

Année Universitaire : 2018-2019



Master Sciences et Techniques en Génie Industriel

## MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du Diplôme de Master Sciences et Techniques

# La réimplantation et l'optimisation de la productivité de l'atelier soubassement en utilisant des outils LEAN

Lieu : RENAULT TANGER EXPLOITATION

Référence : 21 /19-MGI

Présenté par:

SLASLI Kaoutar  
LOTFI Mohammed Amine

Soutenu Le 19 Juin 2019 devant le jury composé de:

- Mme. TAJRI Ikram (encadrant)
- Mme. SLAOUI Samira (co-encadrante)
- Mr. EDDERGHAMY Mohammed (encadrant Société)
- Mr. RAMADANY Mohammed (examinateur)

# Dédicaces

## ***A nos chers parents***

*Aucun mot, ne saura exprimer tout l'amour que nous portons en nous pour vous, vous avez été toujours présents à nos côtés pour partager les bons comme les mauvais moments, pour nous conseiller et surtout pour nous encourager à donner le meilleur de nous.*

*Merci de nous aimer comme vous le faites si merveilleusement.*

## ***A notre très chère grande famille***

*Ton amour, tes encouragements et tes prières ont fait de nous les personnes que nous sommes aujourd'hui*

*Nous vous aimons de tous nos cœurs*

## ***A tous nos amis***

*Pour la merveilleuse amitié qui nous a liée pendant toutes nos années d'études, pour les merveilleux moments que nous avons partagés ensemble. Vous avez fait de ces années, une période inoubliable et pleine d'expériences.*

*Vous resterez gravé dans nos cœurs.*

*Nous vous aimons.*

## ***Et à tous ceux que nous avons omis de citer***

*Que ce travail si modeste soit pour vous le témoignage de notre reconnaissance, nos remerciements et notre respect.*

## Remerciements

Nous ne saurions laisser l'occasion de l'achèvement de ce travail sans exprimer nos vifs remerciements, et notre sincère reconnaissance à tous ceux et celles qui ont fait de leur mieux pour que l'élaboration de ce travail se passe dans les meilleures conditions.

Nous tenons à remercier la société *Renault-Nissan Tanger* de nous avoir accepté en tant que stagiaires au sein de son établissement.

Nous tenons à remercier le Directeur Général de *Renault-Nissan Tanger* ainsi que tout le personnel du département DIVD Tôlerie qui n'ont ménagé aucun effort afin de faciliter la compréhension des travaux et tous ceux qui nous ont prêté main forte et nous ont accueilli chaleureusement durant notre stage surtout notre encadrant de stage **Mr.EDDERGHAMY Mohammed** et **Mr.MAMZA Ayoub** et **Mr.ELKABBOURI Hamza** ainsi que **Mr.MANSOUR Mohcine** et **Mr.MAIMOUNE Abdelilah** pour leurs conseils et leur disponibilité.

Nous souhaitons remercier l'ensemble des enseignants à la FST de Fès et surtout les professeurs responsables de la formation Génie industriel en particulier notre encadrante Madame **TAJRI Ikram** ainsi que notre co-encadrante Madame **SLAOUI Samira** pour tout le savoir qu'elles nous nous apporté et pour leurs précieux conseils et implications tant humaines que scientifiques.

Nous remercions de même Monsieur **RAMADANY Mohammed** d'avoir accepté d'évaluer notre modeste travail.

Nos profondes reconnaissances et remerciements vont également à nos parents pour le soutien et la compréhension dont ils ont fait preuve à notre égard.

Veillez trouver ici l'expression de notre gratitude.

## Liste des figures

Figure 1 : Modèles fabriqués à RENAULT TANGER EXPLOITATION .....	3
Figure 2 : Usine Renault Exploitation Tanger.....	3
Figure 3 : L'organigramme de Renault-Nissan de Tanger .....	4
Figure 4: Processus de fabrication du département Emboutissage .....	5
Figure 5 : Processus de fabrication du département Tôlerie .....	6
Figure 6 : Processus de fabrication du département Peinture .....	7
Figure 7 : Flux de production de l'usine Renault Tanger .....	7
Figure 8 : Articles de l'atelier soubassement .....	8
Figure 9 : Articles de l'atelier de côtés de caisse .....	9
Figure 10 : Articles de l'atelier AG, CDC, et base roulante .....	10
Figure 11 : Articles de l'atelier ferrage .....	10
Figure 12 : Organigramme du département DIVD .....	11
Figure 13 : Bête à corne ou diagramme d'expression de besoin .....	13
Figure 14 : L'implantation actuelle de l'unité arrière et centrale .....	18
Figure 15 : Le Diagramme SIPOC de l'unité centrale.....	20
Figure 16 : Le diagramme SIPOC de l'unité arrière.....	20
Figure 17 : L'analyse temps avant-projet communiqué par l'APW .....	21
Figure 18 : La répartition des VA et NVA par opérateur et par poste pour l'unité centrale.....	25
Figure 19 : La répartition des VA et NVA par opérateur et par poste pour l'unité arrière.....	26
Figure 20 : Le diagramme spaghetti pour l'unité centrale et arrière .....	27
Figure 21 : La VSM initial de l'unité arrière .....	28
Figure 22 : ISHIKAWA ou diagramme cause-effet.....	30
Figure 23 : Logigramme d'implantation des améliorations.....	33
Figure 24 : La proposition 1 de l'implantation de l'unité arrière et centrale.....	37
Figure 25: La proposition 2 de l'implantation de l'unité arrière et centrale.....	38
Figure 26 : Le graphe des temps de cycle de l'unité arrière après le réaménagement.....	42
Figure 27 : Le graphe des temps de cycle pour l'unité centrale après le réaménagement.....	43
Figure 28 : Le graphe des ratios d'engagement des postes de l'unité arrière.....	44
Figure 29 : Le ratio d'engagement des postes de l'unité centrale .....	45
Figure 30 : Diagramme SPAGHETTI du poste TR57 de l'état avant .....	46
Figure 31 : Diagramme SPAGHETTI du poste TR57 après l'amélioration.....	47

