous avons trouvé comme résultat :

- Un taux de rendement synthétique faible
- Des postes goulots pour la cartographie des flux
- Une faible efficience
- Un % de recyclage assez grand qui affaiblit le rendement matière de l'atelier
- Des faibles cadences des machines
- Un temps de changement de moule très grand

Phase **Analyser** : dans cette phase nous avons analysé toutes les mesures en utilisant les digrammes ISHIKAWA, les diagrammes Pareto...etc.

Phase **Innover** : au cours de cette étape nous avons proposé des plans amélioratives en commençant par une implémentation de la démarche SMED qui nous permet de réduire le temps de changement de série de **52,5%**, et nous avons mis en œuvre un chantier 5S qui permet de ranger et nettoyer l'atelier, ainsi nous avons pu réaliser une maintenance autonome qui permet de renforcer l'autonomie des opérateurs. Nous avons accompli le travail par l'élaboration des fiches très importantes pour améliorer

l'autonomie des opérateurs, ces fiches sont : **fiche de réglage, fiche d'anomalie, fiche de risque et un standard de nettoyage.**

Phase **Contrôler** : dans cette étape nous avons contrôlé l'implémentation des solutions en comparant l'état avant avec l'état après l'amélioration. Ce qui nous permet d'avoir comme fruits de travail les perfectionnements suivants :

- Amélioration du temps de changement de moule de **3h20min** à **1h45min**, ce qui permet d'avoir une marge d'unité produite par mois de **54276 unité**, et une marge d'argent de **325660 dh /mois** sur la forme de bouteille 330g
- La mesure de TRS permet de détecter une amélioration de **55%** à **65%** pour la machine Meccanoplastica.
- Une comparaison entre de la demande client et la production après les améliorations nous a permis d'avoir une satisfaction client entre **95%** et **99%**, alors que l'ancienne étude donne une satisfaction entre 60% et 90%.

Une réalisation d'un chantier six sigma réduit la variabilité des processus de production et des produits et vise ainsi à améliorer la qualité globale des bouteilles. Ainsi qu'une étude AMDEC sur les produits et le processus pour analyser les demandes des clients en termes de fiabilité, et analyser les risques liés aux défaillances d'un produit. Ce sont des points que l'atelier d'extrusion peut en profiter pour augmenter la productivité de l'atelier ainsi la satisfaction client



Bibliographie / Webographie

- [1] : M.MELAS-CEREMAP, Les grands procédés de mise en œuvre des matières plastiques issues de processus de régénération de déchets, Janvier 2003.
- [2] : Jean Marc Gallair dirige le cabinet JMG conseil, Les outils de la performance industrielle, spécialisé en organisation et performance industrielle, 2008, groupe Eyrolles
- [3] : Christian HOMAN, Techniques de productivité, comment gagner des points de performance, 2009, groupe Eyrolles
- [4] : Theirry Leconte, la pratique du SMED, 2008, groupe Eyrolles.
- [5] : Julia Flauder, Déploiement du Lean management dans un atelier de conditionnement et conduite de changement, 21 sept 2015, Université de Bordeaux, U.F.R des sciences pharmaceutiques
- [6] : Barbara Layonnet, Amélioration de la performance industrielle : vers un système de production Lean adapté aux entreprises de pôle de compétitivité Arve industries Haute-Savoie, 2 Jan 2012, L'Ecole Polytechnique de l'université de Savoie, Génie Industriel.
- [7]: TPM: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/portail-maintenance-productive/les-basiques-de-la-maintenance-productive/234-les-huit-piliers-de-la-tpm#7>
- [8]:Auto-maintenance:<http://www.wikilean.com/Articles/Kaizen/2-La-Total-Productive-Maintenance-16-articles/Pilier-2-Maintenance-autonome-des-equipements-Jishu-Hozen>
- [9]: SIPOC: <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/six-sigma/six-sigma-les-basiques/173-sipoc>
- [10]: VSM <http://christian.hohmann.free.fr/index.php/lean-entreprise/la-boite-a-outils-lean/243-vsm-la-cartographie-des-flux>
- [11]: SMED <http://tpmattitude.fr/smed.html>

ANNEXES

Annexe1 : Phase Mesurer de la démarche DMAIC

Annexe 1.1 : Analyse de l'existant en terme matière (**rendement matière**)

Annexe 1.1.1 : Calcul de rendement de la machine leshan'C' pour la famille 900g

Suivi de la production des machines LESHAN 'C'								
Date	Entrée MP		Qté unité (Conforme)	Poids	Recyclage kg		Chutes kg	Rendement%
	PEHD (kg)	COLOR (kg)			Utilisé	non utilisé		
28/02/2017	388	3,91	7609	334		80,57	1,5	86%
01/03/2017	400	4	6809	295		75,77	1	73%
02/03/2017	400	4	8602	378		111,5	1,5	94%
06/03/2017	412,5	4,16	6819	304,7		105,96	1	73%
07/03/2017	350	3,5	6052	271,9		66	1	77%

Annexe 1.1.2 : Calcul de rendement de la machine Mecano pour la famille 170g et 330g

Date	Bouteille 170g								Bouteille 330g							
	Entrée MP		Qté unité	Poids	Recyclage kg		Chutes kg	Rendement %	Entrée MP		Qté unité	Poids	Recyclage kg		Chute kg	Rendement%
	PEHD (kg)	Colorant (kg)			Utilisé	Non utilisé			PEHD (kg)	Colorant (kg)			Utilisé	Non utilisé		
28/02/2017	300	3,2	20376	278	162,08	17	1.5	60%								
01/03/2017									119	1,23	5624	112,76	50,8	3,5	1.5	66%
02/03/2017									400	4,25	25715	513,01	238,83	1	1	80%
06/03/2017	275	2,11	17471	256,82	132,66	22,5	3	63%								
07/03/2017	250	2,5	17028	243,8	138,1	3	0,5	62%								
08/03/2017	225	2,25	15484	224,1	125	1,58	0,5	64%								
09/03/2017	162,5	1,5	10880	160,37	91,7	2	1	63%								
10/03/2017									325	3	22000	438,9	200	2	1	83%
11/03/2017									116	1,25	5500	109,73	41	5	1	69%
12/03/2017									400	5	26000	518,7	260	2	1	78%

Annexe 1.2 : Analyse de l'existant en terme matière (recyclage)

Annexe 1.2.1 : Tableau de mesure de recyclage pour la machine Meccanoplastica produit 330g et 170g

Fiche de recyclage machine Meccanoplastica en 330 g																			Recyclage total	
date	poids moyennes en g			bouteille conforme		bouteille non conforme												Recyclage Non utiliser		
	corps principal	la cal	masselotte	nbre	Recyclage utilisé en kg	forme 1: corps principal			forme2: avec la cal			forme3: avec la cal et la masselotte			forme4: avec la masselotte					
						Qté en kg	nbre	recyclage utilisé	Qté	nbre	Recyclage utilisé	Qté	nbre	Recyclage utilisé	Qté	nbre	Recyclage utilisé			
01/03/2017	20,5	4,65	4,26	5624	50,1	0,5	24	0,217	3	119,3	0,5082	0	0	0	0	0	0	0	3,5	50,84
02/03/2017	19,95	4,54	4,74	25715	238,6	0	0	0,000	1	40,8	0,1935	0	0	0	0	0	0	0	1	238,83

10/03/2017	19,95	4,5	4,58	22000	199,8	1	50	0,455	1	40,9	0,1873							2	200,40
11/03/2017	19,95	4	3,2	5500	39,6	2	100	0,722	3	125,3	0,4008							5	40,72
12/03/2017	19,95	5,5	4,5	26000	260,0	1	50	0,501	1	39,3	0,1768							2	260,68

