

Année Universitaire : 2020-2021



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

**MEMOIRE DE FIN D'ETUDES**  
Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et  
Techniques

**Amélioration de la performance opérationnelle de la  
ligne de production des plaquettes de frein.**

Lieu : BRIGH SUD AUTOMOTIVE

Référence : 19 /21-MGI

Présenté par :

**EL ATMANI Soufiane**

Soutenu Le 13 Juillet 2021 devant le jury composé de :

- Mme. TAJRI Ikram (encadrante)
- Mr. DEMNI Youssef & Mr. M'HAILA Ayoub (encadrants Société)
- Mr. KAMMOURI ALAMI Salaheddine (Examineur)
- Mr. RAMADANY Mohamed (Examineur)

Faculté des Sciences et Techniques - Fès

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☎ 212 (0) 35 60 29 53 Fax : 212 (0) 35 60 82 14

# **Dédicaces**

**A mes chers parents,**

**Pour tous leurs sacrifices, leur amour, leur tendresse, leur soutien**

**Et leurs prières tout au long de mes études**

**Mes sœurs et frères,**

**Pour leurs encouragements permanents, et leur soutien moral,**

**Et leur appui**

**Tous mes chers amis**

**Qui sont une vraie richesse dans ma vie,**

**A tous ceux que j'aime,**

**Et à toutes les personnes qui m'ont prodigué des**

**Encouragements pour la réalisation de ce projet et durant toute ma formation**

## Remerciements

Au terme de ce travail, il m'est agréable de remercier vivement toutes les personnes ayant contribué, de près ou de loin, à l'accomplissement de cette étude.

Je tiens à présenter ma profonde gratitude à la direction de « Brigh Sud Automotive » **Mr. Aziz BRIGACH** qui a accepté de m'accueillir au sein de son organisme.

Je suis profondément reconnaissant **Mr. DEMNI Youssef** et **Mr. M'HAILA Ayoub**, mes parrains industriels, de m'avoir ouvert les portes et d'avoir veillé au bon déroulement du projet, pour ces encouragements ainsi pour la confiance qu'ils m'ont accordée pour accomplir ce travail.

Je tiens à remercier **Madame TAJRI Ikram**, ma tutrice pédagogique, pour sa bienveillance, la pertinence de ses suggestions et de ses questionnements, pour l'intérêt porté sur mon sujet, et surtout pour la qualité de son suivi durant toute la période de mon stage.

Mes remerciements les plus sincères sont adressés aux membres de jury, **Mr. Kammouri Alami Salaheddine** et **Mr Ramadany Mohammed**, pour l'honneur qu'ils m'ont fait en acceptant d'examiner et de juger ce travail.

À tout le personnel de la société Brigh Sud Automotive, surtout pour Mr Mehdi HAMDY et Mme YAFII Ilham, merci pour vous, pour votre collaboration, vos conseils et votre bienveillance.

Je ne saurais d'oublier de remercier tout le corps professoral de la FST de Fès pour la formation prodigieuse et prestigieuse qu'il m'a prodigué

# Table des matières

<b>INTRODUCTION GENERALE .....</b>	<b>1</b>
<b>CHAPITRE 1 : PRESENTATION DE L'ORGANISME D'ACCUEIL ET CONTEXTE GENERAL DU PROJET.....</b>	<b>1</b>
I.    PRESENTATION DE BRIGH SUD .....	2
1. <i>Présentation générale de BRIGH SUD</i> .....	2
2. <i>L'organigramme de la société</i> .....	2
3. <i>Les processus de Brigh Sud</i> .....	3
4. <i>Services et missions d'entreprise</i> .....	3
II.   DESCRIPTION DES PLAQUETTES DE FREIN : PRINCIPAL PRODUIT DE L'ENTREPRISE .....	4
III.  DESCRIPTION DES POSTES DE CHARGE .....	8
IV.  CONTEXTE ET OBJECTIF DE PROJET .....	14
V.   METHODOLOGIE ET OUTILS DU PROJET .....	15
1. <i>Lean manufacturing</i> .....	15
2. <i>Les 8 Mudas</i> .....	16
3. <i>La méthode DMAIC</i> .....	17
<b>CHAPITRE 2 : DEFINITION MESURE ET ANALYSE DU PROBLEME .....</b>	<b>17</b>
I.    PHASE DEFINIR.....	18
1. <i>Processus de personnalisation des plaquettes de frein</i> .....	18
a)    SIPOC de l'atelier de personnalisation .....	18
b)    Logigramme de processus de personnalisation .....	19
2. <i>Implantation actuelle de l'atelier de personnalisation</i> .....	21
3. <i>Performance actuelle de l'atelier</i> .....	23
II.   PHASE MESURER ET ANALYSER .....	24
1. <i>Périmètre de l'analyse</i> .....	24
2. <i>Etude de chronométrage des postes de charge</i> .....	26
a)    Introduction .....	26
b)    La méthode du chronométrage .....	26
c)    Exemple de calcul :.....	27
3. <i>Calcul des capacités horaires des postes de charge</i> :.....	28
4. <i>Calcul de la charge</i> .....	29
5. <i>Analyse des Mudas</i> .....	30
a)    Analyse de déroulement .....	30
b)    Diagramme Spaghetti de la matière .....	32
c)    Diagramme Spaghetti de la Main d'œuvre .....	33
III.  ANALYSE DES CAUSES RACINE DE PROBLEME .....	36
.....	38

<b>CHAPITRE 3 : MISE EN PLACE DES SOLUTION PROPOSEES ET GAINS APPORTES .....</b>	<b>38</b>
I. PHASE INNOVER .....	39
1. <i>Introduction</i> .....	39
2. <i>Réimplantation de l'atelier</i> .....	39
a) Démarche de la réimplantation .....	39
b) Objectifs de la réimplantation .....	40
c) Plan de la réimplantation .....	43
3. <i>Solution d'impression interne des étiquettes</i> .....	44
II. GAINS APPORTES .....	45
1. <i>Nouveau flux de matière</i> .....	45
2. <i>Réduction des déplacements inutiles</i> .....	45
3. <i>Maitrise de stock</i> .....	46
4. <i>Satisfaction de besoin en étiquettes</i> .....	46
III. PHASE DE CONTROL.....	47
1. <i>Maintien de la maitrise du stock grâce à l'application et l'adressage</i> .....	47
a) L'objectif de l'application .....	47
b) Aperçu de l'application .....	48
2. <i>Gammes 5S</i> .....	50
<b>CONCLUSION GENERALE .....</b>	<b>52</b>
<b>BIBLIOGRAPHIE : .....</b>	
<b>ANNEXES.....</b>	

## Liste des figures

Figure 1 : Organigramme de Brigh Sud Automotive .....	2
Figure 2 : Les processus de Brigh Sud Automotive .....	3
Figure 3 : Les composants d'une plaquette de frein.....	5
Figure 4 : Supports des plaquettes de frein .....	5
Figure 5 : Garniture de plaquette de frein .....	6
Figure 6 : Composition du Shim multicouche .....	6
Figure 7 : Shim composé d'une seule couche .....	6
Figure 8 : Exemple d'accessoires.....	7
Figure 9 : Cable témoin électrique .....	7
Figure 10 : Poste de collage des supports .....	8
Figure 11 : Poste de malaxage.....	8
Figure 12 : Poste de pesage .....	9
Figure 13 : Poste de moulage .....	9
Figure 14 : Poste d'étuvage.....	10
Figure 15 : Poste de finition .....	10
Figure 16 : Poste de peinture.....	11
Figure 17 : Poste de collage du Shim .....	11
Figure 18 : Poste de Marquage.....	12
Figure 19 : Poste de fixation d'accessoire .....	12
Figure 20 : Poste de perçage et montage du câble témoin .....	13
Figure 21 : Poste d'emballage.....	13
Figure 22 : SIPOC de l'atelier de personnalisation .....	18
Figure 23 : Logigramme du processus de personnalisation .....	20
Figure 24 : Implantation actuelle de l'atelier de personnalisation .....	21
Figure 25 : Ecart entre la quantité commandée et celle livrée .....	23
Figure 26 : Ecart en fonction de la quantité commandée .....	23
Figure 27 : Analyse Pareto des références selon la quantité commandée.....	24
Figure 28 : Signification des symboles de l'analyse de déroulement.....	30
Figure 29 : Répartition des temps constituant le processus de personnalisation de la GDB2157 .....	31
Figure 30 : Flux de la matière pour la GDB2157.....	32

Figure 31 : Diagramme Spaghetti des mouvements de l'opérateur du poste de collage du Shim	34
Figure 32 : Diagramme Spaghetti des mouvements de l'opérateur du poste d'emballage	35
Figure 33 : Diagramme Ishikawa	36
Figure 34 : Les objectifs de la réimplantation	40
Figure 35 : Tarifold	41
Figure 36 : Bac poubelle	41
Figure 37 : Bac des non conformes	41
Figure 38 : Panneau à pied	41
Figure 39 : Bac d'outil	41
Figure 40 : Bac de servitude	41
Figure 41: Support métallique en L	42
Figure 42: Bac de collecte	42
Figure 43 : Etiquette plastifié accroché à corde	42
Figure 44 : Implantation future de l'atelier de personnalisation	43
Figure 45 : Nouveau flux de GDB 2157	45
Figure 46 : Bête à corne de l'application de gestion de stock	47
Figure 47 : Interface de l'application de gestion de stock	48
Figure 48 : Table des entrées en stock	48
Figure 49 : Formulaire d'enregistrement des entrées	49
Figure 50 : Stock actuel	50
Figure 51 : Gamme 5S du poste de moulage	51

## Liste des tableaux

Tableau 1 : Missions des services de Brigh Sud Automotive .....	4
Tableau 2 : QQQQCP du problème .....	15
Tableau 3 : Signification des symboles du logigramme.....	19
Tableau 4 : Signification des formes du plan .....	22
Tableau 5 : Matrice produit et ressource .....	25
Tableau 6 : Dix essais du chronométrage pour le poste de marquage .....	27
Tableau 7 : Coefficients de J.E pour le poste de marquage .....	27
Tableau 8 : Coefficient mesurés pour le poste de marquage.....	27
Tableau 9 : Calcul du temps alloué et celui théorique .....	28
Tableau 10 : Capacités horaires des postes de charge.....	29
Tableau 11 : Charge et capacité journalière des postes de charge .....	29
Tableau 12 : Résultats de l'analyse de déroulement .....	31
Tableau 13 : Distance parcourue et le temps perdu lors des déplacements inutiles.....	36
Tableau 14 : Explication des causes trouvées dans le diagramme cause effet.....	38
Tableau 15 : Fiche technique d'imprimante .....	44
Tableau 16 : Gain en DH suite à l'investissement dans la ZT411 .....	46

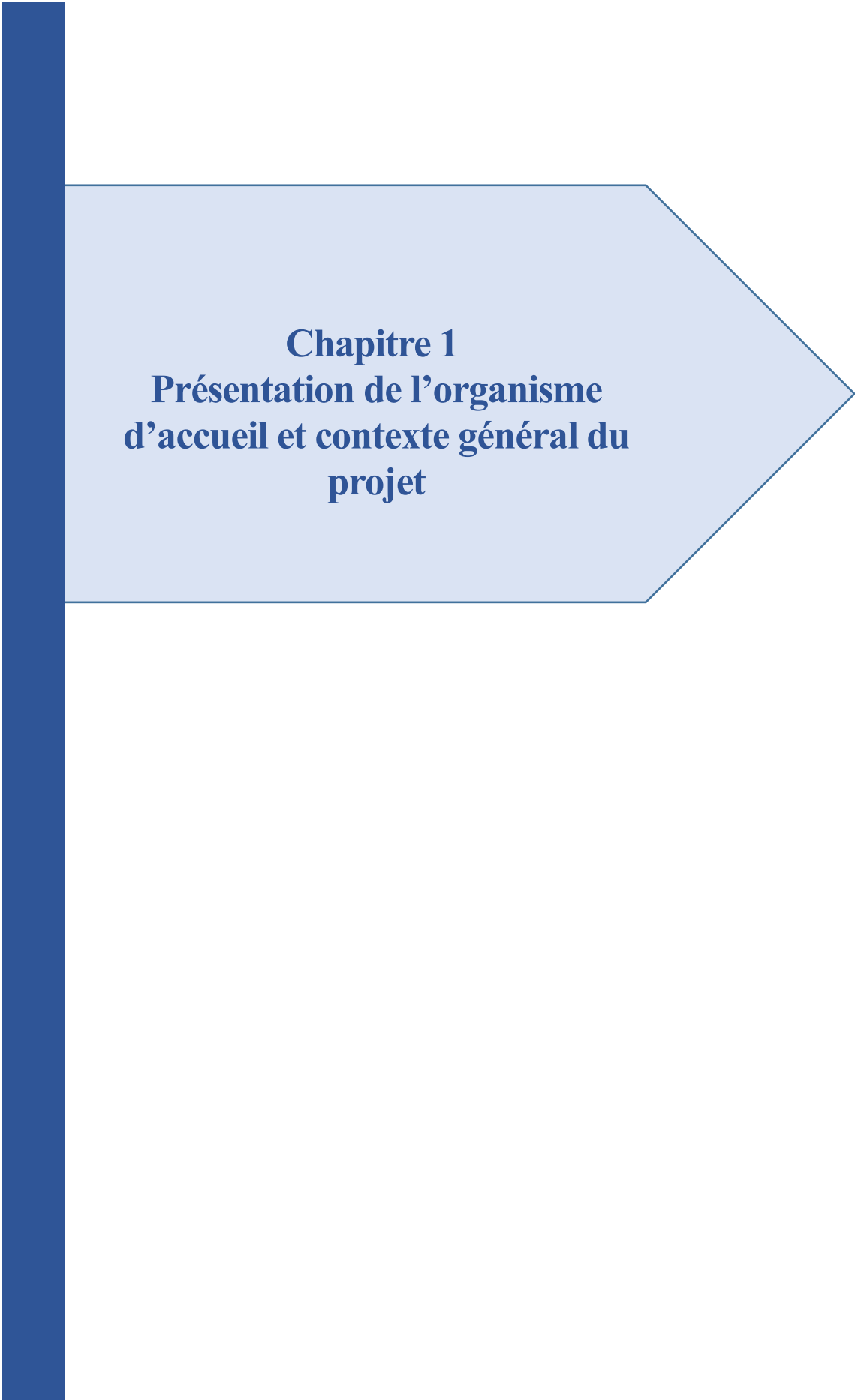


## Liste des abréviations et acronymes

<b>Abréviation</b>	<b>Signification</b>
<b>QSE</b>	Qualité, Sécurité et Environnement.
<b>MP</b>	Matière première
<b>PDCA</b>	Plan, Do, Check et Act
<b>QOQCP</b>	Quoi, Qui, Où, Quand, comment et Pourquoi.
<b>SIPOC</b>	Supplier, Input, Process, Output et Customer
<b>T.U</b>	Témoin d'usure
<b>FIX</b>	Fixation
<b>J.E</b>	Jugement d'efficacité
<b>BIT</b>	Bureau International de travail
<b>Coeff</b>	Coefficient
<b>T.O</b>	Temps d'alloué
<b>Th</b>	Temps théorique
<b>VA</b>	Valeur ajoutée
<b>NVA</b>	Non-valeur ajoutée
<b>LT</b>	Lead Time
<b>OF</b>	Ordre de fabrication
<b>ERP</b>	Entreprise ressources planning

# Introduction générale

Dans un environnement économique concurrentiel et incertain, la compétitivité est un objectif vital pour l'entreprise de demain, elle nécessite des réponses concrètes telles que la bonne exploitation de ses ressources, les bonnes conditions du travail et la maîtrise de la qualité du produit. Le Lean manufacturing s'avère la stratégie la plus adéquate pour réaliser ces objectifs car elle vise à réduire ou bien éliminer les gaspillages ainsi qu'améliorer les conditions de travail tout en respectant le triangle : cout qualité et délai. Dans ce contexte Brigh Sud Automotive, via le service Amélioration continue veut adopter la stratégie Lean pour améliorer ses performances. Notre projet s'inscrit dans le cadre de cette stratégie, son objectif principal est d'analyser l'état du site, de réaliser une analyse de déroulement du processus le plus représentatif de l'atelier et de proposer des actions pour réduire le temps de production qui s'apparait très élevé et qui impacte les autres indicateurs comme l'efficience de processus, par la suite améliorer la performance opérationnelle de l'atelier de personnalisation. Nous avons adopté la démarche DMAIC, avec ses différents outils afin d'agir sur les causes profondes en éliminant les gaspillages. Ce rapport est composé de trois chapitres, dans le premier chapitre nous allons présenter l'organisme d'accueil ainsi que le contexte du projet. Dans le deuxième chapitre nous allons entamer les trois premières phases de la démarche DMAIC qui consistent à définir, mesurer et analyser l'état actuel du site. Et finalement le troisième chapitre sera réservé aux améliorations proposées et aux moyens de contrôle.



**Chapitre 1**  
**Présentation de l'organisme**  
**d'accueil et contexte général du**  
**projet**

## I. Présentation de Brigh sud

### 1. Présentation générale de BRIGH SUD

La Société BRIGH SUD S.A.R.L. a été créée en 2005 par Monsieur BRIGHACH Abdelaziz avec pour vocation l'importation et la commercialisation des pièces de rechange automobiles. BRIGH SUD s'est ensuite spécialisée dans la fabrication et la commercialisation des plaquettes de frein pour utilisation automobile, dont les véhicules légers, utilitaires et poids lourds. En 2020 elle a également lancé une ligne de fabrication des filtres à usage automobile, dont les filtres à huile, filtre à gasoil et filtre à air.

L'entreprise a un effectif total de 50 salariés avec un chiffre d'affaires en 2020 de 20 000 000 DH.

BRIGH SUD est un fabricant de pièces de rechange automobile pour le marché local avec ambition de s'ouvrir sur l'international. L'objectif de BRIGH SUD est de produire un produit de qualité avec le respect du délai pour sécuriser le consommateur et concurrencer le produit étranger.