## Liste des abréviations :

**Av:** Avant

**AR:** Arrière

**UET :** Unité Elémentaire de Travail

**AG :** Assemblage général

**APW :** Alliance Production Way

**AP:** Agent de Production

**CAMI :** Chargé d'Affaires et des Moyens Industriels

**CDC :** Côté De Caisse

**Cmin :** Centiminute

**DIVD :** Direction Ingénierie des Véhicules Décentralisées

**DMAIC :** Define, Measure, Analyse, Improve, Control

**FOP:** Feuille d'Opérations Process

**FOS :** Feuille d'Opérations Standard

**NVA:** Non-Valeur Ajoutée

**VA :** Valeur Ajoutée

**TCY :** Temps de Cycle

**CUET :** Chef Unité Elémentaire de Travail

**CA:** Chef Atelier

**SIPOC:** Supplier, Inputs, Process, Outputs, Customers

## Liste des tableaux

Tableau 1 : La méthode QQQQCP.....	16
Tableau 2 : Récapitulatif de l'état actuel de l'unité arrière et centrale .....	19
Tableau 3 : Chiffrage du temps de cycle des postes de préparation de l'unité centrale .....	22
Tableau 4 : Chiffrage du temps de cycle des postes de préparation de l'unité arrière.....	22
Tableau 5 : Chiffrage du temps de cycle des postes d'assemblage de l'unité arrière .....	23
Tableau 6 : Chronométrage du temps de passage des deux unités.....	23
Tableau 7 : Comparaison Lead Time et temps de cycle .....	24
Tableau 8 : Les actions d'améliorations .....	31
Tableau 9 : Comparaison entre les scénarios d'implantation .....	39
Tableau 10 : Chiffrage temps de cycle de l'unité arrière après le réaménagement .....	42
Tableau 11 : Chiffrage temps de cycle de l'unité centrale après le réaménagement .....	43
Tableau 12 : Le ratio d'engagement des postes de l'unité arrière .....	44
Tableau 13 : Le ratio d'engagement des postes de l'unité centrale.....	45

## Contents

<i>Introduction générale</i> .....	<i>1</i>
<b>CHAPITRE 1 : Présentation de l'organisme d'accueil et cadrage du projet.</b> .....	<b>2</b>
<i>Introduction</i> .....	<i>2</i>
<b>I- Présentation de l'organisme d'accueil</b> .....	<b>2</b>
1) Historique de RENAULT TANGER EXPLOITATION .....	2
2) RENAULT TANGER EXPLOITATION .....	2
3) Organigramme de RENAULT TANGER .....	4
4) Processus de fabrication.....	4
<b>II- Description du département d'accueil</b> .....	<b>8</b>
1) Présentation du département Tôlerie.....	8
2) Présentation de la DIVD.....	11
<b>III- Le cadrage du projet</b> .....	<b>12</b>
1) Cahier de charge du projet .....	12
2) L'objectif du projet.....	12
3) Les outils et méthodes utilisées.....	13
<i>Chapitre II : Etude de l'existant</i> .....	<i>16</i>
<i>(Définir, Mesurer, Analyser)</i> .....	<i>16</i>
<i>Introduction</i> .....	<i>16</i>
<b>I- Définition de la problématique</b> .....	<b>16</b>
1) Contexte du projet.....	16
2) Périmètre du travail.....	17
<b>II- Etude de l'existant</b> .....	<b>19</b>
1) Description des deux unités de travail.....	19
2) Le processus actuel .....	19
3) Temps de cycle .....	21
<b>III- Analyse de l'existant</b> .....	<b>24</b>
1) Analyse des éléments du temps du cycle .....	24
2) Analyse de flux physique.....	26
3) Cartographie du flux de valeur.....	27
4) Analyse et identification des causes du temps du cycle élevé .....	29
<i>Conclusion</i> .....	<i>32</i>

