



الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
La république algérienne démocratique et populaire
وزارة التعليم العالي و البحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et les Recherches Scientifiques

جامعة وهران 2 محمد بن أحمد
Université d'Oran 2 Mohammed Ben Ahmed

معهد الصيانة و الأمن الصناعي
Institut de maintenance et sécurité industrielle

Département Maintenance en Instrumentation

Mémoire de fin d'étude

Pour l'obtention de diplôme Master

Filière : Génie Industriel

Spécialité : Génie Industriel

Thème

Evaluation de performance d'un système de production basé sur l'amélioration du TRS

Préparé par :

Benali Abdelmalek

et

Abdellah ElhirtsiAbdelmalek

Devantle jury composée :

Nom et prénom	Grade	Etablissement	Qualité
Mr.Tarfaya Anis	MCB	IMSI-Univ .D'Oran 2	Président
Mr. titah Mawloud	MCB	IMSI-Univ .D'Oran 2	Encadreur
Mr.Charf Djilali	MCB	IMSI-Univ .D'Oran 2	Examineur

2022 / 2023

Dédicace

JE DÉDIÉ CE MODESTE MÉMOIRE QUI EST LE FRUIT DE NOMBREUSES ANNÉES D'ÉTUDE ET DE TRAVAIL, TOUT EN EXPRIMANT MA PROFONDE GRATITUDE ET SYMPATHIE À TOUTES LES PERSONNES QUI ONT PARTICIPÉ DE PRÈS ET DE LOIN POUR MENER À BIEN CE PROJET ET PLUS PARTICULIÈREMENT :

À MON CHER PÈRE «AHMED» ET MA CHÈRE MÈRE, MES CHÈRES GRANDS ET PETIT FRÈRE ET SŒUR QUI ONT ŒUVRÉ POUR MA RÉUSSITE, DE LEURS SOUTIEN ET TOUS LES SACRIFICES CONSENTIS ET SES PRÉCIEUX CONSEILS POUR TOUTE SON ASSISTANCE ET SA PRÉSENCE

À MON BINÔME «ABDELMALEK», MON MEILLEURE AMIE AVEC LAQUELLE QUE J'AI PARTAGÉ TOUT.

À TOUS MES AMI(E)S D'IMSI

À TOUS MES AMI(E)S AVEC LESQUELS QUE J'AI PARTAGÉ LES BONS MOMENTS.

À TOUS CEUX QUI M'ONT AIDÉ DE LOIN OU DE PRÈS.

Benali abdelmalek

Dédicace

**JE DÉDIÉ CE MODESTE MÉMOIRE QUI EST LE FRUIT DE NOMBREUSES ANNÉES D'ÉTUDE
ET DE TRAVAIL, TOUT EN EXPRIMANT MA PROFONDE GRATITUDE ET SYMPATHIE À TOUTES
LES
PERSONNES QUI ONT PARTICIPÉ DE PRÈS ET DE LOIN POUR MENER À BIEN CE PROJET ET
PLUS
PARTICULIÈREMENT :**

À TOUTES MES TANTES ET LEUR FAMILLE.

À TOUS MES ONCLES ET LEUR FAMILLE.

À TOUS MES AMI(E)S D'IMSI

À TOUS MES AMI(E)S AVEC LESQUELS QUE J'AI PARTAGÉ LES BONS MOMENTS.

À TOUS CEUX QUI M'ONT AIDÉ DE LOIN OU DE PRÈS.

Abdullah Elhirtsi Abdelmalek

Remerciements

Tout d'abord, nous aimerions remercier Dieu le Tout-Puissant de nous avoir donné le courage, la patience, la force et la volonté pour la réalisation de ce travail.

Nous tenons à exprimer toute notre profonde gratitude et nous remercions sincèrement notre encadrant, **M. M. TITAH**, pour son aide tout au long de notre travail, ainsi que pour toutes les informations et l'encouragement qu'il n'a jamais hésité à nous fournir pendant toute la période consacrée à la réalisation de notre projet de fin d'étude.

Nos remerciements s'adressent à Monsieur le président, **ANIS TARFAYA** pour l'honneur qu'il nous fait de présider ce jury de soutenance, et nous lui exprimons notre profonde gratitude.

Nous tenons également à remercier **Mr. CHAREF DJILALI** qui a aimablement accepté d'examiner et de juger notre travail, ainsi que pour l'intérêt qu'il y porte.

Un grand merci à nos familles pour leur soutien permanent, leur présence et leurs encouragements.

Nous sommes reconnaissant aux membres à L'ingénieur AKRAM et L'ingénieur BOUAATOUCH de l'entreprise ORSIM pour ce qui nous ont appris pour l'occasion de passer la période de formation d'induction dans des excellentes conditions.

Enfin, nos remerciements s'adressent également à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce travail.

Résumé :

Dans le cadre d'amélioration de la performance des système de production, L'efficacité et la rentabilité d'un système de production reposent sur plusieurs facteurs clés, tels que le Taux de Rendement Synthétique (TRS), Ce travail se veut une modeste application d'une approche de « LEAN Manufacturing », au sein de la Société des Industries Mécaniques de Oued-Rhiou . L'objectif de ce projet est d'améliorer la disponibilité des équipements. Notre méthodologie consiste à implémenter les phases de la démarche DMAIC et ses outils (TPM et SMED) pour enrichir l'analyse et les résultats. Les résultats trouvés montrent une diminution importante des pannes et une augmentation du taux de disponibilité de 9.64 % qui implique l'augmentation de TRS.

Mots clé : DMAIC, TRS, Lean six sigma, Lean manufacturing, Amélioration, TPM, SMED, ORSIM.

Abstract:

In the context of improving the performance of production systems, the efficiency and profitability of a production system is based on several key factors, such as the Synthetic Rate of Return (TRS), This work is intended to be a modest application of a "LEAN Manufacturing", within the Société des Industries Mécaniques de Oued-Rhiou. The objective of this project is to improve the availability of equipment. Our methodology consists in implementing the phases of the DMAIC approach and its tools (TPM and SMED) to enrich the analysis and the results. The results found show a significant decrease in failures and an increase in the availability rate of 9.64% which implies an increase in TRS.

Keywords: DMAIC, TRS, Lean six sigma, Lean manufacturing, Improvement, TPM, SMED, ORSIM

الملخص:

في سياق تحسين أداء سلسلة الانتاج، تستند ربحية و كفاءة نظم الانتاج على عدة عوامل رئيسية مثل المعدل الصنعاي للعائد (TRS)، و المنتظر من هذا العمل ان يكون تطبيقا متواضعا لـ « LEAN Manufacturing »، داخل شركة وادي رهيو للصناعات الميكانيكية، و الهدف من هذا المشروع هو تحسين توفر الآلات، تتمثل منهجيتنا منهجيتنا في تنفيذ مراحل نهج DMAIC مع ادوات تحسين الأداء TPM و SMED لإثراء التحليل و النتائج، تظهر النتائج التي تم تحصيلها انخفاضا كبيرا في معدل الاعطاب و زيادة في معدل توفر الآلات بنسبة 9.64 % مما يعني زيادة في نسبة TRS « Taux de rendement synthétique »

لكلمات الرئيسية : DMAIC, TRS, Lean six sigma, Lean manufacturing, Amélioration, TPM, SMED, ORSIM

I. Sommaire :

Liste des abréviations	1
Liste des figures	1
Liste des tableaux	2
Listes de equations	4
Introduction Générale	5
Chapitre I :	6
I.1 Introduction :	7
I.2 Partie I : Présentation générale de l'entreprise d'accueil (ORSIM) :[23]	7
I.2.1 Présentation :	7
I.2.2 Historique:	8
I.2.3 Caractéristiques:	8
I.2.4 Certification:	9
I.2.5 Organigramme de la société :	9
I.2.6 Produit:	10
I.2.6 Service études et méthodes:	10
I.2.7 Divisions de l'entreprise :	12
I.2.8 Processus de fabrication :	12
I.2.9 Organigramme clarifier quelques chaines de production ORSIM	19
I.2.10 La maintenance	25
I.2.10.1 Les niveaux de maintenance	25
I.2.11 Missions du service Maintenance	26
I.3 Généralité sur la performance	26
I.3.1 Les aspects de la performance : [21]	27
I.3.2 La mesure de la performance:	28
I.3.3 Les indicateurs de la performance: [22]	30
I.3.4 L'avantage des KPI [22]	30
I.4 Partie II : Choix de produit à étudier et leur détaille de fabrication :	30
I.5 CONCLUSION :	35
Chapitre II:	36
II.1 Introduction:	37
II.2 Généralités sur LEAN MANUFACTURING :	37
II.3 Les outils d'analyse :	40
II.3.1 Diagramme cause-effet : [11]	40
II.3.2 Diagramme de Pareto : [11]	41
II.3.3 La QQQQCP: [15]	41
II.3.4 Le brainstorming :	42
II.4 Les outils d'améliorations LEAN :	42
II.4.1 LA JUSTE A TEMPS (JAT) :	42
II.4.2 POKA YOKE: [7]	43
II.4.3 LA ROUE DE DEMING (PDCA) : [8]	46
II.4.4 SMED (single minute exchange of die) :	48
II.4.5 AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, leurs Effets et leur Criticité) : [11]	49
II.4.6 LES 5S : [9]	50
II.4.7 Le taux de rendement synthétique (TRS) :[11]	53
A. Le taux de disponibilité (TD) :	57

B. Le taux de performance :	57
C. Le taux de qualité :	58
D. Le taux de rendement synthétique (TRS) :	58
II.5 Approche lean manufacturing	58
II.5.1 LA TPM [10] :	58
II.5.2 La lean six sigma : [11]	Erreur ! Signet non défini.
II.6 Conclusion :	61
Chapitre III:	62
III.1 Introduction :	63
III.1 partie I : Evaluation de la performance de société :	63
III.1.1 Les MUDA de notre société ORSIM :	63
III.1.2 Mise en place de l'approche six sigma :	64
I.1.2.1tape 1 : définir :	65
I.1.2.2 ETAPE 2 : mesurer :	65
III.1.3 Calcule de TRS (OEE) :	72
I.1.2.3Etape III : analyser :	72
I.1.2.4 ETAPE IV : améliorer :	78
I.1.2.4.1 Diagramme d'Ishikawa :	79
I.1.2.4.2 Matrices des priorité:	80
I.1.2.4.3 Brainstorming :	80
I.1.2.4.4 Déploiement de la TPM	81
I.1.2.4.5 Déploiement den SMED :	83
I.1.2.5 ETAPE V : contrôler :	86
III.2 Partie II : interprétations des résultats :	87
III.3 Conclusion :	89
Conclusion générale :	90
Bibliographie :	91
Annexes	92

Liste des abréviations

TRS	taux de rendement synthétique
TPM	Total Productif Maintenance
TPS	Toyota Productif System
PDCA	Plan, Do, Check, Act
5S	Seiri, Seiton, Seiso, Shitsuke, Seiketsu
TRS	Taux de Rendement Synthétique
TMS	Trouble Musculo-Squelettiques
DMAIC	Define, Measure, Analyze, Improve, Control
QOQOQCP	Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Pourquoi
5M	Matière, Matériel, Milieu, Méthode, Main-d' oeuvre
SMED	Single Minute Exchange of Die
AMDEC	Analyse des Modes de Défaillance, de leurs Effets et de leurs Criticités
KPI	Key Performance Indicator
OEE	Overall Equipment Effectiveness
ORSIM	oued-rhiou société des industries mécanique
IOT	internet of thing (internet des object)
IMP12	improductivité réglage et réajuster
IMP22	improductivité panne mécanique

LISTE DES FIGURES

Chapitre I

FIGURE .-1 INTERFACE ORSIM -----	7
FIGURE .-2: CERTIFICAT DE SOCIETE PAR AFNOR -----	9
FIGURE ERROR! NO TEXT OF SPECIFIED STYLE IN DOCUMENT.-3: QUELQUE PRODUIT DE LA SOCIETE -----	10
FIGURE .-4:STOCKAGE DE MATIERE PREMIERE A L'ORSIM. -----	13
FIGURE .-5:LES BAINS DE PHOSPHATAGE -----	13
FIGURE .-6:LE RECUIT -----	13
FIGURE .-7:LES MACHINES D'ETIRAGE-----	14
FIGURE .-8:LES MACHINES D'USINAGE (BOULON) WB7 -----	14
FIGURE .-9:LES FOURS DE TRAITEMENT THERMIQUE -----	15
FIGURE .-10:BAIN DE ZINGAGE -----	16
FIGURE .-11BAINS DE ZINC A UNE TEMPERATURE ELEVEE -----	17
FIGURE .-12MACHINE DE CONTROLE-----	17
FIGURE .-13:STOCK ORSIM -----	18
FIGURE .-14: ORGANIGRAMME DE PRODUCTION GRANDE VISSERIE -----	20
FIGURE .-15ORGANIGRAMME DE PROCESSUS FABRICATION DES ECROUS -----	22
FIGURE .-16: ORGANIGRAMME DE PROCESSUS FABRICATION TIGES.-----	24
FIGURE .-17DIMENSION DE BOULON -----	32
FIGURE .-18LES PROPRIETE MECANIQUE SELON LA NORME ISO -----	33
FIGURE .-19RAPPORT JOURNALIER DE LA MACHINE WB07 -----	34
FIGURE .-20 LES SEPT MUDA -----	38
FIGURE .-21LE «SQUELETTE» D'UN DIAGRAMME CAUSES-EFFET. -----	40
FIGURE .-22METHODE SHEWHART-----	46
FIGURE .-23LA ROUE DE DEMING -----	47
FIGURE .-24LES 5S[PI CONSULTANTS ASSOCIES]-----	53
FIGURE .-25CALCUL DE TEMPS D'OUVERTURE-----	55
FIGURE .-26 CALCULE DE TEMPS REQUIS -----	55
FIGURE .-27CALCULE DE TEMPS DE FONCTIONNEMENT-----	56
FIGURE .-28CALCULE DE TEMPS NET -----	57
FIGURE .-29CALCULE DE TEMPS UTILE -----	57
FIGURE 30CALCULE DES TEMPS RELATIFS AUX CALCULS DE TRS-----	66
FIGURE .-31 TEMPS DE DISPONIBILITE ET TEMPS D'ARRET PENDANT LES TROIS MOIS -----	68
FIGURE 32BARRES GRAPHIQUE INDIQUE LES NOMBRES DES PIECES. -----	69
FIGURE .-33COLONNES GRAPHIQUES MONTRENT LES DE REBUT ET QUALITE. -----	69
FIGURE .-34COLONNE GRAPHIQUE DEFINIRENT LE NOMBRE DES PIECES PENDANT LES TROIS MOIS. -----	70
FIGURE .-35TAUX DE PERFORMANCE NON PERFORMANT DES 3 MOIS -----	71
FIGURE .-36COLONNE GRAPHIQUE DES TAUX RELATIVES AU TRS ET LEURS PERTES -----	72
FIGURE .-37LES TAUX DE NON TRS ET LEURS PERTES-----	73
FIGURE .-40LES MACHINES CAUSEES LES PERTES MAJEURES DE DISPONIBILITE -----	75
FIGURE .-41DIAGRAMME DE PARETO DES IMP DE LA MACHINES BKA3 (1) -----	77
FIGURE .-42 DIAGRAMME DE PARETO DES IMP DE LA MACHINES BKA3 (2) -----	77
FIGURE 43PANNE LIEES AU IMP12 -----	79
FIGURE 44DIAGRAMME D'ISHIKAWA -----	80
FIGURE 45MATRICE DES CAUSE CENTRALE D'IMP12 -----	80
FIGURE .-46 DES ACTIONS ET LEURS RESPONSABLES EXTRAITE DANS LE BRAINSTORMING-----	81
FIGURE 47MOULE ET MAITRE POUSSEUR DE LA MACHINES BKA3 -----	83
FIGURE .-48INSTRUCTION DE LUBRIFICATIONS AFFICHER SUR LA MACHINES BKA -----	85
FIGURE .-49COMPARAISON DES RESULTATS DURANT LES 3MOIS PAR LE MOIS D'AVRIL. -----	87
FIGURE .-50:DISPONIBILITE GLOBALE DURANT LES MOIS DE STAGE-----	88
FIGURE 51:COMPARER LES TAUX RELATIFS AU TRS DES 3 MOIS PAR LE MOIS D'AVRIL -----	88
FIGURE 52:TRS PENDENT LES 4 MOIS -----	89

Liste des tableaux

TABLEAU 1: MUDA DE L'ENTREPRISE	64
TABLEAU 2 LES ETAPES DE DMAIC	64
TABLEAU 3 QQQQCP DE NOTRE PROJET AU SEIN DE L'ORSIM	65
TABLEAU 4: CALCUL DE TAUX DE DISPONIBILITE	67
TABLEAU 5: NOMBRE DE PIECES FABRIQUEES AU COURS DES « 3 MOIS »	68
TABLEAU 6: LE NOMBRE DES PIECES REALISE ET THEORIQUEMENT REALISE PENDANT LES TROIS MOIS	70
TABLEAU 7: TRS DE L'UNITE CIBLEE ET SES COMPOSANTS	72
TABLEAU 8: LES MACHINES DE L'UNITE ETUDIER ET LEUR TAUX D'INDISPONIBILITE	74
TABLEAU 9: LES IMPRODUCTIVITES D'UNE MACHINE SELON LES CODES DES ALEAS	75
TABLEAU 10: DESCRIPTION DES CODES DES IMPRODUCTIVITES	76
TABLEAU 11 ACTION DU SMED SUR LES PERTES DE CHANGEMENT DE SERIE	84

Listes de équations

ÉQUATION 1 : CALCULE DE TRS	55
ÉQUATION 2:CALCUL DE TAUX DE DISPONIBILITE	57
ÉQUATION 3:CALCUL DE TAUX DE PERFORMANCE	57
ÉQUATION 4 CALCUL DE TAUX DE QUALITE	58
ÉQUATION 5:CALCULE DE TRS	58
ÉQUATION 6 TAUX D'INDISPONIBILITE.....	67
ÉQUATION 7CALCULE DE TAUX DE QUALITE	68
ÉQUATION 8:CALCUL DE TAUX DE PERFORMZNCE	70

Introduction Générale

Le secteur de la production industrielle est en constante évolution, où les entreprises cherchent continuellement à améliorer leurs performances pour rester compétitives sur le marché, dans ce contexte, l'évaluation de la performance d'un système de production revêt une importance primordiale.

L'efficacité et la rentabilité d'un système de production reposent sur plusieurs facteurs clés, tels que le Taux de Rendement Synthétique (TRS), le TRS mesure la performance globale d'une chaîne de production en prenant en compte le temps de disponibilité des équipements, le rendement en termes de production et la qualité des produits finis. Cependant, de nombreuses entreprises se trouvent confrontées à des défis complexes lorsqu'elles agissent pour améliorer leur TRS.

Les problématiques liées à l'amélioration du TRS peuvent être diverses, notamment des temps d'arrêt non planifiés, des pannes d'équipement fréquentes, des goulots d'étranglement dans les processus de production ou des problèmes de qualité. Par conséquent, il devient essentiel de mettre en place une évaluation rigoureuse et une méthodologie d'amélioration efficace pour surmonter ces obstacles.

L'objectif principal de ce mémoire de fin d'étude est d'évaluer la performance d'un système de production dans le contexte de l'amélioration du TRS. En se concentrant sur l'Oued-rhio Société des Industries Mécaniques, nous chercherons à comprendre les défis spécifiques auxquels l'entreprise est confrontée en termes de TRS, nous avons basé sur l'amélioration de taux de dispo

Ce mémoire est organisé en trois chapitres principaux, chacun abordant des aspects spécifiques de l'évaluation de la performance et de l'amélioration du TRS dans le contexte de l'Oued-rhio Société des Industries Mécaniques.

Le premier chapitre présente une vue d'ensemble de l'entreprise d'accueil, l'Oued-rhio Société des Industries Mécaniques, nous examinerons son historique, sa structure organisationnelle, ses produits et ses principaux enjeux opérationnels.

Le deuxième chapitre se concentre sur l'approche et les outils du Lean manufacturing. Nous explorerons les principes fondamentaux du Lean, tels que l'élimination des gaspillages, l'amélioration continue et l'implication des employés,

Le troisième chapitre portera sur l'évaluation de la chaîne de production de l'Oued-rhio Société des Industries Mécaniques, en mettant l'accent sur les indicateurs clés de performance, y compris le TRS. Nous analyserons les résultats de cette évaluation et proposerons des recommandations d'améliorations spécifiques pour augmenter le TRS et optimiser la disponibilité de la chaîne de production de l'entreprise.

| Chapitre I :

Présentation de l'entreprise d'accueil et étude de l'existant

I.1 Introduction :

Nous avons introduit notre chapitre par une première partie qui fait saillants l'entreprise d'accueil où nous avons fait notre projet en mentionnant ses différentes chaînes de production et leurs différents produits pour choisir un produit et évaluer leur chaîne de production, ainsi la gestion utilisée pour la pérennisation de son service depuis 1979.

Leur processus de fabrication commence depuis un rouleau de fer vers des produits finis de longueur environ 8cm jusqu'au 15cm donc ils doivent avoir un service de maintenance excellent pour qu'ils assurent la disponibilité des équipements pendant les 40 ans précédents et maintenir leur performance tout au long cette période

Dans la deuxième partie nous avons choisi le produit lesquels on va étudier et ses processus de fabrication son contrôles de qualité et les machines contribuent dans sa fabrication et gestion de suivis lors de sa fabrication pour évaluer la performance de la chaîne.

I.2Partie I : Présentation générale de l'entreprise d'accueil (ORSIM) :[23]

I.2.1 Présentation :

- **ORSIM** : La Société des Industries Mécaniques et Accessoires de Oued Rhiou, une des quatre filiales du groupe AGM.
- **Siège social** : Avenue Larbi ben m'hidi 48300 W. Relizane. Algérie.
- **Forme juridique et capital social** : Spa au capital de 170.000.000 DA.
- **Certifications** : - Certificat ISO 9001 V 2015 Management de la qualité.
-Certificat ISO 14001 V 2015 Management environnemental
- **Activités** : production et commercialisation de boulonnerie
- **Clients** : SONELGAZ, RENAULT, transport ferroviaire, des contrats signés avec d'autres Sociétés



Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-1 Inter-

I.2.2 Historique:

- **Constructeur :** OERLIKON BUHLER(Suisse).
- **Pose de la première pierre :** juin 1974.
- **Date de mise en production :** 1979

La fabrication des produits de boulonnerie remonte à 1979 avec la création de la société nationale de construction mécanique "SONACOME", en 1983, et suite à la restructuration de la SONACOME, fut créée l'entreprise nationale de production de boulonnerie, coutellerie et robinetterie "ENBCR".

En 1990, ENBCR est érigée en société par actions, dotée des organes de gestion et d'un capital social souscrit au nom de l'État. L'Entreprise est, ainsi, passée au modèle de sociétés commerciales, prévues par le code de commerce, qui lui confère une autonomie complète de gestion et une responsabilité sur les résultats, en janvier 2002, naissait "ORSIM" Société des Industrie Mécanique et accessoires de Oued Rhiau, en tant que filiale du Groupe BCR.

Suite à la réorganisation du Groupe Mécanique, en juillet 2016, ORSIM a été rattachée à "AGM" (Algerian Group of Mechanics).

I.2.3 Caractéristiques:

- **Source d'approvisionnement :** Allemagne.
- **Capacité de stockage :** 3500 m2 de surface de stockage sur 5 niveaux d'une capacité de 2000 t.
- **Equipements :** - 219 Equipements pour la gamme Boulonnerie, Equipement de contrôle.
 - **Source d'électricité :** - HT 2 x (30KV/10KV), - MT 9 x (10KV/0.4KV)./Groupe électrogène (en cas d'une coupure électrique).
 - **Consommation du gaz :** station de détente 05 bar.
 - **Production de vapeur, eau chaude :** chaudière (basse vapeur) 1050L/5.5bar.
 - **Ressources humaines :**
 - **Effectifs inscrits:** 300 répartis comme suit : 460Cadres,80 Techniciens, 174Exécuteur
 - **Durée de travail :** 40heures /semaine (8h/jours), (5j/semaine)

I.2.4 Certification:



Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document. **-2: certi-**

I.2.5 Organigramme de la société :



I.2.6 Produit:

- Vis Métrique.
- Tiges Filetées.
- Vis à Métaux.
- Rondelles.
- Vis à Bois et à tôle.
- Ecrous.
- Rivets.
- Produits Ferroviaires.
- Tous produits de fixation selon plan



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-3: Quelque produit de la société

Intégration des nouveaux produits : Dans ce cas on est obligé de faire une étude de faisabilité et ouvrir un dossier d'intégration de nouveau produit en respectant les étapes suivantes :

- Etude de faisabilité (selon l'échantillon remis par le client).
- Faire une planification (par un processus verbal)
- Réalisation des échantillons
- PV de vérification des étapes de réalisation
- Homologation
- PV de validation.