### 2. L'organigramme de la société

La hiérarchie actuelle de l'entreprise est représentée dans l'organigramme suivant :

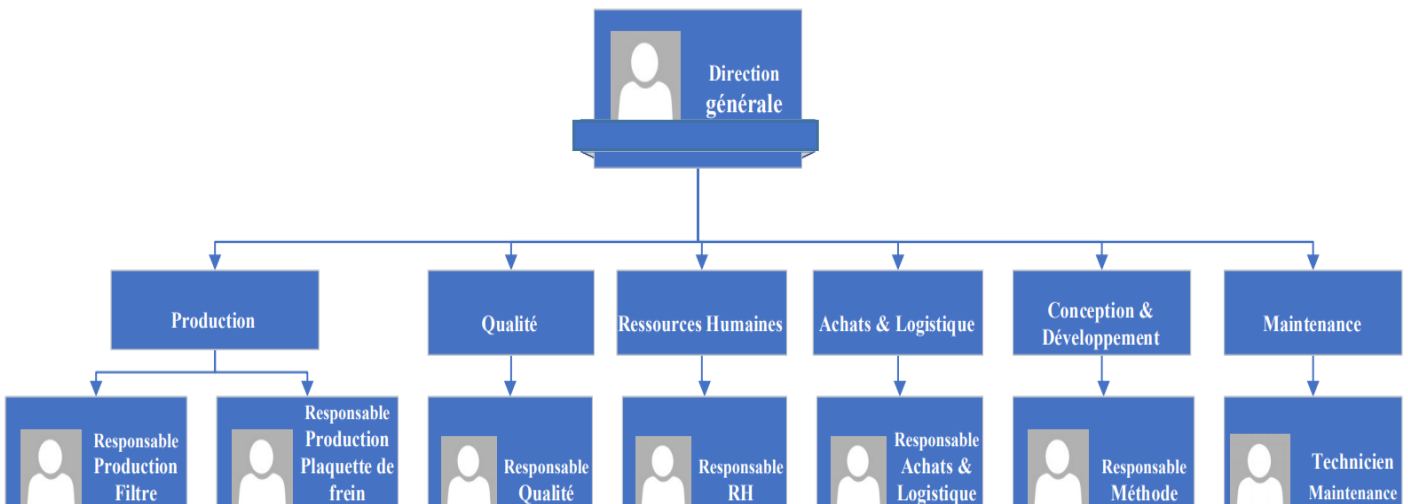


Figure 1 : Organigramme de Brigh Sud Automotive

### 3. Les processus de Brigh Sud

Afin de satisfaire les besoins de ses parties prenantes Brigh Sud Automotive a une structure constituée de deux processus opérationnels qui sont le processus de production des plaquettes de frein et celui de production des filtres. Pour assurer le bon fonctionnement de ces deux processus principaux, des processus de pilotage et de support interviennent.

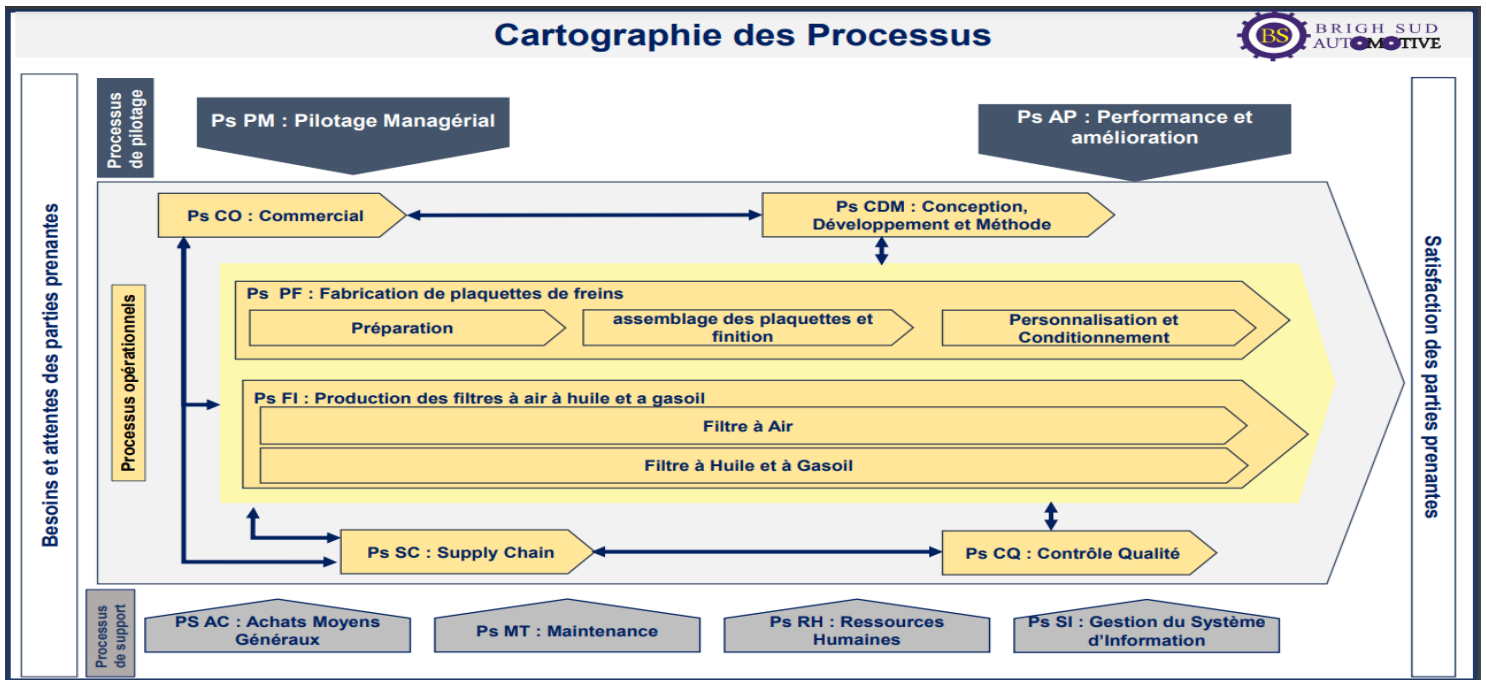


Figure 2 : Les processus de Brigh Sud Automotive

### 4. Services et missions d'entreprise

Brigh Sud Automotive contient sept services, avec différentes missions propres à leurs spécialités. Chaque service contient sa structure indépendante des autres ainsi que des fonctions spécifiques.

Service	Missions
<b>Production</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gestion de la production.</li> <li>- Suivi des indicateurs de la performance.</li> <li>-Analyse et amélioration continue de la production.</li> </ul>
<b>Qualité</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>-Les améliorations concernant QSE.</li> <li>-Responsable des audits internes.</li> <li>-Le contrôle de qualité des matières premières et des produits finis (+ Semi fini).</li> </ul>

Service	Missions
<b>Logistique &amp; Achat</b>	-La gestion des relations clients/fournisseurs (Achats, commandes, transport...) -La gestion des stocks (matières premières, consommables, encours et produits finis).
<b>RH</b>	-Gestion des ressources humaines.
<b>Service amélioration continu (Service sous-traité)</b>	-Consulting en amélioration continue. -Accompagnement de la transformation.
<b>Service conception &amp; développement</b>	-Amélioration technique du processus/produit.
<b>Service Maintenance</b>	-Maintenance corrective.

*Tableau 1 : Missions des services de Brigh Sud Automotive*

## II. Description des plaquettes de frein : Principal produit de l'entreprise

Une plaquette de frein est l'élément qui entre en friction avec la surface en rotation dans les freins à tambour ou à disque.

Dans le processus de production, les plaquettes de frein passent par deux grandes étapes, on distingue deux ateliers :

L'atelier de production : c'est là où se passe la première étape, dans cet atelier on fait la fabrication des plaquettes semi-fini, en d'autres termes il s'agit d'un produit standard qui va ensuite être personnalisé.

Le deuxième atelier est celui de personnalisation. En ajoutant des accessoires selon la référence du produit standard ce dernier devient un produit fini. Donc on le prépare pour qu'il soit livré au client.

Les plaquettes de frein équipent tous les véhicules munis de freins à disque. C'est une pièce d'usure dont le frottement contre le disque assure le freinage. Les plaquettes sont composées de 2 grands éléments (à voir dans la figure 3) :

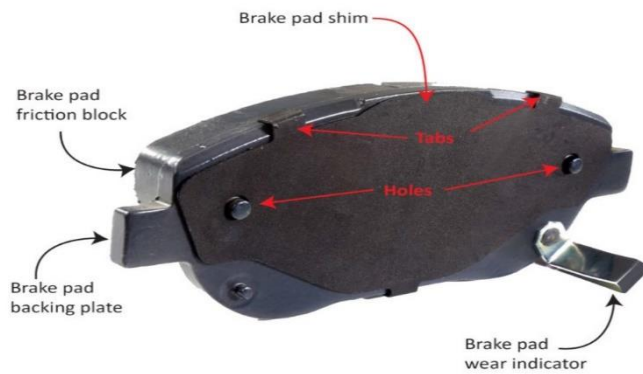


Figure 3 : Les composants d'une plaquette de frein

Les composants du produit plaquette de frein :

- **Les plaques de soutien (Backing plate)**

Une plaque de soutien de plaquette de frein est conçue pour appliquer la pression de l'étrier de frein uniformément sur toute la surface du matériau de frottement afin qu'elle peut appuyer à plat contre le rotor de frein. La plaque ne doit pas fléchir. En plus de maintenir à plat pendant l'application, une plaque de soutien de plaquette de frein doit maintenir la stabilité dimensionnelle



Figure 4 : Supports des plaquettes de frein

ainsi les secteurs d'abutment résistent à l'usure et glissent sans à-coup dans les clips anti-hochet. La plaque d'appui aide également à dissiper l'accumulation de chaleur du matériau de frottement. Elle doit également résister à la rouille et maintenir le lien adhésif entre le matériau de frottement et la plaquette pendant toute sa vie. C'est un composant essentiel dans chaque système de freinage.

- **Garniture (friction block)**

Très simplement, la garniture de frein est ce qui fait ralentir ou s'arrêter la voiture. En effet, les garnitures viennent frotter les disques ou les tambours de frein lorsqu'on engendre l'action de freinage. C'est par ce biais que l'énergie cinétique (énergie que possède un objet, elle est présentée partout et représente l'état de l'objet qui passe de l'immobilité au mouvement) de la voiture est transformée en énergie calorifique (action de combustion). Les garnitures permettent ainsi que le contact entre les plaquettes et les disques de frein ne soit pas trop violent.



Figure 5 : Garniture de plaquette de frein

- **Cale antibruit (Shim)**

Une cale de plaquette de frein s'installe entre la plaque d'appui de plaque de frein et le piston d'étrier de frein sur le côté intérieur et la plaque d'appui de plaque de frein et les doigts extérieurs d'étrier sur le côté extérieur. En termes simples, une cale antibruit « découple » la plaque d'appui en acier de la plaque de frein de l'étrier. Une cale antibruit est fabriquée à partir d'un matériau antibruit et est conçu pour arrêter la transmission des vibrations à l'étrier. Le Shim également amortir les vibrations dans la plaque de soutien elle-même. Fournir une barrière thermique pour assurer une température constante sur la plaquette de frein.

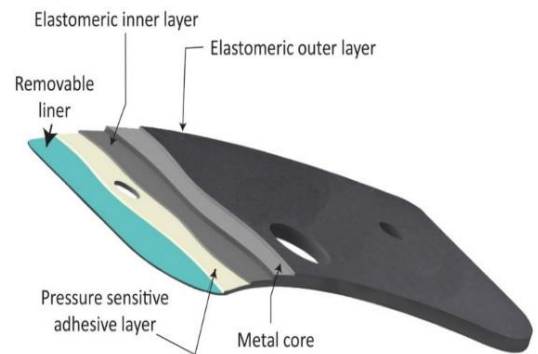


Figure 6 : Composition du Shim multicouche

Un Shim de réduction du bruit d'une seule couche est fabriqué à partir d'un métal souple qui a un degré élevé de capacité d'amortissement. Une cale multicouche, d'autre part, contient souvent deux minces plaques extérieures métalliques et un noyau élastomérique intérieur, ou un noyau métallique intérieur avec deux feuilles extérieures de matériau d'amortissement du bruit. Dans certains cas, la conception de la cale intérieure peut être différente de celle du cale hors-bord. Dans ces cas, un placement approprié est essentiel pour atteindre une réduction maximale du bruit.



Figure 7 : Shim composé d'une seule couche



Les cales multicouches sont beaucoup plus efficaces pour réduire le bruit que les cales à couche unique

- **Accessoires de montage (ou d'usure) :**

Les accessoires qui sont fixés généralement dans la plaque de soutien ont deux rôles ; Premièrement ils permettent le montage des plaquettes dans l'étrier et donc ils assurent la bonne interaction entre l'étrier et la plaquette, deuxièmement ils existent des types d'accessoires qui engendrent un bruit lors de frottement avec le disque de frein, et donc ils donnent une indication sur le niveau de la garniture.



*Figure 8 : Exemple d'accessoires*

- **Câble témoin :**

Le témoin d'usure est un capteur incorporé dans la plaquette de frein. Son rôle est d'envoyer un signal sonore ou lumineux sur le tableau de bord pour avertir le conducteur lorsqu'il détecte la limite d'usure des plaquettes de frein. Lorsque les plaquettes de frein sont usées le contact ferme un circuit électrique ce qui va allumer le témoin d'usure sur le tableau de bord.



*Figure 9 : Cable témoin électrique*

Le témoin d'usure de frein est présent à l'avant du véhicule, à gauche ou à droite et à l'arrière (selon le modèle et les options de la voiture).

### III. Description des postes de charge :

#### Poste de collage :

Le processus de production commence par l'application de la colle aux plaques de soutien, après les plaques sont stockées pendant une durée suffisante au séchage de la colle qui vient d'être appliquée.



*Figure 10 : Poste de collage des supports*

Cette opération va permettre d'assurer la cohésion de la garniture sur la plaque de soutien, lors de la phase de moulage que nous allons expliquer tout de suite.

#### Poste de malaxage :

La phase de préparation du mélange de la garniture se fait en parallèle avec la phase de collage, les matières chimiques qui constituent le mélange (selon la formule) sont pesées sur une balance, ensuite nous les ajoutons dans le malaxeur.



*Figure 11 : Poste de malaxage*

**Poste de pesage :**

Après le pesage (manuel ou automatique) du mélange est fait dans des gobelets selon le grammage de la référence de la plaquette qu'on va fabriquer.



*Figure 12 : Poste de pesage*

**Poste de moulage :**

Il comporte les étapes suivantes :

- Pré-compactage de plusieurs doses du mélange pour plaquettes de frein.
- Pré-compactage de plusieurs doses de la sous couche (résine) au-dessus des doses du mélange.
- La mise en place du support métallique de plaquette de frein sur chaque ébauche, avant la compression à chaud de l'ébauche.
- Préformage à chaud des dites doses afin d'obtenir plusieurs ébauches correspondantes.
- Compression à chaud des dites ébauches, afin de former plusieurs plaquettes de frein.



*Figure 13 : Poste de moulage*

**Poste d'étuvage :**

La phase d'étuvage consiste au traitement thermique des plaquettes de frein dans un four à température constante de 210 C°. Cette phase a pour but d'obtenir une couleur spécifique de la plaque de soutien.



*Figure 14 : Poste d'étuvage*

**Poste de finition :**

Dans ce dernier trois opérations sont réalisées à savoir le chanfreinage, le rainurage et le ponçage de la garniture de la plaquette afin d'obtenir l'épaisseur conforme au besoin client.



*Figure 15 : Poste de finition*



**Poste de peinture :**

La phase de peinture est la dernière phase de la production des plaquettes semi-finis, les plaquettes sont mises sur un convoyeur de la machine qui fait l'opération de peinture ;



*Figure 16 : Poste de peinture*

**Poste de collage du Shim :**

Le collage du Shim consiste à coller manuellement l'accessoire Shim sur la plaque de soutien de la plaquette.



*Figure 17 : Poste de collage du Shim*

**Poste de marquage :**

Le marquage sert à marquer sur la plaquette le logo, la date de production et la référence. Ces informations sont nécessaires pour l'identification du produit. La machine de marquage est composée d'un tapis roulant dont la vitesse est réglable selon la performance de l'opérateur.



*Figure 18 : Poste de Marquage*

**Poste de fixation d'accessoire :**

Ce poste consiste à fixer l'accessoire sur son emplacement dans le support de la plaquette à l'aide d'une machine de fixation.



*Figure 19 : Poste de fixation  
d'accessoire*

**Poste de perçage :**

Le perçage consiste à percer un trou dans la garniture de la plaquette afin de monter le câble témoin.



*Figure 20 : Poste de perçage et montage du câble témoin*

**Poste d'emballage :**

L'emballage sert à emballer un jeu( 4 plaquettes), ensuite les étiqueter.



*Figure 21 : Poste d'emballage*

La majorité des postes de l'atelier de personnalisation sont manuels et même si le poste contient une machine, c'est la cadence de l'opérateur qui influence sur la cadence du poste.

#### IV. Contexte et objectif de projet

Pour renforcer ses capacités et améliorer la satisfaction de ses clients, Brigh sud vise toujours à développer sa productivité ainsi que la qualité de ses produits en adaptant une stratégie d'amélioration continue et de réduction des coûts. C'est dans ce cadre que s'inscrit ce projet de fin d'études qui porte sur « L'amélioration de la performance opérationnelle de l'atelier de personnalisation des plaquettes de frein ». Notre mission sera d'analyser les temps constituant notre lead time, identifier et analyser les gaspillages, mettre en place des solutions, des actions d'amélioration adéquates, et de mettre en œuvre des contre-mesures pour éviter les causes racines des problèmes qui resurgissent dans l'optique d'augmenter la productivité de l'atelier de personnalisation des plaquettes.

Notre projet de fin d'étude se déroulera dans la ligne de personnalisation des plaquettes de frein. Il consiste à la réduction des gaspillages du temps qui ont un impact négatif sur le lead time de l'atelier de personnalisation, en adoptant une philosophie d'amélioration continue Lean Management, c'est-à-dire une démarche et des actions par lesquelles nous pourrions :

- ✓ Diagnostiquer l'état actuel ;
- ✓ Analyser les temps constituant notre lead time ;
- ✓ Identifier et analyser des gaspillages ;
- ✓ Rédiger un plan d'action ;
- ✓ Réaliser les actions par priorité ;
- ✓ Calculer les gains apportés.
- ✓ Réaliser des contre-mesures

Afin de bien clarifier le contexte du projet nous avons utilisé l'outil QQQQCP présenté dans le tableau 2.

Questions	Cibles
<p>Quoi ? Le problème.</p>	<p>Problème : Long Lead Time et client insatisfait. Objectif de 2000 jeux/jour n'est pas atteinte.</p>
<p>Qui ? Les services concernés par le problème.</p>	<p>Services : Production, logistique, qualité et méthodes</p>
<p>Où ? Zone concernée par le problème.</p>	<p>BRIGH SUD AUTOMOTIVE ligne de production des plaquettes de frein.</p>



Questions	Cibles
<p>Quand ? La date d'apparition du problème.</p>	Depuis le démarrage de la production
<p>Comment ? La manière de résolution du problème.</p>	<p>Application de DMAIC et des outils Lean :</p> <p>Diagnostic de l'état actuel</p> <p>Mesure et analyse des gaspillages</p> <p>Proposition des solutions adéquates</p>
<p>Pourquoi ? Les objectifs de résolution du problème.</p>	<p>Amélioration de la productivité de la ligne de production.</p> <p>Réduction du lead time de produit dans l'atelier de personnalisation.</p> <p>Réduction des facteurs responsable des retards.</p>

Tableau 2 : QQQQCP du problème

## V. Méthodologie et outils du projet

### 1. Lean manufacturing

Le Lean Manufacturing est basé sur l'élimination des Gaspillages ou Muda au sein des processus de production. Les apports du Lean sont une réduction des stocks et des temps de production ainsi qu'une meilleure qualité, moins de dommages et d'obsolescence, et une plus grande flexibilité grâce à une organisation autour des processus.