Fiche de recyclage machine Meccanoplastica en 170 g																			Recyclage total	
Date	poids moyennes en g			bouteille conforme		bouteille non conforme												Recyclage non utilisé	Recyclage utilisé	
	corps principal	la cal	masselotte	Nbre	Recyclage utilisé en kg	forme 1: corps principal			forme2: avec la cal			forme3: avec la cal et la masselotte			forme4:avec la masselotte					
						Qté en kg	Nbre	Recyclage utilisé	Qté	Nbre	Recyclage utilisé	Qté	Nbre	Recyclage utilisé	Qté	Nbre	Recyclage utilisé			
28/02/2017	13,63	2,84	4,85	20376	156,7	2,5	183	1,410	13,5	820	3,9754	1	47	0	0	0	0	17	162,08	
06/03/2017	14,7	3,2	4,09	17471	127,4	1	68	0,496	21	1173	4,7983	0,5	23	0	0	0	0	22,5	132,66	
07/03/2017	14,32	3,1	4,96	17028	137,2	0	0	0,000	3	172	0,8542	0	0	0	0	0	0	3	138,10	
08/03/2017	14,47	2,93	5,1	15575	125,1	1,5834	91	0,731	0	0,0	0,0000	0	0	0	0	0	0	1,5834	125,80	
09/03/2017	14,74	3,2	5,26	10769	91,1	1,63254	111	0,937	2	111,5	0,5864							3,63254	92,63	

Annexe 1.2.2 : tableau de mesure de recyclage pour la machine Leshan produit 900 g

Fiche de recyclage produites par la machine LESHAN en 'C'900 g																			Recyclage total	
Date	Poids moyennes en g			Bouteille conforme		Bouteille non conforme												Recyclage utilisé	Recyclage non utilisé	
	Corps principal	Cal	Masselotte	Nbre Produites	Recyclage	Forme 1 : corps principal			Forme2 : avec la cal			Forme3 : avec la cal et la masselotte			Forme4 : avec la masselotte					
						Qté (Kg)	Qté (Unité)	Recyclage utilisé	Qté (Kg)	Qté (Unité)	Reste de recyclage : mass	Qté (Kg)	Qté (Unité)	Recyclage utilisé	Qté (Kg)	Qté (Unité)	Recyclage utilisé			
28/02/2017	43,9	3,85	6,46	7609	78,4	1,5	34	0,352	0,237	5	0,0321	0	0	0	0	0	0	0	80,57	
01/03/2017	43,39	3,85	6,46	6809	70,2	4,5	104	1,069	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	75,77	
02/03/2017	44,02	3,9	8,65	8602	108	0	0	0	3	62,6	0,5415	0	0	0	0	0	0	0	111,5	
06/03/2017	44,69	4,27	9,83	6819	96,1	5	112	1,578	0	0	0	0	0	0	3	55	0,235	0	105,96	

Annexe 1.3 : comparaison entre le cas réel et le cas théorique

Annexe 1.3.1: comparaison entre le cas réel et le cas théorique pour la machine Meccano

Consommation Meccanoplastica en 170g													
Date	Consommation théorique					Consommation réel							
	PEHD	col	Recyclage théorique	Nbre bout conforme	poids en kg	PEHD	col	Nbre bout conforme	Nbre bout non conforme	poids	Recyclage		Rendement
											utiliser	non utilisé	
28/02/2017	176,57	1,7836	88,287	20376	264,89	300	3,2	20376	1050	277,72	162	3,5	60,114
06/03/2017	151,4	1,5293	75,7	17471	227,12	275	2,11	17471	1264	256,82	132	22,5	63,102
07/03/2017	147,56	1,4905	73,781	17028	221,36	250	2,5	17028	172	243,84	138,1	3	62,829
08/03/2017	134,18	1,3554	67,091	15484	201,29	225	2,5	15484	91	221,73	124,33	1,58	63,473

Production Meccanoplastica en 170g													
Date	Production théorique					Production réel							
	PEHD	col	recyclage théorique	Nbre bout conforme	Poids en kg	PEHD	col	Nbre bout conforme	Nbre bout non conforme	Poids	Recyclage		Rendement
											utiliser	non utilisé	
28/02/2017	300	3,0303	99,99	31002	403,02	300	3,2	20376	1050	277,72	162	3,5	60,114
06/03/2017	275	2,7778	91,658	28418	369,44	275	2,11	17471	1264	256,82	132	22,5	63,102
07/03/2017	250	2,5253	83,325	25835	335,85	250	2,5	17028	172	243,84	138,1	3	62,829
08/03/2017	225	2,2727	74,993	23251	302,27	225	2,5	15484	91	221,73	124,33	1,58	63,473

Annexe 1.3.2: comparaison entre le cas réel et le cas théorique pour la machine Leshan de 900g

La comparaison entre la consommation théorique et réelle													
Date	Consommation théorique					Consommation réelle							
	PEHD	Col	Recyclage théorique	Nbre bout conforme	Poids en kg	PEHD	Col	Nbre bout conforme	Nbre bout non conforme	Poids	Recyclage		Rendement
											utiliser	non utiliser	
28/02/2017	249,4147	2,51934	75,25301	7609	327,187	388	3,91	7609	39	334		80,57	85%
01/03/2017	223,1915	2,25446	67,34101	6809	292,787	400	4	6809	104	295,44251		75,77	73%
02/03/2017	281,9641	2,848122	85,07378	8602	369,886	400	4	8602	62	373,24078		111,5	94%
06/03/2017	223,5193	2,257771	67,43991	6819	293,217	412,5	4,16	6819	167,0	295,87641		105,96	73%
07/03/2017	198,3779	2,003817	59,85428	6052	260,236	350	3,5	6052	4,0	262,59628		66,0	77%

La comparaison entre la production théorique et réelle														
Date	Production théorique					Production réelle							ECART	
	PEHD	col	Recyclage théorique	Nbre bout conforme	Poids en kg	PEHD	col	Nbre bout conforme	Nbre bout non conforme	poids	Recyclage			Rendement
											utiliser	non utiliser		
28/02/2017	388,00	3,92	70,55	9114,40	391,92	388,00	3,91	7609,00	39,00	334,04		80,57	85%	1505,40
01/03/2017	400,00	4,04	72,73	9396,29	404,04	400,00	4,00	6809,00	104,00	295,44		75,77	73%	2587,29
02/03/2017	400,00	4,04	72,73	9396,29	404,04	400,00	4,00	8602,00	62,00	373,24		111,50	94%	794,29
06/03/2017	412,50	4,17	75,00	9689,92	416,67	412,50	4,16	6819,00	167,00	295,88		105,96	73%	2870,92
07/03/2017	350,00	3,54	63,64	8221,75	353,54	350,00	3,50	6052,00	4,00	262,60		65,96	77%	2169,75