I.2.6 Service étudesetméthodes:

Méthodologie Les capacités sont définies comme la refonte et la redéfinition des processus opérationnels pour obtenir des gains étonnants dans les performances clés d'aujourd'hui que sont le coût, la qualité, le service et la rapidité, pour but d'étudier le processus de fabrication, c'est-à-dire

comment un produit est fabriqué. Il est issu de la segmentation opérationnelle du périmètre de fabrication et implique :

- Le choix de la matière.
- Le choix des outils utilisés sur la machine.
- Les temps de réalisation, temps de réglage et temps de fabrication et ce pour chaque processus opératoire.

I.2.7 Divisions de l'entreprise :

A. Division recherche et développement :

- Rechercher des idées de travail
- Étudier la faisabilité des projets.
- Élaborer des études techno-économiques.
- Intégrer des nouveaux produits et élargir leur gamme.

B. division contrôle opérationnel :

- Aider à trouver des solutions techniques en cas d'accidents de production.
- Amélioration ou analyse du processus depuis l'idée initiale jusqu'au développement de la méthode pour une mise en œuvre industrielle.
- Soutenir la résolution de problèmes.
- Maintenir et améliorer un système de gestion de la qualité efficace.
- Connaître les exigences des normes ISO 9001(qualité), ISO 14001(environnement), ISO TS (pour automobile).

C. Division ressources humain :

- S'assurer le respect des consignes de travail associées au poste occupé.
- Veillez à respecter les consignes de sécurité et les règles de travail.
- Veiller au respect de la réglementation environnementale.

I.2.8 Processus de fabrication :

Dans la société ORSIM, la multiplicité du produit nécessite la différence des chaînes de production mais les étapes se divisent en neuf (9) grandes parties :

A. Choix de matière première :

La matière première vient sous la forme de file roulée, À la boulonnerie ORSIM, un fournisseur allemand garantit les matières 41Cr4, 35B2, 22B2 ...Etc. Le choix de l'acier n'était jamais aléatoire mais par des études approfondies et au sein des laboratoires industriels des entreprises, des ingénieurs et des experts décident le choix de l'acier



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-4:Stockage de matière première a l'ORSIM.

B. Le décapage:

Amélioration de l'état de surface du fil machine Par : Un traitement mécanique (grenaillage par billes d'acier) ou chimique (décapage à l'acide) pour éliminer la calamine et/ou rouille superficielle,



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-5:les bains de phosphatage

C. Le recuit :

Le recuit est obtenu par élévation de température du métal à des températures allant de 500 °C à 850 °C. La qualité du recuit exige un cycle de chauffe (temps de montée en température, temps de maintien) bien maîtrisé (il peut être lent ou rapide).



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-6:le recuit

D. Phosphatation :

La matière est phosphatée pour lui confiner certaines aptitudes nécessaires à sa mise en forme, Cette opération Permet d'améliorer les performances de la déformation à froid et de réduire l'usure des outillages lors des opérations d'étirage, de tréfilage, d'extrusion...

E. Etirage :

Cette opération a pour but de réduction de diamètre



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-7:les machines d'étirage

F. Usinage :

Après l'étirage du fil métallique on passe à la partie de fabrication des différentes produits selon le type de machine de fabrication tel que la machine WATER BURY(WB7) qui permet de transformer la matière première vers un produit fini 'boulonneries TR' qui est utilisé pour la fixation des rails, mais tous ces produits nécessitent un filetage qui est réaliser par d'autre machine (pour le même exemple de boulonneries TR le filetage se fait par la machine WB60).



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-8:Les machines d'usinage (boulon) WB7

G. Traitement thermique :

Se divise par à deux étape :

- **La trempe** : Est une opération qui consiste à chauffer uniformément un acier à une température puis à le refroidir de façon rapide et continue. Le maintien en température doit être suffisamment prolongé pour que tous les carbures passent en sol
- **Le revenu** : Est un processus de traitement thermique à basse température (inférieure à A1),La température de revenu peut varier, en fonction des exigences et de la nuance de l'acier, de 160 °C à 500 °C ou plus, ainsi que la température de recuit la mieux adaptée en fonction des exigences de dureté.



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-9:Les fours de traitement thermique

H. Traitement de la surface :

Deux différents procédés sont appliqués aux produits :

- **Zingage électrolytique (bleu/jaune) :**

Le but est d'ajouter des autres couches au produit pour les protéger de l'oxydation, le zingage bleu se fait dans des bains qui contient des produits tels que le zinc et le sodium et l'ammonium...etc.zingage jaune se fait dans des bains de ph 4.8 après le traitement de chlorure de zinc et la chlorure d'ammonium



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-10:bain de zingage

- **Zingage à chaud :** C'est un traitement de surface qui consiste à émerger le produit dans des bains de zinc à une température très élevée ce qui favorise d'adhésion du zinc, ensuite le produits doit être séché dans des bains spécialisés afin d'effectuer cette opération



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-11bains de zinc à une température élevée

I. Contrôle :

Cette étape se fait au niveau de laboratoire pour connaitre si le produit semi fini est conforme à ce qui est déterminé dans la gamme selon les normes internationales par le service de recherche et développement, il doit soumis à nombreux essais physiques et chimiques relative à la dureté, torsion, traction.



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-12machine de contrôle

J. Emballage et stockage :

D'Après mettre les produits dans des emballages de poids spécifier, ils se transportent vers le stock, Avec 3500 m² de surface de stockage sur 5 niveaux, ORSIM a une capacité interne de plus de 2000 tonnes à laquelle viennent s'ajouter des possibilités externes à l'entreprise



Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-13:stock ORSIM

I.2.9 Organigramme clarifier quelqueschaines de production ORSIM

A. Chaîne de production des grandes visseries :

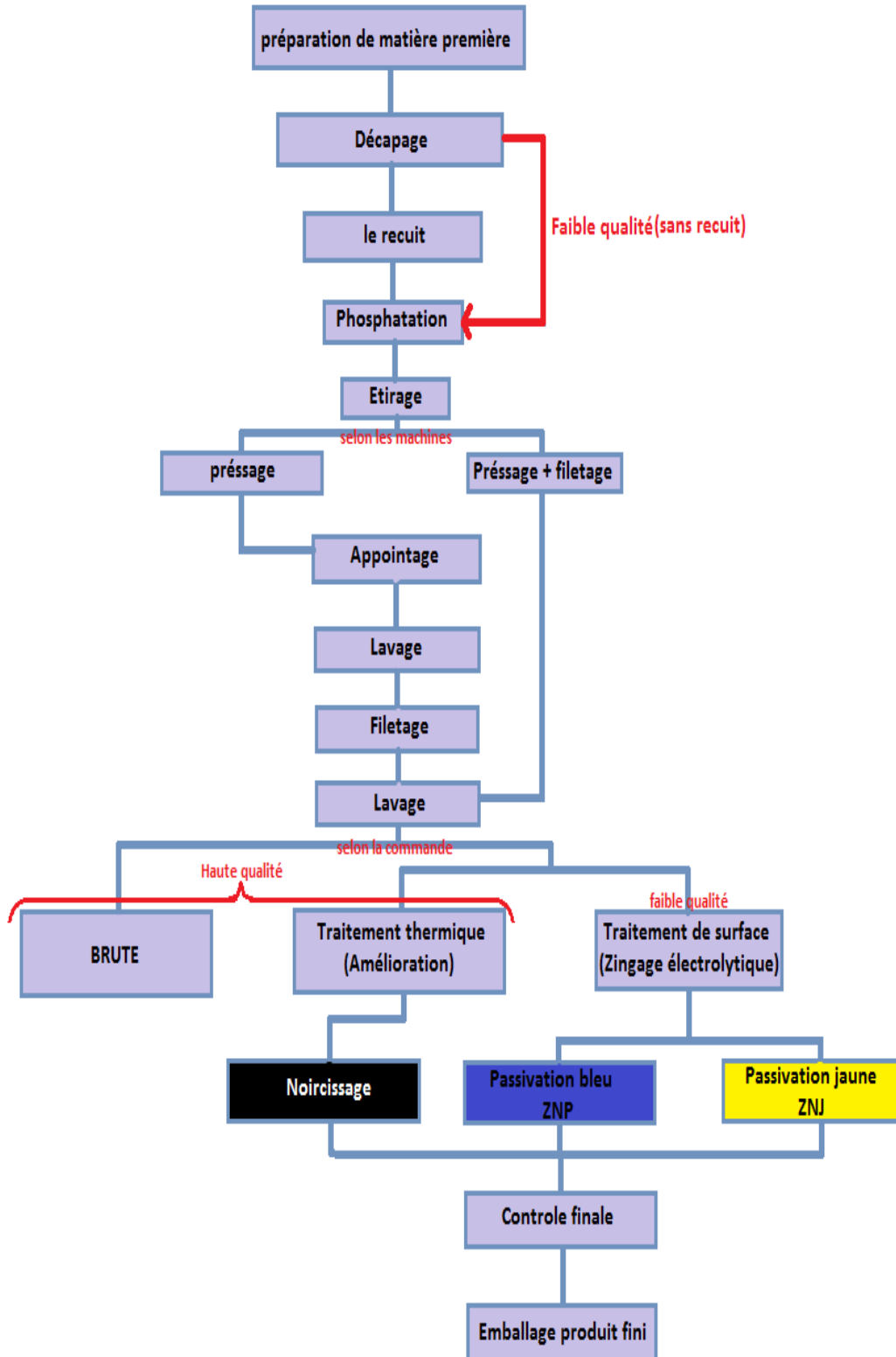


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-14: organigramme de production grande visserie

B. Chaine de production des écrous :

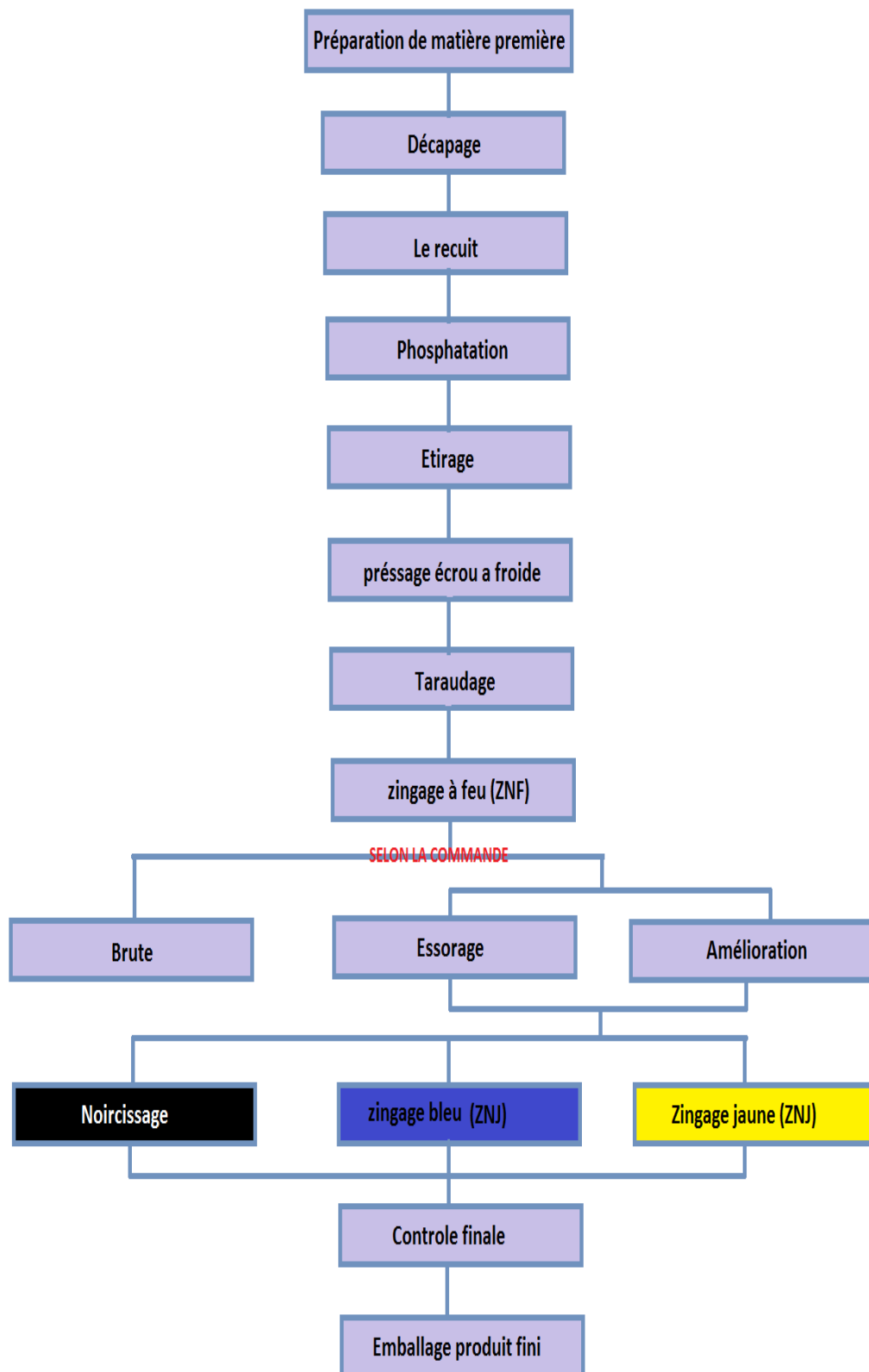


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-15organigramme de processus fabrication des écrous

C. Chaîne de production des tiges :

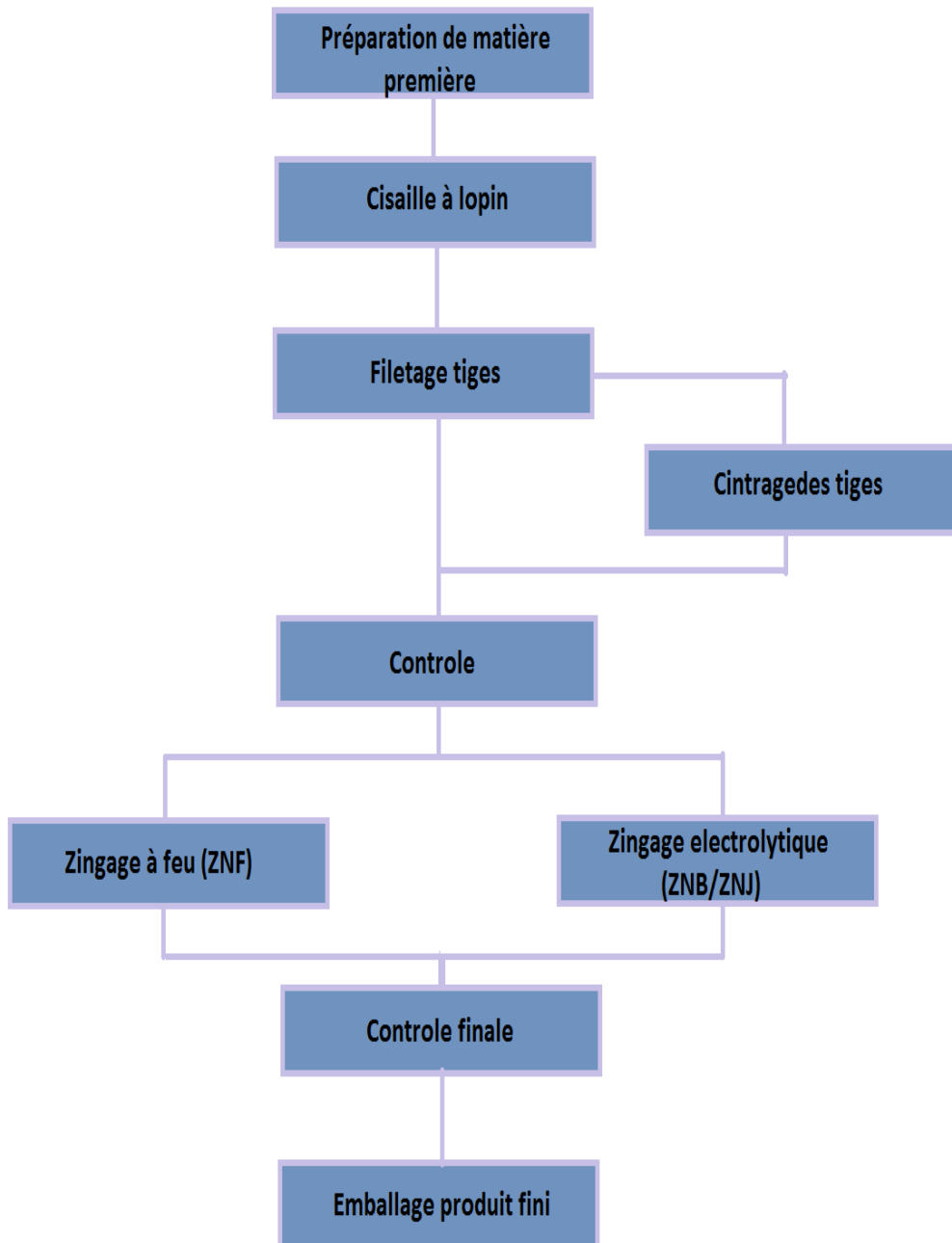


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-16: organigramme de processus fabrication tiges.

I.2.10 La maintenance

Le maintien des équipements de production est un enjeu clé pour la productivité des usines aussi bien que pour la qualité des produits, c'est un défi industriel impliquant la remise en cause des structures figées actuelles et la promotion de méthodes adaptées à la nature nouvelle des matériels

I.2.10.1 Les niveaux de maintenance

A. 1er niveau :

Réglages simples prévus par le opérateur au moyen d'éléments accessibles sans aucun démontage ou ouverture de l'équipement, ou échanges d'éléments consommables accessibles en toute sécurité, tels que voyants ou certains fusibles, etc.... Ce type d'intervention peut être effectué par l'exploitant du bien, sur place, sans outillage et à l'aide des instructions d'utilisation. Le stock des pièces consommables nécessaires est très faible.

B. 2ème niveau :

Dépannage par échange standard des éléments prévus à cet effet et opérations mineures de maintenance préventive, telles que graissage ou contrôle de bon fonctionnement. Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien habilité de qualification moyenne, sur place, avec l'outillage portable défini par les instructions de maintenance, et à l'aide de ces mêmes instructions, on peut se procurer les pièces de rechange transportables nécessaires sans délai et à proximité immédiate du lieu d'exploitation.

C. 3ème niveau :

Identification et diagnostic des pannes, réparations par échange de composants ou d'éléments fonctionnels, réparations mécaniques mineures et toutes opérations courantes de maintenance préventive telles que réglage général ou réaligement des appareils de mesure. Ce type d'intervention peut être effectué par un technicien spécialisé, sur place ou dans le local de maintenance, à l'aide de l'outillage prévu dans les instructions de maintenance ainsi que des appareils de mesure et de réglage, et éventuellement des bancs d'essais et de contrôle des équipements et en utilisant l'ensemble de la documentation nécessaire à la maintenance du bien ainsi que les pièces approvisionnées par le magasin.

D. 4ème niveau :

Tous les travaux importants de maintenance corrective ou préventive à l'exception de la rénovation et de la reconstruction. Ce niveau comprend aussi le réglage des appareils de mesure utilisés pour la maintenance, et éventuellement la vérification des étalons du travail par les organismes spécialisés. Ce type d'intervention peut être effectué par une équipe comprenant un encadrement technique très spécialisé, dans un atelier spécialisé.

E. 5ème niveau :

Rénovation, reconstruction ou exécution des réparations importantes confiées à un atelier central ou à une unité extérieure. Par définition, ce type de travaux est donc effectué par le constructeur, ou par le 22 reconstruteur, avec des moyens définis par le constructeur et donc proches de la fabrication.

I.2.11 Missions du service Maintenance

- La maintenance des équipements : actions correctives et préventives, dépannages, réparations et révisions.
- L'amélioration du matériel, dans l'optique de la qualité, de la productivité ou de la sécurité.
- Les travaux neufs : participation au choix, à l'installation et au démarrage des équipements nouveaux.
- Les travaux concernant l'hygiène, la sécurité, l'environnement et la pollution, les conditions de travail, la gestion de l'énergie...
- L'exécution et la réparation des pièces de rechanges
- L'approvisionnement et la gestion stocks (outillages, pièces de rechanges...), des prestations diverses, pour la production (réalisation de montages, par exemple) ou pour tout autre service.
- L'entretien général des bâtiments administratifs ou industriels, des espaces verts, des véhicules...

I.3Généralité sur la performance

La performance est un concept complexe qui englobe plusieurs notions interdépendantes telles que le rendement, la productivité, l'économie et l'efficience, ainsi que des termes associés tels que la santé, la réussite, le succès et l'excellence. Le choix des critères de performance est lié au statut et aux rôles des individus ou des groupes dans l'organisation. Par exemple, un dirigeant peut considérer l'efficacité comme la rentabilité ou la compétitivité de son entreprise, tandis qu'un employé peut la définir comme la qualité de la prise de décision et le climat de travail, et un consommateur peut l'évaluer en termes de qualité du produit et du service à la clientèle. [17]

La performance organisationnelle est à la fois surdéterminée en raison des différentes définitions spécifiques et particulières, et indéterminée en raison de la diversité des individus et des groupes ayant des enjeux liés à la performance (Morin et al., 1994). Les chercheurs tels que Lussier (1995) et Brush et Nanderwerf (1992) soutiennent que le terme "performance" englobe plusieurs dimensions. [17].[18]

D'un autre côté, Saucier (1995) souligne que la notion de performance doit être précisée à chaque fois que l'on veut l'utiliser. Bergeron (1999) ajoute que la perception de la performance dépend des dirigeants, des employés et des autres parties prenantes de l'entreprise, ainsi que des partenaires commerciaux externes. [20]

La performance peut être définie selon une variété de critères dépendant de la perspective d'analyse choisie. Certains auteurs considèrent la performance comme multidimensionnelle, englobant des aspects tels que la flexibilité, la productivité, la qualité et la satisfaction de la clientèle (Georgopoulos et Tannenbaum, 1957)(Steers, 1975). D'autres la perçoivent comme un concept unidimensionnel mesuré par un seul indicateur tel que la rentabilité, la productivité ou la stabilité (Ged, 1983). Sink (1985) définit la performance organisationnelle en se référant à sept critères tels que l'efficacité, l'efficience, la qualité, la satisfaction, la rentabilité, la qualité de vie au travail et l'innovation. Lorino (1997) la définit comme tout ce qui contribue à améliorer le rapport coût-valeur.[17], [18], [19], [20]

I.3.1 Les aspects de la performance : [21]

Donc par rapport la définition précédente et les opinions des savant, la performance a beaucoup d'aspect dans une seule entreprise, on mentionne :

A. La performance financière :

La performance financière est une mesure clé de la Santé et de la réussite d'une entreprise. Elle est utilisée pour évaluer l'efficacité de l'utilisation des ressources financières de l'entreprise pour générer des profits à court et à long terme. Il existe différentes mesures pour évaluer la performance financière, telles que le bénéfice net, le rendement des capitaux propres, le rendement des actifs, etc.. .

B. La performance commerciale :

Être commercialisation performant, c'est défendre et renforcer en permanence ses positions concurrentielles. C'est se repenser constamment pour maintenir ses produits et services dans le jeu concurrentiel, mais aussi développer de nouveaux produits attractifs, on peut le mesurer par la valeur ajoutée, production vendue, nombre de clients, la fidélité des clients etc. . . .

C. La performance sociale :

L'évaluation de la performance social se faite dans L'atmosphère social par différent indicateurs comme le taux d'absentéisme, le nombre d'accident, le pourcentages des salariés, les formation, etc. . .

D. La performance environnementale :

C'est l'impact global d'une organisation sur la société, qui va au-delà des seuls résultats financiers, en prenant en compte ses impacts environnementaux, sociaux et économiques" [Norme ISO 26000],on évalue cette performance par le recyclage des déchets ,empreinte carbone ,consommation de carburant

E. La performance organisationnelle :

C'est l'ensemble des croyances à une entreprise qui partage les même valeurs et qui vont guider les politique mises en place par les dirigeant, c'est l'image de l'entreprise qui englobe la communication, les relation au sein de l'entreprise, les actions mises en œuvre, l'ambiance, etc. . .

F. La performance économique :

C'est la capacité à créer de la valeur à long terme Pour ses actionnaires, ses employés, ses clients et les autres parties prenantes tout en maximisant ses ressources et en minimisant ses coûts, elle mesure des résultats tell que le degré de productivité, le degré de compétitivité.

I.3.2 La mesure de la performance:

La performance n'existe que si on peut la mesurer, Des problèmes de mesure de la performance surgissent lorsque les chercheurs choisissent des critères de performance qui semblent intuitivement appropriés mais sans essayer de les placer dans une structure cohérente et plus large (Georgopoulous et Tannenbaum, 1957). Ceci est conforme aux propos de Hronec (1995) qui affirme que vu l'absence d'un consensus autour de la notion de la performance, son évaluation constitue un problème important par le fait que les auteurs utilisent des indices de performance différents.