Les Principes du Lean manufacturing sont :

- Quantifier la Valeur : La valeur est définie en relation avec le client.
- Identifier la Chaîne de Valeurs : Mettre en évidence l'énorme quantité de gaspillages.
- Créer un nouveau Flux : Réduire les Gaspillages et réduire la taille de lots et les encours.
- Laisser le client tirer le produit à travers la chaîne de valeur : Produire seulement ce que le client a commandé.
- Rechercher la Perfection : Améliorer continuellement la qualité et éliminer les gaspillages.

## 2. Les 8 Mudas

### – Le transport et les déplacements

Voyages à vide, déplacements inutiles entre plusieurs sites de stockage, manipulations superflues des matériaux durant la phase de production... En plus de ne rien apporter en matière de valeur, ces transports inutiles ajoutent de la pénibilité aux tâches exécutées par les salariés.

### - Les mouvements et les gestes

Une ergonomie du poste de travail à revoir, des procédures redondantes ou illogiques, un mauvais rangement des documents ou des pièces, une imprimante mal positionnée dans un bureau ; nombre de petites et grandes défaillances peuvent générer des mouvements et gestes inutiles.

### - Le temps d'attente

Un retard de livraison de MP à cause d'un problème informatique, l'arrêt inopiné d'un processus de fabrication à la suite d'une erreur en amont ; lorsque la production d'une entreprise se retrouve en attente, celle-ci ne crée aucune valeur. Pire, elle est parfois soumise à des pénalités de retard et perd en crédibilité auprès de sa clientèle.

### - La surproduction

Il arrive qu'une entreprise produise plus que ce que son client demande. Fruit d'une mauvaise gestion interne ou d'un système basé sur l'estimation des ventes, cette tendance à la surproduction peut engendrer un ralentissement des flux, un encombrement inutile des stocks, sans compter le coût de valorisation des éventuels rebuts générés.

### - La gestion des stocks

Conséquence directe d'une production déraisonnable ou d'une mauvaise planification, le surstockage de composants, d'encours ou de produits engendre l'immobilisation financière et une perte d'espace de stockage.

### - Les opérations inutiles

Tout processus qui n'apporte rien au client doit être considéré comme inutile. En plus de générer des étapes supplémentaires parfois pénibles pour les salariés, les opérations trop complexes peuvent aboutir à un produit fini non conforme aux attentes du client. Résultat de cette « sur-qualité » : un coût de production plus élevé que prévu et une marge qui s'amenuise.

### - Les défauts et les erreurs

Toute erreur, résultant par exemple d'une inattention ou d'un espace de travail mal optimisé, nécessite des corrections, c'est-à-dire la mobilisation d'un ou plusieurs collaborateurs pendant une période donnée. En découle une importante perte de temps et d'argent (travail supplémentaire, déchets), mais aussi d'une image écornée auprès des clients.

### - Les compétences inexploitées

D'une certaine façon, ne pas exploiter le potentiel d'un collaborateur constitue également une forme de gâchis. Ayant fait son apparition assez tardivement dans la grande famille des Muda, ce gaspillage de savoir se constate surtout dans le domaine des services où l'avis des personnes qui connaissent le mieux leur métier est parfois totalement négligé.

### 3. La méthode DMAIC

Il s'agit d'une méthode scientifique de résolution de problèmes découpée en 5 étapes dont « DMAIC » est en fait l'acronyme : Define / Measure / Analyze / Improve / Control. On pourrait d'ailleurs le transposer en français presque mot pour mot : Définir / Mesurer / Analyser / Innover (au sens Améliorer) et Contrôler.

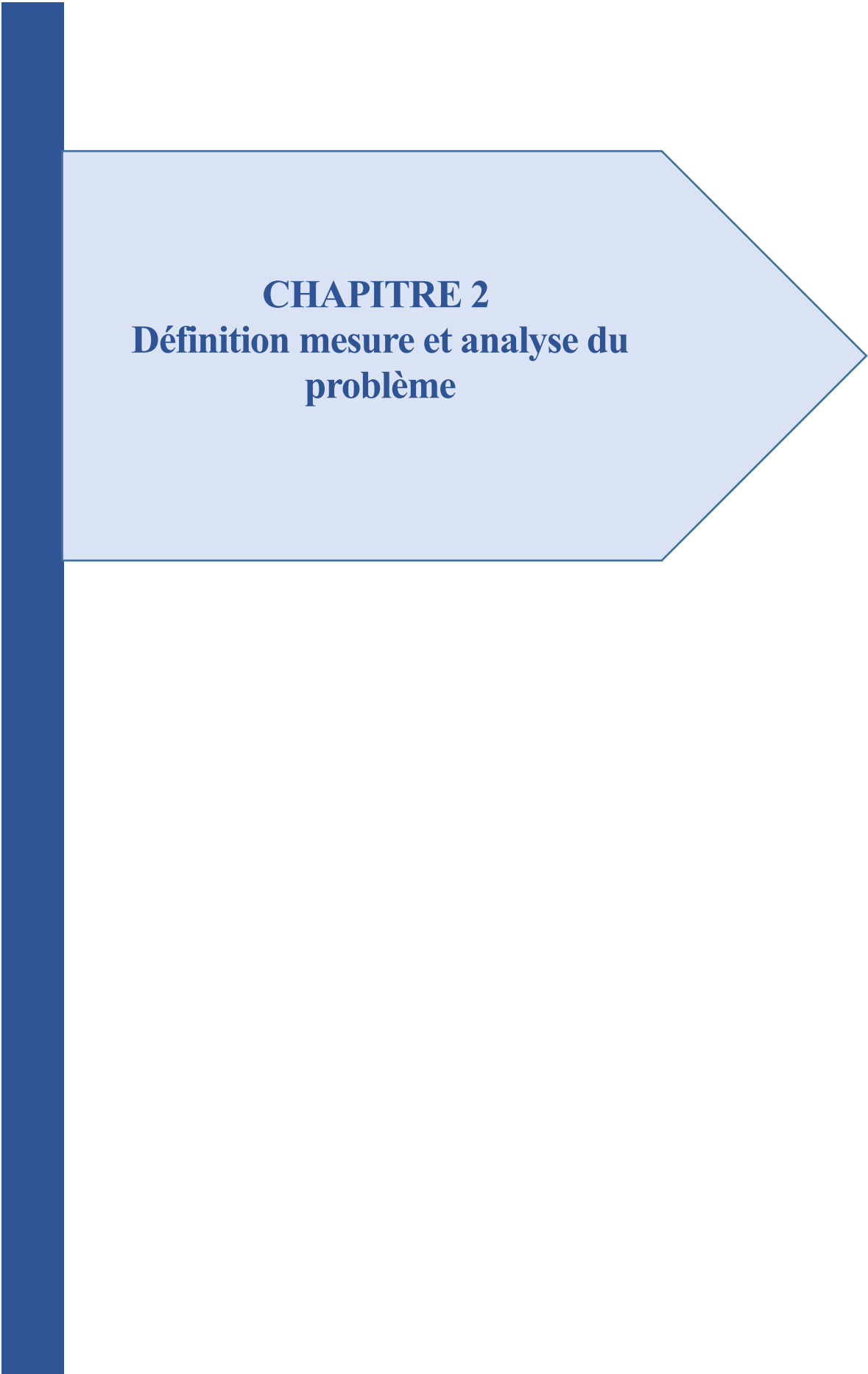
Les 5 étapes de la méthode DMAIC sont les suivantes :

- Définir : pour poser le problème en définissant les symptômes.
- Mesurer : pour quantifier l'ampleur du problème.
- Analyser : pour déterminer les causes du problème.
- Innover / Améliorer : pour identifier la ou les solution(s) au problème.
- Contrôler : pour vérifier et maintenir l'amélioration dans le temps.

La méthode DMAIC s'inscrit ainsi parfaitement dans une démarche d'amélioration continue de type Roue de Deming (ou PDCA).

### Conclusion :

Brigh Sud Automotive est un fabricant des pièces de rechange automobile, afin de garder sa place dans le marché marocain l'organisme adopte la stratégie du Lean Manufacturing. C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet qui vise à améliorer la productivité de la ligne de production des plaquettes de frein et à réduire le Lead time de cette ligne.



**CHAPITRE 2**  
**Définition mesure et analyse du**  
**problème**

**I. Phase Définir**

1. Processus de personnalisation des plaquettes de frein

a) SIPOC de l'atelier de personnalisation

SIPOC est l'acronyme de supplier input process output customer, en français fournisseurs entrées processus sorties clients. Cet outil simple d'utilisation facilite la compréhension globale du fonctionnement d'un processus.

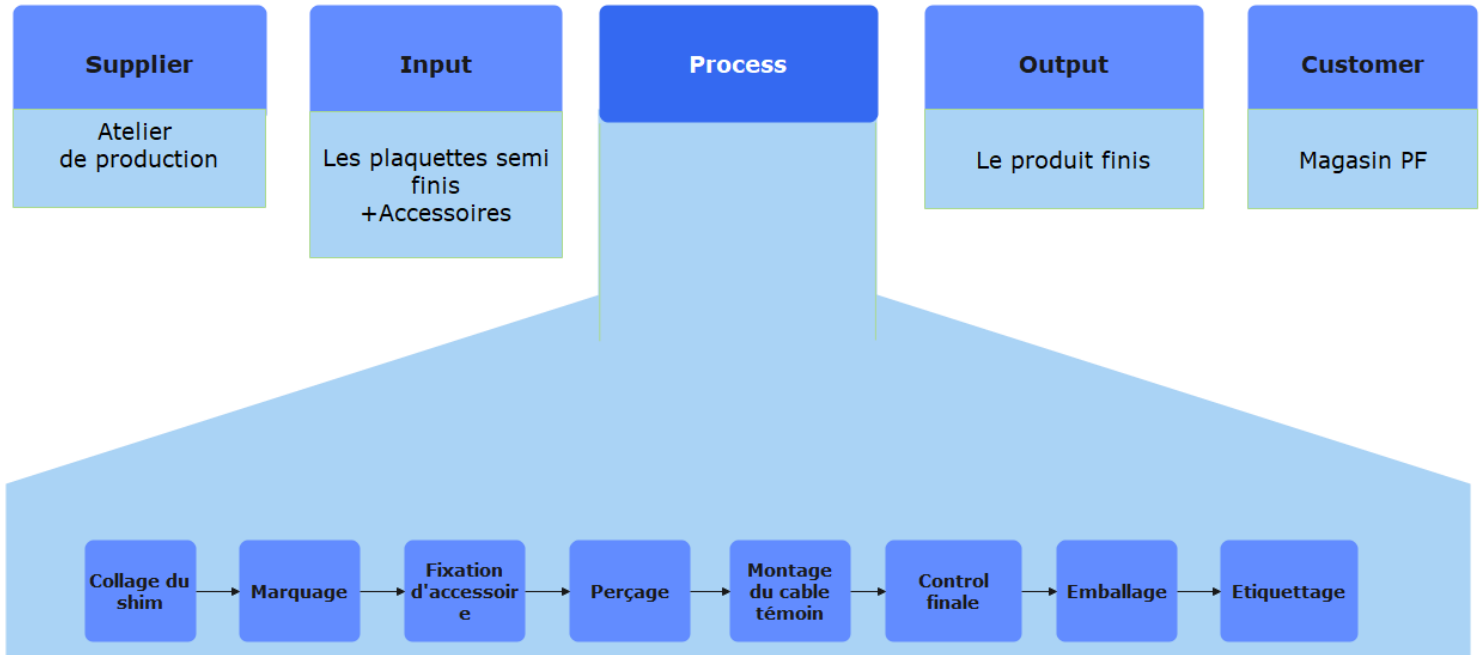






Figure 22 : SIPOC de l'atelier de personnalisation

En effet le processus de personnalisation consiste à un montage d'un ensemble des accessoires selon la référence. C'est le dernier processus de production qui a comme entrée des produits semi-fini, les accessoires, les emballages en carton et les étiquettes, et comme sortie des produits finis et emballés prêts pour la livraison ; Après les produits finis sont gérés par un magasin PF (produit fini) afin de les livrer aux clients.

*b) Logigramme de processus de personnalisation*

Les logigrammes sont des schémas qui représentent un processus, un système ou un algorithme informatique. Le tableau 3 regroupe les symboles utilisés dans le logigramme (figure 23) avec leurs significations.

Symbole	Signification
	Processus
	Sous processus
	Condition
	Début/Fin du (sous)processus

*Tableau 3 : Signification des symboles du logigramme*

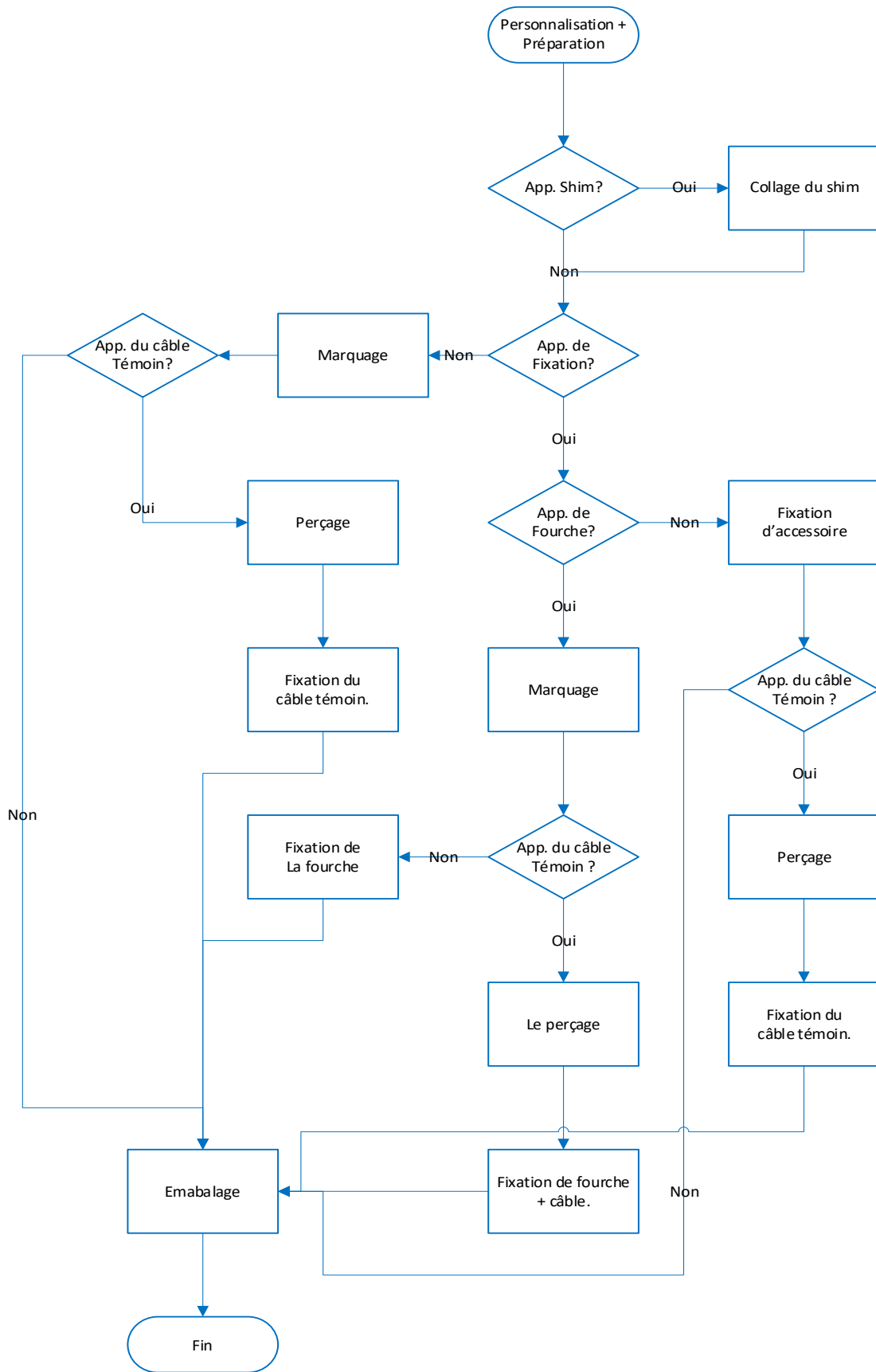


Figure 23 : Logigramme du processus de personnalisation

2. Implantation actuelle de l'atelier de personnalisation

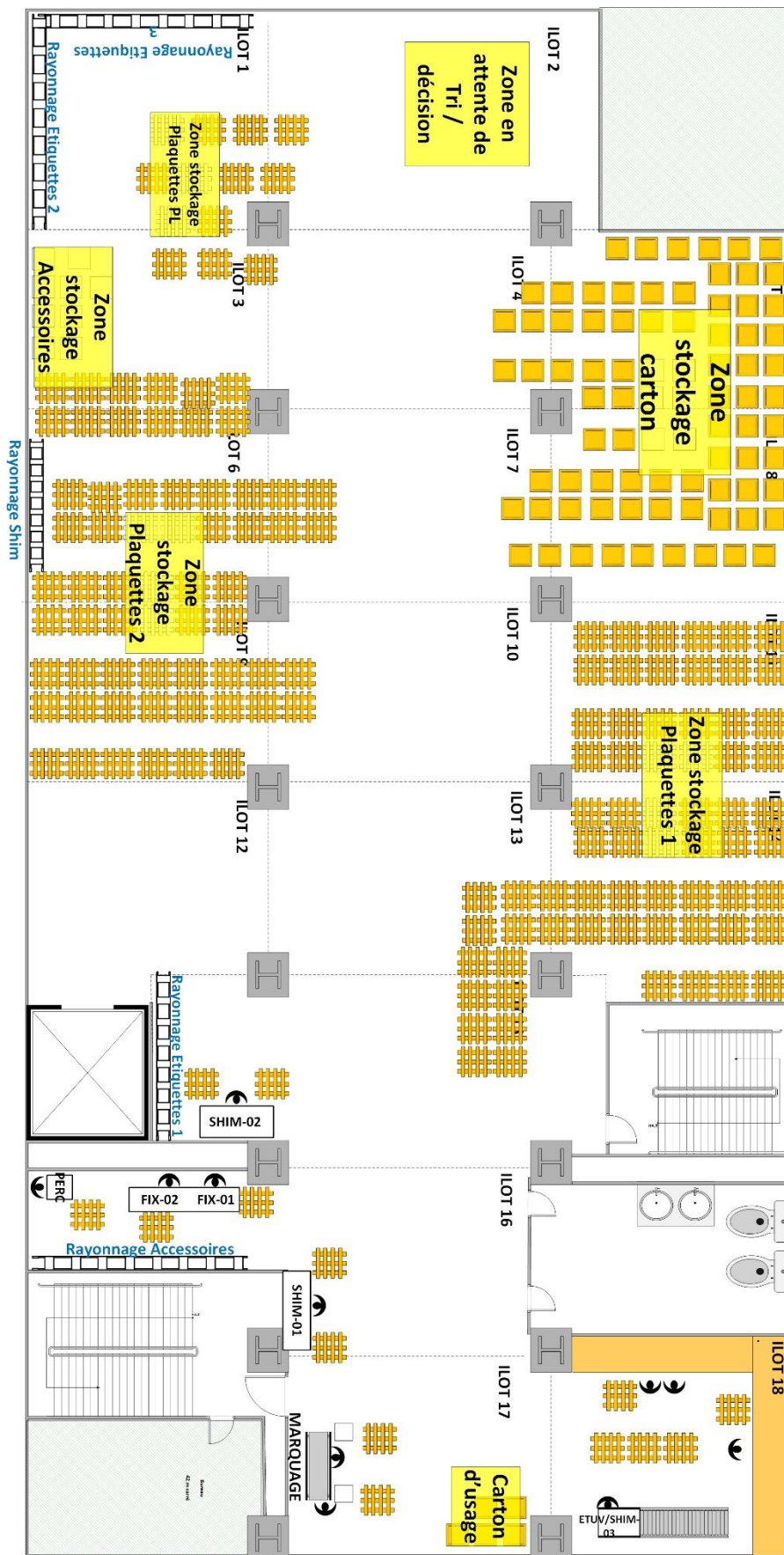


Figure 24 : Implantation actuelle de l'atelier de personnalisation



Afin de faciliter la compréhension du plan de la figure 24, le tableau 4 regroupe la signification de chaque forme présentée dans ce dernier.