Annexe 1.4 : Analyse de l'existant en termes de temps, étude de TRS

Annexe 1.4.1 : Etude TRS pour le cas de la machine Leshan 900g


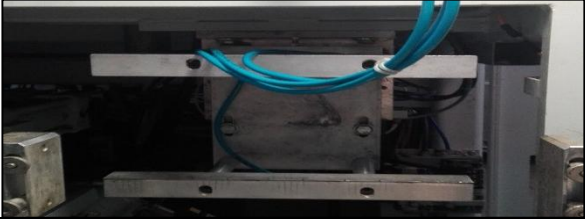


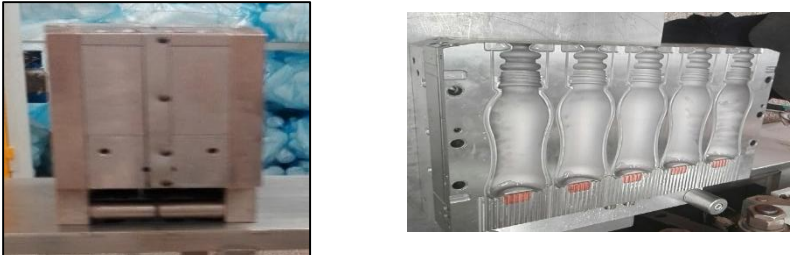
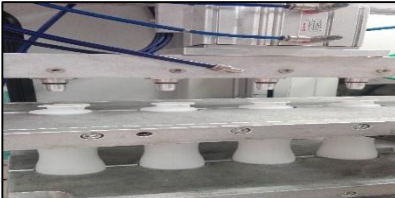
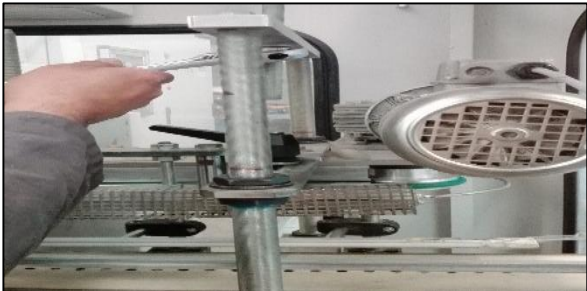
Calcul de TRS (Temps de rendement synthétique) pour la machine Leshan C 900g																		
Taux brut de fonctionnement												Taux net de fonctionnement		Taux de Qualité		TRS		
Date	Temps d'ouverture (min)	Temps Requis (min)	Temps des Arrêts non programmées									%taux brut de fonctionnement	Qté Produite	Temps de cycle théorique(MIN)	%Taux de performance	Qté Rebut	%Taux de Qualité	taux brut de fonct*taux de performance*taux de qualité
			Panne	o Blocage de broyeur	o coupure d'électricité	o manque de personnel	o Produit coincé dans la machine	o Attente matière,	o Temps de fabrication non conforme	o Temps de marche à vide	o Préparation de démarrage							
27/03/2017	480	386	0					10	4	80	80%	9472	0,0375	92%	80	99%	73%	
28/03/2017	480	374	10				15	15	6	60	78%	9404	0,0375	94%	227	98%	72%	
29/03/2017	480	380	19				20	5	6	50	79%	6108	0,0375	60%	250	96%	46%	
30/03/2017	480	161	10			240		4	5	60	34%	4076	0,0375	95%	68	98%	31%	
03/04/2017	480	355	10		15		13	9	8	70	74%	7136	0,0375	75%	204	97%	54%	
04/04/2017	480	377	15	20				3	5	60	79%	9480	0,0375	94%	300	97%	72%	
											71%			85%		97%	59%	

Annexe 1.4.2 : Etude de TRS pour la machine Meccanoplastica 170g

Calcul de TRS (Temps de rendement synthétique) pour le Mecano 170g

Calcul de TRS (Temps de rendement synthétique) pour le Mecano 170g																			
Taux brut de fonctionnement													Taux net de fonctionnement			Taux de Qualité		Trs	
Date	Temps d'ouverture en min	Temps Requis en min	Temps des Arrêts non programmées en min										%taux brut de fonctionnement	Qté Prod uite	Temps de cycle théorique	% Taux net de fonctionne	Qté Rebut	%Taux de Qualité	TRS
			Panne	blocage de broyeur	coupure d'électricité	manque de personnel	produit coincé dans la machine	temps de marche à vide	temps de changement de moule	préparation de démarrage	temps de fabrication non conforme	attente matières							
27/03/2017	480	430	0	0	0	0	20	0	0	30	0	0	90%	25815	0,012	72%	429	0,98	63%
28/03/2017	480	426	0	4	10	0	5	0	0	35	0	0	89%	23105	0,012	65%	500	0,98	57%
29/03/2017	480	196	10	0	0	0	4	0	210	30	30	0	41%	14000	0,012	86%	575	0,96	34%
30/03/2017	480	415	0	0	0	0	5	15	0	40	0	5	86%	26935	0,012	78%	428	0,98	66%
03/04/2017	480	427	0	0	15	0	3	0	0	35	0	0	89%	22640	0,012	64%	154	0,99	56%
04/04/2017	480	413	25	0	0	0	5	0	0	37	0	0	86%	23120	0,012	67%	600	0,97	56%

Annexe 1.5 : Les différentes pièces utilisées dans le changement du moule

Les Pièces	Description
Douilles d'extraction	
Pièce élimination masselotte	
Les tuyaux d'air comprimé	
La bride	
Moule Et Demi-moule	
souffleuse	
Table de taille bouteille	

Les tuyaux d'eaux glacées			
Chariot qui porte le moule			

Annexe 1.6 : Temps de changement de série de chaque opération

Démontage /Montage des moules	N°	<i>Changement de série: Changement de moules</i>	<i>Effic</i>	<i>Durée</i>	<i>Commentaires</i>	Temps d'arrêt de production
	1	Préparer les outillages (nouveaux douilles d'extraction, nouveaux guides bouteilles,	2	5:00		
	2	Démonter les guides bouteilles gauches	1	1:08		
	3	Démonter les guides bouteilles droites	1	1:00		
	4	démonter les douilles d'extraction gauches	1	2:22	Chercher l'outil pour desserrer les vises	
	5	démonter les douilles d'extraction droites	1	2:22	Chercher l'outil pour desserrer les vises	
	6	Détacher les tuyaux d'air comprimé gauches	1	0:06		
	7	Démonter la pièce d'élimination masselotte gauche	1	2:36		
	8	Détacher les tuyaux d'air comprimé droites	1	6:00		
	9	Démonter la pièce d'élimination masselotte droite	1	2:00		
	10	Monter les nouvelles douilles d'extraction gauches	2	8:10		
	11	Monter les nouvelles douilles d'extraction droites	2	7:09	Chercher l'outil	
	12	Monter les nouvelles pièces d'élimination masselottes gauches	2	2:21		
	13	Monter les nouvelles pièces d'élimination masselottes droites	2	2:00		
	14	Détacher les tuyaux d'eaux glacées au moule gauche	2	6:06	Chercher les sachets pour vider l'eau	
	15	Détacher les tuyaux d'eaux glacées au moule droite	2	9:38	Ils ont oublié d'enlever les sachets	
	16	Monter les guides bouteilles gauches	1	2:05		
	17	Monter les guides bouteilles droites	1	2:05		