La mesure de performance est l'évaluation des résultats atteints par rapport aux résultats souhaités et par rapport aux résultats étalons, Le but principal d'un système de production est de faire des profits. Pour augmenter les profits, il faut fabriquer des produits à faible coût et de bonne qualité pour pouvoir les imposer dans un marché à forte compétition.

A. Le temps de cycle :

Il est composé du temps de changement, du temps d'exécution, du temps de transfert, et du temps d'attente. Seul le temps d'exécution augmente la valeur du produit, tandis que les autres temps, tout en coûtant de l'argent, ne donnent aucune valeur ajoutée au produit. Il faudra, donc, minimiser ces temps pour minimiser les coûts de production. Dans le cas idéal, ces temps sont nuls et le temps de cycle sera égal au temps d'exécution. Dans la réalité, il faut approcher autant que possible cette égalité.

B. Les stocks d'en cours :

Les stocks d'en-cours coûtent de l'argent sans apporter de Valeur ajoutée au produit. Ils doivent donc être minimisés. L'idéal serait que le nombre de produits en cours de production soit égal au nombre de produit

en exécution. Néanmoins, il reste nécessaire de conserver des stocks pour pallier à d'éventuelles perturbations externes (approvisionnement défectueux, commande imprévue...) ou internes (pannes...)

C. Taux d'utilisation des machines :

Un taux d'utilisation de machines élevé, permet d'amortir ces machines plus rapidement, ce qui est avantageux. En contrepartie, si on augmente le taux d'utilisation des machines sans tenir compte des autres facteurs, on risque de provoquer une augmentation importante des stocks d'en-cours. Il est, donc, préférable de laisser les machines à l'arrêt, que de surproduire. Le mieux c'est d'utiliser les machines pour fabriquer la quantité exacte du produit approprié au bon moment.

D. Le taux de production :

Le taux de production représente la quantité de produits sortant du système par unité de temps, il doit donc être maximisé.

E. La capacité :

la capacité est le débit de production maximum pouvant être atteint, c'est la valeur maximum que peut atteindre le taux de production.

F. La qualité :

La qualité est l'un des plus importants critères de performances, des Produits défectueux qui échappent à l'inspection peuvent provoquer des pertes nettement supérieures à leurs propres valeurs marchandes (blocage de la chaîne de montage, retour de produit dans le cadre de la garantie...). A cause de ces problèmes, des techniques d'inspections des produits ont été mises au point, pour remplacer la méthode classique d'inspection d'échantillons pris aléatoirement à la fin de chaque fabrication.

G. La pertinence :

Elle concerne la mesure dans laquelle les objectifs envisagés par le projet répondent correctement aux problèmes identifiés ou aux besoins réels.

H. L'efficacité :

Décrit la réalisation des objectifs. C'est la comparaison entre les objectifs fixés au départ et les résultats atteints : d'où l'importance d'avoir des objectifs clairs au départ. L'intérêt est de mesurer des écarts et de pouvoir les analyser.

les différentes activités, les ressources disponibles, et les résultats prévus. Cette mesure doit être quantitative, qualitative et doit également porter sur la gestion du temps et du budget.

A partir de ces critères les gérants des entreprises peuvent mettre en place un tableau de bord qui contient les meilleurs indicateurs intervenant dans la performance de leurs entreprises.

I.3.3 Les indicateurs de la performance: [22]

L'utilisation du big data rendra le système de prise de décision plus performant et plus rapide dans toutes sortes et réduire la complexité pour permettre aux entreprises de fournir des services en temps réel , Un tableau de bord permet d'avoir une vision globale de tous ce qui se passe dans la chaîne de production, le problème c'est qu'on a pas le pouvoir de tout mesurer, comme on a mentionner précédemment ,il existe beaucoup d'aspect de performance, chaque aspect cumule un nombre considérable des indicateurs ,alors dans la vue globale s'apparaître des milliards des indicateurs de performance, ce qui nécessite le choix des bons indicateurs

Les indicateurs clé de performance ou bien les KPI (key performance indicators), le choix des KPI se varient en fonction du secteur d'activité et des objectifs spécifique de l'entreprise ils doivent être pertinents à long terme et mesurable, quantifiables et cohérents avec les données disponibles [hubspot].

I.3.4 L'avantage des KPI [22]

- Evaluation de la performance dans n'importe quel moment donné
- Fournissent une vue globale de performance et identifier les domaines faibles
- Assurer les efforts de l'entreprise et l'alignement des objectifs
- Permet à l'entreprise de prendre des mesures correctives immédiates avant qu'il ne devienne plus grave
- Évaluer régulièrement la performance et fixer des objectifs plus ambitieux et mettre l'entreprise dans une démarche d'amélioration continue
- Orienter les efforts de l'organisation vers les mêmes objectifs prioritaires
- La comparaison de la performance avec les concurrents et renforcer la position dans le marché

I.4 Partie II : Choix de produit à étudier et leur détail de fabrication :

D'après la présentation de notre entreprise ORSIM et leurs processus de fabrication, nous nous concentrerons sur la production des grandes visseries, En effet ces produits sont d'une grande importance car la demande sur ces produits est assez grande mais n'est pas facile à réaliser et exige des efforts importants pour la réalisation parfaite.

D'après la préparation de matière première et l'étirage on passe à la partie usinage où se fait la transformation de la matière première vers un produit fini (boulon), il existe deux types distinctes qui peuvent

être utilisées en fonction des besoins et des capacités de production, le première type repose sur des machines spéciales dotées de plusieurs chambres qui sont capables d'effectuer quatre étapes de fabrication en une seule opération. Le deuxième type implique l'utilisation de plusieurs machines distinctes, chacune étant dédiée à une étape spécifique du processus de fabrication.

Dans le premier type de fabrication, les machines disposent de multiples chambres, généralement quatre, trois ou deux, chaque chambre est conçue pour effectuer une étape spécifique du processus de fabrication, par conséquent, on classifie ces machines polyvalentes selon leur type de fabrication en quatre :

- **Couper** : la première chambre consiste à couper la matière première, qui est généralement une barre métallique, cette chambre est équipée de lames précises, Les barres métalliques sont alimentées dans la machine, et les lames effectuent une découpe nette pour obtenir des morceaux de la longueur requise. Une coupe précise est essentielle pour garantir des visseries aux dimensions exactes.
- **Pressage** : Une fois les morceaux coupés à la longueur appropriée, il est acheminés vers la chambre de pressage, qui contient des moules pour donnent aux morceaux leur forme basique caractéristique de la visserie selon le dessin obtenu par le bureau d'étude et méthodes
- **Appointage** : Après le pressage, les visseries brutes passent à la chambre d'appointage où ils prennent leur forme spécifique, Les outils de l'appointage sont conçus de manière à tailler ou à modeler la matière première de manière précise et cohérente, de sorte que chaque visserie ait une tête hexagonale ou quadrilatère ou d'autres, selon la demande.
- **Filtrages** : Une fois les visseries traitées dans l'étape d'appointage, elles sont soumises à une étape de filtrage dans la quatrième chambre pour l'ajout de rainures à l'aide des outils de filetage.

D'autre part, le deuxième type implique l'utilisation de plusieurs machines distinctes pour chaque étape de la fabrication. Chaque machine est spécialisée dans une étape spécifique qui permet une plus grande précision et un contrôle plus précis des opérations

Chaque type présente des avantages et des considérations différentes en termes de capacité de production, de complexité des opérations et de flexibilité. Les grandes visseries passent dans les machines à plusieurs chambres pour leur polyvalence et leur efficacité, tandis que les petites visseries passent dans les machines spécialisées pour chaque étape.

Contrôle : Avant d'envoyer les boulons à la finition (traitement thermique ou zingage électrolytique) les produit passent vert le contrôle où :

- **L'inspection visuelle** : L'inspection visuelle est l'un des moyens les plus simples et les plus efficaces pour détecter les défauts visibles sur les visseries. Les opérateurs spécialisés examinent attentivement

- Chaque visserie pour repérer des défauts tels que des fissures, des bosses, des marques ou d'autres imperfections. Les visseries non conformes sont rejetées manuellement ou automatiquement.
- **Contrôle dimensionnel** : Le contrôle dimensionnel est effectué à l'aide d'instruments de mesure précis tels que des micromètres, pied à coulisse des calibres, des jauges et des machines de mesure tridimensionnelle. Les visseries sont mesurées pour vérifier si elles correspondent aux dimensions spécifiées dans les normes de qualité. Les visseries qui ne répondent pas aux tolérances acceptables sont éliminées.

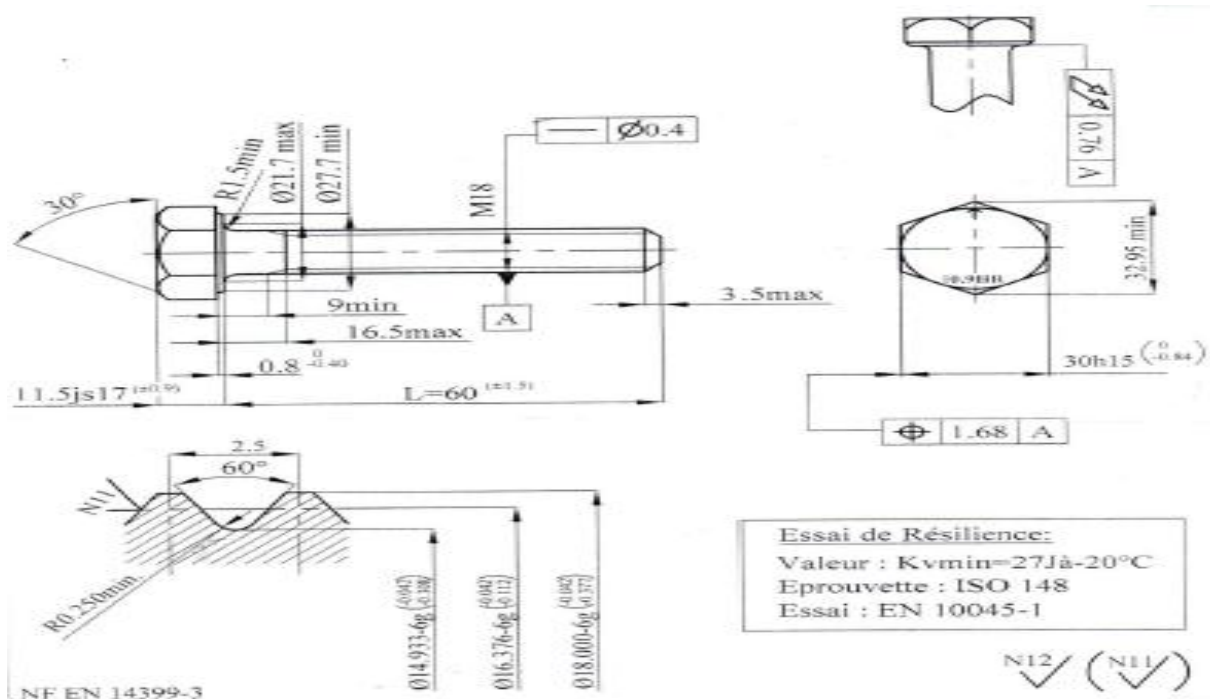


Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-17dimension de boulon

Les produits subissent un contrôle visuel et dimensionnel après chaque opération et un contrôle final de qualité qui doit respecter les normes ISO898, qui spécifie les propriétés mécaniques des fixations en acier au carbone et en acier allié, puis la classification en différentes classes de qualité en fonction de leurs caractéristiques de résistance et de dureté, voici un aperçu des classes de qualité les plus couramment utilisées pour les visseries conformément à cette norme :

- Classe de qualité 8.8 : Cette classe de qualité est couramment utilisée pour les applications structurelles et les charges plus importantes, les visseries de cette classe ont une résistance minimale à la traction de 800 N/mm² et une limite d'élasticité minimale de 640 N/mm².
- Classe de qualité 10.9 : Cette classe de qualité est adaptée aux applications structurelles nécessitant une résistance et une durabilité élevées, les visseries de cette classe ont une résistance minimale à la traction de 1000 N/mm² et une limite d'élasticité minimale de 900 N/mm².

- Classe de qualité 12.9 : Cette classe de qualité est la plus élevée en termes de résistance et de durabilité. Elle est utilisée pour les applications nécessitant une résistance maximale, comme les machines lourdes ou les équipements de construction, les visseries de cette classe ont une résistance minimale à la traction de 1200 N/mm² et une limite d'élasticité minimale de 1080 N/mm²

N°	Caractéristique mécanique ou physique	Classe de qualité										
		4.6	4.8	5.6	5.8	6.8	8.8		9.8	10.9	12.9 / 12.9	
						<i>d</i> ≤ 16 mm ^a		<i>d</i> > 16 mm ^b				
7	Striction après rupture sur éprouvette, Z, %	min.										
8	Allongement après rupture sur produits entiers, A _t (voir également Annexe C)	min.										
9	Solidité de tête	Pas de rupture										
10	Dureté Vickers, HV F ≥ 98 N	min.	120	130	155	160	190	250	255	290	320	365
		max.	220 ^c					250	320	335	360	380
11	Dureté Brinell, HBW F = 30 D ²	min.	114	124	147	152	181	238	242	276	304	366
		max.	209 ^d					238	304	318	342	361
12	Dureté Rockwell, HRB	min.	67	71	79	82	89	—				
		max.	95,0 ^e					—				
13	Dureté superficielle, HV 0,3	min.	—					22	23	28	32	39
		max.	—					32	34	37	39	44
14	Non-carburation, HV 0,3	max.										
15	Hauteur de la zone non décarburée dans le filetage, E, mm	min.	—					1/2 H ₁		2/3 H ₁		3/4 H ₁
		max.	—					0,015				
16	Réduction de dureté après le deuxième revenu, HV	max.										
17	Couple de rupture, M _g , Nm	min.										
18	Résilience, K _V ^h , J	—					27	27	27	27	27	k
19	Défauts de surface, conformément à	ISO 6157-1 ⁱ										

^a Les valeurs ne s'appliquent pas à la boulonnerie de construction métallique.
^b Pour la boulonnerie de construction métallique avec *d* ≥ M12.
^c Les valeurs nominales ne sont spécifiées que pour les besoins du système de désignation des classes de qualité. Voir Article 5.
^d Lorsque la limite inférieure d'écoulement R_{el} ne peut être déterminée, il est admis de mesurer la limite conventionnelle d'élasticité à 0,2 %, R_{p0,2}.
^e Pour les classes de qualité 4.8, 5.8 et 6.8, les valeurs de R_{p0,2} sont à l'étude. Au moment de la publication de la présente partie de l'ISO 898, ces valeurs sont indiquées pour le calcul du rapport de charge d'épreuve. Il ne s'agit pas de valeurs d'essai.
^f Les charges d'épreuve sont spécifiées dans les Tableaux 5 et 7.
^g La dureté déterminée à l'extrémité d'une fixation doit être de 250 HV, 238 HB ou 99,5 HRB maximum.
^h La dureté superficielle de la fixation ne doit pas être supérieure de plus de 30 unités Vickers à la dureté du métal de base, la détermination de ces deux duretés étant effectuée à HV 0,3 (voir 9.11).
ⁱ Les valeurs sont déterminées à une température d'essai de -20°C (voir 9.14).
^j S'applique à *d* ≥ 16 mm.
^k La valeur de K_V est à l'étude.
^l Il est possible d'appliquer l'ISO 6157-3 au lieu de l'ISO 6157-1 par accord entre le fabricant et le client.

Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-18les propriété mécanique selon la norme ISO

Dans de nombreuses entreprises de fabrication, il est courant que les opérateurs remplissent des rapports journaliers de production, ces rapports sont essentiels pour suivre et documenter les activités de production quotidiennes, fournir des informations clés sur les performances et aider à la gestion efficace de l'ensemble du processus de fabrication, nos rapport commencer par des informations générales telles que la date, le numéro de rapport, le nom de l'opérateur et d'autres détails d'identification, les opérateur doit noter :

- La quantité produite pour chaque type de visserie fabriquée, Cela permet de suivre la productivité et de détecter rapidement les éventuels écarts par rapport aux objectifs de production.
- Les rapports de production inclue des informations sur le temps d'activité, c'est-à-dire la durée pendant laquelle les machines ont fonctionné efficacement et ont produit des visseries conformes, de plus, le temps d'arrêt, qu'il soit prévu ou non, peut également être enregistré pour évaluer l'efficacité globale de la production.

Chapitre I :Présentation de l'entreprise d'accueil et étude de l'existant

- Les opérateurs peuvent noter tout défaut ou problème rencontré lors du processus de fabrication. Cela peut inclure des problèmes de qualité, des interruptions de production, ou d'autres incidents perturbateurs. Ces informations aident à identifier les causes des problèmes et à prendre des mesures correctives.
- Si des activités de maintenance préventive ou des réparations ont été effectuées sur les machines ou l'équipement de production, elles peuvent être documentées dans le rapport journalier. Cela permet de suivre les interventions réalisées et de prévoir les prochaines opérations de maintenance.
- Les opérateurs peuvent ajouter des remarques, des commentaires ou des suggestions pertinentes concernant le processus de production, les machines utilisées ou toute autre observation qui pourrait être utile pour améliorer l'efficacité ou la qualité

Ces rapports journaliers de production sont souvent collectés et analysés par les responsables de la production, les responsables de la qualité ou d'autres membres de l'équipe de gestion pour évaluer les performances, prendre des décisions éclairées et mettre en place des actions correctives si nécessaire. Ils servent également d'archives pour référence future et peuvent être utilisés pour générer des rapports plus complets sur la performance globale de l'entreprise.

RAPPORT JOURNALIER DE PRODUCTION PAR MACHINE

Journée du 02.03.2023

Type Machine WB07 (043) Cadence pièce / min _____ Prév. 1ère équipe _____ 2ème équipe _____

Nom de l'opérateur 1ère équipe Mr. Madani Matricule : N° _____ Nom de l'opérateur 2ème équipe : Mr. _____ Matricule N° _____

N° LCT N° 1 7646 N° Article _____ Désignation M18 x 45 DIN 933 4.8.8

N° LCT N° 2 _____ N° Article _____ Désignation _____

N° LCT N° 3 _____ N° Article _____ Désignation _____

Equipe	Temps de production			Duree (h:min)	Compteur			Aléas			Matière consommée			Émargement
	N° LCT	Début	Fin		Début	Fin	Qte Fab.	Code	Début arrêt	Fin arrêt	Nuance	Dimens	Poids	
1ère équipe	<u>7646</u>	<u>08:00</u>	<u>16:00</u>	<u>✓</u>	<u>000</u>	<u>500</u>	<u>500</u>	<u>22</u>	<u>1000</u>	<u>1100</u>	<u>3536.0kg</u>			Opérateur <u>[Signature]</u> Chef d'Atelier
2ème équipe														Opérateur Chef d'Atelier
Heures Suppl.														

Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-19rapport journalier de la machine WB07

I.5 CONCLUSION :

L'entrepris d'accueil ORSIM (oued-rhiou société des industrie mécanique) est spécialisé dans la fabrication des beaucoup de produit tel mais la fabrication boulonnerie est leurs points fort dans le marché algérien

La pérennité d'une entreprise dépend en grande partie de son service de production, l'efficacité et l'efficience de la gestion de production est un élément clé pour toute entreprise, il s'agit d'un processus complexe qui implique la coordination de différents départements, la gestion de la chaîne d'approvisionnement et la prise de décisions stratégiques, la performance est souvent mesurée par l'utilisation des indicateurs de performance tels que le taux de rendement synthétique (TRS), qui mesure la performance globale d'un processus de production.

ORSIM assure leur pérennité par l'utilisation des fiches de production journalier pour évaluer leur performance et elle est basé sur son division de contrôle pour assurer la qualité de ses produits visant la satisfaction des clients.

| **Chapitre II:**
Méthode approche et outils leanmanufacturing

II.1 Introduction:

L'approche Lean Manufacturing, développée par Toyota dans les années 1950 et 1960, a révolutionné la gestion de la production en mettant l'accent sur l'efficacité et l'amélioration continue, face à des défis tels que la concurrence et les ressources limitées, Toyota a identifié et éliminé les gaspillages, réduit les temps d'attente et les stocks inutiles, l'approche a été largement adoptée et popularisée sous le nom de "Toyota Production System" (TPS) et a connu une expansion dans différents secteurs.

Au fil du temps, l'approche Lean s'est étendue au-delà de la production et a été appliquée dans des domaines tels que les services financiers, les soins de santé et l'éducation, ce qui a conduit à l'émergence du concept de Lean Management cette approche offre de nombreux avantages, tels que la réduction des coûts, l'amélioration de la qualité, l'augmentation de la productivité et la sécurité.

L'approche Lean Manufacturing continue d'évoluer avec l'intégration de nouvelles méthodes et outils, tels que la maintenance 4.0 et l'Internet des objets (IoT), pour améliorer la visibilité et l'efficacité des processus de production.

Dans ce chapitre, nous explorerons les meilleurs outils d'amélioration inspirés par le Lean Manufacturing, en nous concentrant sur les principes clés du TPS, nous examinerons les différents domaines d'application de chaque méthode et leur impact sur la performance globale de l'entreprise.

II.2 Généralités sur LEAN MANUFACTURING :

Le Lean manufacturing découle de la philosophie visant la réalisation des améliorations en suivant les voies les plus économiques tout en se focalisant spécialement sur la réduction des gaspillages (muda en japonais). Le gaspillage est toute chose autre qu'un minimum d'équipements, de matière et du temps de travail absolument essentiels pour la production. D'après Toyota, la surproduction est le pire des types de gaspillage parce qu'elle engendre et camoufle les autres types.

La définition du Lean manufacturing est plus précise dans les premiers livres japonais publiés en matière de Lean par, Taïchi Ohno, le fondateur, définit le Lean comme étant la chasse totale des gaspillages.

La MUDA ou bien les sept (7) types de gaspillage est un outil essentiel du TPS et pour la gestion efficace de production, taichiohno définit le MUDA par les activités qui ne crient pas de valeur ajoutés pour le client , les sept types sont :

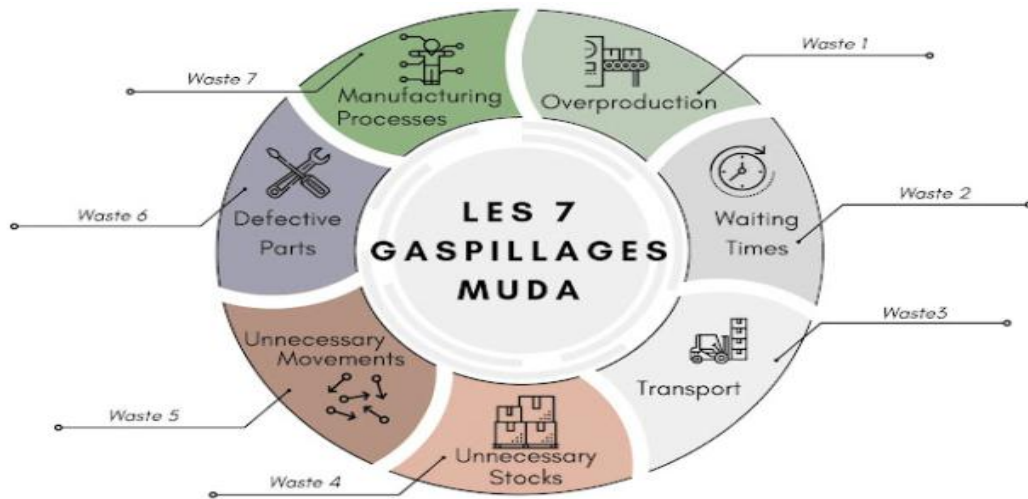


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-20 les sept MUDA

1. Gaspillages provenant de la **surproduction**.
2. Gaspillages provenant des **temps d'attente**.
3. Gaspillages occasionnés par les **transports**.
4. Gaspillages dus aux **stocks inutiles**.
5. Gaspillages dans les **processus defabrication**.
6. Gaspillages dus aux **mouvements humains inutiles**.
7. Gaspillages dus aux **pièces défectueuses**.

D'après l'identification des gaspillage, TAICHI à classier les gaspillages et considérait la surproduction comme le pire des gaspillages, car elle entraîne généralement tous les autres gaspillages. [15]

La surproduction se produit lorsqu'une entreprise produit plus de biens ou de services que ce qui est nécessaire pour répondre à la demande actuelle des clients ou du marché, Plusieurs études ont mis en évidence l'importance de la réduction de la surproduction dans la gestion de la production. Par exemple, dans leur étude sur les pratiques de production de Toyota, Liker et Meier (2006) ont noté que la surproduction peut causer des problèmes tels que des coûts élevés de stockage, une mauvaise utilisation des ressources et une qualité inférieure. De même, Womack et Jones (2003) ont souligné que la surproduction peut entraîner des coûts élevés en matière de main-d'œuvre, de matériaux et de stockage, ainsi que des retards de production et des problèmes de qualité, Le stockage excessif et/ou inutile allonge le temps de séjour des pièces et matières, immobilise de la trésorerie, de l'espace, induit des coûts de stockage, comporte des risques liés à l'obsolescence, masque les problèmes et ralentit la découverte des défauts. [1]

Le deuxième pire gaspillage c'était les pièces défectueuses, gaspillage d'ajustement, se réfère à tout gaspillage résultant de la production de produits défectueux ou qui ne répondent pas aux normes de qualité requises. Cela inclut le gaspillage de temps, de matériaux, d'énergie et de ressources humaines nécessaires pour corriger les défauts ou les erreurs de production.