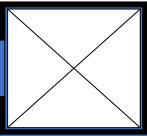




Formes	Signification
	Carton d'usage
	Palette de stockage
	Rayonnage de stockage
	Poudre
	Monte-charge
	Opérateur
	Tapis-roulant
	Table de travail
	Mur avec porte

Tableau 4 : Signification des formes du plan

La figure 24 permet de visualiser l'implantation actuelle de l'atelier de personnalisation des plaquettes de frein.

Comme c'est affiché dans le plan actuel, l'atelier se compose de deux parties, un grand pourcentage de la première est dédié au stockage des plaquettes semi finis, elle contient aussi tous ce qui est MP de l'atelier de personnalisation. Ensuite on trouve la deuxième partie, c'est là où on fait toute opération qui va générer de la valeur ajoutée.

3. Performance actuelle de l'atelier

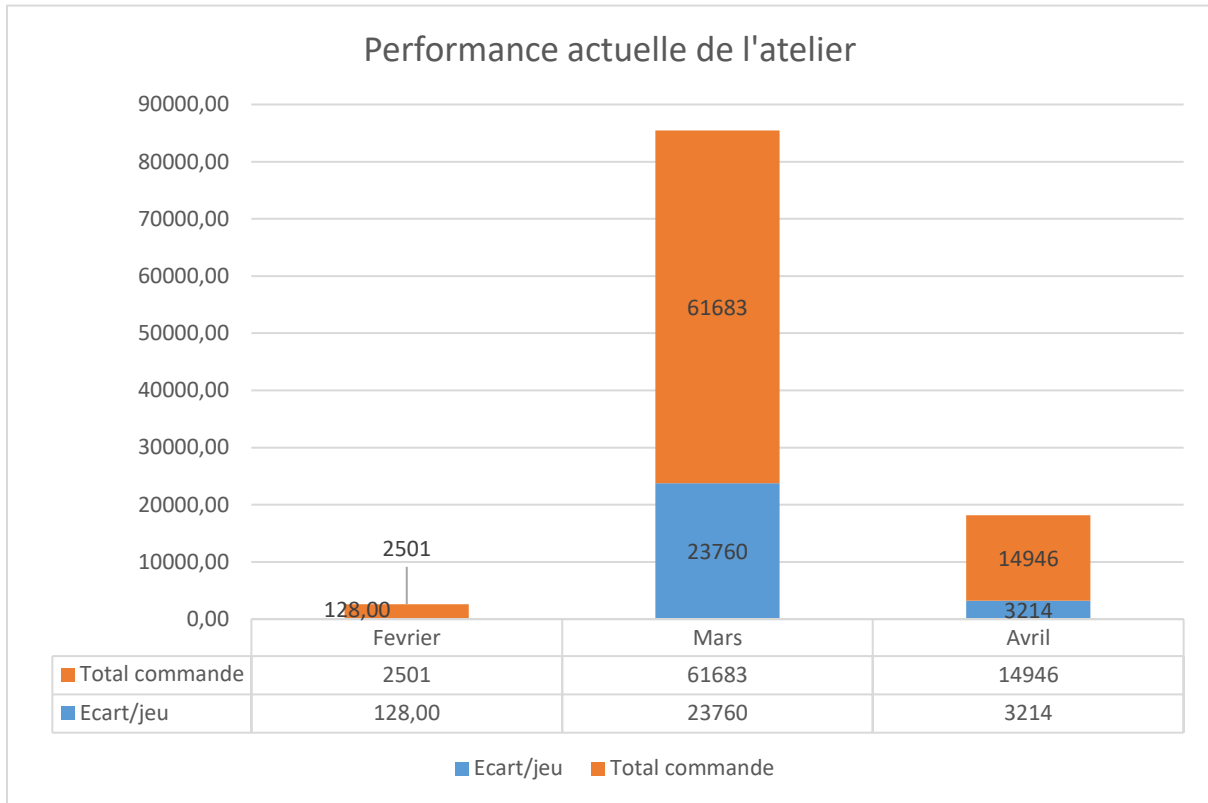


Figure 25 : Ecart entre la quantité commandée et celle livrée

A l'aide de l'historique des commandes et des livraisons de mois Février, Mars et Avril ; Nous avons déduit l'écart entre ce qui est commandée par le client et ce qui est fabriqué par l'entreprise.

Dans la figure 25 on constate que l'écart atteint un maximum de 23760 jeux dans une commande totale de 61683 jeux, en le réduisant l'entreprise va gagner en termes de rentabilité, car bien évidemment plus de commandes qui sont satisfaites implique un résultat meilleur.

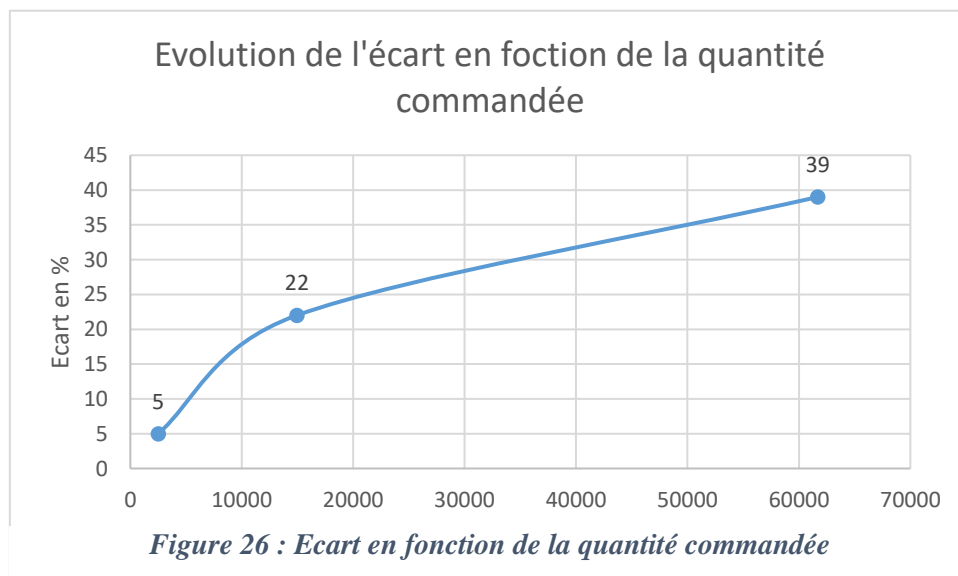


Figure 26 : Ecart en fonction de la quantité commandée

Le graphe de la figure 26 indique que plus la quantité commandée par les clients est grande plus l'écart l'est aussi. En effet, cela reflète une idée claire sur notre performance opérationnelle actuelle ; lorsque les commandes sont nombreuses, on perd le contrôle sur le processus, on n'est plus capable de tout satisfaire.

D'autre part même si la quantité commandée est petite l'écart ne s'annule pas.

Alors pour cerner les causes de cet écart, il faut faire le Gemba Walking. (Voir Annexe 5)

## II. Phase Mesurer et Analyser :

### 1. Périmètre de l'analyse :

Avant de se lancer dans la mesure et l'analyse, il est important d'identifier quel est le périmètre de cette analyse ; en d'autres termes il faut bien cibler le processus à analyser afin de ne pas gaspiller l'énergie et les ressources sur un processus marginal ou peu représentatif.

Pour ce faire nous avons réalisé une analyse Pareto des références selon la quantité commandée sur un historique de trois mois. Le graphe suivant est le résultat de cette analyse.

Diagramme Pareto des références selon la quantité commandée

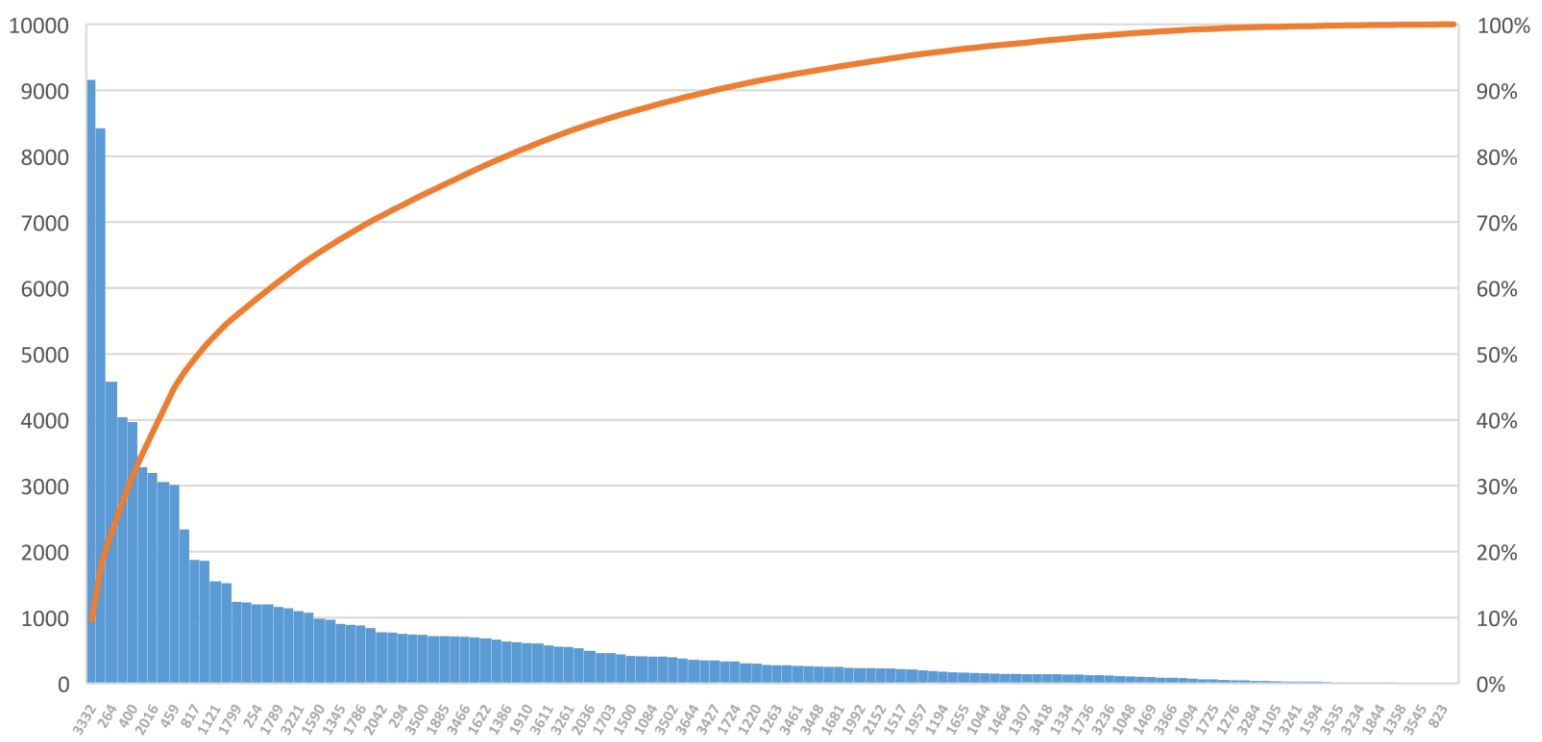


Figure 27 : Analyse Pareto des références selon la quantité commandée

Suite à cette analyse nous avons constaté que la classe A contient 41 références (Voir annexe I), et comme ces références passent chacune par un chemin dans l'atelier de personnalisation, cette analyse ne va pas suffire pour donner une idée sur le processus le plus représentatif. Ce qui implique que nous avons recours à une autre analyse qui va clarifier de plus le périmètre de

l'analyse de déroulement. Donc nous avons décidé de faire une matrice produit/ressource pour les références de classe A.

Références	Poste de charges					
	Pourcentage	SHIM	FIX	PERCAGE et Montage de T. U	MARQUAGE	CONDITIONNEMENT
GDB254-GDB264 GDB294-GDB297 GDB317-GDB446 GDB903-GDB910 GDB911-GDB1121 GDB1340-GDB1345 GDB1622-GDB1786 GDB3221-GDB3500	39	-	-	-	X	X
GDB458-GDB459 GDB817-GDB818 GDB1321-GDB1789 GDB2016-GDB2035 GDB2042-GDB2157 GDB3369-GDB3435 GDB3466	32	X	X	-	X	X
GDB400-GDB1260 GDB1386-GDB1690 GDB1671.04	12	X	X	X	X	X
GDB1590-GDB1698 GDB1885-GDB1891	10	X	-	X	X	X
GDB1463-GDB3332	5	X	-	-	X	X
GDB1799	2	-	X	-	X	X

Tableau 5 : Matrice produit et ressource

Cette matrice va permettre d'identifier le chemin le plus fréquent dans l'atelier de personnalisation ; en affichant les postes de charge qui construisent le chemin suivi par chaque référence de classe A.

D'une part pour le choix du périmètre, nous nous sommes basés sur le chemin qui est suivi par le maximum des références de classe A et qui a le maximum des postes de charge, cela implique le choix du deuxième chemin. D'autre part on a choisi la référence GDB2157 car elle est la deuxième la plus vendue en plus elle passe par le deuxième chemin.

## 2. Etude de chronométrage des postes de charge

### a) Introduction

La question que nous devons poser lorsque nous confrontons un problème d'incapacité à satisfaire le besoin du client (en termes de quantité) est le fait de se demander si nous avons la capacité suffisante pour répondre à ce besoin avec les ressources dont on dispose actuellement. Afin de répondre nous avons visité le terrain pour réaliser un chronométrage des postes de charge car ces derniers sont tous impactés par la performance de l'opérateur.

### b) La méthode du chronométrage

La méthode de chronométrage est utilisée en entreprise par le bureau des méthodes pour définir les temps de production. Temps qui pourront être prescrits aux opérateurs de production sous la forme de temps standards.

Le but du chronométrage est de définir le temps de production pouvant être tenu par l'ensemble de la population active pour une activité donnée.

Cette méthode consiste à appliquer certains coefficients :

- Le jugement d'allure, d'activité ou d'efficacité (JE) ;
- Le coefficient de besoins personnels ;
- Le coefficient de repos ;
- Les coefficients d'ambiance ;

Ces coefficients sont utilisés pour majorer le temps que prend l'opération à chronométrer. Car l'allure d'un opérateur est changeante de nature ; Pour effectuer les mêmes actions, les opérateurs mettront plus ou moins de temps en fonction de :

- L'état de fatigue (physique et/ou mentale),
- L'âge,
- Les aléas rencontrés ...

Le but de cette phase de mesure est d'obtenir la capacité horaire de chaque poste.

c) Exemple de calcul :

Dans le tableau 6 on trouve les 10 essais que nous avons mesuré lors du chronométrage du poste de marquage.

Opérateur(s)		Bader & Younes
Machine		MARQ-001
Essais		Valeur en s
1		05,80
2		07,64
3		05,08
4		04,00
5		06,78
6		03,50
7		05,92
8		04,24
9		03,82
10		03,79

Tableau 6 : Dix essais du chronométrage pour le poste de marquage

Ensuite par observation nous donnons une valeur aux coefficients d'habilité, d'activité et des conditions de travail selon des valeurs standards définies par le BIT (Bureau International de Travail). (Voir annexe 2)

Pour le poste de marquage les valeurs que nous avons donné aux coefficients de J.E sont représenté dans le tableau 7 :

Coefficient	Valeur
Habilité	0,80
Activité	0,10
Conditions du travail	0,00

Tableau 7 : Coefficients de J.E pour le poste de marquage

En se basant sur l'écart entre le max et le min par rapport à la moyenne nous calculons un autre coefficient qui s'appelle le coefficient de stabilité, le résultat de calcul est le suivant :

Max	07,64
Min	03,50
T moyen	05,06
Taux d'aléas %	81,87979705
Coeff stabilité	-0,04

Tableau 8 : Coefficient mesurés pour le poste de marquage

Avec Max, Min et Tmoy sont le maximum, le minimum et la moyenne des 10 essais mesurés ; Alors le taux d'aléas est un pourcentage qui reflète l'écart entre le max et le min par rapport à la moyenne.

Ce qui implique que Taux d'aléas =  $(Max - Min) \times 100 / T \text{ moyen}$  ;

Le coefficient de stabilité est calculé en fonction de la valeur du taux d'aléas. (Voir annexe 2)

Ces coefficients vont servir pour calculer un temps alloué en appliquant la formule suivante :

$JE = 1 +$  la somme des coefficients (habilité, activité et stabilité).

Ensuite nous désignons une valeur à un autre coefficient qui s'appelle DP (dynamométrie position), il prend en compte la position de travail, les efforts exercés, la charge mentale induite par l'activité de l'opérateur. (Voir annexe 2)

Et donc finalement nous trouvons le résultat qui est le temps théorique, qui est en fait une majoration du temps de l'opération en prenant en considération tous ces coefficients que nous avons calculé : (Pour plus de détails voir annexe 3)

<b>To = T moy X J. E</b>	09,40
<b>COEFF.DP</b>	1,11
<b>Th = To X DP</b>	10,44

Tableau 9 : Calcul du temps alloué et celui théorique

### 3. Calcul des capacités horaires des postes de charge :

A partir de temps théorique calculé pour chaque poste de charge on pourra déduire la cadence horaire de ces derniers, tout simplement en divisant une heure par le temps trouvé. Afin de déduire la capacité journalière, il faut calculer le temps de travail dans un jour ;

Temps de travail = Temps d'ouverture – Arrêts planifiés

Temps de travail = 9 – 0,83

Temps de travail = 8,17 h

⇒ Capacité journalière = Capacité horaire \* Temps de travail

Poste	Machine	Unité	Temps majoré(s)	Capacité horaire/poste	Capacité journalière de l'atelier
<b>Collage du Shim</b>	Manuel x 3	Pièce	24,36	150	3676
<b>Fixation d'accessoire</b>	FIX-001	Pièce	25,48	154	2516
	FIX-002				
<b>Emballage</b>	Conditionnement x 3	Jeu	24,75	108	2647
<b>Etiquetage</b>		Jeu	08,49		
<b>Perçage</b>	PERC-001	Pièce	15,97	222	1813
<b>Collage du Témoin d'usure(T.U)</b>	Manuel	Pièce	19,23	188	1535

Poste	Machine	Unité	Temps majoré(s)	Capacité horaire/poste	Capacité journalière de l'atelier
Marquage	MARQ-001	Jeu	10,44	352	2875

Tableau 10 : Capacités horaires des postes de charge

Avec des cadences différentes les unes des autres il sera donc important de bien équilibrer la chaîne de production.