	18	Vérifier les jeux fonctionnels entre les douilles d'extraction et la table gauche bouteille	2	5:12	La non-concentration de l'opérateur, Opération nécessite plus de précision, La non existence de 2ème opérateur
Démontage /Montage des moules	19	Vérifier les jeux fonctionnels entre les douilles d'extraction et la table droite e bouteille	2	3:41	
	20	Régler la machine en petite vitesse en bloquant mécaniquement la souffleuse par un tube en acier	2	8:05	Pb non détecté au niveau de porte ouverte
	21	Préparer le démontage du moule gauche: Montage de la bride du moule gauche	2	2:31	Déplacement de l'opérateur pour amener la bride vers le moule gauche et l'outil pour fixer la bride
	22	Desserrer la partie intérieure du moule gauche	2	2:25	Chercher le carton pour ne pas saler l'intérieur de la
	23	Désassocier le moule du chariot	2	1:31	
	24	Crocher la ceinture de la bride au palan	2	1:00	
	25	Desserrer les vis extérieure du moule gauche Démonter les visés du coté extérieur du moule 1	2	1:33	
	26	Déplacer le moule gauche vers l'extérieur	1	2:41	
	27	Régler la machine en petite vitesse en bloquant mécaniquement la souffleuse par un tube en acier	2	2:33	
	28	Préparer le démontage du moule droite: Montage de la bride du moule droite	2	4,06	Régler la machine pour vérifier le blocage gauche
	29	Desserrer la partie intérieure du moule droite	2	2:39	
	30	Désassocier le moule au chariot	2	1:18	
	31	Crocher la ceinture de la bride au palan	2	1:39	Tirer le palan à droite et s'assurer quels sont loin de s vis d'injection
	32	Desserrer les vis extérieure du moule droite	2	1:33	
	33	Déplacer le moule droite vers l'extérieur	3	2:52	
	34	Préparer le 1er moule pour le montage	2	3.30	
	35	pousser la table qui porte le moule vers l'intérieur	2	0:28	Chercher la ceinture
	36	Démonter la bride du moule gauche	1	0 :47	
	37	Monter la bride portant la ceinture au moule gauche	2	0:43	
	38	Pousser la table vers la machine et Crocher la ceinture au palan	2	0:39	

Temps d'arrêt de production

	39	Déplacer le nouveau moule gauche vers la mâchoire à l'aide de palan	2	3:16		
	40	Fixer le côté extérieur du moule	2	3:20		
	41	Fermer le moule	2	0:28		
	42	Fixer le coté intérieur du moule gauche	1	3:13		
	43	Enlever la ceinture du palan	2	0:44		
	44	Démonter la bride portant la ceinture du moule gauche	2	0:48		
	45	Ouvrir le moule gauche	1	0:59		
	46	Démonter la bride du moule droite	1	1 :04		
	47	Monter la bride portant la ceinture au moule droite	1	0 :47		
	48	Déplacer la table portant le moule droite vers la machine	2	0 :24		
Démontage /Montage des moules	49	Crocher la ceinture au palan	1	0 :10		Temps d'arrêt de production
	50	Déplacer le nouveau moule droite vers la mâchoire à l'aide de palan	2	1 :25		
	51	Serer la partie extérieur du moule	1	3 :51		
	52	Enlever la ceinture du palan	1	0 :10		
	53	Fixer la souffleuse droite à l'aide d'un tube de cuivre	1	0 :30		
	54	Fermer le moule droite	1	0 :52		
	55	Enlever la bride du moule droite	1	1 :50		
	56	Monter la partie intérieure du moule droite	1	2 :11		
	57	Ouvrir le moule droite	1	0 :40		
	58	Enlever les tubes qui fixe les souffleuses (droite /gauche)	1	0 :10		
	59	monter les tuyaux de l'eau glacée (gauche)	1	4:52		
	60	Monter les tuyaux de l'eau glacée (droite)	1	4:00		
	61	Régler la taille avec une bouteille partie droite	1	4 :18		
	62	Régler la taille avec une bouteille partie gauche	1	9 :00		
	63	Valider la courbe sur l'écran tactile	1	2:00		
	64	Désactiver le réglage en petite vitesse	1	3:00		
	65	Réaliser Les essais et régler le poids	2	10:00		
Total en (h)				3h20		
Total en (min)				200		

Annexe 3: la partie Analyser de la démarche DMAIC

Annexe 3.1 : Analyse de TRS pour la machine Leshan « C »

Le rendement synthétique moyenne de la machine est de 59% par contre l'objectif est de l'ordre de 78%. La figure 3.1, montre que le TRS n'atteint en aucun jour l'objectif souhaité.

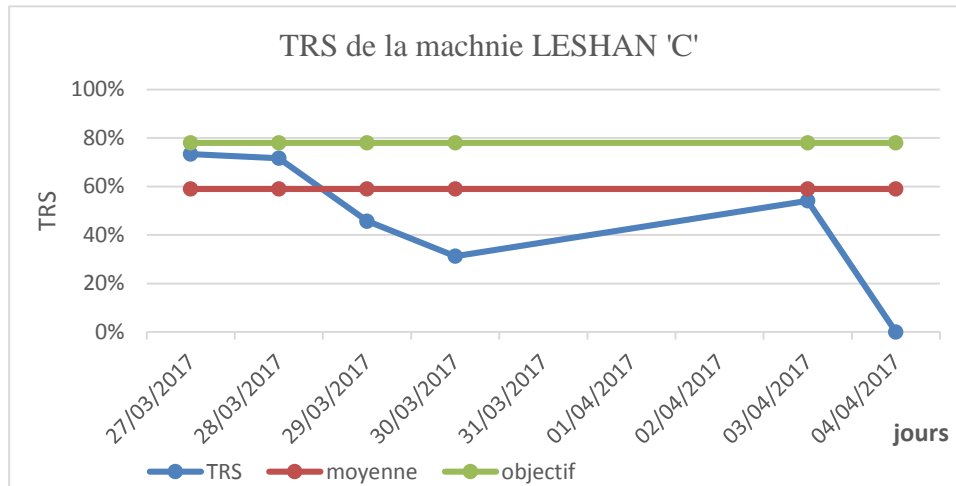


Figure 3.1.1: évolution du TRS de la machine Leshan C

3. Analyse des composants de TRS (machine Leshan « C »)

2.1. Analyse de taux brut de fonctionnement

De cette analyse, il s'avère primordial de travailler sur le Taux de disponibilité afin d'augmenter les performances de la machine. En effet le TBF est influencé par les arrêts non planifiés voir planifiés. la figure 3.1.2 montre l'évolution de TBF pour la machine leshan C.

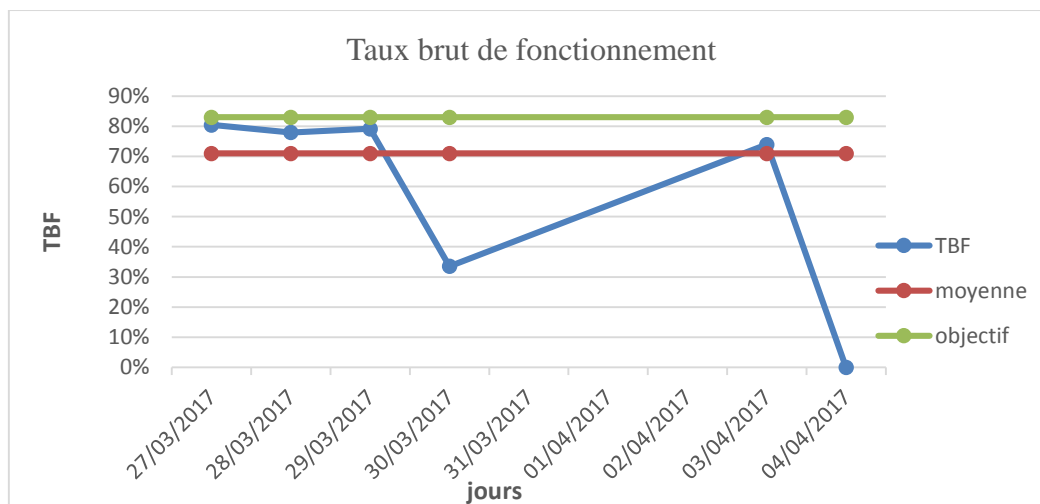


Figure 3.1.2: Evolution de TBF pour la machine Leshan "C"

2.2. Analyse du taux de qualité

D'après la figure 3.1.3, on constate que le taux de qualité maintient une moyenne proche de l'objectif. En effet l'existence de ce petit écart est influencée par le problème de variabilité du poids des pièces rebutés.