Le gaspillage non qualité peut être causé par de nombreux facteurs, tels que des défauts dans les machines, des erreurs humaines, des matériaux défectueux, des problèmes de conception de produits ou de processus de production, ou un manque de formation ou de compétences chez les travailleurs [1].

La surqualité est également un gaspillage. La surqualité est une exigence de qualité mal comprise, qui consiste à pousser la qualité au-delà des attentes des clients, qui n'en demandent pas autant et ne valoriseront pas les efforts supplémentaires.

L'existence de gaspillages dans les processus de fabrication industriels étonne souvent, car on pense les gammes et modes opératoires parfaitement maîtrisés. En fait, les changements fréquents et à court terme dans les processus sont mal ou pas du tout documentés par manque de temps et/ou de rigueur. La « maintenance » ou la révision périodique des gammes n'est pas systématique. Certaines gammes sont construites au travers de copier-coller à partir de gammes similaires, et des erreurs ou des opérations inutiles peuvent y rester cachées. Enfin, certaines opérations nécessaires à une époque ne le sont plus lorsque les procédés, les techniques ou les technologies évoluent, mais si le lien entre l'évolution et ces opérations n'est pas fait, les opérations devenues inutiles subsistent..[15].

Donc Pour faire un lien entre l'évolution et les opérations, nous devons aborder aux outils d'améliorations.

TAICHI OHNO a développé des piliers nécessaires pour soutenir TPS, l'un de ces piliers est la production JUST A TEMPS (JAT) L'assemblage juste à temps signifie que chaque composant parvient à la ligne d'assemblage au moment voulu, et seulement dans les quantités voulues. Si cela peut se faire de proche en proche, à travers toute l'entreprise, celle-ci peut du même coup réaliser les conditions du "stock-zéro. (...) Conformément à l'idée du "juste à temps", chaque poste de travail doit pouvoir prélever sur celui qui le précède dans le processus de production, les pièces dont il a strictement besoin.

L'autre pilier du système de production Toyota est l'autonomation'. Ce n'est pas l'automation; c'est l'autonomation", nous disons aussi "auto-activation", ou bien le JIDOKA, Il existe de nombreuses machines qui fonctionnent d'elles-mêmes à partir du moment où elles sont branchées sur une source d'énergie Leur inconvénient est qu'elles ne s'arrêtent pas nécessairement lorsqu'une situation anormale survient. Avec les machines automatiques conçues pour la production de masse, on ne peut donc pas éviter non plus la production de masse de produits défectueux. [16]

Pour ce faire, le Lean Management s'appuie sur quatre principes fondamentaux :

1. La compréhension des besoins clients.
2. La réduction du temps de production.
3. L'analyse, la compréhension et la résolution des problématiques.
4. La fédération et la sensibilisation des collaborateurs [15]

II.3 Les outils d'analyse :

II.3.1 Diagramme cause-effet : [11]

Les premiers diagrammes causes-effet, ou diagrammes en arêtes de poisson, ont été développés par le professeur KAORU IISHIKAWA en 1943. Ce type de diagramme est de ce fait également appelé diagramme, ce diagramme permet de :

- Structurer une recherche de causes
- Comprendre un phénomène, un processus, par exemple les étapes de recherche de panne sur un équipement, en fonction d'un ou plusieurs symptômes;
- Analyser un défaut en remontant l'arborescence des causes probables pour identifier la cause racine;
- Identifier l'ensemble des causes d'un problème et sélectionner celles qui feront l'objet d'une analyse poussée, afin de trouver des solutions.

A. Construction de diagramme d'Ishikawa :

La recherche des causes peut se faire selon les «5M» mnémoniques traditionnels : main-d'œuvre, matière, méthode, machines (équipement), milieu (environnement). comme suit :

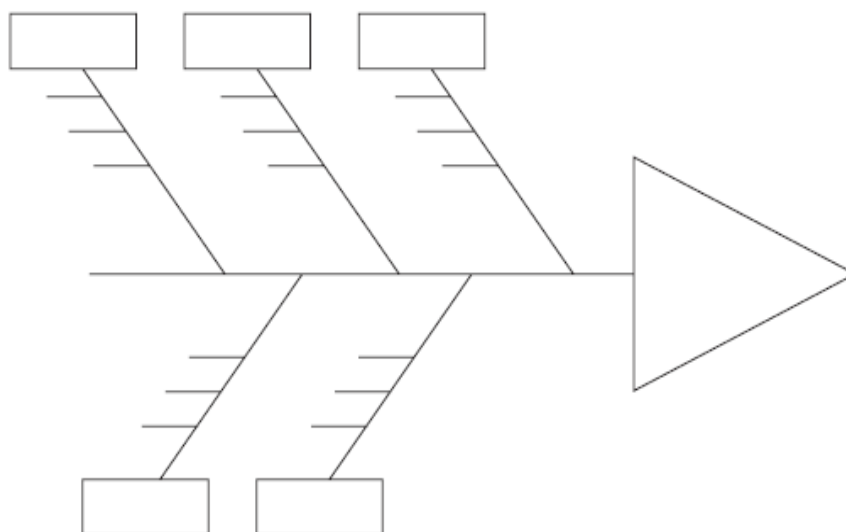


Figure -Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-21 Le «squelette» d'un diagramme causes-effet.

II.3.2 Diagramme de Pareto : [11]

Le diagramme de Pareto est un outil graphique d'analyse, de communication et de prise de décision très efficace. La popularité des diagrammes de Pareto est due au fait que de nombreux phénomènes observés obéissent à la loi des 20/80, qui stipule que 20 % des causes possibles produisent à elles seules 80% des effets. Par conséquent il suffit de travailler prioritairement sur ces 20% de causes pour influencer fortement les effets du phénomène

L'intérêt du diagramme de Pareto est de montrer que, dans un premier temps, il est plus important d'attaquer les trois ou quatre premières causes de défauts que de chercher à élucider des causes qui n'apparaissent que très rarement.

A. Les avantages de diagramme de Pareto

- Le diagramme de Pareto permet de visualiser les données de manière claire et concise
- Facilite la compréhension et l'interprétation des informations
- Le diagramme de Pareto aide à hiérarchiser les priorités
- Le diagramme de Pareto permet d'identifier les opportunités d'amélioration
- Utilisé pour suivre les progrès au fil du temps
- Visualiser les améliorations réalisées et de comparer les résultats avec les objectifs fixés

II.3.3 La QQQQCP: [15]

La méthode QQQQCP est un acronyme qui représente les six questions fondamentales à poser lors de l'analyse d'un projet ou d'une situation, voici la signification de chaque lettre :

- **Qui** : Qui est concerné par la situation étudiée ? Il s'agit d'identifier les acteurs et les parties prenantes.
- **Quoi** : Quel est l'objet du projet ou de la situation ?
- **Où** : Où se déroule le projet ou la situation ?
- **Quand** : Quand se déroule le projet ou la situation ?
- **Comment** : Comment le projet ou la situation est-il mis en œuvre ?
- **Pourquoi** : Pourquoi réaliser ce projet ou analyser cette situation ?

A. L'avantage de QQQQCP :

L'avantage de la méthode QQQQCP est qu'elle fournit une structure claire et systématique pour analyser un projet ou une situation, qui permet de mieux comprendre le contexte, les objectifs et les contraintes liés au projet.

II.3.4 Le brainstorming:

La technique du brainstorming, que l'on peut franchiser en remue-méninges au brassage d'idées, est une technique déjà ancienne (elle est née aux États-Unis dans les années 1940-1950) qui consiste à rechercher et à recueillir des idées en jouant sur l'effet de groupe.

A. Règles de brainstorming :

- Toute idée ou suggestion étant bonne par principe, ne pas censurer, ne pas critiquer et ne pas se moquer
- N'émettre, n'énoncer ou ne noter qu'une idée à la fois
- Veiller à ce que chacun participe

II.4 Les outils d'améliorations LEAN :

II.4.1 LA JUSTE A TEMPS (JAT) :

Les prémices du principe de juste-à-temps ont été introduites dans les années 1950 par **TaiichiOhno** au sein de l'usine **Honshadu** groupe Toyota au Japon. À cette époque, ce principe était appliqué uniquement aux processus d'approvisionnement dans les ateliers de montage et d'usinage de l'usine Honsha. Pour concevoir le juste-à-temps, **TaiichiOhno** s'est inspiré des travaux de **ShigeoShingō** et de l'observation qu'il avait pu faire du fonctionnement d'un supermarché au cours d'un voyage d'études aux États-Unis. Dans un supermarché, le client peut obtenir ce dont il a besoin au moment souhaité et dans les quantités voulues. À l'image de ce fonctionnement, le juste-à-temps vise à fabriquer le produit en quantité juste nécessaire, au moment voulu et disponible à l'endroit voulu [2]

A. FONCTIONNEMENT DE JAT :[5]

La méthode juste à temps, basés sur éliminer tous les types de gaspillages dans le processus de production, y compris les stocks inutiles, les temps d'attente, les mouvements inutiles, la surproduction, la sur utilisation des ressources, les défauts et les réparations, Le processus de production doit être en Flux continu de manière à ce que les matériaux et les composants circulent de manière fluide et continue dans le processus, sans arrêts ni retards. Cela permet de réduire les temps d'attente et d'optimiser la productivité, en plus elle nécessite la production d'une seul pièces a la fois et une grande flexibilité pour s'adapter aux fluctuations de la demande et aux imprévus. Les entreprises doivent être en mesure de changer rapidement leur production en fonction des besoins des clients.

B. AVANTAGES DE JAT :

- Équilibrage de la production en évitent la surproduction et les stocks [5].
- Flux continu et réduire les temps d'attente et les stocks [1]
- Assurée la qualité tout au long du processus de production grâce à un contrôle continu et à la participation des employés [6]
- Engagement des employés par la participation des employés à l'élimination des gaspillages qui peut améliorer la motivation et la satisfaction des employés.[1]
- La flexibilité qui permet de répondre rapidement aux changements dans le marché et aux besoins des clients.[6]
- Réduction des coûts liés aux stocks, à la surproduction et aux retards de livraison [5].

Ces avantages de la méthode JAT ont développé dans le cadre de la littérature académique, ils sont largement acceptés comme étant efficaces pour améliorer la qualité, la productivité et la satisfaction des clients et des employés.

II.4.2 POKA YOKE: [7]

La poka-yoke est une stratégie d'amélioration continue qui offre un moyen de faire progresser le QSM (système de gestion de la qualité) vers un niveau de performance plus élevé. Le concept de la méthode (correction des erreurs) a été créé au milieu des années 1960 par **ShigeoShingo**, ingénieur industriel japonais. Shingo travaillait pour la Toyota et d'autres entreprises japonaises, où il a développé des systèmes de fabrication entiers axés sur la réalisation de zéro défaut dans la production et a donné naissance à ce travail révolutionnaire.

Le concept de base derrière poka-yoke (correction des erreurs) est qu'il n'est pas acceptable et permis de produire même une petite quantité de produit non conforme. Pour rester sur le marché et devenir un concurrent de classe mondiale, l'organisation doit aller de pair avec une nouvelle stratégie et technologie et une pratique parallèle de production de zéro défaut.

Cette méthode sont les concepts faciles et simples pour atteindre cet objectif et font partie intégrante de la stratégie d'amélioration continue dans de nombreuses grandes entreprises japonaises à ce moment, elle est une des présentations de « bon kaizen », ou supérieur amélioration continue en raison de son caractère préventif. Un dispositif ou une solution est d'appliquer tout mécanisme ou idée qui soit évité l'erreur d'être faite ou fait l'erreur facilement identifier à un coup d'œil. La capacité de trouver des erreurs en un coup d'œil est importante parce que, comme l'indique **shingo**, "les causes du défaut résident dans les erreurs des travailleurs, et les défauts sont les résultats de négliger ces erreurs. Il s'ensuit que les erreurs ne se

Transformeront pas en défauts si les erreurs des travailleurs sont découvertes et éliminées au préalable, il ajoute également à cela que « Les défauts surgissent parce qu'il y a des erreurs » .

À éviter ces erreurs simples par le concept de méthode joue un rôle important. En mettant en œuvre des solutions simples, nous pouvons éviter les erreurs, la réalisation à long terme de la méthode donne des résultats de gain de temps et nous libérons la pression de travail sur l'esprit du travailleur. Nous pouvons utiliser la créativité et les compétences innovantes des travailleurs pour plus d'opérations créatives au lieu d'augmenter la pression pour des activités monotones Cette implication de tout le monde dans l'organisation est nécessaire de base pour élever les racines de la culture de qualité dans l'organisation [7].

A. TYPES DE POKA YOKE : [7]

Selon la fonctionnalité de base Poka-yoke a trois types :

Arrêter méthode (prévention) : En mode d'arrêt, c'est-à-dire en mode de prévention, vérifient les paramètres critiques du processus et arrêtent le processus lorsqu'une situation sort de la zone de tolérance, ce qui indique qu'un produit défectueux a été produit ou est sur le point d'être produit. C'est bien connu note que la prévention est toujours mieux que la guérison. En mettant en œuvre la méthode d'arrêt, nous pouvons assurer environ 100% produits sans défaut. Il a 0 % de chances de produire des produits défectueux, jusqu'à ce niveau, nous pouvons compter sur elle. Utilisation de fusible dans le circuit électrique. Lorsque le circuit est court, le fusible est actionné et l'alimentation électrique est coupée, ce qui évite tout autre accident

Contrôle méthode : Dans la méthode de contrôle les réglementaires de travail qui sont installés sur l'équipement de procédé et / ou des pièces de travail qui rendent impossible de produire des défauts et / ou de réduire un produit non conforme au processus suivant. Comme l'arrêt est une méthode control donne des produits 100% sans défaut, Le contrôle assure que s'il y a un défaut, il ne sort pas de la ligne de production et ne parvient pas au client. Par exemple, pour éviter tout mauvais chargement de travail dans le sens inverse sur la machine, nous pouvons fournir un repos de travail pour le travail qui évitera le mauvais chargement de travail.

3.Avertissement méthode : C'est la méthode qui rend l'opérateur conscient que quelque chose ne va pas lorsque les opérateurs reçoivent un tel avertissement, ils doivent immédiatement interférer avec le processus pour corriger les procédés responsables de la cause du défaut Il est conclu que la méthode d'alerte donne 30% de la garantie de bons Produits

B. FONCTIONNEMENT DE POKA YOKE : [7]

Identifier le problème : les plaintes provenant des clients (clients internes et externes) sont recueillies. Comme le nombre de réclamations du client et PDI (pré-expédition classer), la quantité de défauts détectés

Par le contrôle de qualité, les défauts de matérialité (leur impact sur le client, les coûts, le processus mis en œuvre) et puis les données sont recueillies au large, Dans la première étape, le problème est sélectionné.

Observation à la station de travail : Dans cette étape, l'étude sur place du problème est effectuée, les causes du problème sont résolues en utilisant des, les causes peuvent être liées à l'habileté de l'homme, à la machine, au matériau ou à la méthode en conséquence du tri complet.

Choisir la meilleure idée : Après avoir obtenu toutes les diverses solutions alternatives, il est temps de sélectionner la meilleure parmi toutes les solutions collectées. Les critères de sélection peuvent être le coût, la création de problèmes après l'installation, le temps requis, les changements dans le système existant, la possibilité de développer de nouvelles solutions, la simplicité de l'arrêt, Le comité de tous les critères de sélection conclut avec une meilleure solution

Plan de mise en œuvre et mise en œuvre : Cette étape concerne la planification et l'installation de la mise en œuvre. Il traite des exigences matérielles, le traitement des matériaux et enfin le mécanisme fabriqué est mis en œuvre sur le site de travail réel

Surveiller et approuver : Les produits fabriqués sont contrôlés pour les défauts à l'étude aussi la performance du système pokayoke est également surveillée et le projet est arrêté.

C. AVANTAGES DE POKA YOKE : [7]

- Ils contrôlent l'exécution correcte d'un certain nombre d'opérations (fixed-value method)
- Libèrent les opérateurs de la contrainte d'une surveillance continue de la machine en fonctionnement.
- Rendre les processus plus efficaces.
- Assister l'opérateur dans les différentes phases de travail.
- Instaurer les conditions optimales en amont de chaque étape du processus, afin d'en garantir le bon déroulement
- Détecter les anomalies avant que cela engendre des conséquences négatives. Empêcher les erreurs et donc les défaillances.
- Elle améliore la fiabilité et augmente la qualité des produits créés par les entreprises.
- Prévenir les erreurs liées aux opérations et aussi pour détecter les erreurs de réglages des machines

D. INCONVINIONS DE POKA YOKE : [7]

- La mise en œuvre pratique du mécanisme ou de la solution n'est pas possible
- Les paramètres du processus ne permettent de modifier le système existant

- Les relations interministérielles entre la production et le service qualité ne sont pas bonnes, donc chacun pense que je n'ai rien à faire avec cette question.
- Nous dépendons aussi du contrôle statistique des processus.
- Parfois le pokayoke n'est pas rentable

II.4.3 LA ROUE DE DEMING (PDCA) : [8]

Lors de ses nombreuses conférences aux dirigeants japonais, Deming se reportera systématiquement à la méthode **Shewhart** pour expliquer le cycle de l'amélioration continue. Mais c'est l'un de ses élèves japonais, **Kaoru Ishikawa**, qui l'a mis sous cette forme reconnue, « PDCA », en remplaçant « study » par « check », plus adapté à la culture japonaise. Il l'a introduit en Occident en 1975, après l'avoir fait appliquer avec succès par les industries nippones, Dès lors, on retiendra ce principe fondamental sous les différentes appellations : « **Cycle de Deming** » ou « **Cycle PDCA** » ou bien « **Roue de Deming** » ou encore « **Roue du progrès** », leur étapes sont :

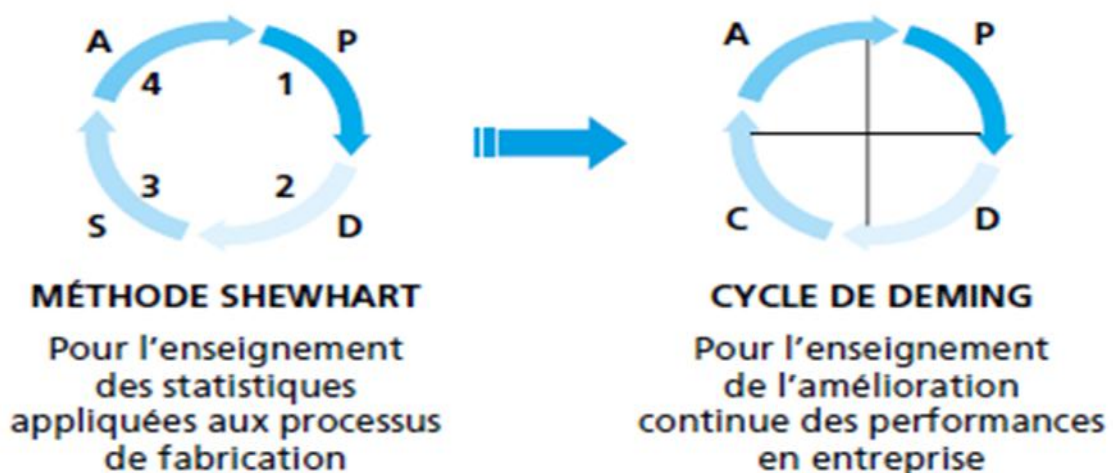


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-22 Méthode Shewhart

ETAPE 1 : « P » préparer (Plan)

Dès le lancement d'une amélioration (produit, procédé ou processus), il est nécessaire de se projeter pour tester l'idée, la « benchmarker », l'expérimenter et la valider. Les risques cachés peuvent être un départ précipité ou insuffisamment préparé. Le court-circuitage de cette étape, sous prétexte d'avancer plus vite dans la réalisation, relève de la roulette russe. « PLAN » est « le » bon investissement.

ETAPE 2 : « D » développer : (Do)

Dans les ouvrages, « DO » est souvent traduit par les verbes « agir, faire ou réaliser », ce qui lui confère une connotation assez restrictive, pour faire ressortir le sens managérial très fort attaché au

développement et à la réalisation des actions terrain, Effectuer les essais et les tests conformément aux protocoles. Être rigoureux sur les plans d'expérience, les paramètres de mesure, les contrôles à réaliser et leurs limites de contrôle. Maîtriser les processus de réalisation et assurer une bonne traçabilité des faits et des événements

ETAPE 3 : « C » Comprendre : (Check)

Pour garder l'esprit que Deming voulait donner à « CHECK », et qu'il ne soit pas interprété comme un simple « contrôle » au sens français du terme, Vérifier, analyser et comprendre les résultats. Sont-ils dans les limites attendues ? Sont-ils conformes aux spécifications objectives ? Qu'est-ce qui a bien marché ? Qu'est-ce qui a posé problème ? Devons-nous reprendre un nouveau départ

ETAPE 4 : « A » Agir : Act

Si nous comprenons bien les deux sens du verbe « ACT », nous pouvons le traduire par « AMÉLIORER ». En effet, cette traduction exprime le fait de Décider les résolutions en connaissance de cause, à la suite des résultats présentés. Adopter l'amélioration ou la modification proposée. Si nécessaire, introduire un nouveau cycle pour apporter une évolution supplémentaire, le nouveau protocole devant bien préciser les différences au niveau des règles et conditions d'essai modifiées. Lancer le nouveau cycle d'amélioration.

A. FONCTIONNEMENT DE PDCA :

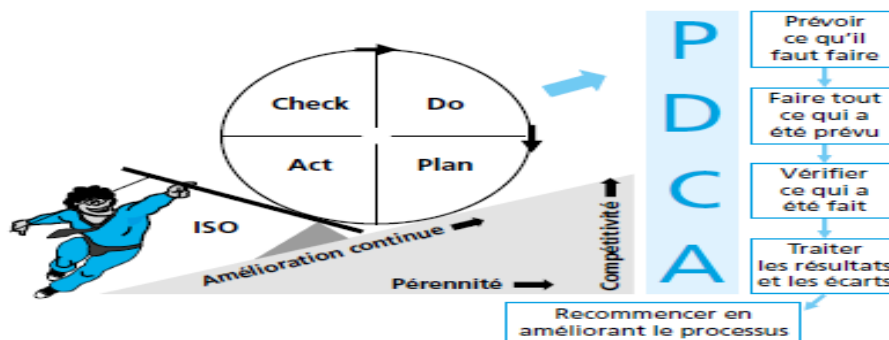


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-23La Roue de Deming

Faire tourner la Roue de Deming, c'est ce qui va permettre de progresser et de s'élever. Chacun est invité à y apporter sa contribution. Comme dans aucune entreprise il n'y a de Superman, chaque employé a en charge de « pousser » la Roue de Deming sur les pentes de l'amélioration continue, pour cela faut respecter quelque règles d'amélioration :

- Avant de commencer le cycle PDCA, il est important de définir des objectifs clairs pour l'amélioration.
- Impliquer tous les niveaux hiérarchiques
- Mener les actions correctives avant d'introduire les innovations.

- Planifier et organiser le développement des objectifs avant de préparer le déploiement des actions elles-mêmes.
- Déployer l'action de formation, de communication et d'accompagnement avant de lancer la réalisation.
- Être sûr d'avoir bien mesuré en statistiques, avant de tirer des conclusions.
- Après la mise en œuvre des actions d'amélioration, il est important de mesurer les résultats pour déterminer si les objectifs ont été atteints.

B. LES AVANTAGES DE PDCA :

- Mettre en place des processus plus efficaces pour garantir la qualité des produits et services
- L'amélioration du PDCA peut aider les entreprises à réduire les coûts
- Augmentation de la satisfaction des clients par réduire le temps d'attente de ses clients renforcer la culture d'entreprise en encourageant la participation des employés à l'amélioration des processus et la résolution des problèmes et la mise en place d'améliorations
- Le processus PDCA peut aider les organisations à identifier les problèmes et les opportunités d'amélioration
- Eclaircir les décisions à cause des processus PDCA basé sur l'analyse de données
- Le processus PDCA peut conduire à des économies de coûts en éliminant les inefficacités et les gaspillages

C. LES INCONVENIENTS DE PDCA :

- La mise en œuvre d'un processus PDCA peut prendre beaucoup de temps.
- la mise en œuvre du PDCA peut être coûteuse en termes de ressources (Farias et al., 2017).
- le manque d'engagement des membres de l'organisation peut être un obstacle important à l'amélioration du PDCA (Oliveira et al., 2017).
- le processus PDCA peut devenir répétitif, ce qui peut entraîner une perte de motivation pour son utilisation (Kahraman et al., 2016).
- Le processus PDCA sont complexe et difficile à comprendre pour certains membres qui peut être un obstacle à son utilisation (Farias et al., 2017).
- Certaines personnes peuvent résister au changement, ce qui peut entraver l'adoption du processus PDCA (Ramos et al., 2019).