<b>Chapitre III : La mise en œuvre des améliorations et l'estimation des gains (Innover et Contrôler).....</b>	<b>33</b>
<b>Introduction .....</b>	<b>33</b>
<b>I- Les axes d'amélioration.....</b>	<b>34</b>
1) La réimplantation de la zone .....	34
2) L'engagement de l'opérateur .....	41
3) Réduire les non-valeurs ajoutées.....	46
<b>II- Estimation des gains obtenus.....</b>	<b>47</b>
1) Gain en surface .....	48
2) Gain en agent de production .....	48
3) Gain en volume de production .....	48
<b>Conclusion .....</b>	<b>49</b>
<b>Conclusion générale.....</b>	<b>50</b>
<b>Bibliographie et webographie .....</b>	<b>51</b>
<b>Liste des annexes .....</b>	<b>52</b>



## Introduction générale :

L'industrie automobile marocaine a enregistré une croissance remarquable au cours des dix dernières années. Une progression fulgurante qui n'est pas prête à s'arrêter et qui lui a permis de ravir la première place de constructeur d'automobiles en Afrique à l'Afrique du Sud. Ce progrès n'est que le résultat de la conjonction de plusieurs facteurs :

- La stabilité politique et économique du pays.
- Sa position géopolitique très favorable.
- La qualité de ses infrastructures logistiques.
- Les avantages fiscaux procurés aux investisseurs.
- Le coût de la main d'œuvre qui s'avère extrêmement concurrentiel.

Le groupe Renault est parmi ces multinationales qui ont décidé de saisir cette opportunité et d'implanter une nouvelle usine à Tanger. La plus grande usine d'automobile au sud de la méditerranée, s'occupant non seulement l'assemblage et le montage des véhicules, mais également tous le processus de fabrication allant de l'emboutissage des tôles au montage des véhicules. Pour garder sa position du 1er constructeur automobile au Maroc face à la forte compétitivité que connaît le secteur, le groupe Renault s'engage à augmenter sa performance et sa productivité, afin de répondre aux demandes exigeantes de ses clients, par des produits de qualité, un délai respecté ainsi qu'une gestion optimale des ressources.

C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet s'intitulant : « La réimplantation et l'optimisation de la productivité de l'atelier soubassement en utilisant les outils LEAN. », ayant comme objectif réimplanter et améliorer les performances de la ligne soubassement en éliminant les Mudas existants en agissant sur la distribution des postes, les non valeurs ajoutées et les engagements des opérateurs.

Pour mener à bien ce travail, nous avons suivi une démarche rigoureuse et méthodique de l'amélioration continue que nous présentons dans le présent rapport en trois Chapitres :

- Le premier chapitre est consacré à la présentation de l'organisme d'accueil et de son processus de fabrication. Puis, une brève présentation du contexte du projet où nous allons traiter la problématique étudiée et présenter la démarche à suivre pour la traiter.
- Le deuxième chapitre comprendra un diagnostic de l'état de l'existant pour l'identification des causes racines du problème.
- Finalement, vient le troisième chapitre où nous allons présenter les actions d'amélioration que nous avons proposées ainsi que l'évaluation du gain du projet et la planification des actions futures.



La réimplantation et l'optimisation de la productivité de l'atelier soubassement en utilisant des outils LEAN



# **CHAPITRE 1 : Présentation de l'organisme d'accueil et cadrage du projet.**

## **Introduction :**

Le chapitre suivant permet, d'une part de donner un aperçu général sur l'organisme d'accueil RENAULT Tanger, son activité et son orientation stratégique et d'autre part de présenter le département d'accueil et ses missions, pour enfin cadrer notre projet de fin d'études dans son contexte, ses objectifs et démarche globale.

### **I) Présentation de RENAULT TANGER EXPLOITATION :**

#### **1) Historique de RENAULT TANGER EXPLOITATION:**

La présence de Renault au Maroc est historique .Renault avait été introduit, pour la première fois, en 1928 sous le nom SOMAT qui devient Renault Maroc en 1967, une année après la signature d'un contrat de licence du montage et d'assistance technique avec la Société Marocaine de Construction Automobile SOMACA.

L'usine SOMACA située au sud-est de Casablanca, appartient à 80% au groupe Renault, avec 1 200 salariés et deux lignes de production, elle fabrique aujourd'hui LOGAN, KANGO et SANDERO pour le marché local.

Au Maroc, le constructeur automobile français Renault inaugure le jeudi 09 Février 2012, en présence de Sa Majesté le Roi du Maroc Mohammed VI et de son Président, son nouveau et vaste complexe industriel de Tanger.

#### **2) Renault Tanger exploitation :**

Début 2008, l'alliance Renault Nissan a démarré des Travaux d'implantation du complexe industriel « Renault Tanger Méditerranée ». Le nouveau site, installé dans la zone économique spéciale de Tanger Méditerranée, comprendra une usine d'assemblage avec accès à la plateforme portuaire du port de Tanger Med. Il est destiné à compléter le dispositif industriel de Renault pour les véhicules économiques dérivés de la plateforme Logan.