#### 4. Calcul de la charge

Le processus de personnalisation est compliqué, car le fait d'avoir une charge de 2000 jeux personnalisés par jour (défini par la direction) n'impliquera pas que tous les postes auront cette charge. En se basant sur la nomenclature et sur la matrice produit nous avons pu calculer la charge pour chaque poste.

##### Exemple de calcul de la charge pour le poste de perçage :

Pour une charge de 2000 jeux, quel serait la charge journalière du poste de perçage ?

D'après la matrice produit/ressource, on sait que dans les 2000 jeux uniquement 21,96 % (12,20 + 9,76) qui doit passer par le perçage ; C'est-à-dire 439 jeux.

Or d'après la nomenclature 50 % des références qui passent par le poste du perçage nécessitent le perçage d'une seule plaquette par jeu. Et 50 % nécessitent le perçage de deux plaquettes par jeu.

Donc finalement la charge mensuelle de poste de perçage est :

$$\text{Charge mensuelle} = (439 \times 0,5 \times 1) + (439 \times 0,5 \times 2)$$

$$\Rightarrow \text{Charge journalière du poste de perçage} = 659 \text{ P}$$

Le même calcul donnera le résultat suivant :

Poste	Collage du Shim	Fixation d'accessoires	Perçage	Collage du T.U	Conditionnement	Marquage
Unité	P	P	P	P	J	J
Charge journalière	4684	2732	659	659	2000	2000
Capacité journalière	3676	2516	1813	1535	2647	3168

Tableau 11 : Charge et capacité journalière des postes de charge

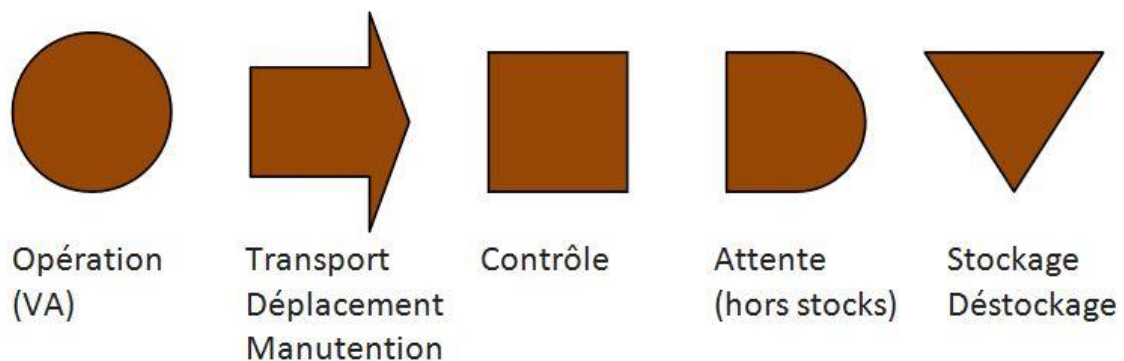


Les postes collage du Shim et fixation d'accessoires sont les seuls non-capacitaires, alors que lors du chronométrage nous avons constaté que parfois on ajoute un quatrième poste de collage du Shim et même parfois on ajoute des heures supplémentaires dont seul ces deux postes qui sont en marche ; ce qui fait que normalement on a la capacité pour être capable de livrer la quantité commandée par le client. Pour mieux cerner les causes pour lesquelles nous ne sommes pas capable d'atteindre l'objectif, une deuxième visite au terrain sera nécessaire pour faire une analyse des gaspillages.

### 5. Analyse des Mudras :

#### a) Analyse de déroulement :

L'analyse de déroulement est une analyse chronologique de processus, bien détaillé et sur un périmètre plus restreint, visant à identifier de manière exhaustive les différentes étapes de réalisation du processus.



*Figure 28 : Signification des symboles de l'analyse de déroulement*

Il consiste à suivre en détail les étapes de passage de la matière (ou bien la main d'œuvre) dans le processus ; En classifiant ces étapes en 5 différents types d'opération et en associant pour chaque type un des symboles standards représentés dans la figure 28.

Toutes ces étapes sont chronométrées au terrain ; Après l'analyse du processus actuel, on définit les paramètres suivants que l'analyse de déroulement vise à améliorer :

- Efficacité du processus =  $\text{nbr étapes à VA} / \text{nbr étapes VA} + \text{NVA}$  ; avec VA c'est valeur ajouté et NVA c'est non valeur ajouté.
- Temps de traversée du processus =  $\sum \text{VA} + \text{NVA (temps)} = \text{LT (Lead Time)}$
- Efficience du processus =  $\sum \text{VA (temps)} / \text{LT}$

Dans l'analyse de déroulement que nous avons effectué, nous avons suivi la ref GDB2157 .  
(Voir Annexe 4)

Les résultats de l'analyse sont résumés dans le tableau suivant :

Type d'opération	VA	Transport	Contrôle	Stockage	Total
<b>Nombre d'opérations</b>	5	5	3	10	23
<b>Temps totale en heures</b>	0,86	0,02	0,16	2,20	3,24

Tableau 12 : Résultats de l'analyse de déroulement

Le graphe ci contre représente ces résultat en pourcentage :

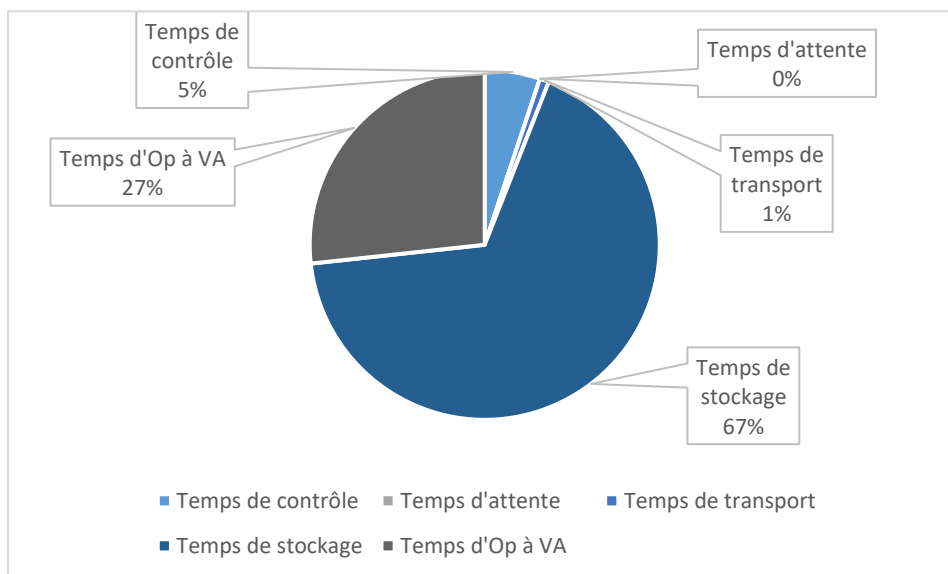


Figure 29 : Répartition des temps constituant le processus de personnalisation de la GDB2157

Dans la figure 29, on constate que le temps de traversé de la référence GDB 2157 depuis l'entrée dans le processus jusqu'à la sortie est constitué d'uniquement 27 % de temps à valeur ajoutée avec un grand pourcentage de temps de stockage qui est de 67 % .

Les résultat mesurés sont :

- Efficacité du processus = 22 %
- LT = 3,24 heures
- Efficience du processus = 27 %

D'après le résultat on voit que le processus n'est pas efficient, avec une efficience de 27 % ; Donc 73% du temps est perdu dans des opérations NVA qui ne sont pas forcément nécessaire à la production.

b) Diagramme Spaghetti de la matière

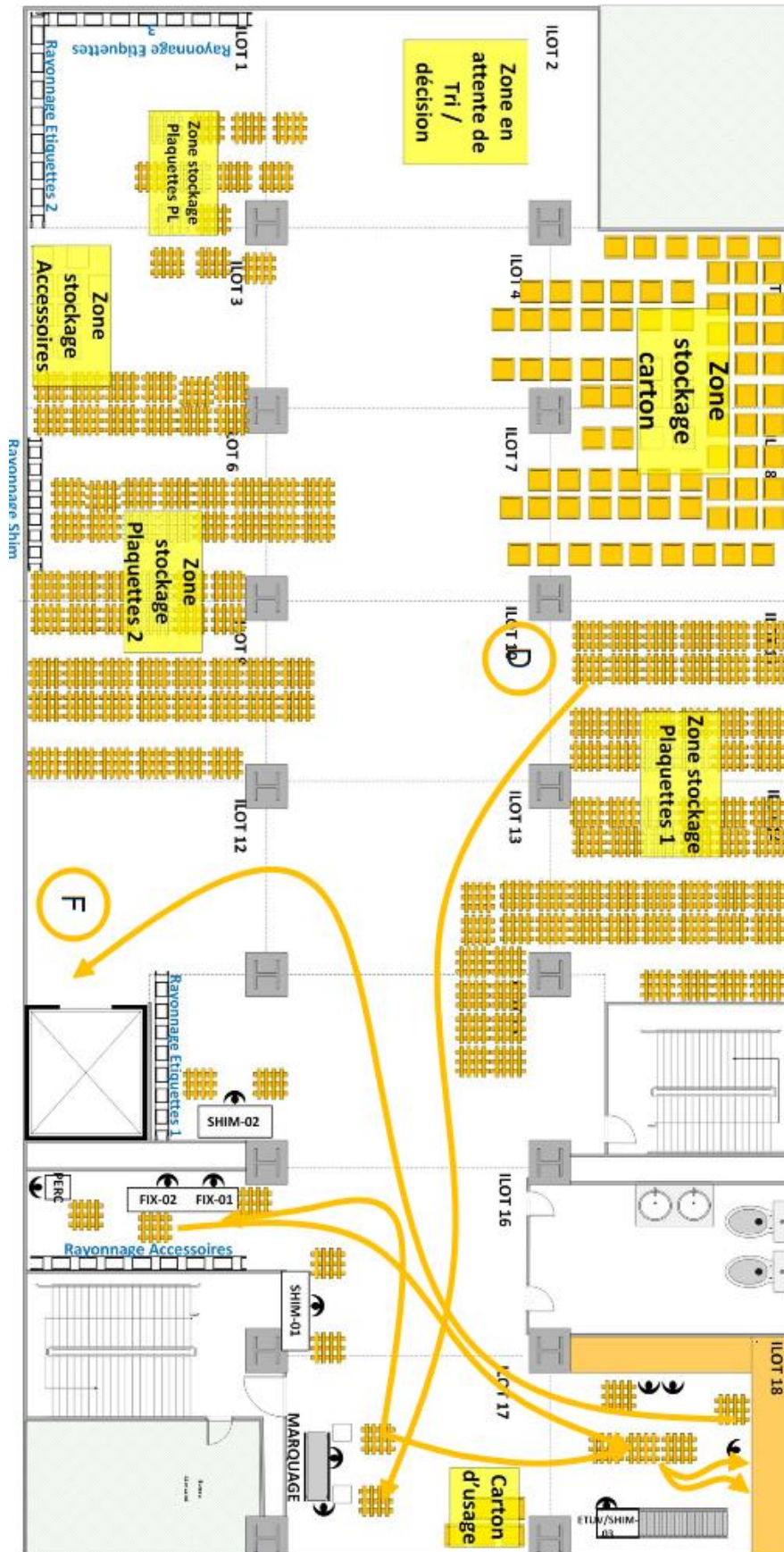


Figure 30 : Flux de la matière pour la GDB2157

L'analyse de déroulement peut être complétée par un diagramme Spaghetti afin de visualiser graphiquement les déplacements de matière nécessaires à la réalisation du processus (mouvements de matière) : celui-ci pourra servir à imaginer une nouvelle implantation du processus de production participant à la simplification du flux.

Remarque : Le flux de matière présenté sur la figure 30 est celui d'une référence qui avait déjà l'accessoire de shim collé ; Dans le cas normal la référence passe en premier par le poste de collage de shim.

### *c) Diagramme Spaghetti de la Main d'œuvre :*

Lors de l'analyse de déroulement de la GDB 2157 nous avons constaté que les déplacements inutiles des opérateurs sont l'une des causes primordiales de perte du temps ; Ils contribuent sur l'augmentation du temps de stockage et ils impactent la performance des opérateurs à cause de la fatigue. Par conséquent nous avons décidé de bien nous focaliser sur ce type de gaspillage en lui analysant d'avantage.

Par observation sur le terrain nous pouvons dire que l'opérateur qui fait le collage du shim fait le maximum de déplacement inutile. Nous avons eu recours au diagramme spaghetti pour illustrer ses mouvements et ceux de l'opérateur d'emballage.

La figure 31 et 32 illustrent les déplacements que fait l'opérateur d'emballage et celui qui fait le collage du Shim. (Ces déplacements sont faites plusieurs fois par jour).



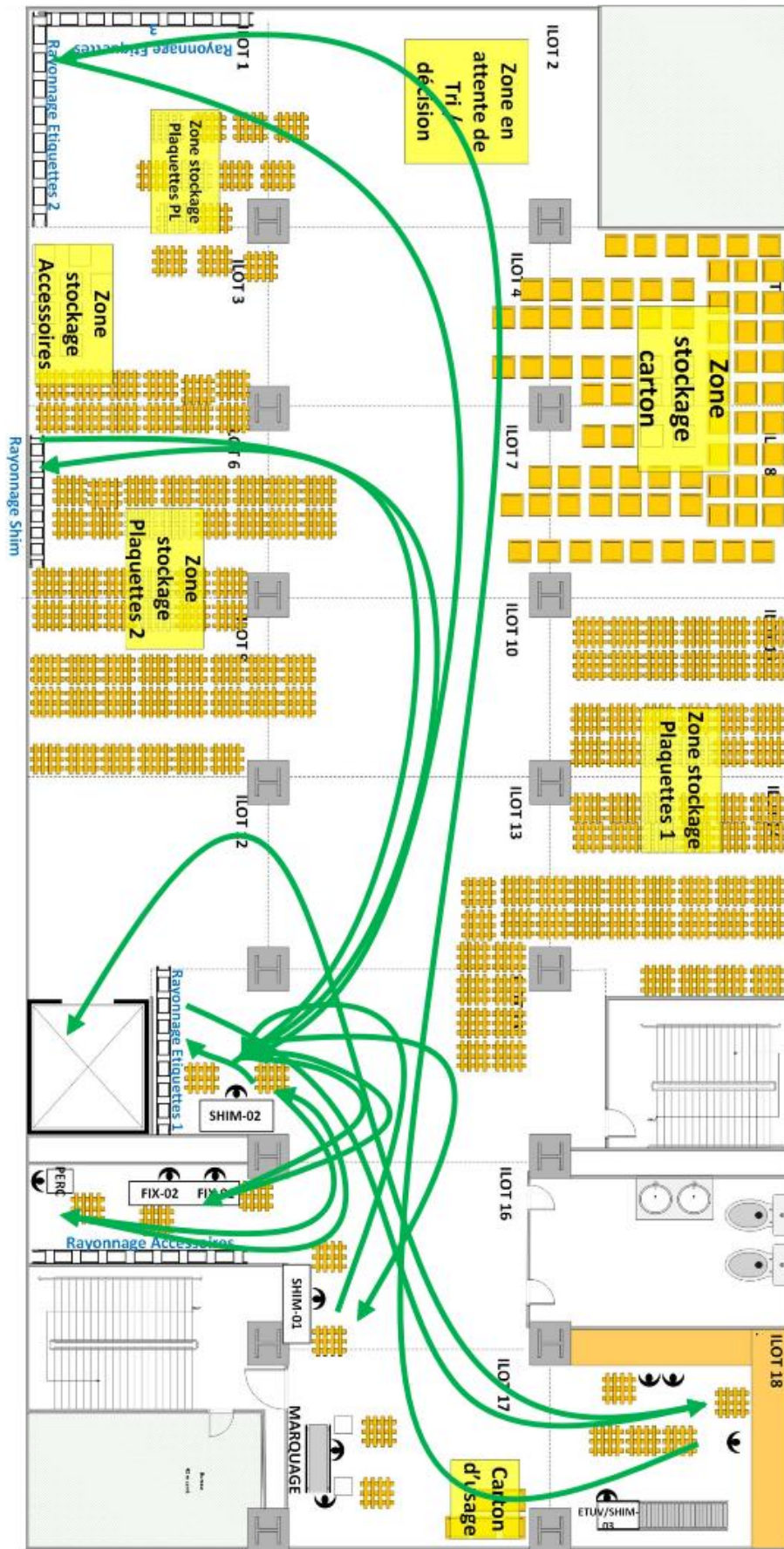


Figure 31 : Diagramme Spaghetti des mouvements de l'opérateur du poste de collage du Shim

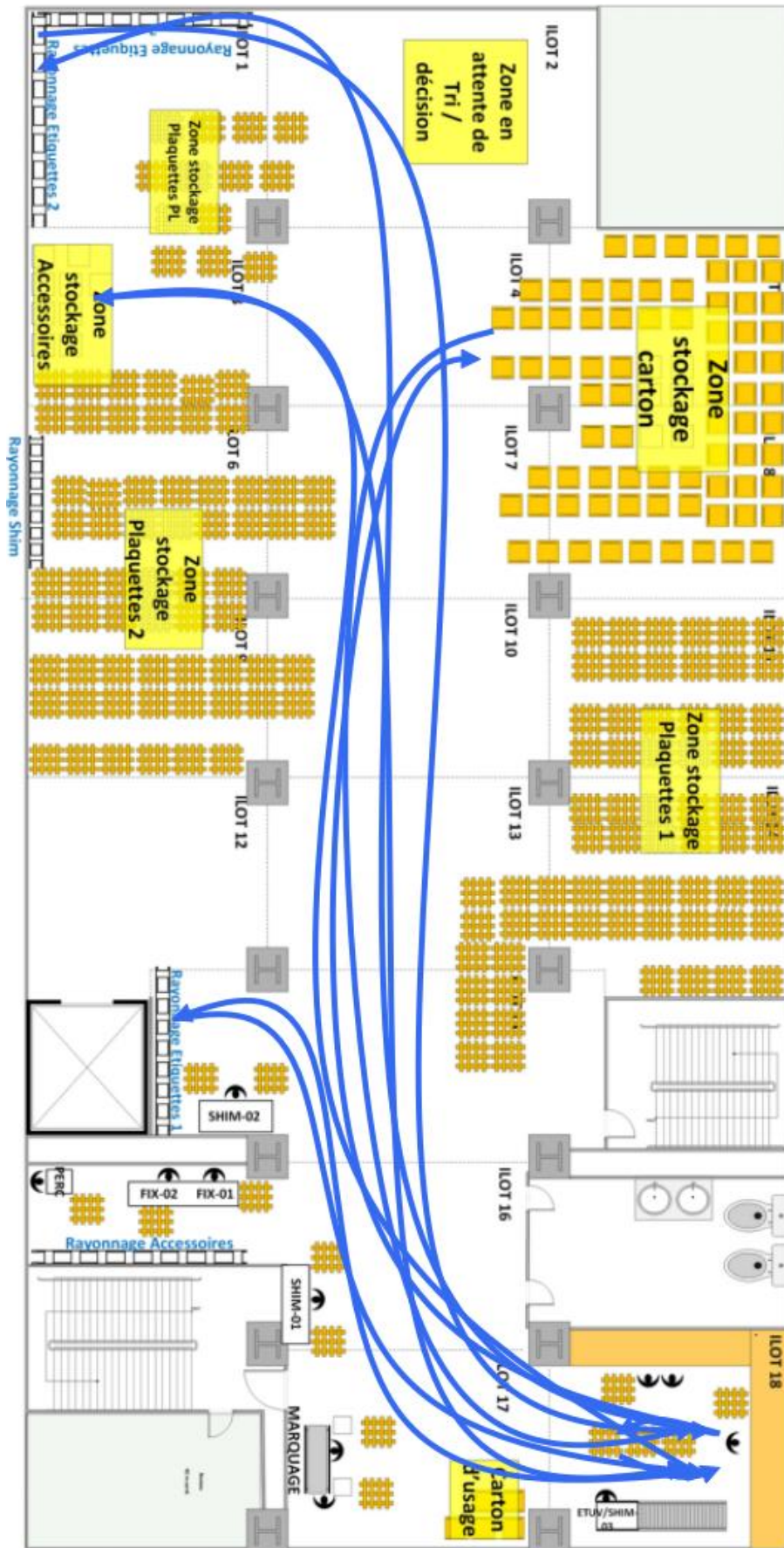


Figure 32 : Diagramme Spaghetti des mouvements de l'opérateur du poste d'emballage

Le tableau 13 résume une estimation de la distance parcourue par jour par ces deux opérateurs:

Opérateur	Distance parcourue par jours	Temps perdu lors du déplacement
Op. du poste de Shim	4 Km	51 min
Op. du poste d’emballage	1 ,4 Km	17,8 min

Tableau 13 : Distance parcourue et le temps perdu lors des déplacements inutiles

Les déplacement inutiles causent à la fois des pertes de temps et de la fatigue aux opérateurs, chose qui va avoir un impact négatif sur leurs performance, et donc leur capacité journalière de production.