II.4.4 SMED (single minute exchange of die) :

La méthode SMED est née dans un atelier mécanique, lors de travaux sur des presses dont la lenteur et les péripéties des changements d'outils ont inspiré Shigeo Shingo, au fil du temps, la méthode a été

transposée à de multiples autres machines et processus, avant la diffusion de la méthode, le temps de changement était considéré comme une contrainte à gérer, donc c'était une solution efficace et rapide pour solliciter cette anomalie.

A. Les étapes d'application de SMED :

- Etape 1 : analyser et identifier les opération internes (machine arrêtée) et externes machine fonctionne
- Etape 2 : Extraire les opérations externes
- Etape 3 : Convertir les opération interne vers des opérations externes
- Etape 4 : réduire les opération internes et externes

B. Les avantage de SMED :

- Réduction des temps de changement
- Augmentation de la capacité de production,
- Réduction des coûts
- D'amélioration de la qualité
- Réactivité accrue aux demandes du marché

II.4.5 AMDEC (Analyse des Modes de Défaillance, leursEffets et leurCriticité) : [11]

L'AMDEC est une méthode d'analyse des modes de défaillances internes exactement dans la chaine de production et l'évaluation des leurs effets puis l'identification des causes possibles pour but de la recherche d'actions correctives et leur mise en œuvre.

A. Préparation de la mise en œuvre :

- Création d'un groupe de travail
- Description du processus (5M)
- Création d'un dossier AMDEC : processus, exigences, contraintes, historique, ...

B. Application :

Etape 1 : analyse et hiérarchisation des défauts puis l'identification des défauts potentiels

- EVALUER les défauts : 3 notes de 1 à 10

Note D : probabilité de non détection du défaut (Détection)

Note O : fréquence d'apparition du défaut engendré par la cause (Occurrence)

Note S : gravité de l'effet retenu du défaut pour le client (Sévérité)

CALCULER : l'indice de criticité C puis le calculer $C = D \times O \times S$

Hiérarchiser les défauts de l'indice C de criticité est supérieur à une limite "CL" (en pratique CL = 36)

Etape 2 : Rechercher des actions correctives pour les défauts retenus ($C > CL$).

Etape 3 : calculer le nouvel indice de criticité ($C' = D' \times O' \times S$) puis refaire les étapes 2 et 3 jusqu'à ce que l'indice C soit satisfaisant.

Etape 4 : planifier la réalisation des actions et suivre leur mise en œuvre

Etape 5 : mesurer l'efficacité des actions engagées et reprendre la méthode à l'étape 2 si nécessaire puis valider le processus lorsque les résultats attendus sont confirmés.

C. Les avantages de 'AMDEC :

- Prendre des mesures préventives pour éviter les pannes avant même qu'ils ne se produisent
- Analyse structurée et approfondie des défaillances potentielles
- Économiser du temps, des ressources et de minimiser les pertes financières
- Eviter les arrêts de production imprévus et en optimisant la disponibilité des équipements
- Capitaliser les connaissances et de partager les bonnes pratiques au sein de l'organisation
- La communication interdisciplinaire et la collaboration entre les différents acteurs impliqués
- Conformer aux exigences réglementaires et aux normes de qualité.

II.4.6 LES 5S : [9]

Les 5S sont une méthode de gestion de la qualité et de l'efficacité organisationnelle qui est largement utilisée dans les entreprises du monde entier. La méthode des 5S a été développée au Japon dans les années 1960 par Toyota, qui cherchait à améliorer l'efficacité de sa production. Les 5S ont été intégrées dans le système de production de Toyota, le Toyota Production System, qui est devenu célèbre pour son efficacité. Le tableau suivant propose la traduction des 5 mots japonais :

	Traduction littérale	Traduction « utile »
Seiri	Ranger	Supprimer l'inutile
Seiton	Ordre, arrangement	Situer les choses
Seiso	Nettoyage	(Faire) Scintiller
Seiketsu	Propre, net	Standardiser les règles
Shitsuke	Éducation	Suivre et progresser

-Tableau des 5s et leurs traduction-

A. SEIRI (SUPPRIMER L'INUTILE) :

Le seiri, consiste à trier et ne conserver que le strict nécessaire sur le poste et se débarrasser du reste. La manie d'accumuler et de garder« parce que cela peut servir » ne favorise ni la propreté du poste ni l'efficacité d'une éventuelle recherche. Ce constat, nous pouvons tous le faire, sur notre bureau, sur l'établi, dans les tiroirs, les armoires, placards, boîtes, etc...., Un poste de travail encombré ne favorise pas la qualité, car les risques de confusion ou d'oubli sont plus importants. Pour les travaux délicats ou sur des pièces fragiles, un poste encombré peut être source de rayures ou de détériorations. Un poste de travail encombré ne favorise pas la performance, car une part non négligeable du temps et de l'énergie est gaspillée en exaspérantes recherches, dont on pourrait se dispenser si le poste était en ordre, L'orthodoxie des 5S définit comme inutile tout ce qui ne sert pas à l'exécution du travail. Une distinction est cependant faite avant l'élimination : ce qui sert peu souvent est conservé, mais dans un endroit éloigné, afin de débarrasser le plus possible le poste de ce qui l'encombre.

B. SEITON (RANGER) :

Le but du seiton est de déterminer une place pour ranger les choses utiles, celles indispensables au travail et qui ont passé avec succès l'épreuve du seiri. Cette place est à déterminer de manière à être la plus fonctionnelle possible, puis il faut s'astreindre à remettre les objets à leur place, le seiton se concrétise par un « arrangement » pour visualiser et/ou situer facilement les objets ; il est recommandé de trouver à placer les objets de manière à les trouver intuitivement, notamment pour des personnels externes à la zone ou pour les personnels temporaires, Chaque pièce et chaque outil se voient attribuer une place bien définie, facilement accessible, On identifie pièces et outils de manière simple, compréhensible et non équivoque pour en faciliter la reconnaissance à tout le monde, Plus largement Ainsifaut-il :

- Séparer strictement et identifier les pièces conformes des pièces mauvaises
- Placer les produits de façon à les consommer dans l'ordre des dates de péremption.

C. SEISO (NETTOYER):

Après avoir trié l'utile de l'inutile et trouvé à arranger ce que l'on garde au poste, le troisième S vise la tenue du poste et de son environnement en termes de propreté, le nettoyage régulier permet le maintien en bonnes conditions opérationnelles des lieux, outils, équipements, machines, etc....

Dans un environnement propre, une anomalie se détecte plus facilement et plus rapidement à l'exemple d'une fuite d'huile qui se verra immédiatement sur une machine propre mais passera inaperçue si la machine est sale et maculée d'huile en permanence, Il faut insister sur le caractère régulier du nettoyage,

car un grand ménage ponctuel risque non seulement de coûter plus cher en temps et en énergie qu'un petit nettoyage régulier, mais risque de laisser des situations inacceptables durant les intervalles, La notion de nettoyage sous-entend également la remise en état de toute dégradation constatée : carrelage abîmé, capotages ayant subi des chocs, peinture qui s'écaille, rouille, etc..

L'état de propreté dans une moindre mesure, de l'ordre d'un lieu ou d'une installation est le plus souvent la première perception d'un visiteur ou d'un utilisateur, Cette première impression marque fortement et durablement les esprits, autrement dit que l'apparence externe soit révélatrice de l'état d'esprit, les auditeurs venant qualifier un fournisseur ou les services sociaux visitant une famille d'accueil raisonnent de la même manière lors de leurs investigations, La régularité du seiso doit être organisée. Pour cela, il faut :

- Définir ce qu'il faut nettoyer – le poste de travail et son environnement (machines, sols, allées, outils...);
- Définir les moyens pour parvenir à maintenir un niveau de propreté et d'ordre souhaité, ainsi que la fréquence de nettoyage nécessaire
- Diviser l'atelier en zones avec un responsable pour chacune d'elles, car « donner à tout le monde c'est donner à personne »
- Identifier et si possible éliminer les causes de salissures.

D. Seiketsu (Standardiser) :

Cette quatrième étape vise à standardiser et respecter les 3S précédents. Les trois premiers S sont des actions à mener sur le terrain, alors que ce quatrième S propose de construire un cadre formel pour les respecter et les faire respecter. Pour que le maintien de la propreté et l'élimination des causes de désordre deviennent des actes normaux du quotidien, il est indispensable de les inscrire comme des règles de base, des standards à respecter par tous dans la zone de travail, Cette standardisation permet de réduire les variations dans les processus et d'assurer une qualité constante des produits ou services fournis, elle base sur :

- L'identification des zones de travail qui doivent être améliorées.
- Les employés doivent être formés aux nouvelles normes et procédures
- Des mesures de contrôle doivent être mises en place pour s'assurer que les normes sont respectées

E. Shitsuke (Suivre) :

Finalement, pour faire vivre les quatre premiers S, il faut les stabiliser et les maintenir. Il faut surveiller régulièrement l'application des règles, les remettre en mémoire, en corriger les dérives mais aussi les faire évoluer en fonction des progrès accomplis, Le suivi des 5S se traduit par la réalisation d'auto-évaluations, la promotion de l'esprit d'équipe, l'institution de règles de comportement, la mise en place d'une

Bonne communication, ainsi que la reconnaissance des résultats obtenus, car chaque étape est une petite victoire, un système de suivi avec affichage d'indicateurs, les désormais cinq S sont assurés de continuer à vivre, mais aussi de repousser graduellement leurs limites initiales, dans une démarche d'amélioration continue.

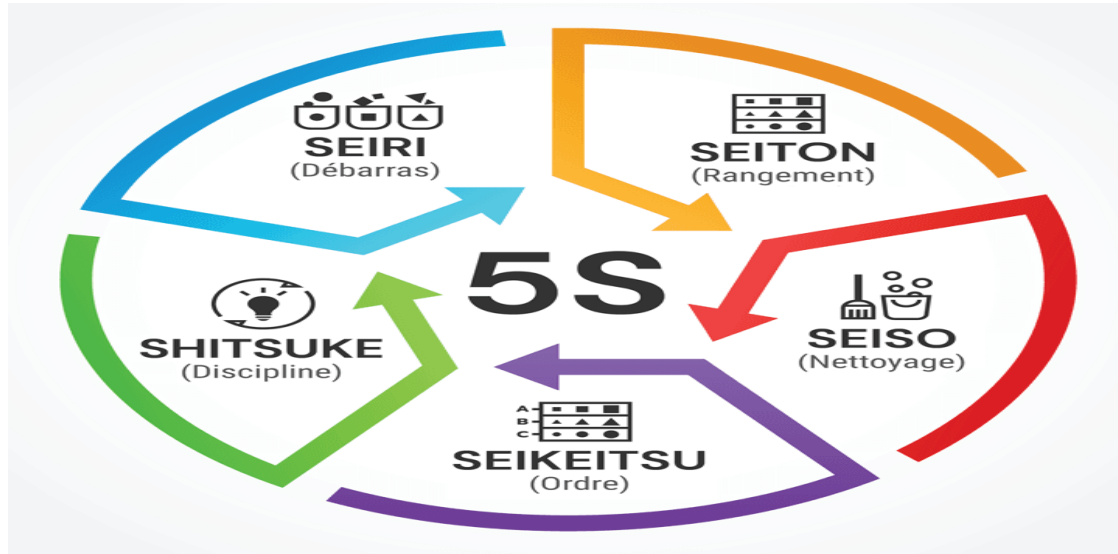


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-24Les 5S[pi consultants associés]

II.4.7 Le taux de rendementsynthétique (TRS) :[11]

Le TRS (taux de rendement synthétique) est l'indicateur le plus utilisé dans l'industrie , Face aux exigences de leurs marchés, du jeu concurrentiel, de plus en plus souvent sur injonction de leurs donneurs d'ordres, les entreprises doivent améliorer leurs performances: productivité, réactivité, coûts, délais et qualité

Dans ce contexte, le TRS est un indicateur clé, dont l'analyse fournit à la fois la mesure de la performance (indicateur de résultat) et les plans d'actions pour l'amélioration (indicateur de pilotage). Le TRS est à ce titre et entre autres, un outil d'investigation efficace.

Selon la norme NF E 60-182 édité par l'AFNOR le TRS est un indicateur de performance qui permet de mesurer le degré de performance au niveau de gestion de la maintenance, qualité et production. Il est constitué des taux d'indicateurs de la performance (TP), de la disponibilité (TD) et de la qualité (TQ) du moyen de production. Si l'un de ces taux se dégrade, le TRS chute également. Le TRS est le seul indicateur qui tient compte de tous les paramètres influant la productivité de la machine.

A. Calcule de TRS :

Cet indicateur est toujours exprimé en (%), Le TRS mesure le taux de performance d'un équipement ou d'une ligne de production de manière synthétique. De manière simple, il s'agit du rapport entre le

temps nécessaire pour la production de pièces bonnes et le temps d'ouverture de l'équipement (ou temps de fonctionnement de l'équipement)

Son principal intérêt est d'être un agrégat de 3 taux et on a coutume de définir le TRS par la formule suivante : $TRS = txdedisponibilité * txdeproductivité * txdequalité$

Équation1 : calcul de TRS

La décomposition de TRS :

La durée de travail potentielle que représente une période de 365 jours par an, 24h/24 est appelée **Temps total (Tt)** maisLa plupart des entreprises connaissent des périodes de fermetures, correspondant aux jours fériés, aux congés des personnels, aux périodes non travaillées (pas de travail posté, pas de travail de nuit ni de week-end par exemple). Ces entreprises n'exploitent pas le Temps total pour leur activité mais une fraction de celui-ci. On évoque alors le Temps d'ouverture (To), correspondant à la durée d'ouverture effective de l'entreprise, de l'usine, de l'atelier, du laboratoire

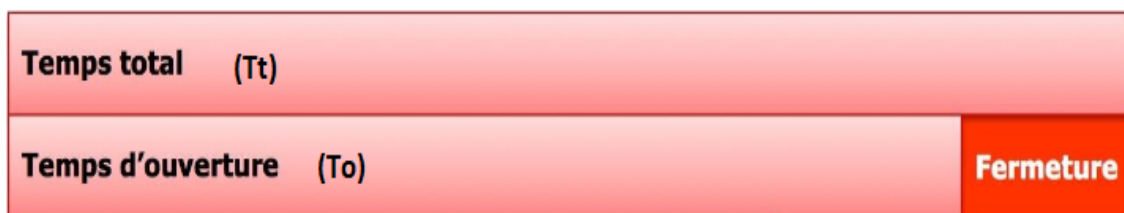


Figure -Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-25calcul de temps d'ouverture

Le Temps d'ouverture n'est pas complètement disponible pour la production, même s'il était totalement disponible pour produire, n'est pas forcément nécessaire. En effet les capacités de production peuvent être suffisantes pour produire la quantité requise en moins de temps que le temps d'ouverture. On définit alors le Temps requis (Tr), qui est la partie du temps d'ouverture pendant lequel il faut engager les moyens de production pour produire ce qui est attendu

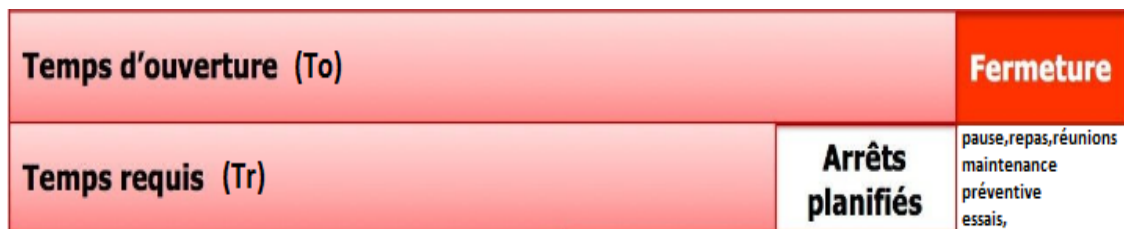


Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-26 calcul de temps requis . **Le temps requis** comprend les temps d'arrêts subis comme les pannes et l'absence de personnel non planifiée, ainsi que les arrêts programmés que sont les changements de série, les réglages, les entretien, C'est le temps qui porte le plus à discussion en fonction de ce que l'on cherche à éliminer comme perturbations.



Figure -**Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-27 calcule de temps de fonctionnement

Durant ce temps de fonctionnement, il est possible que la vitesse de la machine varie. On nomme donc le **Temps net (Tn)** correspond la durée durant laquelle la machine a fonctionné à cadence nominale, des problèmes d'opérateurs micro-arrêts



Figure-28calcul de temps net

Finalement, durant le temps net de production, une machine produit aussi bien des pièces bonnes que des pièces non- conformes, la mauvaises production ou bien les rebuts La durée liée à la production de pièces bonnes est dite Temps utile (Tu).



Figure -Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-29calcul de temps utile
Le temps est la grandeur qui est commune à tous les évènements que l'on va chercher à analyse La raison est que de nombreux facteurs influençant le TRS sont plus facile à mesurer en temps (durée).

A. Le taux de disponibilité (TD) :

La comparaison du temps de fonctionnement Tf durant lequel la machine était théoriquement apte à produire par rapport au temps nécessaire, requis Tr pour produire ce qui est attendu, on distingue la relation mathématique :

$$TD = \frac{\text{temps de fonctionnement } TF}{\text{temps requis } TR}$$

Équation2:calcul de taux de disponibilité

B. Le taux de performance :

La comparaison du Temps net par rapport au Temps de fonctionnement sa fonction mathématique est :

$$TP = \frac{\text{temps net } TN}{\text{temps de fonctionnement } TF}$$

Équation3:calcul de taux de performance

C. Le taux de qualité:

Il mesure le rapport entre le temps de produire des produits bons par rapport à le temps correspondront à la quantité totale produite, sous-entendu en intégrant les pièces non conformes, sa fonction est :

$$TQ = \frac{\text{temps utile } TU}{\text{temps net } TN}$$

Équation4 calcul de taux de qualité

B. Le taux de rendement synthétique (TRS) :

Est le rapport Temps utile sur Temps d'ouverture T_n/T_f . Autrement dit la comparaison d'une production réalisée par rapport à une production réalisable si tout le temps d'ouverture était exploité pour produire

$$TRS = \frac{\text{le temps net } TN}{\text{temps de Fonctionnement } TF}$$

Équation5:calcul de TRS

II.5 Approche leanmanufacturing

II.5.1 LA TPM [10] :

C'est une démarche globale dans le sens où elle concerne tous les hommes, du directeur à l'opérateur mais aussi toutes les fonctions et les équipement et personnel de l'entreprise, pour but de l'amélioration continue en employant des outils mais surtout en faisant preuve de rigueur dans leur utilisation pour objectif de supprimer les causes premières en en acceptant de se remettre en cause, Elle est constituée e huit (8) pilier :

Pilier 1 : amélioration au cas par cas :

Ce pilier est appelé Amélioration au cas par cas ou Chasse aux pertes, il est pour objet de minimiser le coût de pertes, en mettant des responsable de projet sur des groupe de travail pour premier objectif de mettre en évidence les différents facteurs à l'origine de la perte, Si les causes ne sont pas fractionnées en facteurs suffisamment fins on ne pourra pas pousser assez loin l'analyse et le traitement ne sera pas efficace, puis un classement permet de gérer plus facilement le projet, puis mettre en œuvre des outils pour la suppression de ses pertes.

Pilier 2 : la maintenance autonome :

Ce pilier a pour le niveau 1 de la maintenance qui permettre aux opérateurs de contribuer au rendement optimal de l'équipement et de le pérenniser et rendre les opérateurs responsables de la qualité de leur équipement, cela ne signifie pas qu'ils répareront leurs machines mais qu'ils doivent pouvoir Respecter strictement les conditions de base et les conditions opératoires.

Pilier 3 : la maintenance planifiée :

Le Pilier maintenance planifiée s'appuie comme l'ensemble de la démarche sur des notions élémentaires de bon sens, elles sont destinées à améliorer le temps de bon fonctionnement des équipements et à diminuer les temps de maintenance, optimiser la maintenance et diminuer leurs coûts.

Pilier 4 : amélioration des connaissances et du savoir-faire :

Ce pilier est centré sur l'amélioration des connaissances et du savoir-faire des employés. Il vise à développer les compétences, les connaissances techniques et les capacités de la main d'œuvre afin de mettre les actions nécessaires au piliers précédentes, pour objectif de créer une culture d'amélioration continue des compétences et du savoir-faire au sein de l'organisation en partageant les bonnes pratiques.

Pilier 5 : conception produits et équipements :

Ce pilier vise à intégrer la perspective de la maintenance dès la phase de conception des produits et des équipements. Il s'agit de prendre en compte les exigences de maintenance tout au long du cycle de vie d'un produit ou d'un équipement, de sa conception initiale jusqu'à son retrait du service, pour objectif d'optimiser la fiabilité, la facilité de maintenance, l'ergonomie, la durabilité et l'innovation des produits et des équipements.

Pilier 6 : maintenance de la qualité :

Ce pilier vise à garantir la qualité des produits et des processus de production en réduisant les défauts, les erreurs et les variations, il s'agit d'intégrer les aspects de qualité dans les activités de maintenance afin d'assurer la satisfaction des clients, d'améliorer la productivité et de réduire les coûts liés à la non-qualité, Cela permet d'assurer la satisfaction des clients, d'améliorer la productivité et de réduire les coûts liés aux défauts et à la non-qualité.

Pilier 7 : des services fonctionnels :

Les services fonctionnels sont considérés comme des usines ou des ateliers qui fabriquent des informations pour objectif de supprimer les anomalies et de rendre les employés responsables de la qualité des informations d'entretenir les supports, d'améliorer la structure et de supprimer les tâches sans valeur ajoutée, d'augmenter les connaissances et le savoir-faire du personnel.

Pilier 8 : sécurité, conditions de travail, environnement :

Dans ce pilier, les entreprises mettent en place des politiques et des procédures visant à assurer la sécurité des employés, à promouvoir des pratiques de travail sûres, à identifier et à éliminer les risques pour la santé, et à réduire l'impact environnemental des activités de production. Cela peut inclure des actions telles que la formation du personnel sur les pratiques de sécurité pour but de créer un environnement de travail sûr et respectueux.

C. Objectif de la TPM :

- Ne plus accepter de pannes et de conflits structurels entre Production et Maintenance
- Supprimer l'idée de fatalité
- Ne plus accepter l'à-peu-près dans la propreté et l'état des équipements
- Rechercher la cause première des problèmes
- Avoir en permanence le souci d'amélioration.
- Le changement de culture au bout de l'entreprise
- Valoriser et améliorer les ressources humaines
- Redonner conscience à l'ensemble du personnel de l'importance des équipements dans la performance industrielle
- Détecter et d'étudier les vrais problèmes dus à la fiabilité des équipements,

II.5.2La

lean

six

sigma :

[11]:

Six Sigma a été lancé à Motorola, aux États-Unis, dans les années 1980. Il est étendu en intégrant tous les aspects du contrôle de la variabilité. En s'étendant à d'autres entreprises, Six Sigma s'est également appuyé sur lui en associant d'avantage d'éléments de gestion et de stratégie à son approche, une approche globale vise l'amélioration de la performance globale des entreprises et la satisfaction client en appliquant ces cinq étapes :

- **Définir** : La première étape vise à identifier tous les problèmes et à les hiérarchiser, généralement cette étape est effectuée à l'aide des méthodes telle que la QQQQCP
- **Mesurer** : cette deuxième étape consiste à mettre une œuvre des taux pour mesurer le problème laquelle on veut solliciter généralement se faite à l'aide des indicateurs de performance
- **Analyser** : cette étape est pour analyser les mesures de l'étape deuxième et choisir les pertes majeures de cette mesure, généralement effectuer à l'aide de méthodes tell que le diagramme d'Ishikawa ou digramme de Pareto
- **Améliorer** : cette étape est pour mettre en œuvre des outils d'amélioration pour éliminer les pertes relever de l'étape précédentes.
- **Contrôler** : cette étape est pour but de comparaison des mesures initiale et les mesurer après la mise en œuvre des actions de l'amélioration.

D. Les avantages de six sigma :

- La clarté dans la définition des objectifs
- L'utilisation de données factuelles pour prendre des décisions

- La résolution des problèmes à leur source
- La mise en œuvre de solutions efficaces et la garantie du maintien des améliorations réalisées
- Encourage l'utilisation d'indicateurs de performance clés (KPI) pour évaluer l'efficacité des améliorations

II.6 Conclusion :

En conclusion, ce chapitre englobant les généralités sur le Lean Manufacturing qui est une philosophie et une approche qui vise à éliminer les gaspillages, à optimiser les processus et à fournir une valeur ajoutée maximale aux clients en utilisant différentes méthodes et outils associés, chaque méthode a un but et fonctionnement et avantages différents. De plus, nous avons contribué à la mise en œuvre des méthodes et l'utilisation des différentes approches mentionnées en intégrant leurs concepts pour constater l'importance de ces concepts et approches dans l'amélioration des performances des entreprises.