Au début de 2012, ce complexe a démarré sa production avec deux modèles : la Lodgy J92, la Dokker K67et F67, en septembre 2013, ils ont démarré la deuxième ligne pour la Sandero B52, et en janvier 2017, ils ont démarré la production de Logan MCV K52 (Figure 1). Ainsi, le Groupe Renault pourra répondre à la demande soutenue des clients pour les véhicules d'entrée de gamme, reconnus pour leur rapport prestations/prix inédit. En outre, l'entreprise bénéficie de la position stratégique du port de Tanger entre l'Atlantique et la Méditerranée, d'un tissu

développé et compétitif de fournisseurs, et d'une main d'œuvre formée aux meilleures techniques automobiles.



Figure 1 : Modèles fabriqués à RENAULT TANGER EXPLOITATION

Avec une capacité de production atteignant 400 000 véhicules par an, un effort d'investissement de 1,1 milliard d'euros, la création de plus de 7900 emplois directs et 30000 emplois indirects et une superficie de 300 hectares, l'usine de Tanger (Figure 2) représente l'un des complexes automobiles industriels les plus importants du bassin méditerranéen. C'est également un secteur du développement économique important pour le Nord grâce au renforcement du tissu industriel marocain de fournisseurs, sous-traitants et équipements et au développement de nouvelles compétences que l'usine va susciter.



Figure 2 : Usine Renault Exploitation Tanger.



### 3) Organigramme de RENAULT TANGER:

L'organigramme suivant illustre l'organisation des différents départements de l'entreprise (Figure 3).

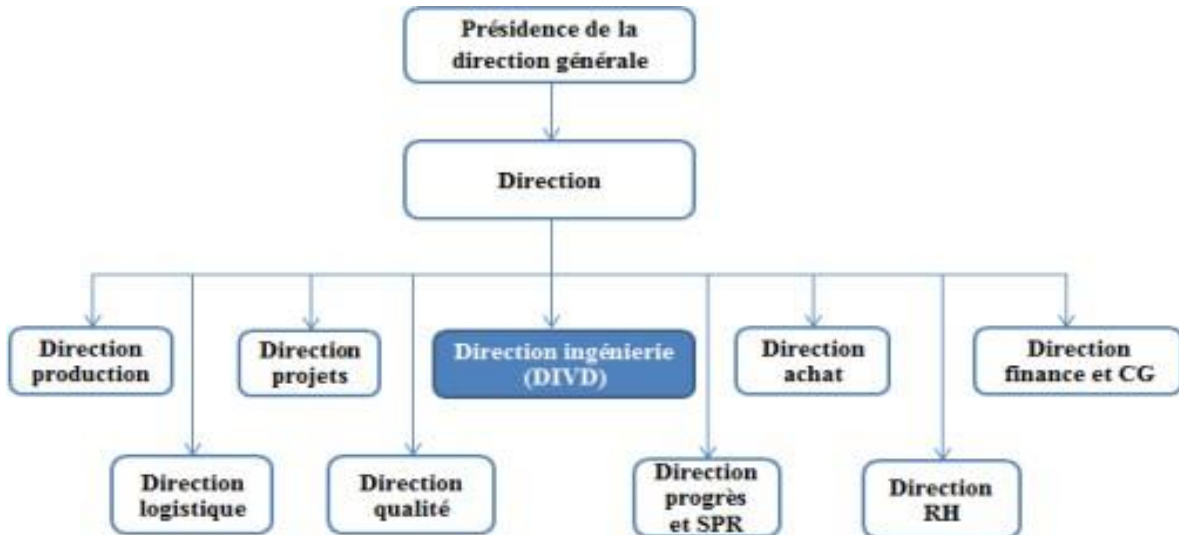


Figure 3 : L'organigramme de Renault-Nissan de Tanger

### 4) Processus de fabrication:

Contrairement à la SOMACA qui reçoit toutes les parties du véhicule et a pour fonction principale le montage, la production d'un véhicule au sein de Renault Tanger se fait à travers la succession de centaines opérations réparties dans divers départements. L'emboutissage, la tôlerie, la peinture, la logistique, le montage, et enfin la livraison au client.

En parallèle, les organes mécaniques du véhicule (moteurs, boîtes de vitesses et châssis) sont produits par d'autres sites industriels du Groupe ou par des fournisseurs extérieurs, afin d'être acheminés jusqu'aux lignes de production pour le montage final du véhicule.

Chaque département de l'entreprise est ensuite divisé en plusieurs ateliers, puis chaque atelier est divisé en plusieurs unités élémentaires de travail (U.E.T), puis enfin en postes de travail.

De plus, pour une fiabilisation du produit marocain, les véhicules doivent être d'une performance et d'une qualité très élevées. Dans ce sens, le contrôle de la qualité prend place et s'accroît pour satisfaire les attentes du client et le plus important assurer sa sécurité.