### III. Analyse des causes racine de problème :

Pour identifier les facteurs responsables des problèmes rencontrés, nous avons utilisé le fameux outil diagramme d’Ishikawa ; Afin de lister toutes les causes observé au terrain.

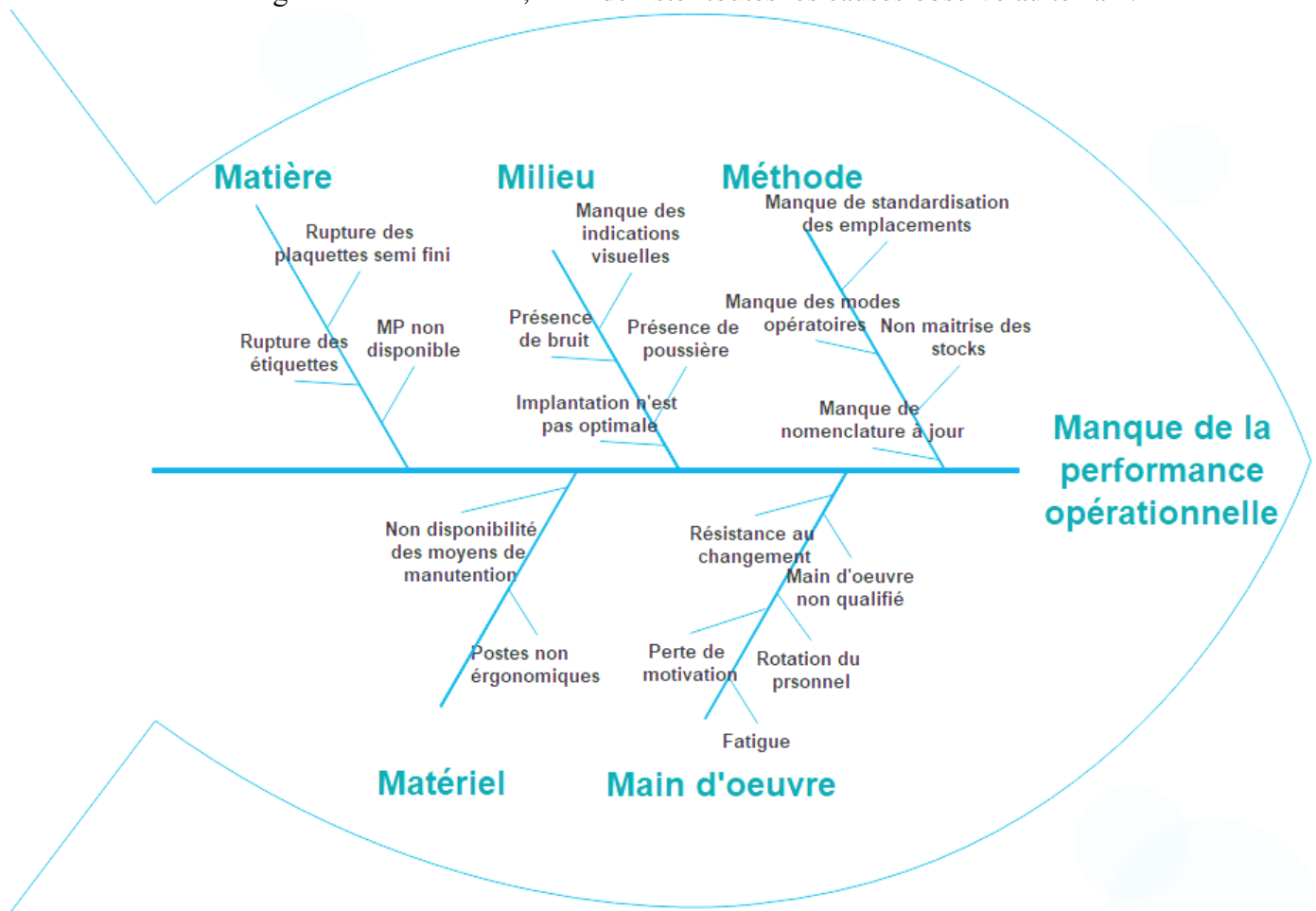


Figure 33 : Diagramme Ishikawa



Le tableau 14 explique les causes trouvées dans le diagramme d'Ishikawa .

Les 5 M	Anomalie	Explication
Matière	Rupture des plaquettes semi-fini.	La quantité des plaquettes semi-fini qu'on a dans le stock n'est pas suffisante pour répondre au besoin du client.
	Rupture des étiquettes.	Pour les étiquettes des références qui sont moins fréquentes on tombe en rupture de stock.
	MP non disponible.	En générale, on perd beaucoup du temps dans la recherche des ressources en matière.
Milieu	Manque des indications visuelles.	Il n'y a pas un management visuel qui aide les nouveaux opérateurs a maîtrisé l'atelier.
	Présence de bruit.	La machine de perçage génère beaucoup de bruit lors du travail.
	Présence de poussière	La garniture des plaquettes génère de la poussière.
	Implantation n'est pas optimale	L'implantation actuelle cause un flux compliqué de la matière et génère des déplacements inutiles.
Méthodes	Manque des modes opératoires.	Les postes ne contiennent pas des modes opératoires qui expliquent la procédure du travail.
	Manque de standardisation des emplacements	Les emplacements des ressources matériels ne sont pas standardisées.
	Manque d'une nomenclature à jour.	La nomenclature dont l'entreprise dispose ne reflète pas la réalité.
	Non maîtrise des stocks	Le stock n'est pas bien maîtrisé, pas d'idée claire sur l'état des stocks.
Matériel	Postes non ergonomiques	Le travail dans les postes de charge n'est pas confortable.
	Non disponibilité des moyens de la manutention.	La recherche du transpalette et du chariot prend toujours beaucoup de temps
Main d'œuvre	Fatigue	La distance parcourue par les opérateurs quotidiennement est grande, en plus le poids qu'ils lèvent est important.
	Perte de motivation	Les opérateurs ne sont pas motivés dans leur travail.



Les 5 M	Anomalie	Explication
	Rotation du personnel	Les nouveaux recrutés ont besoin d'une certaine période afin de s'habituer au travail
	Non qualification	Les opérateurs ne sont pas bien formés.
	Résistance au changement	Ceux qui sont anciens ne veulent pas changer leur manière de travail.

*Tableau 14 : Explication des causes trouvées dans le diagramme cause effet*

### **Conclusion**

La capacité de production des postes de charges est généralement suffisante pour atteindre l'objectif de 2000 jeux/jour sauf le cas des postes de collage du Shim et de fixation d'accessoire ; Ce problème est résolu en ajoutant un quatrième poste de collage du Shim et parfois des heures supplémentaires.

Lorsque nous avons fait la Gemba Walk nous avons observé beaucoup de gaspillage dont la majorité sont sous forme de déplacements inutiles.

Ces déplacements inutiles sont généralement un déplacement vers le stock pour ramener les ressources nécessaires ; Ils engendrent à la fois de la fatigue et des pertes du temps chose qui augmente le temps de stockage et impact négativement la performance de l'opérateur concerné. Ainsi que le stock de semi fini n'est pas bien maîtrisé, chose qui implique beaucoup de temps perdu à la recherche des références souhaitées, et même engendre des déplacements inutiles des opérateurs. L'implantation actuelle a un impact négatif à la fois sur le flux de la matière et sur les mouvements des opérateurs.

Finalement la rupture des étiquettes est l'une des causes du problème, le fait d'arrêter la production à cause de la rupture est très fréquent ; Et cela augmente le temps de stockage de la référence en cours de production.



**Chapitre 3**  
**Mise en place des solution**  
**proposées et gains apportés**

## I. Phase Innover

### 1. Introduction

Dans ce chapitre nous allons attaquer la phase d'innovation de la démarche DMAIC, en d'autres termes nous allons traiter les causes racines que nous avons trouvées dans la phase d'analyse, en innovant des solutions qui vont faire face à ces causes. Nous allons aussi citer les gains apportés par ces innovations.

### 2. Réimplantation de l'atelier

#### a) Démarche de la réimplantation

Afin d'optimiser le flux de matière, nous avons pensé à une implantation en chaîne c'est-à-dire les postes de travail disposés dans l'ordre des opérations successives ; Nous avons décidé de diviser l'atelier en deux zones la première sera dédiée à un laboratoire de contrôle qualité des plaquettes et aux zones de stockage des plaquettes semi-finis, La deuxième sera dédiée à l'opérationnel.

Le fait d'avoir le processus de personnalisation constitué de plusieurs flux de matière selon la référence nous a amené à faire une étude profonde du processus. D'après la nomenclature on sait que 75 % des références commencent par le poste de collage du Shim, donc il doit être le plus proche au monte-charge et aux zones de stockage ; D'une part le poste de fixation d'accessoire doit être en aval du poste du Shim car c'est l'ordre du flux le plus fréquent ; D'autre part 41 % des références nécessitent le passage par le marquage avant la fixation d'accessoire, donc nous étions amenés à avoir le deuxième poste de fixation d'accessoire en aval du marquage. Le poste de perçage doit être en amont du poste de fixation d'accessoire afin d'éviter le risque de détériorer l'accessoire lors du perçage. Le montage du T.U est la dernière opération avant le conditionnement et le poste du conditionnement est fixe.

Les rayonnages sont une source importante d'approvisionnement ; Ils doivent être le plus proche aux postes de charge afin de minimiser le temps de préparation.

Toutes ces contraintes ont été prises en compte lors de la planification de la nouvelle implantation de l'atelier.

b) Objectifs de la réimplantation

La figure 34 regroupe tous les objectifs de la réimplantation



Figure 34 : Les objectifs de la réimplantation

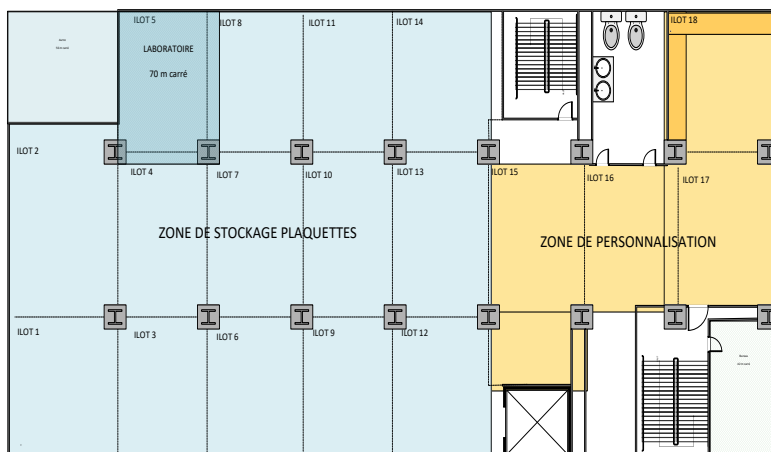
**Les zones de préparation :**

Pour chaque poste tous les intrants du jour doivent être préparé au préalable par un magasinier afin d'éviter les déplacements inutiles qui vont générer ensuite des pertes du temps. Pour ce faire nous devons standardiser l'emplacement de ces zones dans les postes de charge. En général des palettes en entrée et en sortie de chaque poste doivent avoir un emplacement standard. Un bac à bec pour tous ce qui est accessoires ou outillage.

**Un management visuel de l'atelier :**

Le management visuel a comme but la simplification des messages et la réduction des incompréhensions en plus il vise à visualiser et améliorer l'efficacité des processus en repérant rapidement les écarts entre la production planifié et celle réaliser afin de prendre des décisions efficaces. Le plan du management visuel que nous avons proposé est le suivant :

- o **Identification des zones (stock semi-fini, personnalisation)**

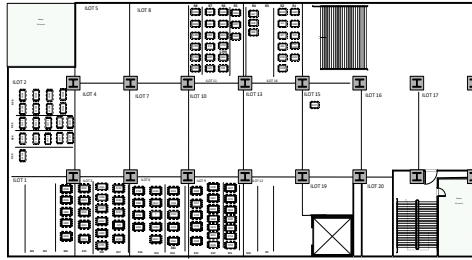


Panneau suspendu



○ **Identification des rayons semi-fini**

Plan de zone de stockage semi-fini (A3/A2 plastifié)



Registre des emplacements de références (Tarifold)



*Figure 35 : Tarifold*

Panneau d'identification accroché au murs (Plexiglass Vinyle) ou papier plastifié



○ **Identification des postes de charges**

Les outils nécessaires à l'identification des postes sont :



*Figure 38 : Panneau à pied*



*Figure 39 : Bac d'outil*



*Figure 40 : Bac de servitude*



*Figure 36 : Bac poubelle*



*Figure 37 : Bac des non conformes*

- **Un marquage au sol en résine et scotch de marquage (voir figure 44)**
- **Enregistrements de suivi**

Pour enregistrer les suivis de production dans l'atelier de personnalisation les ressources suivantes seront nécessaires :

Bac de collecte (Bac à courrier) :



Figure 42: Bac de collecte



Figure 41: Support métallique en L

### Registre de suivi de production

- **Identification des caisses plaquettes**

		: N° OF		
		: رقم امر الإنتاج		
		: Référence		
		: الريفيرونس		
G	D	: Quantité		
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	: الكمية		
		: Date de prod		
		: تاريخ الإنتاج		
S.F	Perc	Shim	Fix	Marq
<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>	<input type="checkbox"/>

Figure 43 : Etiquette plastifié accroché à corde

#### La zone d'approvisionnement :

L'une des causes des déplacements inutiles est le fait d'avoir le stock des accessoires très loin des postes de charge. Nous avons décidé de le rapprocher dans la nouvelle implantation, et de regrouper tous les rayonnages dans une zone d'approvisionnement.

#### Les moyens de manutention

La recherche de ces moyens prend généralement beaucoup de temps ; Ce qui fait que nous les avons dédiés un emplacement spécifique dans le plan.

#### Inventaire du stock de semi-fini

Afin de maîtriser le stock de semi-fini nous avons réalisé un inventaire, et réaliser un plan qui contient l'emplacement de chaque référence ; En plus nous avons réalisé un adressage de ce stock

c) Plan de la réimplantation

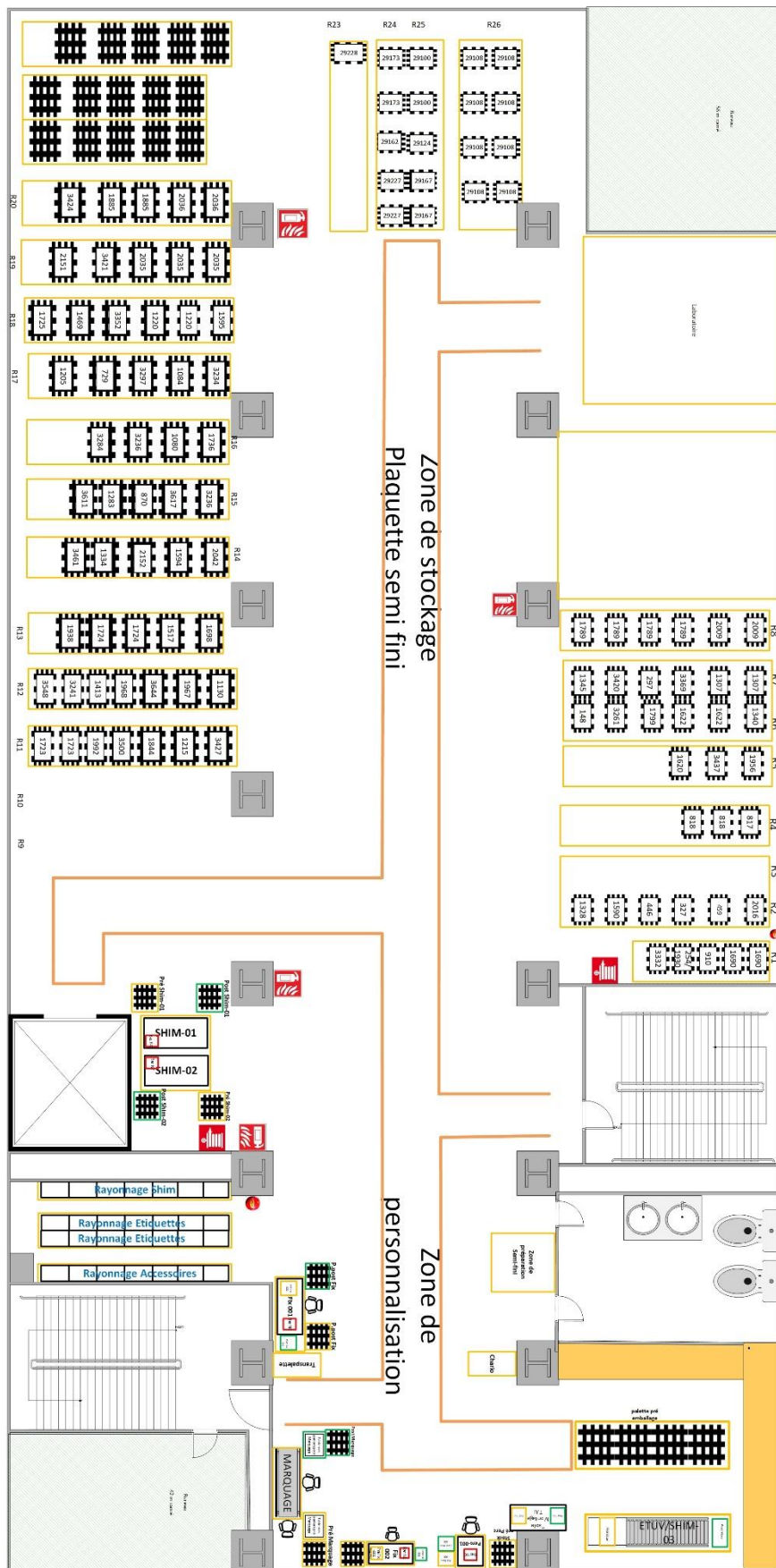


Figure 44 : Implantation future de l'atelier de personnalisation

### 3. Solution d'impression interne des étiquettes

La rupture des étiquettes cause des arrêts de production ; c'est l'un des facteurs qui causent l'insatisfaction des clients en termes de quantité. La solution que nous avons proposée est d'acheter une imprimante qui va permettre de faire l'impression des étiquettes en interne ; Le tableau suivant représente la fiche technique de l'imprimante choisi :

Type d'imprimante	Imprimante industrielle
	
<b>Modèle</b>	ZT411
<b>Marque</b>	Zebra
<b>Prix</b>	10 120 DH
<b>Ecran</b>	Écran couleur Tactile
<b>Mode d'impression</b>	Transfert thermique
<b>Largeur d'impression maxi</b>	104 mm
<b>Volume d'imp. quotidien</b>	Supérieur à 2000 étiquettes/jour
<b>Résolution</b>	203 dpi, 300 dpi, 600 dpi
<b>Vitesse d'impression</b>	356 mm/s
<b>Interfaces possibles</b>	RS232 + USB + Ethernet
<b>Accessoires inclus</b>	Cordon secteur, Câble USB
<b>Options</b>	Pré-décollage, Ré-enrouleur interne, Cutter
<b>Environnement</b>	Transport/Logistique, Industrie, Santé, Point de vente / Comptoir

Tableau 15 : Fiche technique d'imprimante



## II. Gains Apportés

### 1. Nouveau flux de matière

Le nouveau flux de la matière de la GDB 2157 et de toutes les référence en général est devenu très simple grâce à la réimplantation des postes de charge.