Chapitre III:

L'évaluation de la chaine de production et la mise place d'amélioration

III.1 Introduction :

L'intérêt des entreprises depuis leur création c'est la pérennité et devenir l'un des leaders du marché ou bien le meilleur, pour que l'entreprise fournisse à ses clients des produits de qualité supérieure en optimisant les coûts de production.

Dans le deuxième chapitre de notre mémoire, nous avons abordé le concept de Lean Manufacturing qui est une méthode de gestion de la production visant à réduire les gaspillages et les coûts et le concept et la mesure de performance à l'aide de TRS (Taux de Rendement Synthétique) qui est un indicateur clé de performance

Au-delà de ce chapitre, un troisième chapitre de deux parties pour la mise en place d'une série d'initiatives pour améliorer la performance de la chaîne de production de l'entreprise d'accueil ORSIM (**oued-rhio société des industries mécaniques**)

Dans la première partie de ce chapitre nous allons évaluer la performance de la chaîne de production de l'entreprise et dans la deuxième partie nous allons mettre en place des méthodes d'amélioration et comparer le TRS avant et après l'amélioration tout en détaillant les différentes étapes de l'amélioration.

III.1 partie I : Evaluation de la performance de société :

Avant de lancer toute amélioration, il est essentiel de réaliser un diagnostic approfondi pour comprendre en détail les causes des problèmes ou des inefficacités identifiés dans le processus de fabrication des visseries et surtout les MUDAS, le diagnostic permet l'observation de toutes les imperfections de la production ce qui nécessite la présence d'une équipe d'amélioration dans l'atelier pour recueillir des informations précises en effectuant un diagnostic approfondi, puis analyser les données disponibles et d'identifier les domaines spécifiques qui nécessitent une amélioration.

III.1.1 Les MUDA de notre société ORSIM :

L'identification des MUDA sont des objectifs clés de l'approche Lean Manufacturing, lorsque on connaît ces sources de gaspillage on peut dire qu'on a trouvé la tête du fil qui va nous guider jusqu'à la cause racine des problèmes de notre chaîne de production et on peut dire qu'on a fini la moitié de la partie diagnostique

MUDA	DESCRIPTION
Surproduction	Produire plus que la commande de fabrication. Produire avant que ne soit requis.
Temps d'attente	Manque de commande. Matière première en préparation.
Transport	Mouvement des produits depuis une machine vers l'autre. Mouvement de matière première.
Stock inutile	Le maintien de niveaux de stocks élevé. Commander la matière première plus que le besoin.
Pièce défectueuse	Les déchets. produit carburé. Produit cassé.
Mouvement humains	Aller chercher des signatures. Tout le mouvement qui n'ajoute pas de valeur au client.
Processus inutile	Effort de Retravailler. Fausse information.

tableau1:MUDA de l'entreprise

Ces gaspillages ont un impact direct sur les performances des machines, ce qui entraîne une baisse du TRS (OEE) ils affectent les trois facteurs suivants, ce qui indique une utilisation inefficace des ressources, une productivité réduite et une performance globale inférieure.

III.1.2 Mise en place de l'approche six sigma :

Lean Six Sigma prend en charge différentes méthodologies, en particulier la normalisation des pratiques, la résolution de problèmes et les projets d'amélioration. Pour ces derniers, nous avons donc séquencé des projets en 5 phases, appelées DMAIC

tableau2les étapes de DMAIC

Phase	1	2	3	4	5
Nom	définir	Mesure	Analyser	Améliorer	Contrôler

.La méthodologie DMAIC est utilisée dans la grande majorité des cas de gestion de projet afin de le structurer de bout en bout. Il est naturel d'utiliser cette approche pour commander des projets d'optimisation de changement de série.

I.1.2.1tape 1 : définir :

La méthode QQQQCP est une méthode de questionnement et un outil d'aide résolvez des problèmes avec une liste d'informations extraite de notre chaine de production Les réponses extraites à l'aide de cet outil sont concises comme suit :

Qui ?	Le gérant de l'atelier – responsable de production - ingénieure de maintenance
Quoi ?	Le gaspillage – les pannes – diminution dans la disponibilité des équipements
Où ?	L'unité de production grandes visserie des machines polyvalentes
Quand ?	Pendant trois (3) mois –janvier – février – mars 2023
Comment ?	Nous avons choisi l'indicateur de performance TRS précisément leur taux de disponibilité
Pourquoi ?	Manque d'efficacité des équipements Cout d'exploitation élevé

tableau3 QQQQCP de notre projet au sein de l'ORSIM

Le tableau fournit des informations sur la situation spécifique de l'atelier de production des grand visseries pendant une période de trois mois (janvier - février - mars 2023) et met en évidence les acteurs impliqués, les problèmes rencontrés et les raisons pour lesquelles l'indicateur de performance TRS a été choisi pour évaluer la cette atelier, Cela fournit une base pour l'analyse et la recherche de solutions pour améliorer l'efficacité opérationnelle et réduire les coûts d'exploitation, et permet d'avoir une vision globale sur la conduite de projet.

I.1.2.2 ETAPE 2 : mesurer :

Nous avons choisi l'indicateur de performance TRS (OEE) pour mesurer la performance dans l'atelier de production visserie des machines polyvalentes, pour rendre visible les inefficacités de production et surtout les inefficacités qui touche à la disponibilité des équipements telle qu

- Les micro-arrêts.
- Les pannes.

On note que les anciennes données n'ont pas pu être extraites de à cause de politique de confidentialité de l'entreprise, mais à l'aide des opérateurs et leurs rapport de production journalière nous avons pu extraire des données pour calculer notre TRS et leurs trois (3) taux de performance et disponibilité et qualité.

Comme on a mentionné dans le chapitre 2, le TRS peut être calculé en unité de temps:

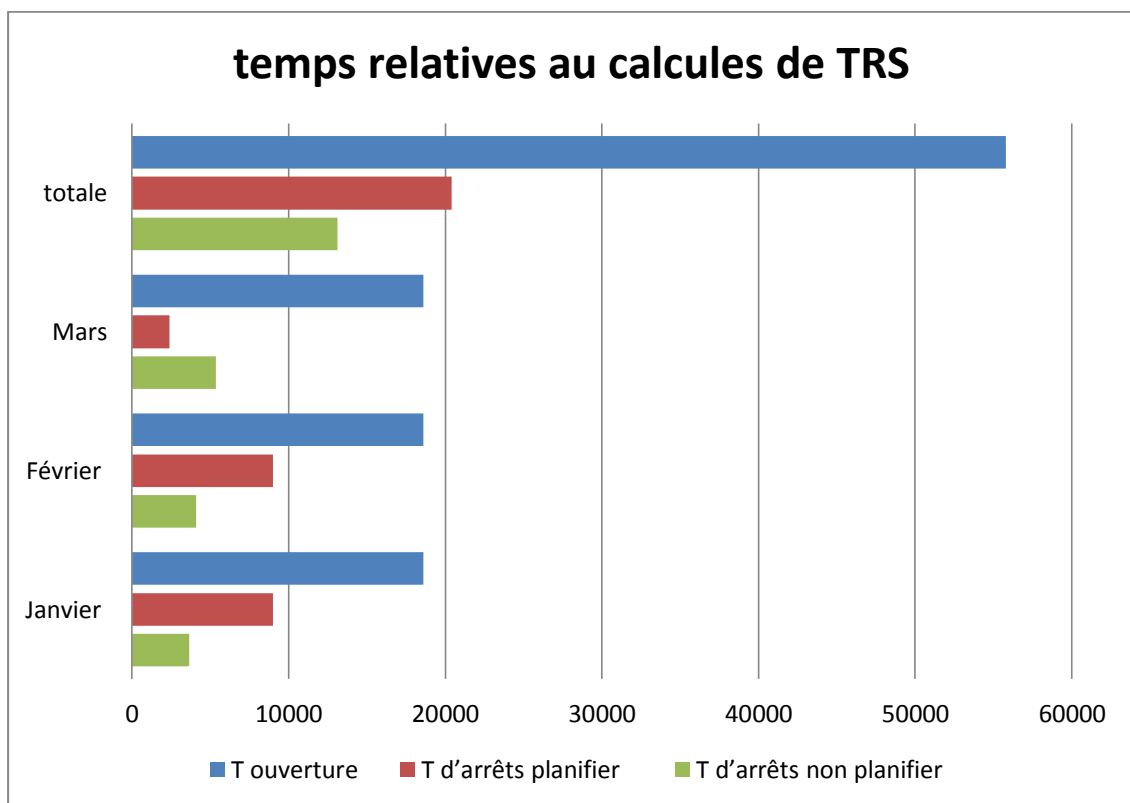


Figure 30 calcul des temps relatifs aux calculs de TRS

D'après la collection des données, nous avons pu calculer 3/5 des temps relatifs au TRS, nous avons rencontré des difficultés dans les calculs de temps net et le temps utile à cause de manque des données.

Ces trois temps calculé nous donnons la permission de calculer seulement le taux de disponibilité par unité de temps, mais le calcul de TRS est toujours possible par d'autre unité, ce qui nous mettrons dans l'autre option de calculer quantitatives par unité des pièces, les calculs de taux de qualité et le taux de performance vont être par unité de pièces.

Taux de disponibilité :

Pour calculer le taux disponibilité faut d'abord calculer le temps requis et le temps de fonctionnement

Temps requis = Temps d'ouverture - Temps d'arrêts planifier

Temps de fonctionnement = Temps requis - Temps d'arrêts non planifier

$$TD = \frac{\text{temps de fonctionnement}}{\text{temps requis}} = 61.30\%$$

Équation 6 taux d'indisponibilité

mois	Temps d'ouverture	Temps d'arrêts planifier	Temps d'arrêts non planifier	Temps requis	Temps de fonctionnement	Taux de disponibilité [TD] (%)	Taux d'arrêts (%)
Janvier	18600	9000	3665.4	9700	5934.6	61.82	38.18
Février	18600	9000	4092.6	9700	5507.4	57.37	42.63
Mars	18600	2400	5350.5	16200	7849.5	64.71	35.29
Totale	55800	20400	13108.5	35400	19291.5	61.30	38.70

tableau4:calcul de taux de disponibilité

Le tableau au-dessus affiche les temps relatifs à notre entreprise ORSIM durant les trois mois de ces années, où on remarque un taux de disponibilité non stable, ce qui signifie des anomalies et une mauvaise utilisation au niveau des équipements.

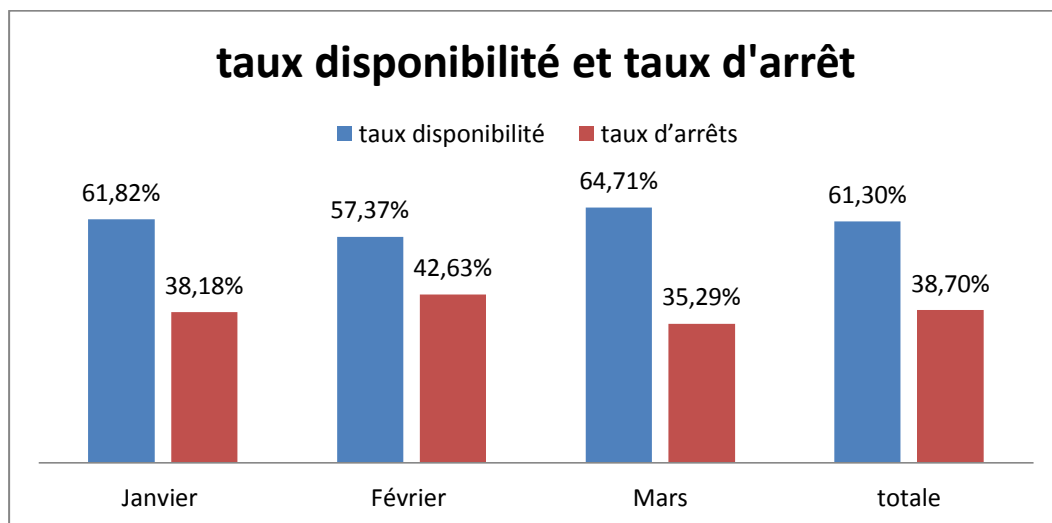


Figure -Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-31 temps de disponibilité et temps d'arrêt pendant les trois mois

Taux de qualité (TQ) :

Le taux de qualité est le rapport des pièces bonnes par rapport aux pièces réalise ce qui implique le calcul des **pièces défectueuses** qui se découvre lors le contrôle final

Certains défauts courants qui peuvent affecter les boulons produits sont : la carburation, défaut de dimension, défauts de filtrage, Défauts de finition de surface, Défauts de résistance,

$$TQ = \frac{\text{tempsutile}}{\text{tempsnet}} = \frac{\text{nombre des pièces bonnes}}{\text{nombre des pièces réaliser}} = 99.558$$

Équation7calcul de taux de qualité

Mois	piècesréalisé	Piècesdéfectueuses	Piècesbonnes	Taux de qualité (%)	Taux de re-but (%)
Janvier	193150	891	192259	99.505	0.495
Février	188550	857	187693	99.521	0.479
Mars	465790	1994	462696	99.570	0.430
Totale	846490	3742	843748	99.558	0.442

Tableau 5:nombre de pièces fabriquées au cours des « 3 mois »

On remarque un nombre de pièces bonne très proche de nombre des pièces réaliser, et un nombre de pièces défectueuse très peu par rapport au nombre de pièces réaliser.

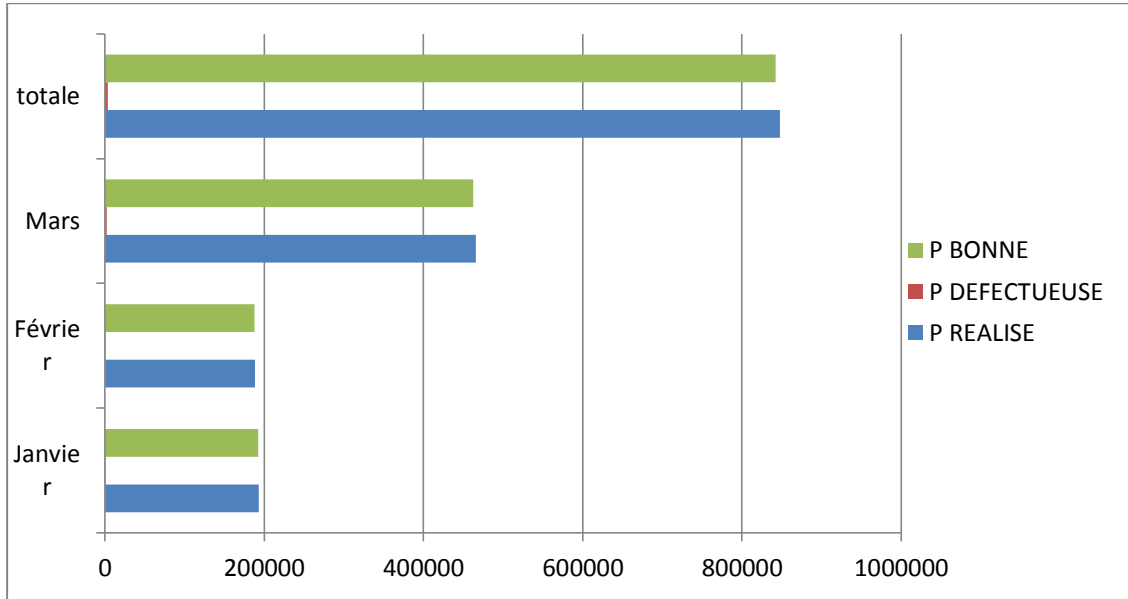


Figure 32 barres graphique indique les nombres des pièces.

D'après la quantification des pièces on peut calculer le taux de qualité et le taux de rebut

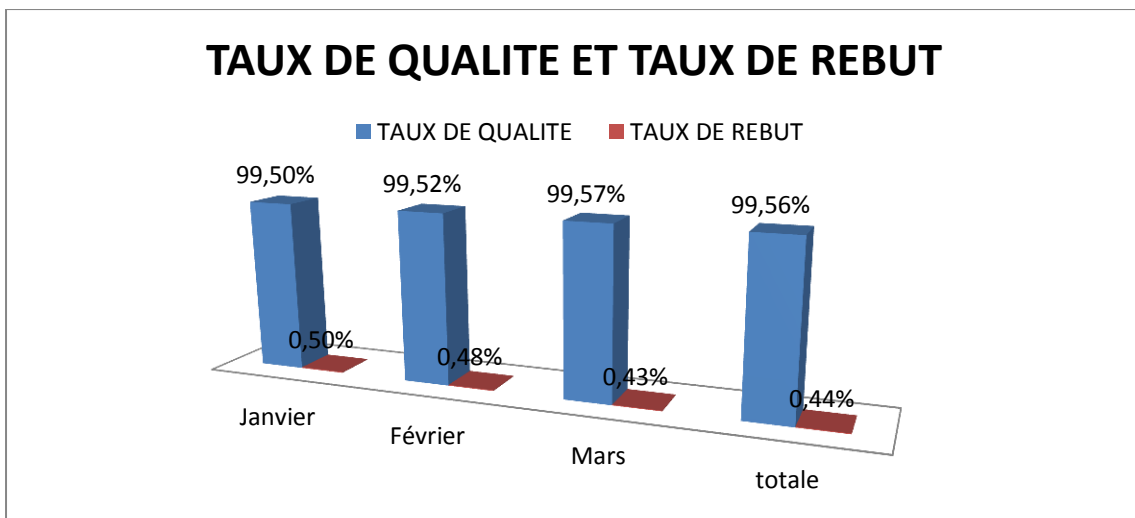


Figure -Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-33 colonnes graphiques montrent les de rebut et qualité.

On remarque un taux de qualité élevé et un taux de rebut dégradée ne dépasse pas la 0.5 dans les trois mois ce qui signifie une bonne performance globale de l'entreprise en termes de conformité aux normes de qualité, ce qui est essentiel pour maintenir sa réputation et sa satisfaction client

Taux de performance (TP) :

Le taux de performance est le rapport de temps net par le temps de fonctionnement et égale à une autre fonction qui égale à le rapport de nombre de pièces réaliser par le nombre de pièces théoriquement réaliser, qui veut dire que le temps de performance serai 100% si les machines fonctionne sans arrêts non planifier et avec la cadence voulu .

$$TP = \frac{\text{temps net}}{\text{temps de fonctionnement}} = \frac{\text{nombre de pièces réaliser}}{\text{nombre de pièces théoriquement réaliser}}$$

Équation8:calcul de taux de performznce

mois	pièces théoriquement réalisé	pièces réalisées	taux de performance	taux non performant
Janvier	250000	193150	77,26%	22,74%
Février	250000	188550	75,42%	24,58%
Mars	600000	465790	77,63%	22,37%
totale	1100000	847490	77,04%	22,96%

tableau6: le nombre des pièces réalisé et théoriquement réalisé pendant les trois mois

on remarque un nombre de pièces réaliser dégradé par rapport au nombre de pièces voulu par le service études et méthodes, ce qui signifie l'infériorité de l'efficacité des machines, à cause des ralentissements ou autre pertes

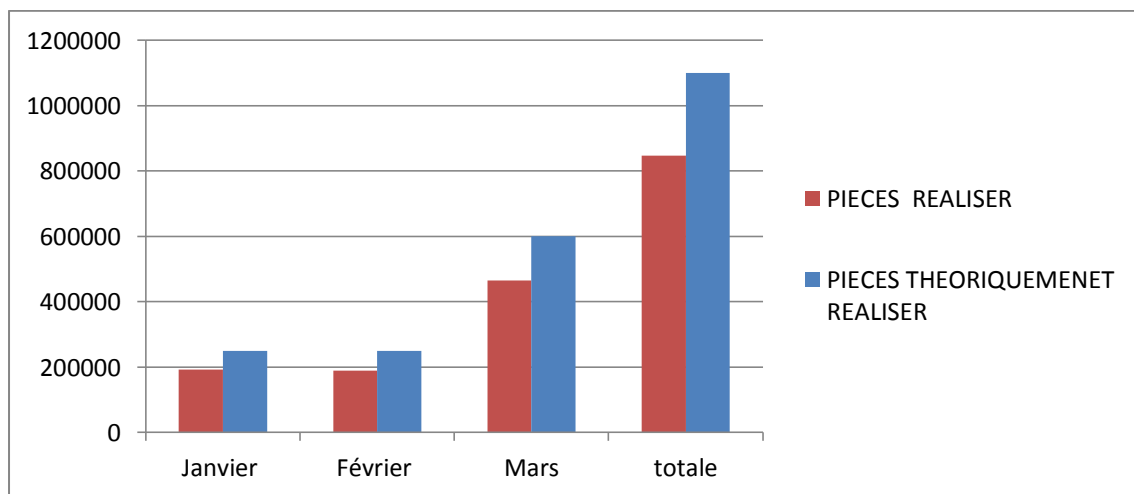


Figure -Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-34colonne graphique définirent le nombre des pièces pendant les trois mois.

D'après la quantification des pièces réaliser et les pièces théoriquement réaliser on peut calculer le taux de performance et le taux de non performance :

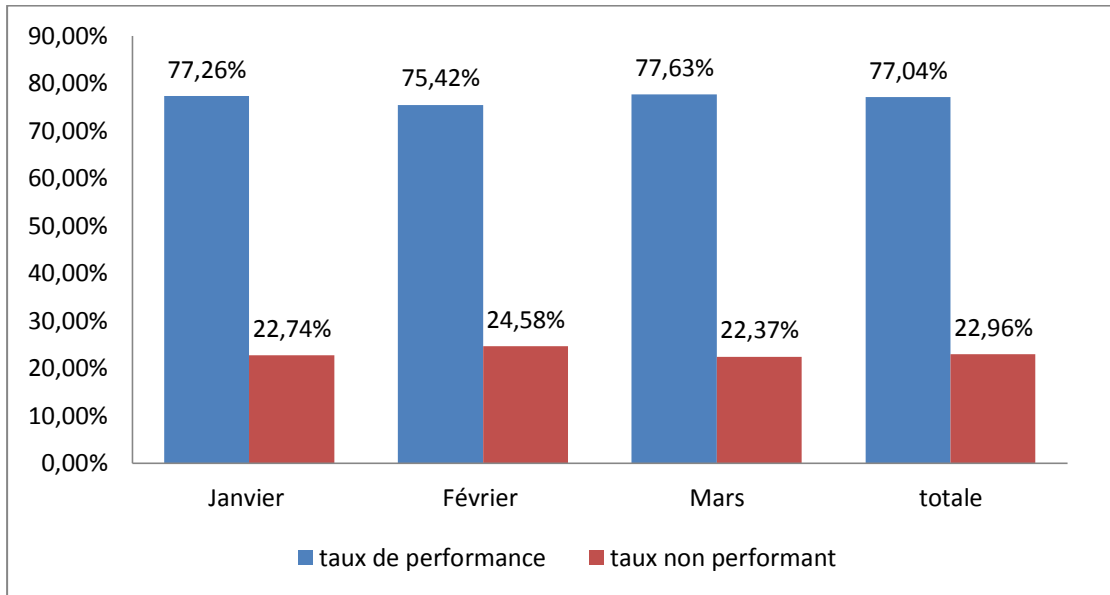


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-35taux de performance non performant des 3 mois

On remarque un taux de qualité varie entre 77% et 88% dans les trois mois, Ces chiffre indique que, en moyenne, la société a utilisé environ 77,04% de la productivité théorique maximale de ses machines ou installations au cours de ces trois mois. Bien que ce soit un indicateur positif, cela suggère également qu'il existe une marge d'amélioration pour augmenter l'efficacité et la productivité de l'entreprise

III.1.3 Calcule de TRS (OEE) :

Afin de réaliser les calculs des taux de disponibilité et taux de qualité et taux de performance qui sont les composants relatifs aux calculs de taux de rendement synthétique (TRS) de l'unité de production grandes visseries des machines polyvalentes

Les mesures précédentes ont été calculé sous EXCEL a partir des données réelle que nous avons recueillir au long des 3 mois, pour pouvoir calculer le TRS (OEE) :

Disponibilité	Performance	Qualité	TRS
61.30%	77.04%	99.56%	79.30%

Tableau 7:TRS de l'unité ciblée et ses composants

Ce tableau représente trois facteurs de TRS et leurs moyennes pendant la même période égale à 79.30%, Ces chiffres mettent en évidence les domaines spécifiques où des améliorations peuvent être apportées pour augmenter l'efficacité de la production. Il est recommandé d'analyser les causes des baisses de disponibilité, de performance ou de qualité, et de mettre en œuvre des actions correctives ciblées pour optimiser l'utilisation des équipements, améliorer les processus pour réduire les temps d'arrêt non planifiés. Cela contribuera à augmenter le TRS global de l'entreprise et à améliorer sa performance opérationnelle.