La fabrication des véhicules au sein de l'usine peut être résumée selon les étapes suivantes :

#### 4.1 Emboutissage :

L'emboutissage présente le point de départ du processus de fabrication de la voiture. La matière première est livrée sous forme de rouleaux en acier par voie ferrée ou par camion (figure 4). Ensuite, les bobines d'acier sont déroulées, découpées en flancs puis embouties soit sur une

Ligne de presse par cisaille pour des flans rectangles ou trapèzes, soit sur une ligne de presse par Pal pour des formes découpées à outil. Enfin les flans prennent la forme des pièces prêtes à être utilisées en tôlerie en tant que composants de la caisse (côtés de caisse, capot...).

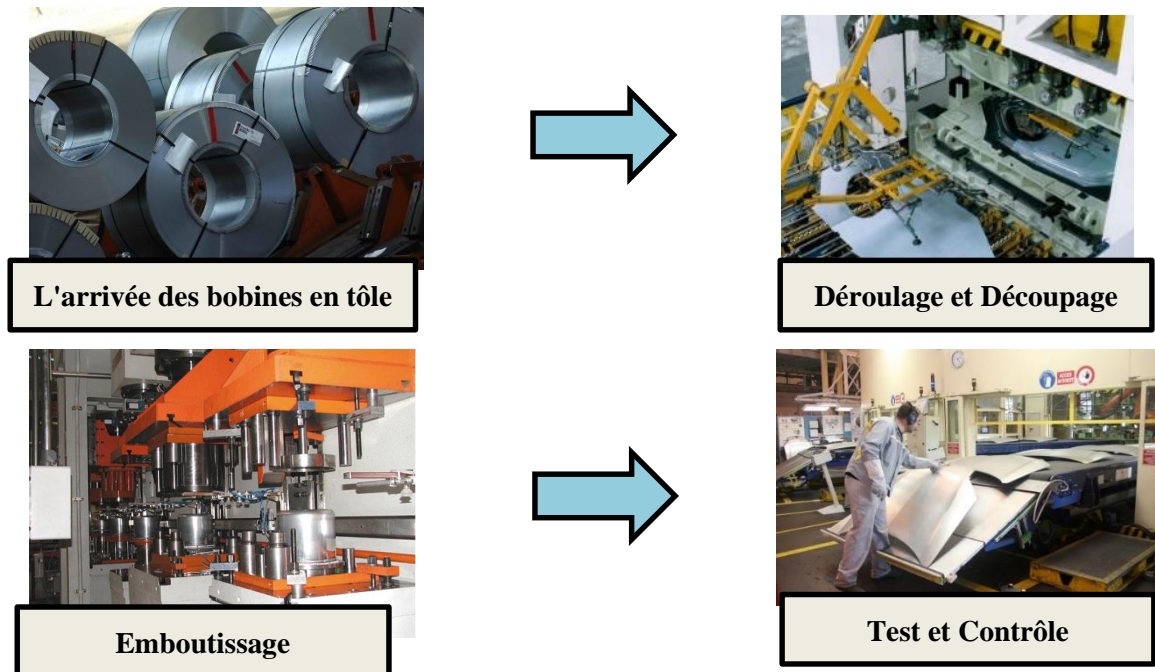


Figure 4 : Processus de fabrication du département Emboutissage

#### 4.2 Tôlerie :

Les pièces de tôle issues de l'atelier d'emboutissage constituent un puzzle (Figure 5) qu'il reste Maintenant à assembler pour constituer la carrosserie de la caisse prête à peindre. C'est dans cet atelier très robotisé que démarre véritablement la ligne de production. Cette phase comporte 5 opérations principales qui se font par plusieurs technologies de soudure : la soudure par point, par laser, par flux gazeux ou le rivetage.