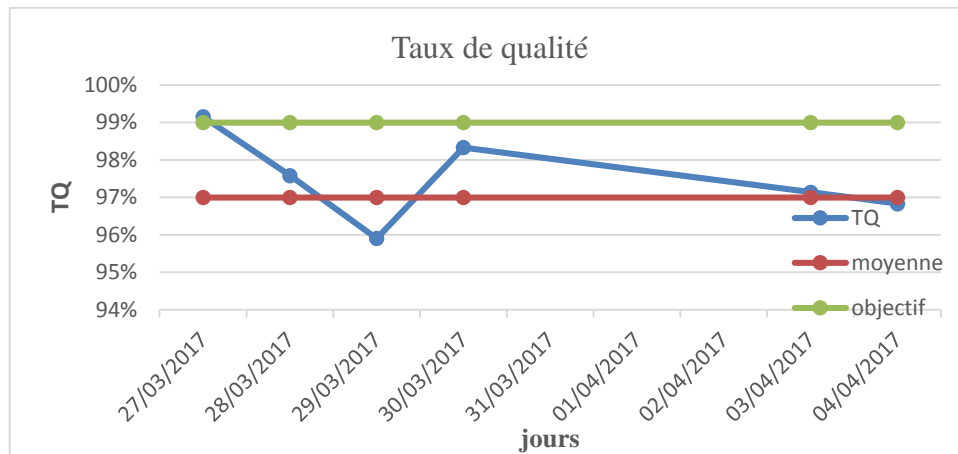


Figure 3.1.3 : Evolution de TQ pour la machine Leshan C

2.3 Analyse du taux de performance

Suite à l'analyse du graphe 3.1.4, il apparaît que le taux de performance est proche de l'objectif. Cependant la réduction de ce taux est provoquée généralement par la cadence faible de la machine sachant que la cadence théorique est de l'ordre de 1600 u/h

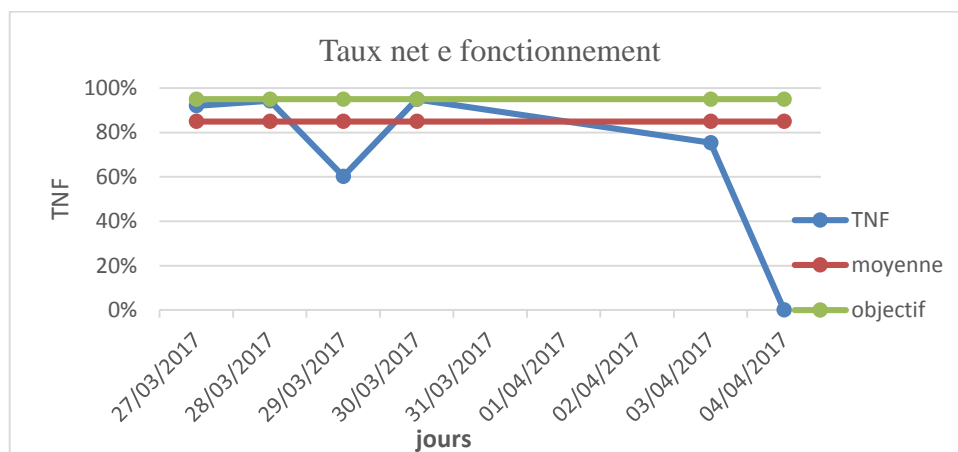


Figure 3.1.4: Evolution de TNF

Annexe 4 : la partie innover/ améliorer de la démarche DMAIC

Annexe 4.1 : les nouvelles opérations de changement de moule

Type	N° Opé	Changement de série : Changement de moules	Effe ctifs	Durée (min)		
E	1	Préparer les outillages : (nouvelles douilles d'extraction, nouveaux guides bouteille, pièce élimination masselottes, les brides, sachets, les nouveaux moules, les tables)	2	5:00	Rendre cette opération en temps masque À effectuer avant la machine soit arrêté	Temps masquée

I	2/3	Démonter les guides bouteilles gauches/ droites	2	1:30	
I	4/5	Desserrer les vis pour démonter les douilles d'extraction gauches/droites	2	2:30	
I	6/7/8/9	Démonter la pièce d'élimination masselotte gauches/droites	2	2:36	
I	12/13	Monter les nouvelles pièces d'élimination masselottes gauches/droites	2	3:30	
I	10/11	Monter les nouvelles douilles d'extraction gauches/droites	2	6:00	
I	16/17	Monter les guides bouteilles gauches/droites	2	2:00	
I	14/15	Démonter les tuyaux d'eaux glacées gauches/droites	2	4:00	
I	20	Régler la machine en petite vitesse en bloquant mécaniquement la souffleuse par un tube en acier	2	1:30	
I	21	Préparer le démontage du moule gauche : <ul style="list-style-type: none"> ○ Monter la bride du moule gauche ○ Monter l'outil au moule gauche 	2	3:30	Au lieu d'utiliser le palan on utilise l'outil 'bras'
I	22	Desserrer la partie intérieure du moule gauche	2	3:55	
I	23	Désassocier le moule du chariot	2	0:46	
I	24	Fixer l'outil à la bride	2	1:40	
I	25	Desserrer les vis extérieures du moule gauche	2	1:45	
I	26	Déplacer le moule gauche vers l'extérieur	1	0:20	
I	34/35	Préparer le 1er moule pour le montage <ul style="list-style-type: none"> • pousser la table qui porte le moule vers l'intérieur 	2	0:30	
I	38	Fixer l'outil à la bride du nouveau moule	2	1:15	Au lieu de crocher la ceinture au palan on croche l'outil à la bride
I	39	Déplacer le nouveau moule gauche vers la mâchoire à l'aide de l'outil	2	0:32	
I	40	Fixer le côté extérieur du moule	2	2:15	
I	41	Fermer le moule	2	0:30	
I	42	Fixer le côté intérieur du moule gauche	2	4:00	
I	43	Enlever le bras de la bride	2	1:33	
I	44	Enlever le bras du chariot	2	2:15	Démonter l'outil pour l'utiliser au 2ème moule (Avant c'était le palan)
I	45	Ouvrir le moule gauche	1	0:30	

Temps d'arrêt de production

I	27	Régler la machine en petite vitesse en bloquant mécaniquement la souffleuse par un tube en acier	2	1 :30		
I	28	Préparer le démontage du moule droite : ○ Monter la bride du moule droite ○ Monter l'outil au moule droite	2	3:40	Au lieu d'utiliser le palan on utilise l'outil 'bras'	
I	29	Desserrer la partie intérieure du moule du moule droite	1	3:25		
I	30	Désassocier le moule du chariot	2	0:46		
I	31	Fixer l'outil à la bride	2	1:45		
I	32	Desserrer les vis extérieures du moule droite	2	2:30		
I	48	Déplacer la table portant le moule droit vers la machine	2	0.48		
I	49	Enlever l'outil de la bride	1	2:38		
I	50	Déplacer le nouveau moule droit vers la mâchoire à l'aide de L'outil	2	2:33		
I	51	Serer la partie extérieure du moule	2	2:30		
I	52	Enlever de l'outil à la bride du nouveau moule	1	1 :35		
I	53	Fermer le moule droite	2	0:25		
I	54	Enlever la bride du moule droite	2	2:30		
I	55	Monter la partie intérieure du moule droite	2	4.00		
I	56	Ouvrir le moule droite	2	0:44		
I	57	Enlever les tubes qui fixe les souffleuses (droites /gauches)	2	0:30		
I	58/59	Monter les tuyaux de l'eau glacée gauches/droites	1	4:30		
I	45	Ouvrir le moule gauche	1	0.40		
I	60/61/18/19	Régler la taille avec une bouteille partie droites/gauches	1	9:00		
I	62	Valider la courbe sur l'écran tactile	1	2.30		
I	63	Désactiver le réglage en petite vitesse	1	2.35		
E	64	Réaliser Les essais et régler le poids	2	9:00	après le changement de format	Temps masquée
Total en (h)				1h45		
Total en (min)				105		