I.1.2.3Etape III :analyser :

Dans cette partie nous allons identifier le facteur principal qui a causé la baisse de TRS, cela nous permettra de concentrer nos efforts d'amélioration sur les causes les plus significatives pour obtenir des résultats plus significatifs et ciblés, pour cela nous avons construire ce graphe :

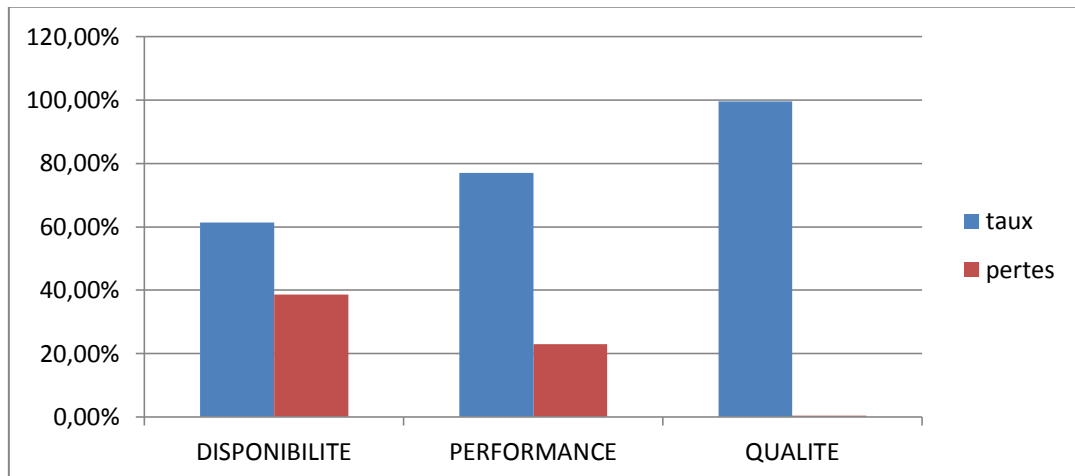


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-36colonne graphique des taux relatifs au TRS et leurs pertes

A l'aide de graphe il est facile de choisir le facteur principal qui a causé la basse de TRS, nous remarquons un taux de qualité élevé et un taux de performance moyenne par rapport aux autre taux, mais le taux le plus bas est le taux de disponibilité avec une quantité de pertes élevé

Donc notre étude va être sur l'amélioration de taux disponibilité, car le graphe nous montre que la grande quantité de pertes est située dans les pertes de disponibilité dans les trois mois.

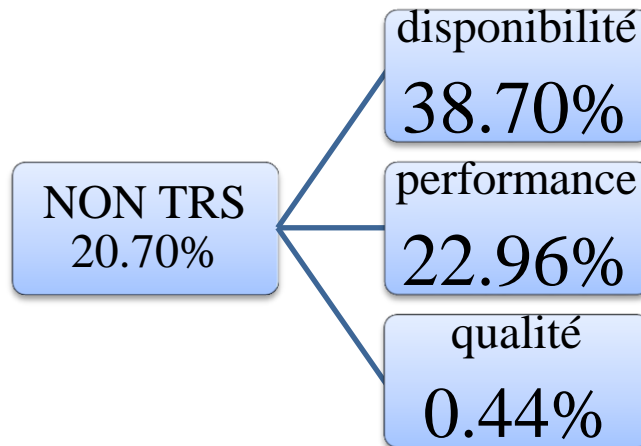


Figure -**Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-37les taux de non TRS et leurs pertes

Dans cette figure nous remarquons que la disponibilité a les plus grandes pertes dans les pertes de TRS à cause de diminution d'efficacité des équipements.

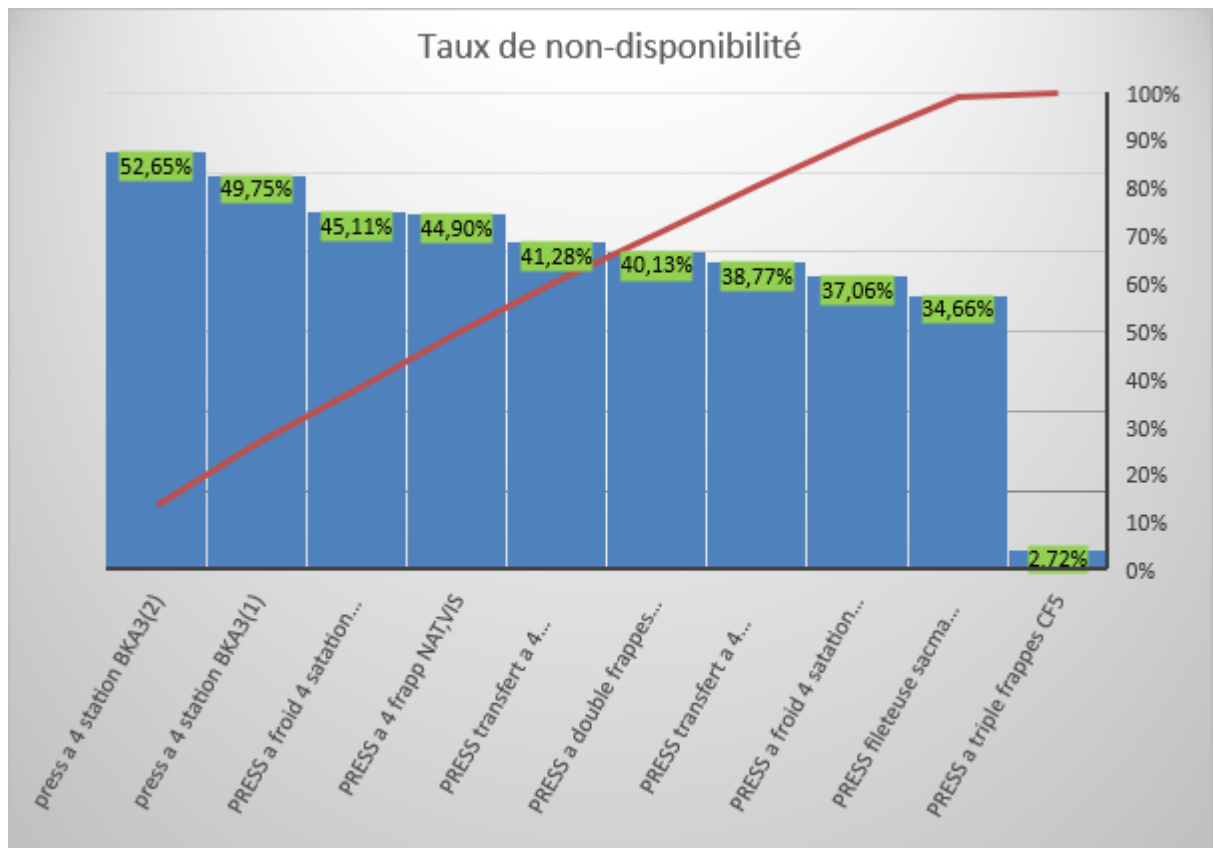
L'unité de production grandes visserie des machines polyvalentes a constitué de dix machines, chaque machine à leur taux de disponibilité et leur taux d'indisponibilité pendant les trois mois comme dans le tableau suivant :

MACHINE	Jan	Février	Mars	Totale
press a 4 station BKA3(1)	39,03%	51,88%	58,33%	49,75%
press a 4 station BKA3(2)	41,69%	59,69%	56,57%	52,65%
PRESS transfer a 4 frappes WB7(1)	41,72%	40,47%	41,67%	41,28%
PRESS transfer a 4 frappes WB7(2)	40,63%	37,09%	38,59%	38,77%
PRESS a double frappes COH	29,06%	47,81%	43,52%	40,13%
PRESS a froid 4 station BKA2(1)	34,69%	45,94%	30,56%	37,06%
PRESS a froid 4 station BKA2(2)	54,06%	52,19%	29,07%	45,11%
PRESS a 4 frapp NAT,VIS	59,06%	46,56%	29,07%	44,90%
PRESS filtreusesacma SP27	40,31%	41,25%	22,41%	34,66%

PRESS a triple frappes CF5	1,56%	3,44%	3,15%	2,72%
----------------------------	-------	-------	-------	-------

tableau8:les machines de l'unité étudiant et leur taux d'indisponibilité

Le tableau au-dessus représente la taux d'indisponibilité des machines dans l'unité de production grandes visserie des machines polyvalentes qu'ont causé les pertes de disponibilité de pourcentage 38.70%



Le diagramme de Pareto montre que 80% des pertes de disponibilité dans les trois mois précédents était à cause de deux machine BKA3(1) et BKA3(2)

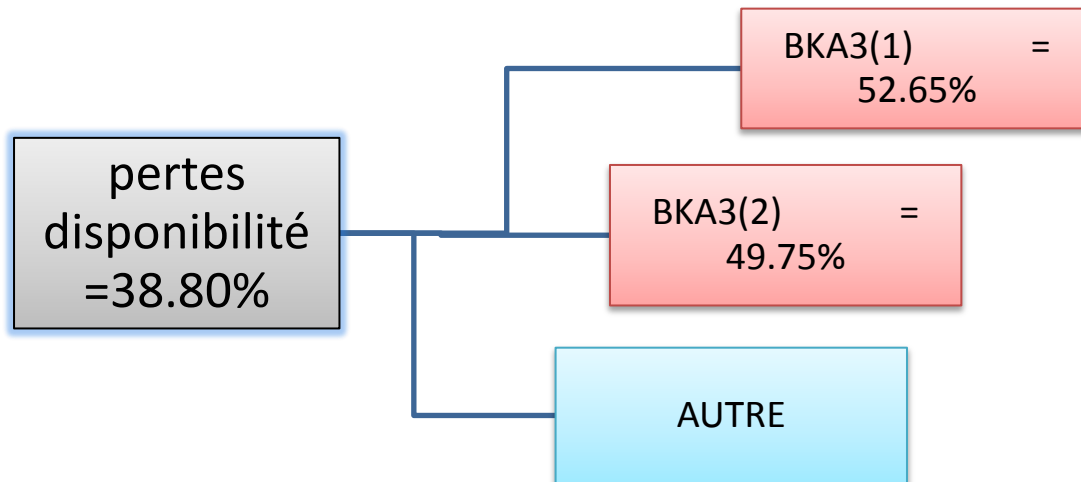


Figure -Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-38les machines causées les pertes majeures de disponibilité

Dans le cas de disponibilité des deux machines BKA3, l'identification des causes de leurs anomalies aide à déterminer le plan d'action qui peut être très efficace pour favoriser l'amélioration des processus et l'augmentation de la disponibilité des machines

Sur la base des données collectées, plusieurs imperfections affectant l'équipement, qui ont été identifiés dans le bilan de production quotidienne, où certains aléas sont trouvés pour identifier les défauts subis par la machine, mais généralement avec des codes liés à la nature du défaut, comme l'exemple dans le tableau des données suivante :

Panne	IMP 12	IMP 14	IMP 16	IMP 17	IM p 18	IM P 19	IM P 20	IM P 22	IM P 24	IM P 28	IM P 34	IM P 36	IM P 48	IM P 50	IM P 51
Machine X	15	0	0	1,15	0,5	3	10	32	0	0	0	0,5	0	0	0,3

tableau9:les improductivités d'une machine selon les codes des aléas
les improductivités d'une machine selon les codes des aléas

Il est positif de constater que la société ORSIM a mis en place un système pour identifier et enregistrer les codes d'improductivité liés aux pannes subies par les machines, en utilisant ces codes d'arrêt.

La visite de la division contrôle opérationnelle pour examiner les statistiques collectées est une démarche importante, En analysant les données statistiques, nous pourrons obtenir des informations précieuses sur pannes.

En examinant les codes d'improductivité et les statistiques, nous pourrions identifier les pannes les plus fréquentes et évaluer l'impact des pannes sur la disponibilité des machines

Pour comprendre les significations de ce tableau fallait faire une description des codes des improductivités :

Code de pannes	Description
IMP12	REGLAGE ET REAJUSTAGE
IMP14	MANQUE PERSONNELLE
IMP16	MANQUE PRODUIT
IMP17	MANQUE MATIERE PREMIERE
IMP18	MANQUE OUTILLAGE
IMP19	PROBLEME OUTILLAGE
IMP20	PANNES ELECTRIQUE
IMP22	PANNE MECANIQUE
IMP24	NETOYAGE
IMP28	MANQUE COMMANDE
IMP34	ARRET PAR CONTROLE
IMP36	MANQUE ENERGIE
IMP48	GOULOT
IMP50	ESSAI
IMP51	ARRETS DIVERS

tableau10:description des codes des improductivités

Les codes d'improductivité mentionnés dans le tableau semblent représenter des catégories ou des types d'arrêts ou de perturbations générales qui peuvent affecter la production des machines de l'entreprise ORSIM, Cependant, il est indispensable d'examiner en détail chaque code d'improductivité et de comprendre les raisons spécifiques pour lesquelles ces situations se produisent.

Mettre en œuvre des actions d'amélioration appropriées, oblige d'analyser en profondeur chaque code d'improductivité, puisque ces codes peuvent être associé à une ou plusieurs causes spécifiques, il est important de surveiller et d'analyser les différentes causes d'improductivité de

chaque type afin d'identifier les problèmes récurrents et de prendre des mesures correctives appropriées.

Pour analyser les improductivités des deux machines BKA3 nous allons utiliser une autre fois le diagramme de Pareto :

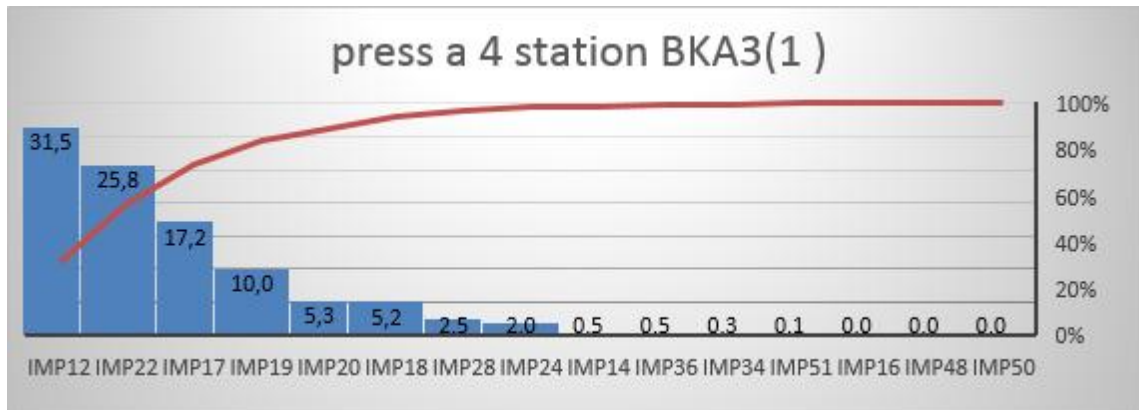


Figure -Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-39 diagramme de Pareto des IMP de la machines BKA3 (1)

Le diagramme de Pareto nous montrons que 80% des pertes liée aux codes d'improductivité subies par la machine BKA3 sont les IMP12 et IMP22.

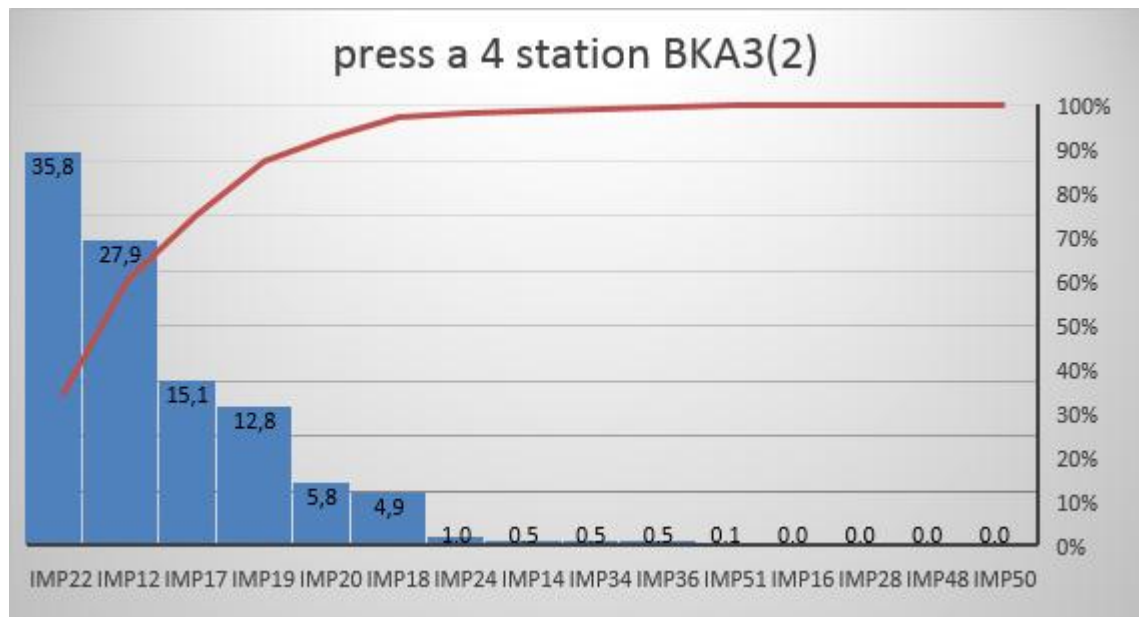


Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-40 diagramme de Pareto des IMP de la machines BKA3 (2)

Le diagramme de Pareto nous représentons que la grande majorité des pannes liée au réduction de la disponibilité de la machine BKA3 (2) sont les IMP22 et IMP

Nous remarquons que la première cause des pertes de machines BKA3 (1) était IMP12 puis IMP22 mais la machines BKA (2) souffre de l'inverse.

D'après l'identification des IMP nous allons fixer deux projets d'amélioration basés sur les principales causes de pertes et d'improductivité que nous avons mentionné précédemment, en ciblant ces deux aspects IMP12 (réglage et réajustée) et IMP22 (panne mécanique), nous pouvons avoir un impact positif sur la productivité globale de l'entreprise en améliorant la disponibilité des deux machines BKA3.

Il est important de définir des objectifs clairs pour chaque projet :

❖ **Projet 1 : Amélioration du réglage et du réajustée (IMP12)**

- Analyser et optimiser les procédures de réglage des machines pour réduire le temps nécessaire et minimiser les erreurs.
- Mettre en place des guides de réglage détaillés et des formations pour les opérateurs afin de s'assurer que les réglages sont effectués correctement et efficacement.
- Examiner les possibilités de simplification des processus de réglage pour réduire la dépendance aux compétences individuelles et améliorer la cohérence.

❖ **Projet 2 : optimiser les pannes mécaniques (IMP22)**

- Renforcer les activités de maintenance préventive pour détecter et résoudre les problèmes mécaniques potentiels avant qu'ils ne se transforment en pannes majeures.
- Mettre en place un système de suivi des pannes mécaniques pour identifier les modèles récurrents, les défaillances fréquentes et les causes racines, ce qui permettra de mettre en place des actions correctives préventives.
- Former les opérateurs à la détection précoce des signes de défaillance mécanique et à la communication rapide des problèmes à l'équipe de maintenance.

I.1.2.4 ETAPE IV : améliorer :

❖ **Projet 1 :**

L'objectif principal de cette recherche est de minimiser les défauts et d'améliorer la convivialité globale, la méthode TPM est utilisée pour réduire ces défauts. Dans cette étude, les diagrammes de Pareto ont permis d'identifier l'un des dysfonctionnements majeurs (ajustement et réajustement) d'IMP12, de plus, la cause racine de ce problème est étudiée et grâce à un brainstorming, quelques solutions possibles sont finalement proposées pour réduire les principaux défauts.

A. Equipe de projet :

- Gérant de l'atelier
- Chef d'unité
- Responsable de maintenance
- Opérateurs des machines
- Responsable de sécurité

Ce projet concerne les deux machines BKA3 qui souffre des mêmes pannes de l'IMP12, avant d'aborder les action d'amélioration nous allons définir les pannes liées au IMP12 et leurs causes :

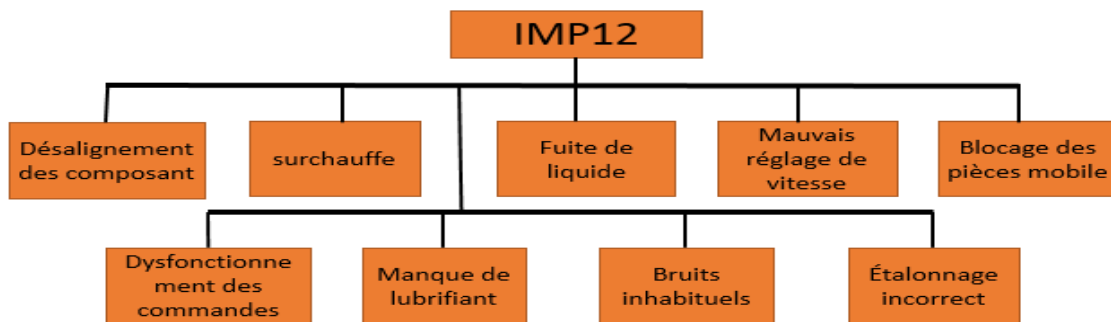


Figure 41 panne liées au IMP12

I.1.2.4.1 Diagramme d'Ishikawa :

D'après la définition des pannes liées au IMP12, nous avons besoin de définir le problème central de ces pannes, pour cela nous allons utiliser le diagramme **d'Ishikawa** qui est également connu sous le nom de diagramme de causes et effets ou diagramme en arêtes de poisson pour analyser et identifier les causes potentielles de nos pannes de l'IMP12

Voici notre diagramme d'Ishikawa :

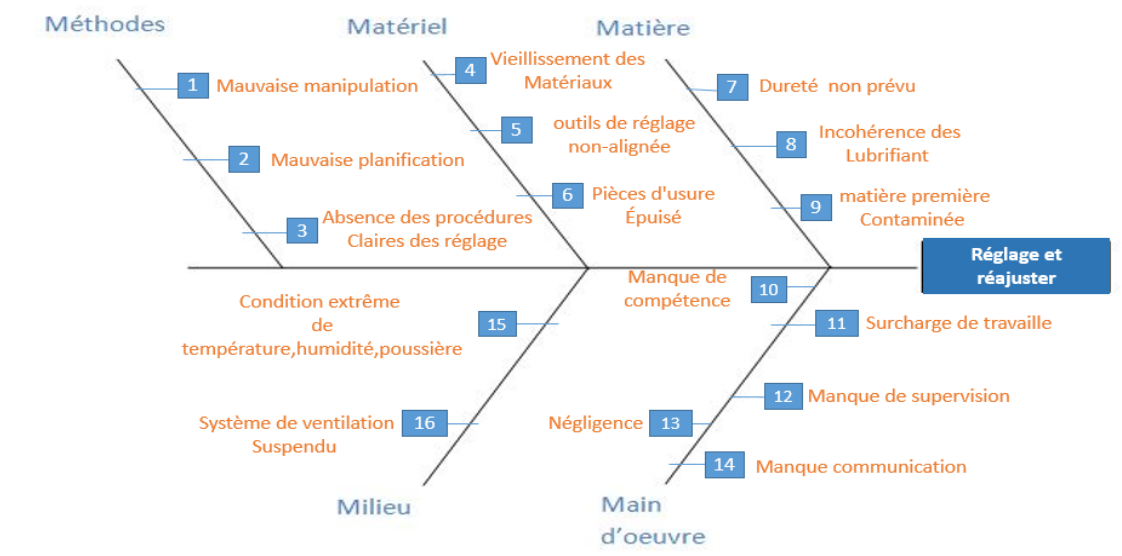


Figure 42 diagramme d'Ishikawa

I.1.2.4.2 Matrices des priorité:

Après l'identification des causes centrale de nos panne d'IMP12 a l'aide de diagramme d'Ishikawa, nous allons classifiée ces causes dans une matrice de deux rôle :

- La facilité de contrôle
- La probabilité d'être la cause réelle



Figure 43 matrice des cause centrale d'IMP12

I.1.2.4.3 Brainstorming :

Alors, après la classification des causes centrale d'IMP12, on vise l'éliminations des causes qui ont une probabilité élevée d'être la cause réelle et une facilité élevé de réaliser, et mettre d'autre instruction pour les causes qui ont une probabilité élevée d'être la cause réelle mais une facilité réduite de réaliser, pour cela on a organisé une réunion avec l'équipe de projet pour traiter les ces causes et extraire des actions compatibles :

BRANCHE	Description de problème	Action	Responsable
Matière	-Incohérence des Lubrifiant -matière première Contaminée	-choisir la meilleure viscosité du lubrifiant -couvrez la matière pre-mière -analysez des échantillons des matières	-Opérateur -responsable de stock -service contrôle

Matériel	-outils de réglage Non-alignée - Pièces d'usure Épuisé	-Étalonnage régulier des outils de réglages -minimiser le temps de stock des pièces de rechange -planifiez la maintenance pré-ventive	Responsable de contrôle -bureau des méthodes -Responsable de maintenance
Main d'œuvre	-Manque de compétence -Manque de supervision -Négligence -Manque communication	-Formation et sensibilisation -améliorer les compétences -organisez des réunions régulières -recrutement stratégique	-Ingénieur -Responsable de planifications -commission de recrutement
Environnement	-Condition extrême de température, humidité, poussière	-Nettoyage -Isolation des équipements	-Opérateur
Méthode	-Mauvaise manipulation -Mauvaise planification -Absence des procédures Claires de réglage	-vérification de procédures -Supervision et encadrement -documentation des procédures de réglage	-Contrôle -Superviseur -Bureau des méthodes

Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-44 des actions et leurs responsables extraite dans le brainstorming

B. Mise en plan des actions :

Pour mettre en place ces actions nous avons supplé la démarche TPM (maintenance productive totale pour mettre en place ces action et résoudre les problèmes identifiés, c'était avec la participation de tous les membres de la société et surtout l'équipe de projet pour la surveillance, nous avons choisi cette approche (TPM) car elle est axée sur l'amélioration continue de la disponibilité des équipements.