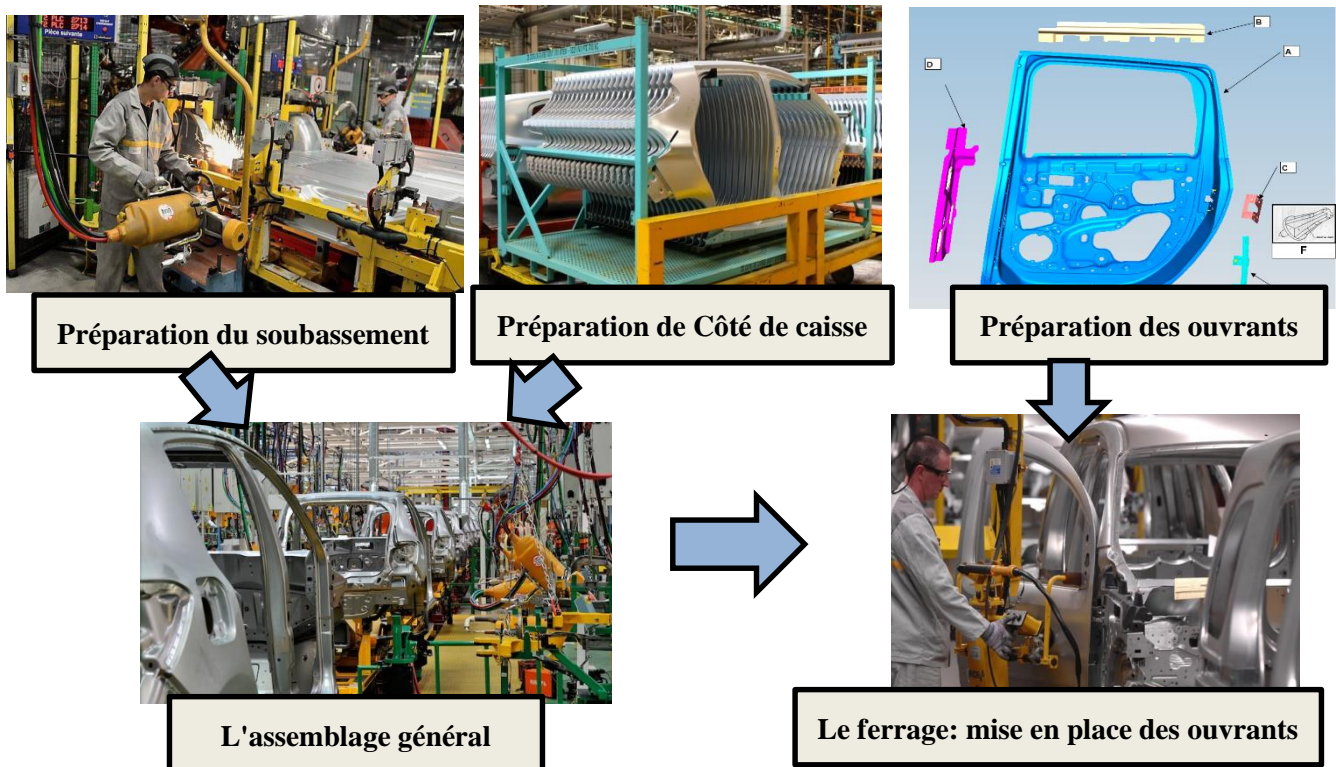


Figure 5 : Processus de fabrication du département Tôlerie

### 5.3 Peinture :

Le processus de peinture comprend 6 étapes (Figure 6) :

- ✓ TS –traitement de surface : dégraissage, phosphatage par immersion.
- ✓ Cataphorèse : application électrochimique d'une couche d'enduit, par immersion
- ✓ Masticage : application du mastic pour collage, étanchéité, anti-gravillonnage. 18 kg de mastic sont appliqués sur chaque voiture.
- ✓ Application de peinture intermédiaire : apprêt (robotisé)
- ✓ Application bases à l'eau et vernis (robotisé)
- ✓ Traitement cire : application cire dans les corps creux (protection anticorrosive).