La figure suivante montre ce nouveau flux :

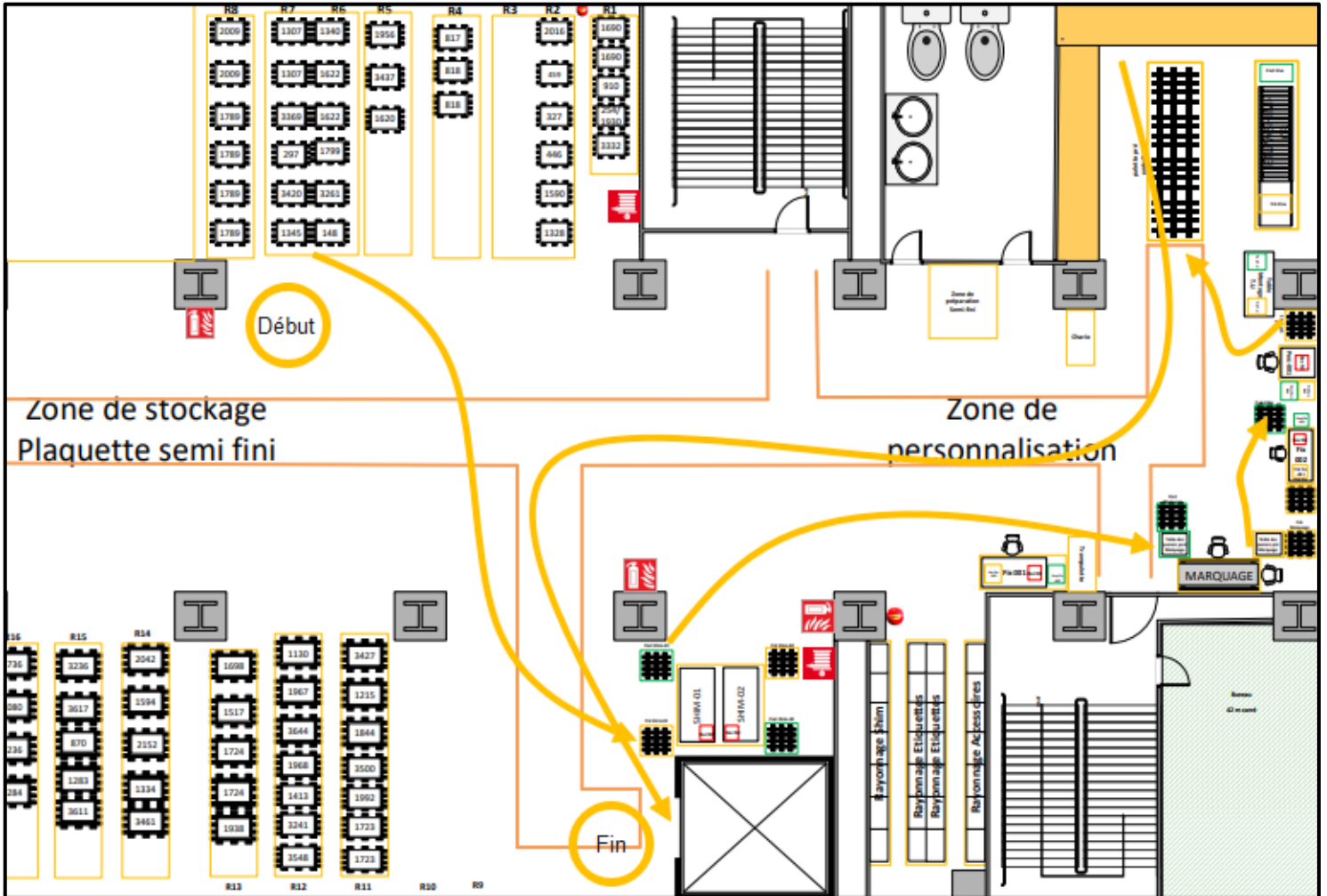


Figure 45 : Nouveau flux de GDB 2157

### 2. Réduction des déplacements inutiles

Grâce au fait d'avoir des zones de préparation devant chaque poste ; les déplacements inutiles seront donc presque éliminés et si jamais il y a un déplacement, la distance parcourue sera minimale grâce au nouvel emplacement des rayonnages des accessoires.

Le stock est bien maîtrisé, le temps de recherche des plaquettes semi fini est éliminé car on sait l'emplacement de chaque référence. En plus nous avons défini une zone de préparation du semi-fini. Même les moyens de manutention ont maintenant un emplacement bien défini.

### 3. Maitrise de stock

Grâce à l'inventaire réaliser, on dispose d'une idée claire sur nos stocks d'une part ; d'autre part nous avons verrouillé les entrées et les sorties en stock grâce à l'application de gestion de stock que nous avons développé.

### 4. Satisfaction de besoin en étiquettes

Grâce à l'imprimante ZT411, tous les références des étiquettes seront disponibles pour la production. En plus nous gagnons en termes de cout, le tableau suivant représente le gain en cout (en DH) :

<b>Prix de la ZT411</b>	<b>Prix d'impression de 300 000</b>	<b>Prix d'achat actuel de 300 000</b>	<b>Gain par commande</b>
10 120 DH	33900 DH	36900 DH	3000 DH

*Tableau 16 : Gain en DH suite à l'investissement dans la ZT411*

Suite à cet investissement on gagne 3000 DH par commande (300000 Etiquettes), ce qui va être rentable dès la quatrième commande.

### III. Phase de control

#### 1. Maintien de la maitrise du stock

##### a) L'objectif de l'application

L'inventaire du stock de semi-fini a été réalisé, afin de maintenir l'information fiable nous avons développé une application simple qui va permettre de verrouiller les entrées et les sorties en stock de semi-fini.

- **Le diagramme bête à cornes de l'application**

Un diagramme bête à cornes est un outil pour l'analyse fonctionnelle du besoin. C'est un schéma qui démontre si le produit est utile pour l'utilisateur, s'il répond à ses besoins.

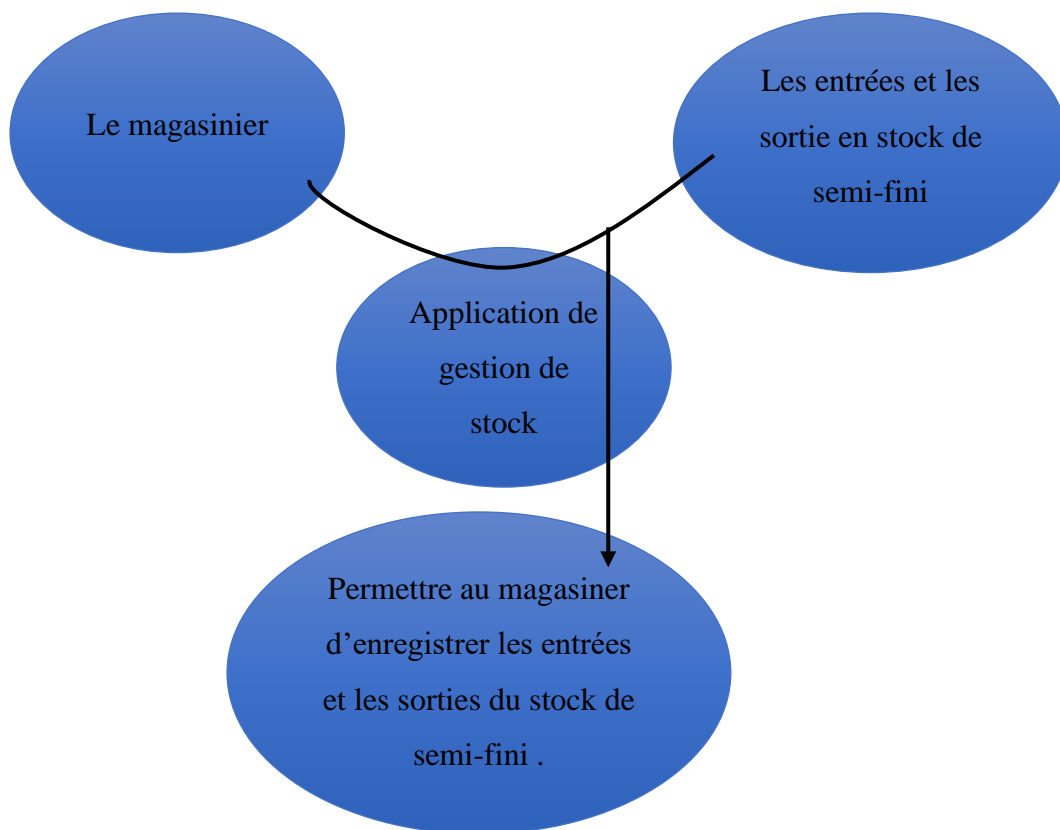


Figure 46 : Bête à corne de l'application de gestion de stock

b) Aperçu de l'application



Figure 47 : Interface de l'application de gestion de stock

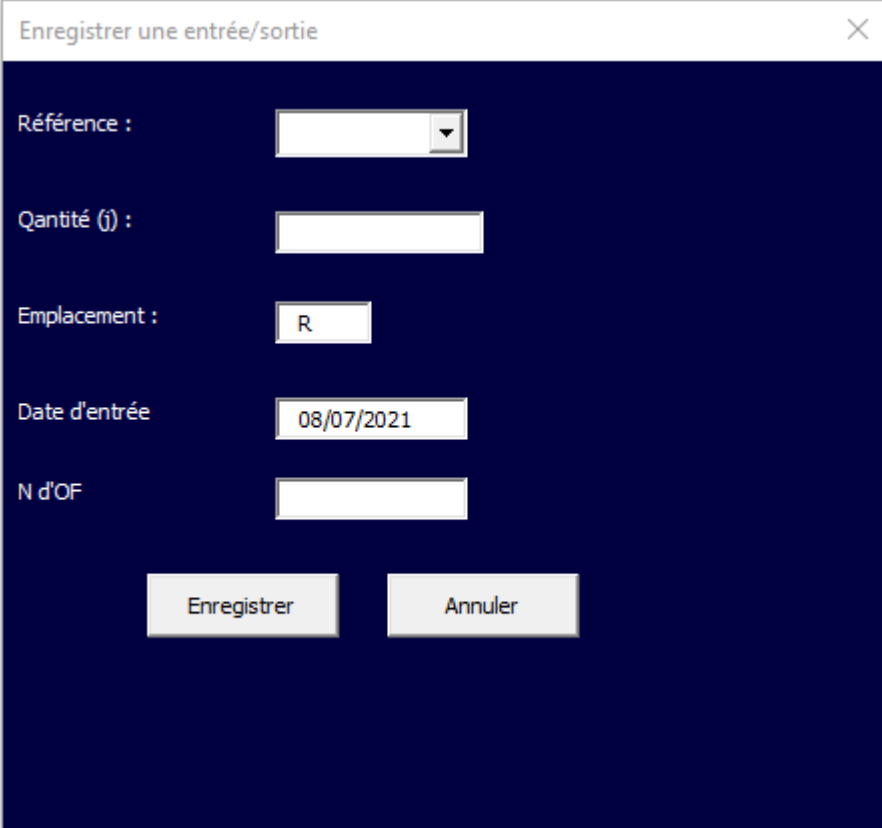
Le premier bouton de l'interface consiste à la consultation des entrées en stock, il nous amène vers la page de la figure 48 :

Ajouter une entrée

Réf	Qté	Emplacemé	Date d'en	N° d'OF
3461	200	R12	06/10/2021	1900
1084	120	R23	06/10/2021	1750
3241	380	R12	06/10/2021	1980
400	120	R5	06/10/2021	1980
400	180	R5	06/10/2021	1800
400	500	R10	06/10/2021	1900
2157	120	R1	06/10/2021	1200
1500	1500	R1	06/10/2021	1200
400	600	R1	06/10/2021	1200
3332	1000	R1	06/11/2021	1890
1121	200	R4	16/06/2021	1909
327	200	R3	17/06/2021	2100180
1340	900	R1	07/06/2021	1900

Figure 48 : Table des entrées en stock

Les entrées sont enregistrées dans une table de données qui a comme attribues la référence, la quantité, l'emplacement dans le stock, la date de l'entrée et le numéro d'ordre de fabrication (OF). Le bouton 'Ajouter une entrée' nous amène vers la figure 49 :



The image shows a web form titled "Enregistrer une entrée/sortie". The form is set against a dark blue background. It contains the following fields and controls:

- Référence :** A dropdown menu.
- Quantité (j) :** A text input field.
- Emplacement :** A text input field containing the letter "R".
- Date d'entrée :** A date input field containing "08/07/2021".
- N d'OF :** A text input field.
- At the bottom, there are two buttons: "Enregistrer" and "Annuler".

*Figure 49 : Formulaire d'enregistrement des entrées*

Après le remplissage du formulaire de la figure 49, l'entrée est automatiquement enregistrée sur la table des entrées lorsque le bouton 'Enregistrer' est cliqué.

Le deuxième bouton de l'interface nous amène vers la table des sorties ; C'est le même principe que celui des entrées.

Le troisième bouton nous renvoie vers le stock actuel qui est représenté sur la figure 50 :

Référenc	Emplaceme	Quantité en (j)
400	R5	1600
911	R6	1200
1864	R12	700
1084	R23	120
3241	R12	380
1500	R1	1500
400	R1	600
3332	R1	1000
1121	R4	100
327	R3	50
1340	R1	900

Figure 50 : Stock actuel

Le stock actuel est mis à jour automatiquement en se basant sur les entrées et les sorties enregistrées.

## 2. Gammes 5S


Afin de garder l’atelier bien organisé ; un pourcentage du temps des opérateurs sera dédié à une tâche 5S, nous avons rédigé un exemple de document qui contient l’état organisé du poste de moulage l’opérateur du poste sera responsable de l’organisation de son poste.

Gamme 5S

Référence doc


Date d'application 21/06/2021

**Secteur : Zone de Moulage**

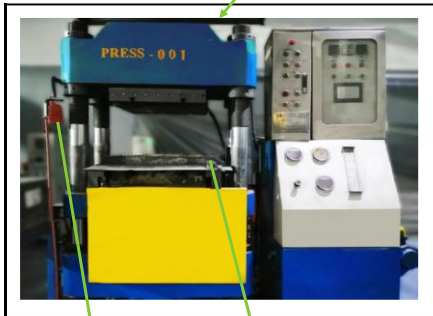


Propreté, rangement et organisation du poste, des documents

1


**Poste de moulage**


2

**Coté gauche du poste de moulage**


Pulvérisateur de produit de nettoyage dy moule.

Outils de nettoyage de moule

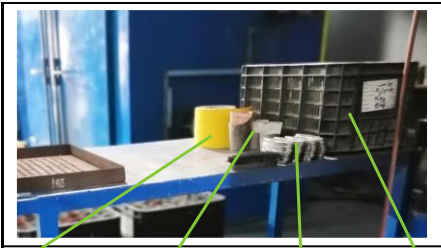


Gobelets du mélange avant la consommation

Bac des pièces non conformes

Plateaux vides

Plateaux lors de la production



Papier abrasif

Gobelets de sous-couche

Supports collé

Gobelets du mélange lors de la production.

Opérations 5S

N°	Secteur	Appareils de nettoyage	Qui	Critères et désignation standard 5S
1	photo 1	Visuel, chiffons / nettoyant sol	OP+F	Le poste est identique à la photo 1, chaque chose est à son emplacement ou l'emplacement est libre.
	photo 2	Visuel, chiffons / nettoyant mach	OP	La presse est propre, les outils de nettoyage de moule sont à leur emplacement.
2	photo 3	Visuel, chiffons / nettoyant sol	OP+F	La table est à son emplacement, les paniers des gobelets du mélange sont à leur emplacement, le bac rouge et les plateaux sont à leur emplacement.
	photo 4	Visuel, chiffons	OP+F	Les intrants du moulage sont à leur emplacements sur la table.

Toute anomalie doit être corrigée immédiatement ou le responsable doit être informé si cela n'est pas possible.  
Lorsque l'audit est réalisé et conforme, je coche la case de mon équipe du jour concerné

1/2

Pour tout problème constaté, prévenir son responsable

Figure 51 : Gamme 5S du poste de moulage

## Conclusion générale

Notre projet avait pour but, dans un contexte Lean, l'analyse de l'état actuel de l'atelier de personnalisation de Brigh Sud Automotive, la proposition d'actions afin de réduire le temps de traversé et améliorer la performance de l'atelier.