I.1.2.4.4 Déploiement de la TPM

Comme nous avons mentionné dans le chapitre II, la TPM se compose de huit (8) pilier, on est besoin de 4/8 pilier pour mettre en place notre amélioration qui sont :

- Les 5S
- L'élimination des gaspillages

- La maintenance autonome
- La maintenance planifiée
- Amélioration des compétences

On a commencé par la base des huit piliers, les 5S :

a. Ranger :

On a supprimé beaucoup d'inutile qui fait encombrer le poste de travail telle que : des vieux rapports, des outils n'ont pas été utilisés dans les réglages, des produits périmés, des composants endommagés...etc.

b. Arrangement :

On a rangé tous les outils qui restent dans un endroit approprié, chaque pièce et chaque outil se voient attribuer une place bien définie facilement accessible, et pour les outils de réglage on a utilisé une trousse facile à porter.

c. Nettoyer :

Un manque de ménage, particulièrement mesurable à la couche de poussière présente partout sur les outils de réglages et dans l'entourage et de la machine.

d. Standardisation :

La standardisation était à l'aide des étiquettes pour rappeler les places spécifiques des outils, vérification régulière de l'état de nettoyage, documentation des processus de réglage.

e. Education :

Maitre en œuvre un surveillant chargé de suivre et évaluer l'application des 5S.

f. Pilier 1 : l'élimination des gaspillages

Les gaspillages de temps étaient toujours dans la difficulté de changement de fabrication ou le changement de consommables, puisque la machine BKA3 fournit quatre types de pressage, chaque type de pressage s'effectue à l'aide de deux différents moules et maîtres pousseurs comme la photo suit :



Figure 45 moule et maitre pousseur de la machines BKA3

g. Rappel sur SMED :

La technique SMED base sur l'analyse en détail des étapes de changement de série depuis l'arrêt de production jusqu'à la reprise de production, puis Séparation des activités internes et externes, puis Convertir les activités internes en activité externes, pour objectif de réduire le temps de changement de production au minimum.

I.1.2.4.5 Dépoilement den SMED :

Pour éliminer les pertes de changement de série on a analysé le changement puis le divisé en trois étapes puis on a utilisé le **SMED** (one minute exchange of die) avec les actions et les personnels suivant :

- Opérateur
- Chef de lean
- Stagiaire

Etape	Pertes	ACTION
Temps d'attente	✓ Moule et maitre pousseur non disponible.	✓ Préparation des moules et maitre pousseur remplacement avant démarrage au changement
	✓ Attendre le refroidis-	✓ faire éliminer le risque

	sement de la machine	des brulures en utilisant des gants spécifiques.
Temps de changement	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Déplacement pour chercher les outils ✓ Changement par un seul opérateur ✓ serrage a main 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Ranger les outils avant le réglages (déjà fait par les 5S) ✓ Changement par deux personne minimum ✓ utilisez des visseuse
Réajuster	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Alignement des composants ✓ Déplacement pour chercher les outils de mesure 	<ul style="list-style-type: none"> ✓ Essayer d'alignée les composant avant les serrages finaux ✓ préparez les outils de mesure avant l'opération

tableau1 l'action du SMED sur les pertes de changement de série.

D'après les dépoilements de ces actions au niveau des deux machines BKA, on a réussi à diminuer le temps de changement de série jusqu'au une heure, avant qu'il était dans un intervalle de temps de 5 heure jusqu'à 10 heure.

D'après l'utilisation de SMED on a réussi à élaborer des procédures de changement claires, détaillées et faciles à suivre, pas seulement pour les deux machines BKA mais pour tous le machine de l'atelier, Cela permet d'éliminer les variations et les erreurs.

h. Pilier 2 : maintenance autonome :

La maintenance autonome est le premier niveau de la maintenance, où les opérateurs sont responsables de la fiabilité et la disponibilité de leurs équipements, pour cela ils doivent respecter les tâches des réglages et prend soin de leur équipement comme si était leur bien.

Comme on a mentionné précédemment dans les actions relevées de brainstorming :

- Les opérateurs sont les responsables de nettoyages périodique des machines.
- Les opérateurs sont chargés de lubrifier les parties mobiles des machines, en utilisant les lubrifiants appropriés et en respectant les intervalles de lubrification recommandés dans la plaque significative afficher sur la machine.

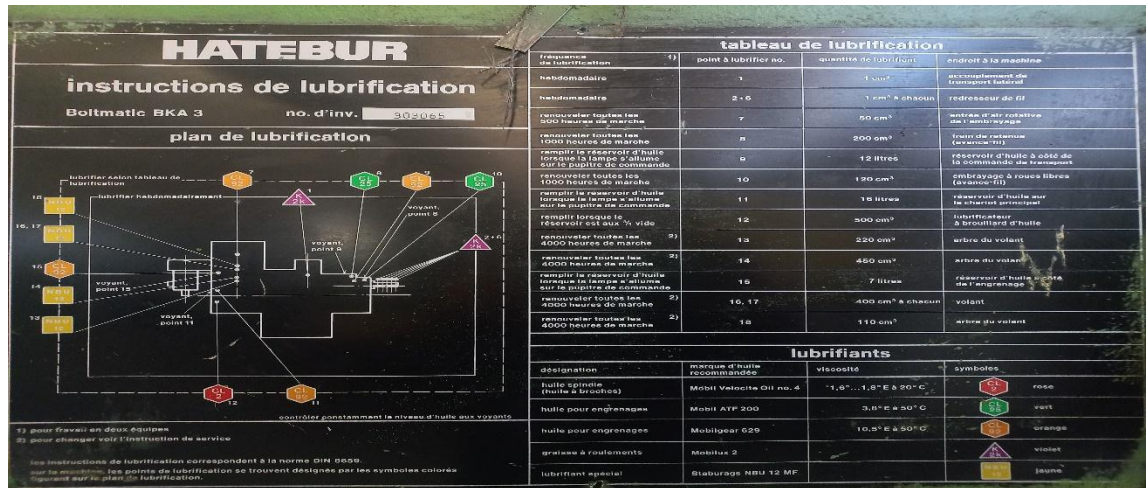


Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-46 Instruction de lubrifications afficher sur la machines BKA

- Les opérateurs peuvent effectuer des inspections visuelles régulières pour détecter les signes de détérioration.
- Vérification régulièrement des vis et boulons et s'assurer qu'ils sont bien serrés pour éviter les bruits anormaux et les vibrations
- Remplacement des pièces d'usure telle que les filtres, les joint, la chaîne, les bougies les charbon ... etc.
- Étallonages régulière des outils de réglages et de mesure pour assurer leurs fonctionnements et éviter les erreurs.

i. Pilier 3 : maintenance planifiée :

On a planifié la maintenance pour quelque action précédente de changement de série et la maintenance autonome dans le calendrier pour les pertes de l'IMP12 où :

- Les nettoyages profondeur des machines doivent être chaque 15 jour et les nettoyages de secteur chaque semaine.
- Planifier le remplacement périodique des pièces avant d'atteindre leur durée de vie recommandé comme les filtres, les roulements, les visibles ... etc.
- L'étallonages des outils de réglages et de mesure chaque 6 mois.
- Respectez la fréquence de lubrification des frein et embrayages et les redresseurs de fil mentionné dans la plaque significative.
- Recommandez les pièces de rechanges avant la rupture de stock

Et pour le fonctionnement efficace de la maintenance planifier faut toujours enregistrer les interventions effectuer, les pièces remplacées...etc.

j. Pilier 4 : amélioration des connaissances et de savoir faire :

Si les trois piliers (l'élimination des gaspillages, la maintenance autonome et la maintenance planifiée) Précèdent sont bien respectée le pilier 4 doit être déjà lancé par exemple :

- Les étapes de changement de séries (SMED) pour les deux machines BKA.
- S'assurer que les instructions de SMED sont claires, détaillées et facilement compréhensibles par les opérateurs.
- Les 5S

Puis on a ajouté d'autre action pour l'amélioration des connaissances :

On a proposé d'ajouter une nouvelle **IMP** dans le programme sous le nom **formations et rappel** comme un arrêt planifié de 8 heures/mois pour que les opérateurs prouvent poser des questions et discuter leur défis auxquels ils sont confrontés et obtenir des conseils pratiques pour l'amélioration de leurs connaissances concernant :

- Les étapes d'application de 5S
- Les étapes d'application de SMED
- La lecture des plaques significatif pour savoir les instructions de lubrification.
- La détection des anomalies par les 5 sens (des vibrations, bruit, échauffement, usure)
- Comment décrire les anomalies.
- La structure des machines et leurs pannes majeures
- Les interventions simples ou les dépannages avant l'élimination générale de panne.
- Faire montrer la valeur de temps pour éviter les gaspillages

On a proposé de faire des ateliers par le gérant de la maintenance concernant :

- L'application des 5S.
- L'application de la méthode SMED.
- Partager les techniques de détections des anomalies.
- Application des dépannages
- L'application de digramme cause effet pour identifier les causes racines des pannes

D'après la mise en œuvre de ces actions de pilier 4 on a pu ajuster les deux machines BKA2 à nos normes d'amélioration de la panne IMP12

I.1.2.5 ETAPE V :contrôler :

Cette nouvelle équipe du TPM permet de réduire le temps de changement de série dans la l'unité de production grandes visserie des machines polyvalentes depuis l'intervalle de 5 heures à 10 heures vers un changement de séries dans une heure (1h).

Pour que ces résultats soient durables, plusieurs éléments essentiels impliquée dans les 4 pilier de la TPM doivent être identifiés simultanément, tels que la création de nouvelles normes de travail par la formation, et l'accompagnement des managers auprès des opérateurs lors de l'application des nouvelles méthodes, prends soin des actions identifier et la sensibilisation des opérateurs pour qu'ils prend sois de leurs équipement comme si était leurs biens.

III.2 Partie II : interprétations des résultats :

Après le déploiement organisationnel de la démarche six sigma et la mise en place des actions d'un seul projet sur deux définis précédemment pour l'amélioration de la performance précisément la disponibilité des équipements, les résultats de ce projet peuvent être synthétisés sur la base des scores obtenus et les pertes optimisées lors de la mise en place de la TPM.

Cette partie de travail consiste à suivre les résultats des améliorations, la mise en œuvre des méthodes d'amélioration au niveau de la ligne de production spécialement les deux machines BKA3 qui nous permettent de réduire considérablement les temps de changement de séries des machines sans investissement important. L'image ci-dessous montre l'état actuel de la disponibilité des machines avant et après l'amélioration :

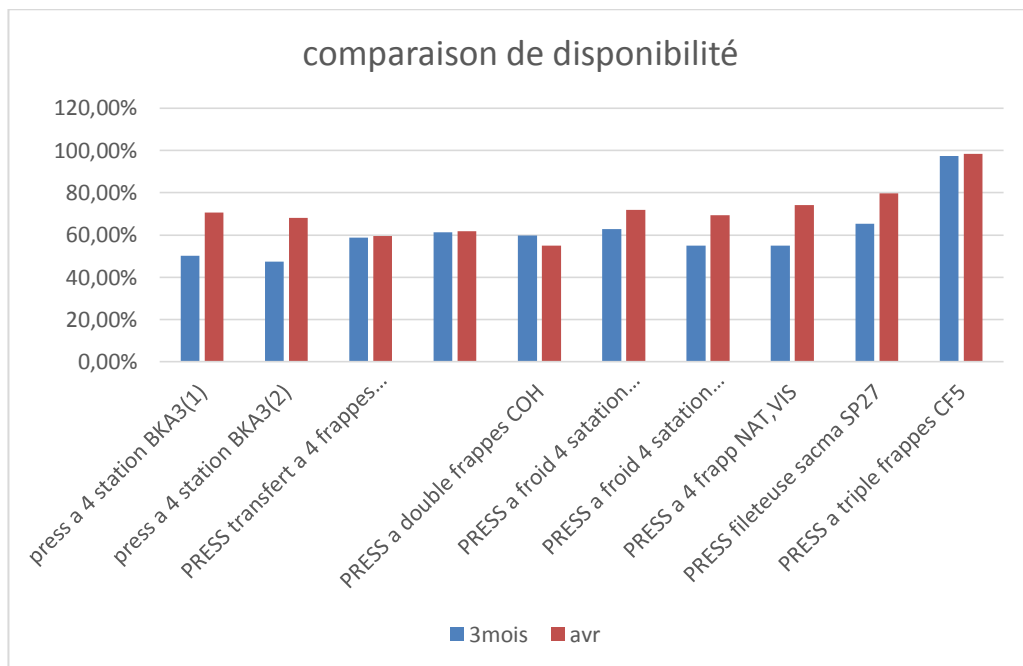


Figure **Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.**-47 Comparaison des résultats durant les 3mois par le mois d'avril.

Nous remarquons que les taux de disponibilité sont optimisés, Cela signifie que l'objectif de notre projet TPM surtout le déploiement général de l'étape rangement des 5s été atteint, une disponibilité meilleure et standard dans l'entreprise pour les machines de l'atelier concerné sauf la machines COH.

Pour la confirmation des résultats nous allons afficher une comparaison entre la disponibilité générale de l'atelier pendant les 3 et dans le mois d'avril comme suit :

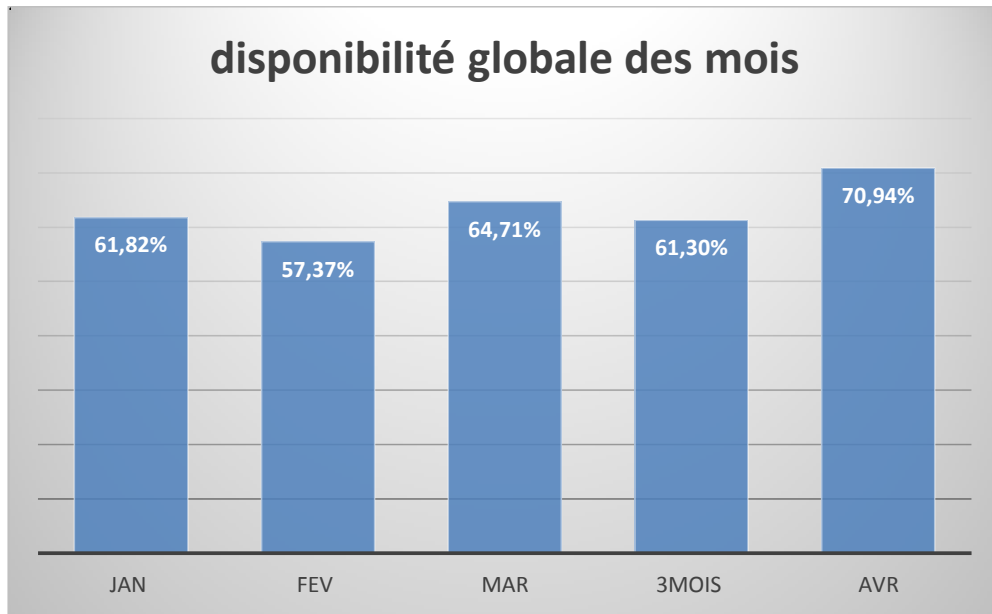


Figure Erreur ! Il n'y a pas de texte répondant à ce style dans ce document.-48:Disponibilité globale durant les mois de stage

Nous remarquons que le taux de disponibilité de mois d'avril est meilleur que la disponibilité de chaque mois, ainsi que la disponible de mois d'avril a subi une augmentation de **9.64%** plus que les 3 mois groupée.

De plus nous allons comparer les taux relatifs au TRS des 3 mois par le mois d'avril :

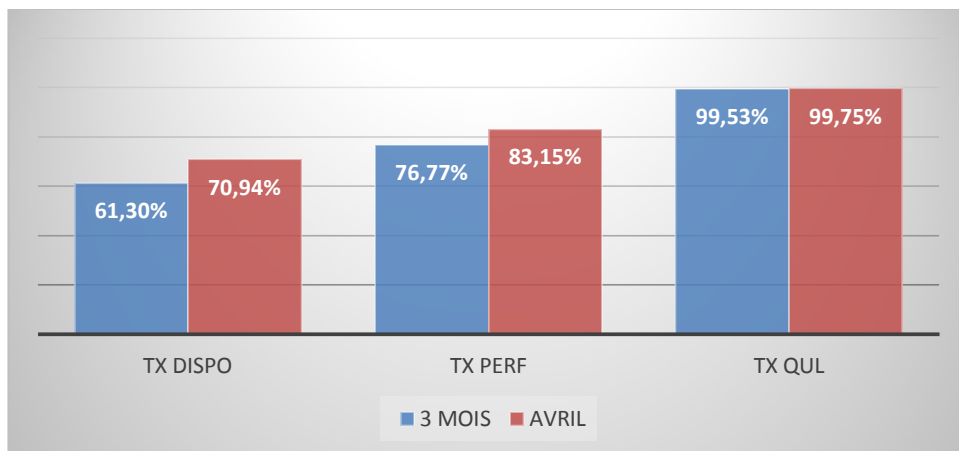


Figure 49:Comparer les taux relatifs au TRS des 3 mois par le mois d'avril

D'après l'observations nous avons remarqué que les améliorations ont touché les deux autres taux relatif au TRS, une augmentation dans le taux de performance par **6.38%** et une autre augmentation de taux de qualité par **0.22%**

Ce qui signifie que les améliorations de la disponibilité ont apporter une augmentation des taux de qualité et taux de performance.

D'après les remarques précédentes, officiellement le TRS a été augmenter :

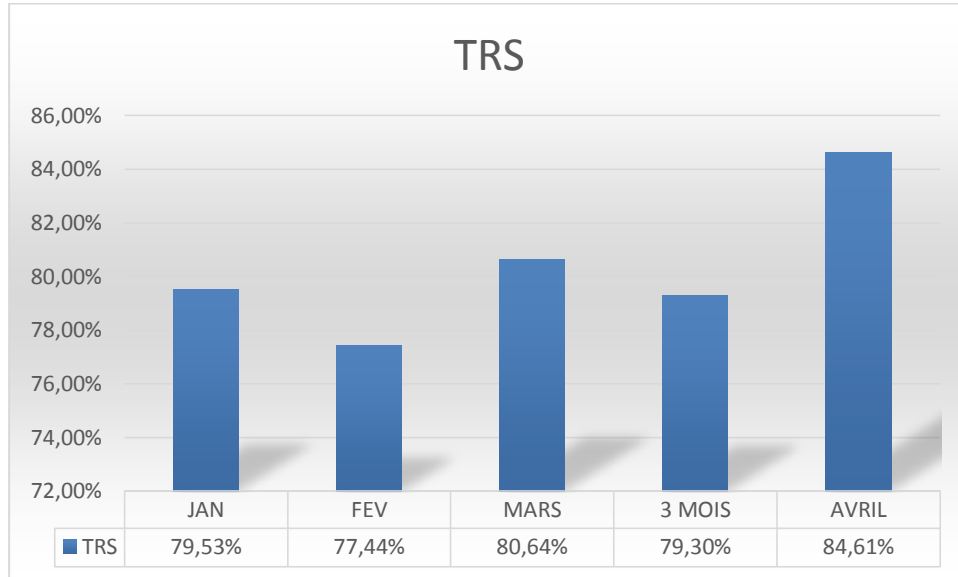


Figure 50:TRS pendant les 4 mois

Au-dessus représente l'évaluation de TRS pendant notre période de stage, nous remarquons que le TRS a été augmenté par 5.41% par rapport aux 3 mois groupés.

III.3 Conclusion :

D'après l'évaluation de TRS avant et après l'amélioration centralisée au niveau de la disponibilité, nous avons découvert que notre amélioration a apporté une augmentation dans les trois taux relatifs au TRS et n'a pas seulement la disponibilité ce qui signifie que l'amélioration d'un seul taux relatif au TRS produit une amélioration aux autres taux.

Les valeurs de TRS ont été augmentées généralement de 5.41% ce qui signifie que notre utilisation de la méthode d'analyse DMAIC en déployant la TPM et les 5S ainsi que la méthode SMED était successive

Conclusion générale :

Le présent travail s'est intéressé à l'amélioration de la productivité de l'entreprise ou de la société des industries mécaniques à travers l'amélioration des performances de l'unité de production des grandes visseries machines polyvalents.

En effet, afin de répondre à cette problématique, nous avons suivi une démarche qui tient ses origines du Lean dans un premier temps nous avons réalisé un diagnostic de l'état de lieu de la ligne de fabrication, cette analyse permet d'une part de détecter les différents pertes de disponibilité au machines de l'atelier, d'une autre part permet de définir le taux de rendements synthétique (OEE) comme indicateur principal de projet.

La mesure et l'analyse de cet indicateur va nous permettre de détecter les différentes barrières freinant la productivité.

A issue de ce travail nous avons mis en place deux projets : l'amélioration de taux de disponibilité et la réduction de temps de changement de séries.

À l'essor de ces deux projets, nous avons pu réaliser :

- La réduction de temps de changement de série de dix heures vers une heure
- L'amélioration de taux de performance de (6,34%),
- L'amélioration de taux de qualité de (0.22%)
- L'amélioration de taux de disponibilité de (9.64%)
- L'amélioration du taux de rendements synthétique de (5.41%).

En définitive, ce stage nous a donné l'opportunité d'enrichir nos connaissances et d'aiguiser nos compétences professionnelles, mieux que cela, c'était une riche expérience qui nous a permis de percevoir les enjeux de la productivité dans les entreprises, la formation à part entière que nous avons reçue au sein de ORSIM a été une réelle opportunité nous permettant d'intégrer le monde du travail.

Bibliographie :

- [1] Ohno, Taiichi. Toyota Production System: Beyond Large-Scale Production. 1988.
- [2] Monden, Yasuhiro. Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time. 2011.
- [3] Liker, Jeffrey K. The Toyota Way: 14 Management Principles from the World's Greatest Manufacturer. 2004.
- [4] "Kanbanise.com"
- [5] Monden, Yasuhiro. Toyota Production System: An Integrated Approach to Just-in-Time. 2011.
- [6] Shingo, Shigeo. Non-Stock Production: The Shingo System of Continuous Improvement. 1988.
- [7] "Quality Improvement Tool Poka Yoke, Department of Mechanical Engineering, BIT, Bangalore-04"
- [8] Chardonnet, André, and Dominique Thibaudon. "PDCA et performance durable." 2020.
- [9] Hohmann, Christian. Guide Pratique des 5S et du Management Visuel. 2010.
- [10] Bufferne, Jean. Le Guide de la TPM. 2006.
- [11] Hohmann, Christian. "Technique de Productivité." Algeria-Educ.com, 2009.
- [13] "Toyota Material Handling France, blog.toyota-forklifts.fr, 30 juillet 2020."
- [14] Shingo, Shigeo. Zero Quality Control. 1986.
- [15] Hohmann, Christian. Lean Management. 2012.
- [16] Ohno, Taiichi. L'Esprit Toyota. 1912-1990. [17] Morin, E., Hamel, G., & Tremblay, J. (1994). Les indicateurs de performance et les modes de contrôle: unesynthèse des écrits. Revue internationale des sciences administratives, 60(4), 535-562.
- [18]Lussier, R. N. (1995). A nonfinancial business success versus business performance index. Journal of Business and Entrepreneurship, 7(2), 49-58..
- [19]Brush, C. G., &Nanderwerf, K. (1992). A comparison of methods and sources for obtaining estimates of new venture performance. Journal of Business Venturing, 7(2), 157-170.
- [20] Saucier, R. (1995). Évaluer la performance organisationnelle: l'approche GPT. Revue française
- [21] Investopedia. "Performance." Investopedia, n.d ,
www.investopedia.com/terms/p/performance.asp.
- [22] HubSpot. "Performance Metrics: What They Are and Why They Matter." HubSpot,
www.hubspot.com/marketing-performance-metrics.
- [23] document de l'entreprise ORSIM