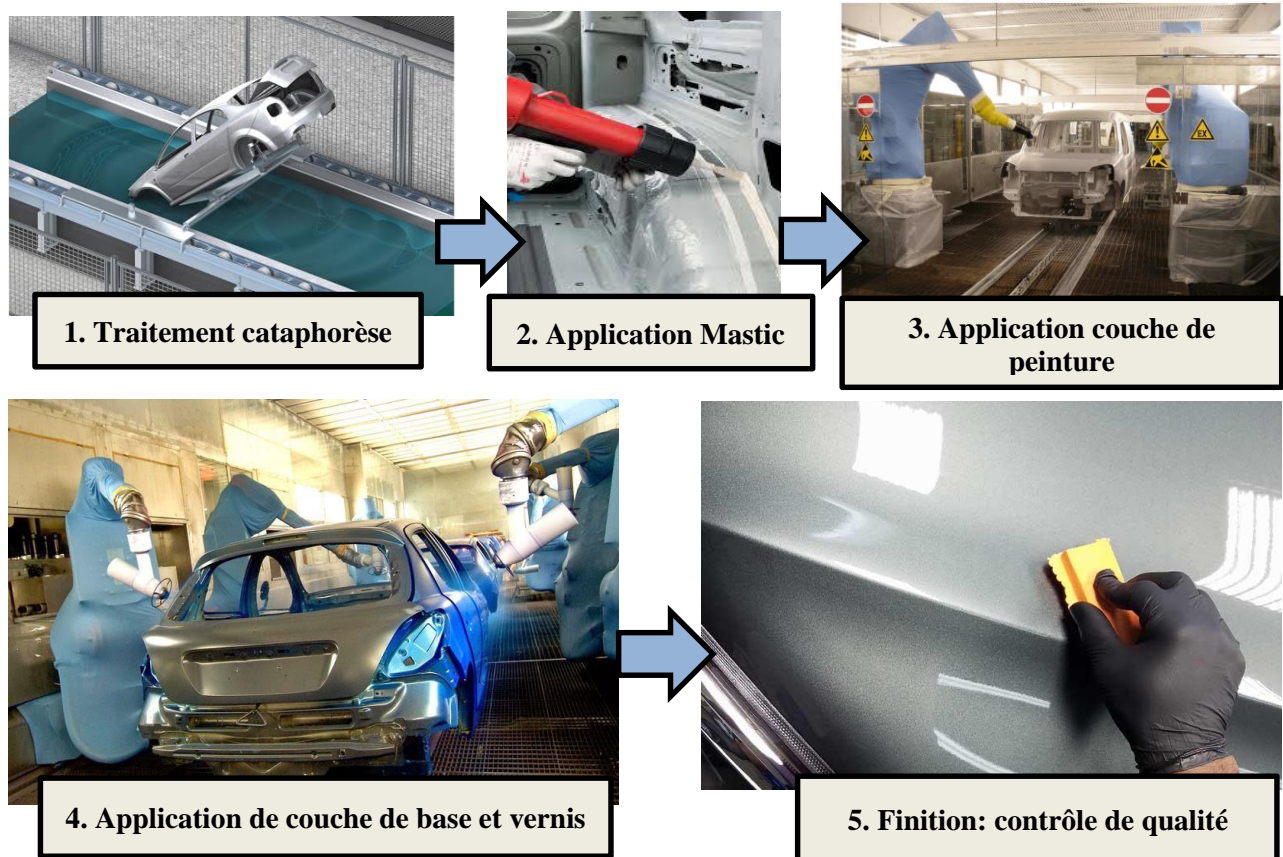


Figure 6 : Processus de fabrication du département Peinture

### 5.4 Montage :

Le montage est la dernière phase du processus de fabrication où la caisse peinte reçoit successivement tous les équipements du véhicule : habillages, sellerie, circuits électriques, vitrages et bien entendu éléments mécaniques (moteur, boîte de vitesse...) produits sur un autre site.

La figure suivante (Figure 7) présente le flux de production de l'usine Renault Tanger.



Figure 7 : Flux de production de l'usine Renault Tanger



## **II) Description du département d'accueil :**

### **1) Présentation du département tôlerie :**

Le département Tôlerie se compose de cinq ateliers chaque atelier contient des Unités Élémentaires de Travail (UET).

- **Atelier soubassement**

Préparation des unités constituant la base roulante :

Le soubassement avant (préparation et assemblage dans les unités 1et 2).

- ✓ UET 1 : préparation des longerons Av Gauche.
- ✓ UET 2 : préparation longerons Av Droit et assemblage unit avant.

Le soubassement central. (Préparation et assemblage dans l'unité 3)

- ✓ UET 3 : préparation et assemblage unit central.

- **Atelier base roulante**

Préparation dans l'unité 4 et assemblage dans l'unité 5.

- ✓ UET 4 : préparation longerons AR
- ✓ UET 5 : assemblage unit Arrière.
- ✓ UET 6 : assemblage de la base roulante

La figure suivante (Figure 8) présente les articles de l'atelier soubassement.

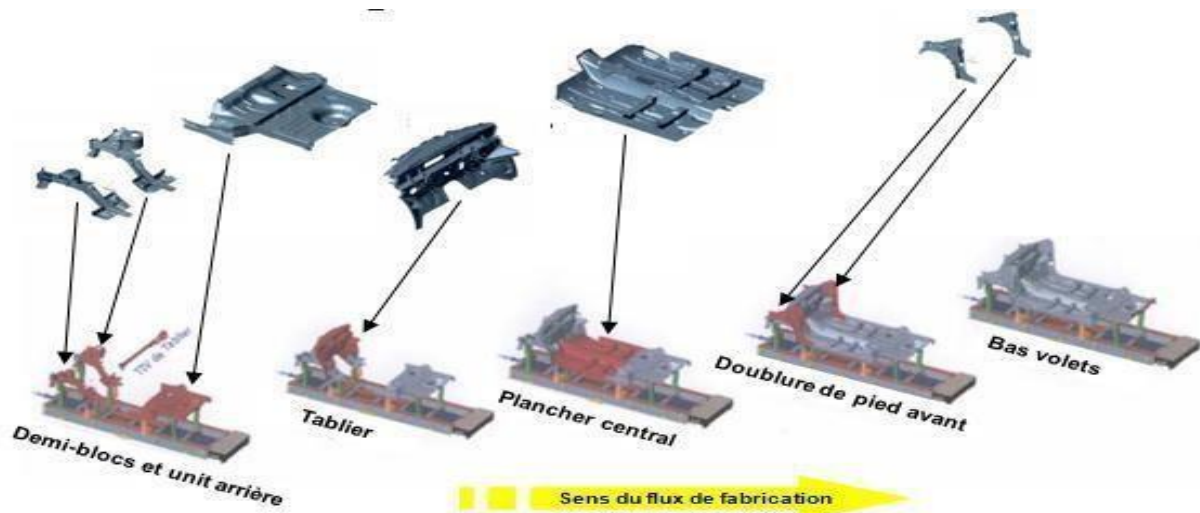


Figure 8 : Articles de l'atelier soubassement

- **Atelier côtés de caisse :**

La préparation et assemblage des pièces constituant les côtés de caisse gauche et droit.

- UET 10 : assemblage côté de caisse gauche
- UET 11 : assemblage côté de caisse droit
- UET 12 : préparation côté de caisse gauche
- UET 13 : préparation côté de caisse et base roulent
- UET 18 : préparation côté de caisse droit

La figure ci-dessous présente les différents articles des côtés de caisse.