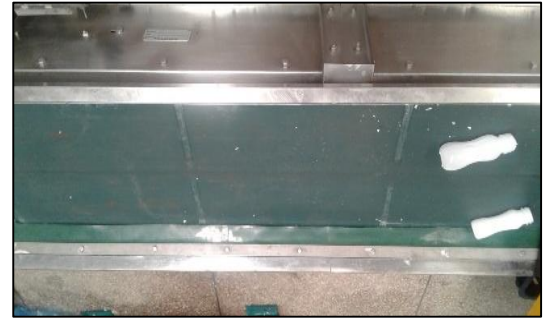
Annexe 4.2 : fiche d'audit pour la mise en place des 5S

Désignation de la zone auditée : l'atelier d'extrusion			Audit réalisé par : Hassania el gharnaji Khaoula amrani souhli					
Date : 21/04/20117		Week :						
Note obtenue			0	1	2	3	4	Recommandation
N°	Points à vérifier	Description						
1	Port de la tenue	Propreté de la tenue est-elle standard ?			-			
2	Matières/produits	Y'a-t-il des matières premières inutilisés ?		-				
3	Machines/équipements	Y'a-t-il des machines ou équipements inutilisés ?		-				
4	Outillages	Y'a-t-il des outillages inutilisés ?	-					
5	Pièces de changement de format	Y'a-t-il des pièces de changement de format inutilisées ?						
6	Indication des lieux de rangements	Les armoires, sont répertoires ?	-					
7	Repérage des positions de stockage pour chaque machine	Les positions de stockage sont repérées pour indiquer ou stocker chaque chose ?				-		
8	Indication de quantité	Les quantités min et max à stocker sont-elles indiquées ?			-			
9	Délimitation des aires de travail	Les aires de travail et les endroits de passage sont-ils clairement délimités ?		-				
10	Rangement rationnel	Chaque chose est-elle rangée à sa place ?		-				
11	Sols	Les sols sont-ils propres ?		-				
12	Les machines/ les équipements	Les machines/ les équipements sont-ils propres ?						
13	Matériel de nettoyage	Le matériel de nettoyage est-il approprié et en bonne état ?			-			

14	Gammes de nettoyage	Les gammes de nettoyage sont-ils suivis ?			-					
15	Fréquences de nettoyage	Fréquences de nettoyage sont-ils respectées ?			-					
0= Très mauvais			1= mauvais			2=moyen		3= bon		4=excellent

Annexe 4.3 : l'étape avant/ après l'application de 5s

L'état avant		L'état Après	
			
Identifier une zone précise pour les produits finis recyclés			
			
Ranger l'armoire portant les pièces de rechanges et outillages utilisées			
			
			
Identifier une place pour les outils de changement de moule			



Changement de tapis qui portent les bouteilles de produits finis

L'état Après



Ranger chaque chose dans une place convenable

L'état avant

L'état après



Préciser une place pour la matière première près de chaque machine

Annexe 4.4 : critères d'évaluation

Critères d'évaluation	Oui	Non	Remarques/ Proposition d'amélioration
L'environnement de travail est-il encombré par des choses inutiles ?			
Y'a-t-il des objets dans la zone qui ne sont pas nécessaires à l'exécution du travail ?			
La zone de travail contient-elle des restes ou des rebuts ?			
Des objets rarement utilisés sont-ils placés à proximité de manière durable ?			
Existe-t-il des machines ou équipement non utilisés ?			
L'emplacement de chaque objet est-il identifié facilement ?			
Les sols sont-ils tenus propres ?			
Les machines sont-elles souvent nettoyées et débarrassées de leurs déchets ?			
Les opérateurs font-ils le nettoyage spontanément ?			







Annexe 4.5 : les étapes de l'auto maintenance


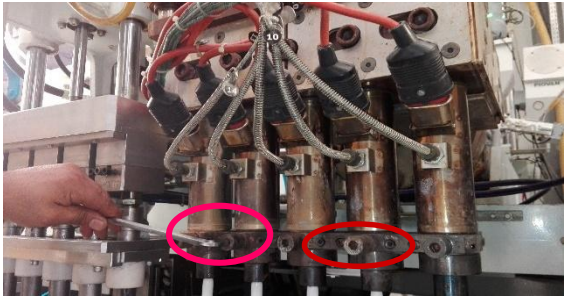





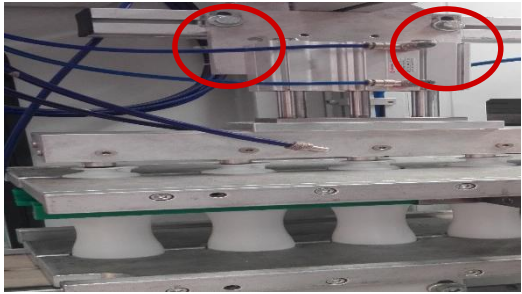
Etape	Non	activité	Outil utilisé
1	Inspection et nettoyage initial	Elimination des petits déchets et des saletés, graissage...	3 premières étape de 5S
2	Eliminer les sources des salissures et les zones inaccessibles	Réduction le temps de nettoyage par l'élimination de source de contamination, Modifier l'emplacement des équipements pour rendre plus facile les inspections et les accès aux divers points de lubrifications, graissages, réglages	5pourquoi,
3	Établir les standards de propreté	Elaboration des standards provisoires de nettoyage, et d'inspection en précisant le planning à respecter quotidiennement et régulièrement	Les standards de nettoyage
4	Inspection général	Former les techniciens aux connaissances des composants des machines et notion de réglages des micro-arrêts	Formation
5	Inspection autonome	<input type="checkbox"/> Maintenir l'autonomie des opérateurs dans les inspections acquises dans l'étape précédente. <input type="checkbox"/> Former le personnel à remplir les fiches d'anomalies et en rendre compte.	<input type="checkbox"/> fiche de réglages <input type="checkbox"/> fiche d'anomalie
6	Continuer à améliorer	Mettre en place des audits et des mesures de performance. Continuer à améliorer le système car les objectifs à poursuivre sont : 0 accident, 0 défaut, 0 panne, 0 réglage ou inférieur à 10mn	TRS


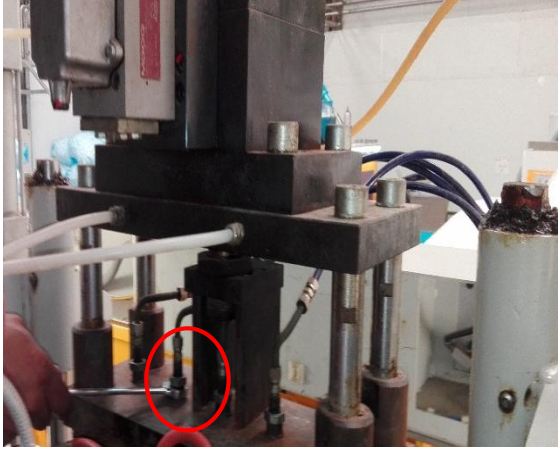

Annexe 4.6 : fiche de réglage

Objectif : Décrire et définir les différents types de réglages vis-à-vis les défauts présents