Pour avoir un enchaînement logique tout au long de notre projet, nous avons adopté la démarche DMAIC. En commençant par une définition détaillée du problème qui est l'insatisfaction des clients en termes de quantité. Afin de savoir s'il s'agit d'un problème de capacité nous avons effectué un chronométrage des postes de charge, après la comparaison entre la capacité et la charge journalière, nous avons déduit qu'il ne s'agit pas d'un problème de capacité à 100%. Ce qui fait que nous avons attaqué la phase d'analyse, en la commençant par une identification du périmètre de l'analyse à cause du fait que le processus de personnalisation est compliqué ; Après nous avons réalisé une analyse de déroulement qui va permettre de chronométrer les différents types d'opération constituant le Lead Time. Le résultat de l'analyse de déroulement nous a donné une majorité du temps de stockage, ce qui implique des gaspillages cachés par ce temps. Les déplacements inutiles sont l'une des causes primordiales de perte du temps dans l'atelier, nous avons fait une analyse des causes afin de trouver les causes racines du problème. Dans la phase d'innovation nous avons proposé une réimplantation de l'atelier avec des chantier 5S et un management visuel (marquage au sol ...) en addition nous avons défini un emplacement standard à toute chose jugé utile. En parallèle nous avons réalisé un inventaire du stock afin de le maîtriser. Une imprimante des étiquettes a été proposée afin de faire face au problème de rupture des étiquettes.

Pour les gains apportés, d'une part en réduisant les déplacements inutiles et le temps perdu à cause de désordre, le temps de stockage va diminuer ensuite le Lead Time. D'autre part la rupture des étiquettes n'est plus un problème grâce à l'impression interne des étiquettes, en plus un gain de 3000 DH par commande a été apporté par cet investissement de 10120 DH.

Dans la phase de control, afin de maintenir l'état du stock bien maîtrisé nous avons développé une application simple de gestion de stock. Des gamme 5S sont rédigés pour chaque poste afin de les maintenir bien organisés. Pour assurer la bonne gestion, les solutions proposées sont plus ou moins efficaces en dépendant du taux de respect des procédures, l'état parfait sera d'investir sur un ERP (Entreprise ressources planning) afin de maîtriser le management de la production.



## **Bibliographie :**

<https://www.bluelean.fr/blog/outils-lean/l-analyse-de-deroulement.html>

<http://christian.hohmann.free.fr/>

<https://www.six-sigma-material.com/>

Nomenclature des plaquettes de freins des voitures légers.

## Annexes

### Annexe 1 : Classement des références selon la quantité vendue dans 3 mois

Référence	Quantité commandée de mois 1 au mois 4 (Jeux)	Cumul	% Cumulé
3332	9161	9161	9,64%
2157	8425	17586	18,51%
264	4582	22168	23,33%
1321	4041	26209	27,58%
400	3968	30177	31,76%
446	3284	33461	35,22%
2016	3195	36656	38,58%
459	3018	39674	41,76%
317	2339	42013	44,22%
817	1879	43892	46,19%
1463	1865	45757	48,16%
1121	1554	47311	49,79%
1340	1530	48841	51,40%
1340	1530	50371	53,01%
297	1525	51896	54,62%
1799	1243	53139	55,93%
1690	1233	54372	57,22%
254	1203	55575	58,49%
3435	1203	56778	59,76%
1789	1162	57940	60,98%
458	1142	59082	62,18%
3221	1101	60183	63,34%
1260	1076	61259	64,47%
1590	985	62244	65,51%
910	971	63215	66,53%
1345	908	64123	67,49%
818	889	65012	68,42%
1786	881	65893	69,35%
903	841	66734	70,23%
2042	780	67514	71,06%
2035	775	68289	71,87%
294	753	69042	72,66%
911	747	69789	73,45%
3500	743	70532	74,23%
1671.04	722	71254	74,99%

<b>1885</b>	720	71974	75,75%
<b>1698</b>	716	72690	76,50%
<b>3466</b>	710	73400	77,25%
<b>1891</b>	702	74102	77,99%
<b>1622</b>	685	74787	78,71%
<b>3369</b>	668	75455	79,41%
<b>1386</b>	640	76095	80,09%
<b>148</b>	628	76723	80,75%
<b>1910</b>	616	77339	81,40%
<b>3437</b>	607	77946	82,03%
<b>3611</b>	580	78526	82,65%
<b>1864</b>	559	79085	83,23%
<b>3261</b>	558	79643	83,82%
<b>1697</b>	535	80178	84,38%
<b>2036</b>	499	80677	84,91%
<b>1550</b>	465	81142	85,40%
<b>1703</b>	465	81607	85,89%
<b>1785</b>	444	82051	86,35%
<b>1500</b>	418	82469	86,79%
<b>1841</b>	413	82882	87,23%
<b>1084</b>	410	83292	87,66%
<b>1956</b>	409	83701	88,09%
<b>3502</b>	401	84102	88,51%
<b>3548</b>	381	84483	88,91%
<b>3644</b>	362	84845	89,30%
<b>1903</b>	353	85198	89,67%
<b>3427</b>	350	85548	90,04%
<b>1030</b>	339	85887	90,39%
<b>1724</b>	335	86222	90,74%
<b>1442</b>	308	86530	91,07%
<b>1220</b>	305	86835	91,39%
<b>1130</b>	284	87119	91,69%
<b>1263</b>	280	87399	91,98%
<b>3297</b>	277	87676	92,27%
<b>3461</b>	267	87943	92,56%
<b>3364</b>	264	88207	92,83%
<b>3448</b>	260	88467	93,11%
<b>870</b>	256	88723	93,38%
<b>1681</b>	255	88978	93,65%
<b>1723</b>	241	89219	93,90%
<b>1992</b>	236	89455	94,15%

<b>1939</b>	233	89688	94,39%
<b>2152</b>	232	89920	94,64%
<b>3617</b>	231	90151	94,88%
<b>1517</b>	222	90373	95,11%
<b>1335</b>	218	90591	95,34%
<b>1957</b>	199	90790	95,55%
<b>2175</b>	193	90983	95,76%
<b>1194</b>	180	91163	95,94%
<b>1357</b>	173	91336	96,13%
<b>1655</b>	167	91503	96,30%
<b>3467</b>	163	91666	96,47%
<b>1044</b>	158	91824	96,64%
<b>1283</b>	154	91978	96,80%
<b>1464</b>	149	92127	96,96%
<b>3420</b>	146	92273	97,11%
<b>1307</b>	145	92418	97,27%
<b>1403</b>	145	92563	97,42%
<b>3418</b>	142	92705	97,57%
<b>2151</b>	141	92846	97,72%
<b>1334</b>	140	92986	97,86%
<b>1761</b>	140	93126	98,01%
<b>1736</b>	130	93256	98,15%
<b>1413</b>	130	93386	98,28%
<b>3236</b>	121	93507	98,41%
<b>1468</b>	114	93621	98,53%
<b>1048</b>	110	93731	98,65%
<b>3424</b>	103	93834	98,76%
<b>1469</b>	97	93931	98,86%
<b>1049</b>	91	94022	98,95%
<b>3366</b>	88	94110	99,05%
<b>3412</b>	86	94196	99,14%
<b>1094</b>	77	94273	99,22%
<b>1193</b>	66	94339	99,29%
<b>1725</b>	65	94404	99,36%
<b>2009</b>	57	94461	99,42%
<b>1276</b>	51	94512	99,47%
<b>1595</b>	50	94562	99,52%
<b>3284</b>	42	94604	99,57%
<b>1286</b>	40	94644	99,61%
<b>1105</b>	36	94680	99,65%
<b>3419</b>	33	94713	99,68%

<b>3241</b>	30	94743	99,71%
<b>3403</b>	30	94773	99,74%
<b>1594</b>	30	94803	99,78%
<b>729</b>	28	94831	99,81%
<b>3535</b>	23	94854	99,83%
<b>1215</b>	23	94877	99,85%
<b>3234</b>	22	94899	99,88%
<b>3352</b>	21	94920	99,90%
<b>1844</b>	21	94941	99,92%
<b>1080</b>	21	94962	99,94%
<b>1358</b>	13	94975	99,96%
<b>1967</b>	10	94985	99,97%
<b>3545</b>	10	94995	99,98%
<b>2005</b>	10	95005	99,99%
<b>823</b>	9	95014	100,00%
<b>1205</b>	2	95016	100,00%
<b>TOTAL</b>	95016		

## Annexe 2 : Données du chronométrage défini par le BIT :

Habilité			Opérateur
Qualificatif	Sym	Correctif	
Excessive	A1	0,15	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Exécutant la tâche depuis des années</li> <li>- Doué naturellement</li> <li>- N'a plus à réfléchir à son travail</li> <li>- Qualité de travail irréprochable</li> </ul>
	A2	0,13	
Excellente	B1	0,11	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Parfaitement habitué au travail</li> <li>- Travail avec précision</li> <li>- Ayant pleinement confiance en soi</li> <li>- Erreurs presque inexistantes</li> </ul>
	B2	0,8	
Bonne	C1	0,6	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Sait réparer les erreurs</li> <li>- Opérateur autonome</li> <li>- Résultat de travail conforme aux spécifications</li> </ul>
	C2	0,3	
Moyenne	D	0	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Travail avec une adresse suffisante</li> <li>- Adapté au travail</li> <li>- sait préparer son travail</li> </ul>
Passable	E1	-0,05	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Opérateur peu apte, mais habitué au travail</li> <li>- Opérateur relativement nouveau</li> <li>- A peu près familiarisé avec la machine et le poste</li> </ul>
	E2	-0,1	
Médiocre	F1	-0,16	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Débutant ou inapte</li> <li>- Hésitant sur son mode opératoire</li> <li>- S'arrête entre les mouvements</li> <li>- A des gestes gauches ou maladroites</li> </ul>
	F2	-0,22	

Activité			
Qualificatif	Sym	Correctif	Opérateur
Acrobatique	A1	0,13	- Il adopte une cadence impossible à suivre - Son activité bien que parfaite présente à terme des risques pour sa santé
	A2	0,12	
Excellente	B1	0,1	- Il travail vite - Il s'intéresse beaucoup à son travail - Il s'efforce à faire mieux que les autres - Il peut être partenaire du technicien d'étude du travail
	B2	0,08	
Bonne	C1	0,05	- Peu de temps perdu - Il s'intéresse à son travail - Travail à la cadence soutenue - Il demande conseil et fait des suggestions
	C2	0,02	
Moyenne	D	0	- Il travaille régulièrement - Il accepte les suggestions, sans en faire lui-même - "ni bon ni mauvais"
Passable	E1	-0,04	- L'opérateur disperse son attention - Il apporte à son travail un minimum d'énergie - Il joue sur son mode opératoire
	E2	-0,08	
Médiocre	F1	-0,12	- Visiblement l'opérateur tue le temps - il manque de goût pour son travail - Opérateur manifestement démotivé
	F2	-0,17	

Conditions de travail		
Qualitatif	Sym	Correctif
Optimum	A	0,08
Excellente	B	0,04
Bonne	C	0,02
Moyenne	D	0
Passable	E	-0,03
Médiocre	F	-0,02

Stabilité			
Qualitatif	Sym	Correctif	Taux d'aléas
Très poussée	A	0,04	≤ 10%
Excellente	B	0,03	10% < ?? ≤ 15%
Bonne	C	0,01	15% < ?? ≤ 25%
Moyenne	D	0	25% < ?? ≤ 30%
Passable	E	-0,02	30% < ?? ≤ 50%
Médiocre	F	-0,04	> 50%

**Tableau récapitulatif des coefficients Dxp**

Coef. DP		Main d'œuvre masculine											Main d'œuvre féminine				
Position		Effort en Kg											Effort en Kg				
Effort simple	Effort combiné	0-1	1-3	3-8	8-10	10-15	15-20	20-25	25-30	30-35	35-40	40-45	0-1	1-3	3-8	8-10	10-15
		1,08	1,09	1,10	1,12	1,14	1,16	1,18	1,20	1,22	1,24	1,26	1,07	1,08	1,10	1,13	1,18
		1,11	1,12	1,13	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,10	1,11	1,13	1,17	1,21
		1,13	1,14	1,15	1,17	1,19	1,21	1,23	1,25	1,27	1,29	1,31	1,12	1,13	1,15	1,19	1,24
		1,15	1,16	1,17	1,19	1,21	1,23	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,13	1,15	1,17	1,21	1,26
		1,17	1,18	1,19	1,21	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,34	1,36	1,15	1,17	1,19	1,23	1,30
		1,19	1,20	1,21	1,24	1,26	1,28	1,30	1,32	1,35	1,37	1,39	1,17	1,19	1,21		
		1,24	1,25	1,26	1,28	1,30	1,32	1,35	1,37	1,39	1,42	1,44	1,21	1,23	1,26		
		1,26	1,27	1,28	1,30	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,46					
		1,26	1,29	1,30	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,47	1,49					
		1,32	1,33	1,35	1,37	1,40	1,42	1,44	1,47	1,49	1,52	1,54					
		1,39	1,40	1,41	1,44	1,46	1,49	1,51	1,54	1,56	1,59	1,61					



### Annexe 3 : Résultat du chronométrage

HAB	Chronométrage										
ACT	Bader & Younes	Alami	Alami	Samir	Rwicha	Samir	Mohammed	Anas	Anas/Moham med	Anas	
CT											
STAB											
JE	MARO-001	Emballage	Biquetage	Perçage	FIX-001	FIX-002	SHIMS	SHIMS	SHIMS Avec colle	Collage du cable	
Essais réalisés	1	05.80	23.13	05.38	26.32	10.83	16.59	19.62	21.50	17.00	
	2	07.64	24.90	07.80	24.25	13.15	15.87	17.33	23.30	14.00	
	3	05.08	25.70	05.78	19.00	10.25	09.65	16.52	16.17	09.50	
	4	04.00	25.77	08.25	10.75	20.55	22.37	18.57	15.89	22.50	14.50
	5	06.78	14.00	05.50	14.00	09.65	10.00	18.30	16.20	18.30	15.67
	6	03.50	15.00	06.50	11.75	22.37	10.50	15.58	17.95		
	7	05.92	16.00	04.75	10.00	19.00	08.00				
	8	04.24	16.83	07.75	12.50	10.75	12.00				
	9	03.82	14.00	09.75	15.00	14.25	08.00				
	10	03.79	17.25	04.63	10.50	11.75	12.00				
Habilité	0.80	0.13	0.13	0.00	0.60	0.60	0.30	0.30	0.30	0.30	
Activité	0.10	0.10	0.10	0.00	0.05	0.02	0.00	0.00	0.00	0.00	
Conditions travail	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	0.00	
max	07.64	25.77	09.75	26.32	22.37	22.37	18.57	19.62	27.50	17.00	
min	03.50	14.00	04.63	10.00	09.65	08.00	15.58	15.89	18.30	09.50	
T moyen	05.06	19.26	06.61	15.41	14.25	12.33	17.24	17.19	22.62	14.13	
Taux d'écarts %	81.87979705	61.0990913	77.55033416	105.9256778	89.16268022	116.5113687	17.36529491	21.7052839	40.65231102	53.063535	
coef stabilité	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	-0.04	0.01	0.01	-0.02	-0.04	
To = T moy X JE	09.40	22.92	07.86	14.79	22.95	19.49	22.58	22.52	28.95	17.81	
COEFF.DP	1.11	1.08	1.08	1.08	1.11	1.11	1.08	1.08	1.08	1.08	
Th = To X DP	10.44	24.75	08.49	15.97	25.48	21.63	24.39	24.33	31.27	19.23	



## Annexe 5 : Le Gemba Walking

Le terme « Gemba » vient du japonais et signifie « le vrai lieu ». Dans le lean management, « Gemba » est le lieu le plus important pour une équipe, car c'est là que le travail s'effectue vraiment.

C'est assez simple, pour les groupes de musique le « Gemba » est le studio d'enregistrement. Pour les équipes de Formule 1, le « Gemba » est là où la voiture se trouve. Pour les industriels, c'est l'atelier et ainsi de suite. En d'autres termes, c'est là où s'effectue vraiment le travail, vous pouvez donc observer et l'analyser.

La marche Gemba est un concept développé par Taïchi Ohno, qui est souvent considéré comme le père de la production juste-à-temps.

En développant un tel concept, Ohno propose une véritable opportunité aux cadres de quitter leur routine quotidienne, de voir où s'effectue vraiment le travail et de tisser des relations basées sur la confiance mutuelle avec les travailleurs.

Il y a 3 éléments importants pour cet outil du lean manufacturing :

**Aller et voir.** L'idée de base de la marche Gemba est que les responsables et les meneurs de tous les niveaux doivent régulièrement passer dans l'atelier et s'impliquer dans la recherche de gaspillages.

**Demander pourquoi :** Le principal objectif d'une marche Gemba est d'examiner la chaîne de valeur en détail et d'identifier les parties problématiques grâce à une communication active. Le bon meneur est toujours davantage disposé à écouter plutôt qu'à parler. C'est pourquoi vous pouvez utiliser différentes techniques, comme les 5 pourquoi, afin d'identifier les parties problématiques du processus.

**Respecter les individus.** Gardez en tête qu'une marche Gemba n'est pas une « marche de chef ». Porter des accusations et blâmer les individus n'est pas ce que vous devez faire. Vous n'êtes pas là pour juger et évaluer les résultats. Vous êtes là pour collaborer avec l'équipe et trouver les problèmes ensemble. Essayez de vous concentrer sur le fait de trouver les points faibles du processus, pas les individus.



## Stage effectué à : BRIGH SUD AUTOMOTIVE

Mémoire de fin d'études pour l'obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

**Nom et prénom : EL ATMANI Soufian**

**Année Universitaire : 2020/2021**

**Titre : Amélioration de la performance opérationnelle de la ligne de production des plaquettes de frein.**

### Résumé

Ce Projet entre dans le cadre de l'adoption de la stratégie Lean management dans la société BRIGH SUD AUTOMOTIVE spécialisé dans la fabrication des pièces de rechange automobiles, l'objectif est de réduire le Lead Time de la ligne de production des plaquettes de frein ; Après une présentation de l'organisme d'accueil et du pilotage stratégique du projet, j'ai choisi la démarche DMAIC comme méthode de résolution de problème, puis j'ai passé à la première phase pour définir la problématique. Ensuite et afin de mesurer la situation actuelle, je me suis basée sur le chronométrage des étapes de personnalisation et j'ai identifié les différents types de gaspillage, et par la suite j'ai analysé les problèmes constatés dans la phase de mesure en vue de déterminer les causes racines.

Finalement j'ai proposé des solutions adéquates afin de réduire le Lead Time et d'améliorer la performance opérationnelle de l'atelier. Pour le maintien de ces améliorations des actions ont été réalisées.

**Mots clés : Amélioration continue, Lead Time, Performance opérationnelle, 5S, Muda.**

### Abstract

This Project is part of the Lean management strategy adopted by the company BRIGH SUD AUTOMOTIVE specializing in the manufacture of automotive spare parts, the objective of reducing the Lead Time of the brake pad production line ; After a presentation of the host organization and the strategic management of the project, I chose the DMAIC approach as a problem-solving method, then I moved on to the first phase to define the problem. Then and in order to measure the current situation, I based myself on the timing of the personalization steps and I identified the different types of waste, and subsequently I analyzed the problems observed in the measurement phase with a view to determine the root causes.

Finally, I proposed adequate solutions to reduce lead time and improve the operational performance of the workshop. To maintain these improvements, actions have been taken.

**Mots clés : Continuous Improvement, Lead Time, Operational performance, 5S, Muda.**

Faculté des Sciences et Techniques - Fès

☒ B.P. 2202 – Route d'Imouzzer – FES

☎ 212 (0) 35 60 29 53 Fax : 212 (0) 35 60 82 14