Responsable : Said Lajoud

Défaut	Zone de réglage	Descriptif de réglage	Causes probables de l'anomalie	Classification de l'anomalie	Temps de l'activité
 <p>lèvre supérieur de la bouteille</p>	<p>1)</p>  <p>2)</p> 	<p>1) Agir sur les lames en vérifiant est ce qu'ils sont tranchants</p> <p>2) Serrer la vis de fixation des lames</p>	<ul style="list-style-type: none"> • La courroie devient lisse • Les lames qui coupent les carottes ne fonctionnent pas bien. 	Grave	15 min
<p>L'existence des corps étrangers.</p> 	<p>1)</p>  <p>2)</p> 	<p>1) Vérifier la matière recyclée</p> <p>2) Réglage sur l'écran ci-contre pour filtrer la matière</p>	Contact directe de la matière avec le sol	Grave	1 min

<p>Aligner la Matière première</p> 		<ul style="list-style-type: none"> • Réglage des vis ci-contre pour aligner la matière : tourner la vis à gauche pour centrer la matière avec l'axe d'injection 	<p>Le problème présente au démarrage de la machine</p>	<p>Normal</p>	<p>5min</p>
<p>Problème de décarottage</p> 	<p>1) </p> <p>2) </p> <p>3) </p>	<ol style="list-style-type: none"> 1) Changer la courroie 2) Réglage de l'ouverture de la lame 3) Réglage de la rotation du support en desserrant la vis 	<ul style="list-style-type: none"> • Dilatation de la courroie à cause de la température • Problème des lames 	<p>grave</p>	<p>15min</p>
<p>L'alignement du bouteille</p> 		<p>Réglage du soufflage : Régler la position des vis.</p>	<p>Alignement des douilles d'extraction avec les souffleuses</p>	<p>Grave</p>	<p>10min</p>

<p>Poids</p> 		<p>Tourner la vis à gauche pour augmenter le poids ou à droite pour le diminuer</p>	<p>Le poids de la bouteille soit inférieur ou supérieur à la norme exigée</p>	<p>Normal</p>	<p>1 min</p>
<p>Défait d'homogénéisation de la matière</p> 		<p>Laisser la matière passer dans l'extrudeuse</p>	<p>Le reste de la matière dans la tête d'injection Ce problème se présente souvent au démarrage de la machine</p>	<p>Normal</p>	<p>5min</p>

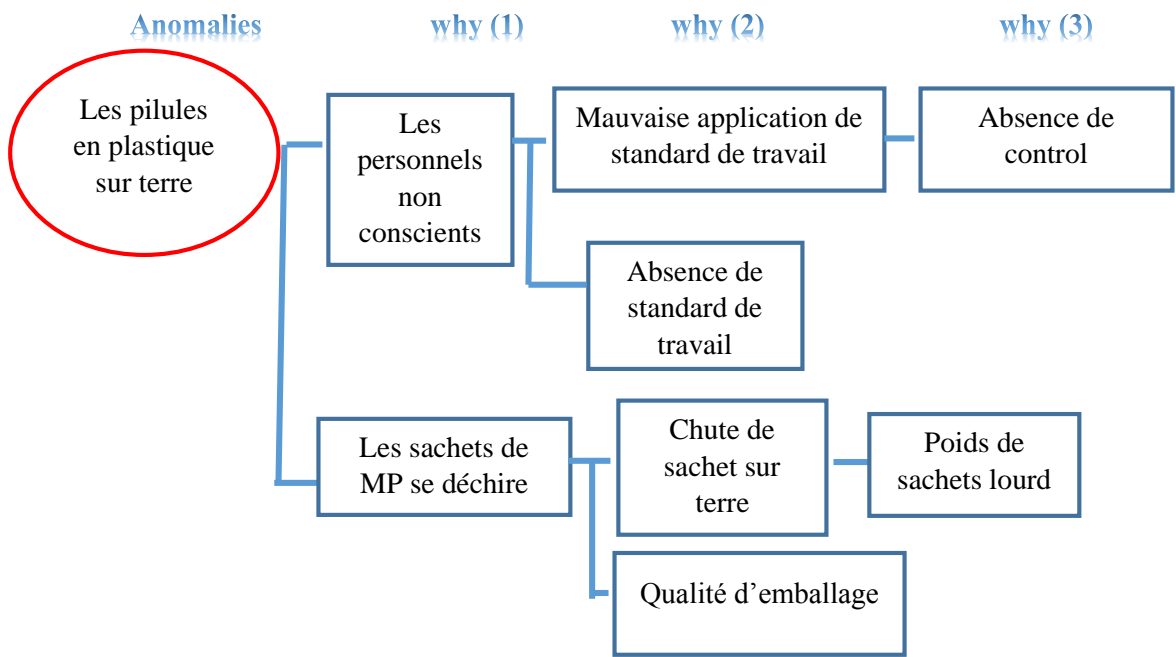
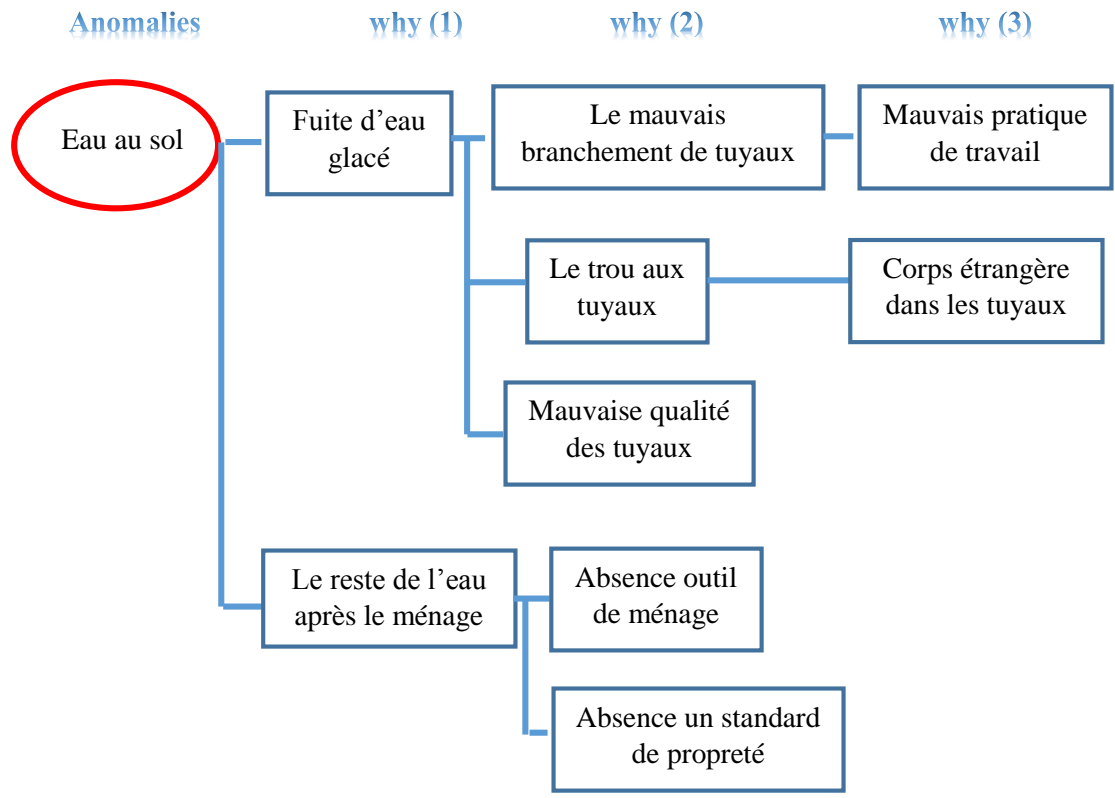
Annexe 4.7 : Fiche de risques liés aux postes

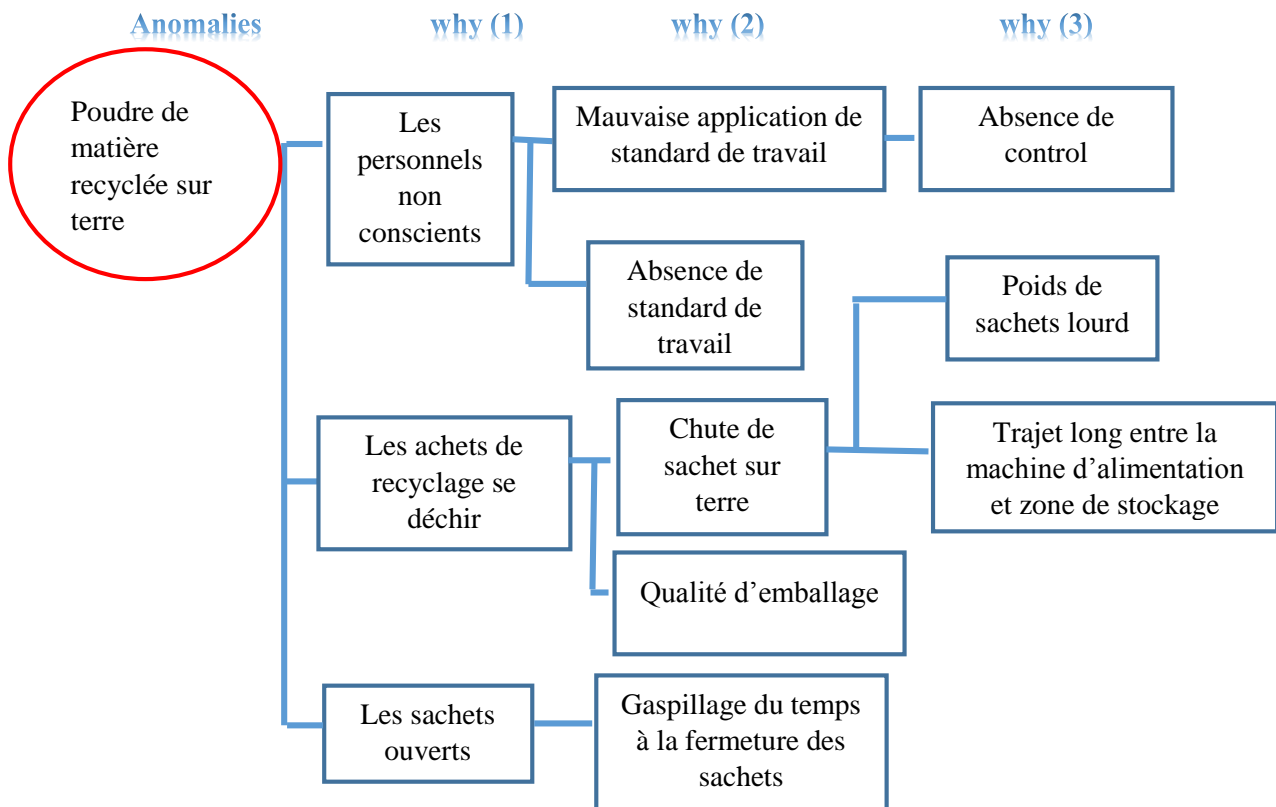
Objectif : Décrire et définir les différents types des risques qui peuvent être présents chaque jour.

Responsable : Said Lajoud

Sources de risques	Effets potentiels	Principaux moyens de prévention
Livraison	Chute	Convoyeur de produit fini, Réaliser des barrières en zone de stockage
Filière et extrudeuse chaude	Brûlures	Aménagement des espaces de travail Gants protecteurs et visières Bonnes pratiques de travail
Couteaux et autres outils tranchants	Coupures, mains prises entre des rouleaux	Bonnes pratiques de travail Rangement et manutention sécuritaire Port des équipements de protection individuelle (EPI) et collective (EPC) : <i>Environmental Power Concepts</i> <i>Code produit électronique</i>
Transport de charges : filières, moules, etc.	Maux de dos, élongations musculaires, chutes	Bonnes pratiques de travail Utilisation d'équipements et d'outils de levage Entraide,
Espaces restreints, planchers glissants ou humides	Contusions	Entretien des lieux Aménagement ergonomique des postes de travail
Changements de température : endroits chauffés ou non, ouverture et fermeture fréquentes de portes d'accès	Troubles pulmonaires, grippe, coup de chaleur	Habillement adéquat Pratiques de travail et délais adaptés aux conditions météorologiques
Travail en position debout	Fatigue, problèmes aux articulations	Mouvements et changements de position Pauses régulières Tapis

Annexe 4.8: les 5 pourquoi montrant les sources de saleté






Annexe 4.9: Standard de nettoyage

Opération de nettoyage	Outil utilisé	fréquence	Délai
Nettoyage des filtres	Grattoir	2fois/jours	10 min
Nettoyer les systèmes d'alimentation selon la procédure en vigueur.	Chiffon, alcool	1fois/mois	30min
Nettoyer les composantes de la filière	Machine de sablage	1/6mois	2h
Nettoyer l'entrefer de la filière	Spatule	2fois/jours	5min
Nettoyer les outils après utilisation	L'eau et chiffon	2fois/jours	10min
Nettoyage de l'écran tactile de la machine	Mousse nettoyant	1fois/semaine	5min
Nettoyer les vêtements au cours de travail	Air comprimé	6fois/équipe/operateur	2min
Nettoyer le sol	TOPAX	2fois/jours	10min

Annexe 4.10: fiche de suivi des pannes et les anomalies liées aux machines

	Enregistrement E.EXT.03 Suivi des pannes machine	Date d'application 03/05/2017 Date de mise à jour : Version : 01
---	---	--

Date	Machine	Pause	Heure Apparition	Heure Disparition	Type d'anomalie	Cause	Emargement responsable équipe

Objectif : Décrire et définir les différents types des anomalies présents chaque jour

Responsable : Said Lajoud

Types d'anomalie : **bloquante**

Non bloquante

Reproductible

Annexe 4.11 étude de TRS pour la machine Meccanoplastica

Calcul de TRS (Temps de rendement synthétique) pour la machine Meccanoplastica 170g																		
Date	Taux brut de fonctionnement											Taux net de fonctionnement		Taux de Qualité		Trs		
	Temps d'ouverture (min)	Temps Requis (min)	Temps des Arrêts non programmés								%taux brut de fonctionnement	Qté Produite	Temps de cycle théorique(MIN)	%Taux de performance	Qté Rebut	%Taux de Qualité	taux brut de fct*taux net de performance*taux de qualité	
Blocage de broyeur			manque de personnel	Produit coincé dans la machine	Attente matière,	Temps de fabrication non conforme	Temps de marche à vide	Temps de changement de moule	Préparation de démarrage									
27/04/2017	480	402	0			4		10	4		60	84%	25000	0,01224	76%	150	99%	63%
29/04/2017	480	412	10			5		13	10		30	86%	28000	0,01224	83%	200	99%	70%
30/04/2017	480	430	5					5			40	90%	26390	0,01224	75%	279	99%	67%
01/05/2017	480	384	10			5		15	6	105	60	80%	22500	0,01224	72%	263	99%	57%
02/04/2017	480	400	10	10		13		9	8		30	83%	25985	0,01224	85%	504	98%	69%
												85%			78%		99%	66%