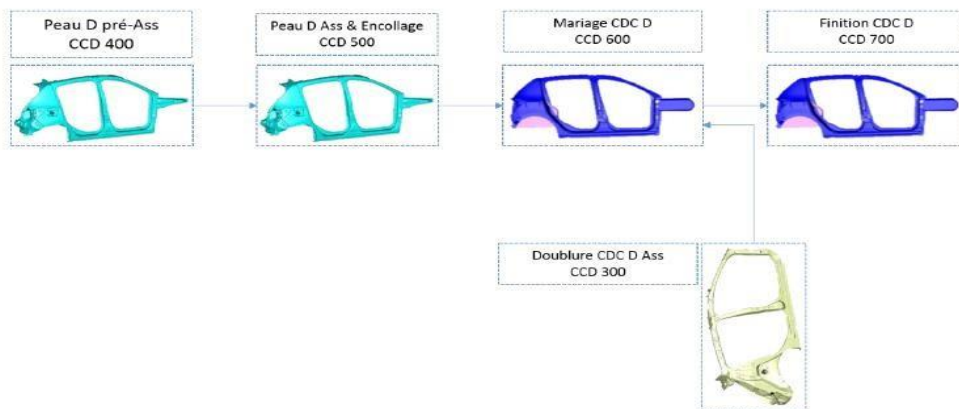


Figure 9 : Articles de l'atelier de cotés de caisse

- **Atelier Assemblage général**

C'est l'assemblage général (AG), où le pavillon et les côtés de caisses droits et gauches rejoignent la base roulent géométriquement.

- UET 7 : chargement du coté de caisse droit et gauche et des traverses.
- UET 8 : unit de préparation de pavillon, et assemblage de la caisse.
- UET 17 : zone de soudure.

La figure ci-dessous (Figure 10) présente les différents articles assemblés dans cet atelier.

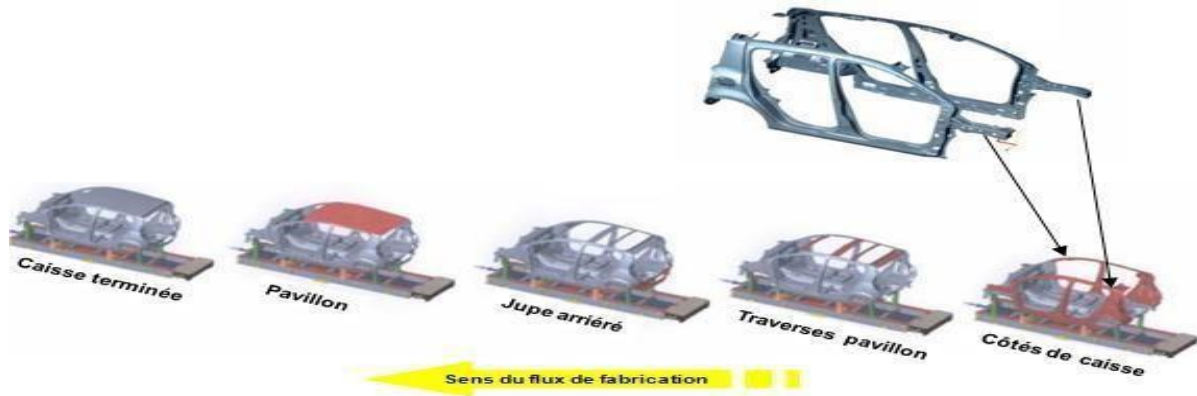


Figure 10 : Articles de l'atelier AG,CDC,et base roulante

- **La ligne Ferrage ou Finition**

Elle a comme mission le réglage et le montage des ouvrants avec la caisse, on trouve notamment dans cette ligne :

- UET 9 : Ligne de ferrage et TCT.
- UET 14 : Assemblage et Sertissage des portes gauches.
- UET 15 : Assemblage et Sertissage des portes droites.
- UET 16 : Assemblage et Sertissage des portes ouvrantes.

La figure suivante (Figure 11) présente les différents articles de l'atelier Ferrage.



Figure 11 : Articles de l'atelier ferrage

## **2) Présentation de la DIVD :**

Le service Ingénierie est rattaché à la Direction Ingénierie des Véhicules Décentralisée qui s'étend sur tous les départements et qui a pour missions :

Apporter le support ingénierie nécessaire au bon fonctionnement et au progrès des usines ;

- Assurer l'industrialisation des modifications sur les véhicules en phase « Vie série » ;

- Contribuer à l'amélioration des performances de l'usine de Tanger (réduction de la non- valeur ajoutée, frais de production, logistique, etc.) ;
- Développer les nouveaux véhicules inscrits au Plan Gamme et leurs démarrages sur le périmètre monde ;
- Développer les compétences métiers : les métiers ont la charge d'améliorer les processus, méthodes et outils, de les déployer vers les centres d'ingénierie, de capitaliser et d'apporter une expertise technique aux projets.

❑ **Organigramme de la DIVD :**

La figure suivante (Figure 12) présente l'organigramme de la DIVD.

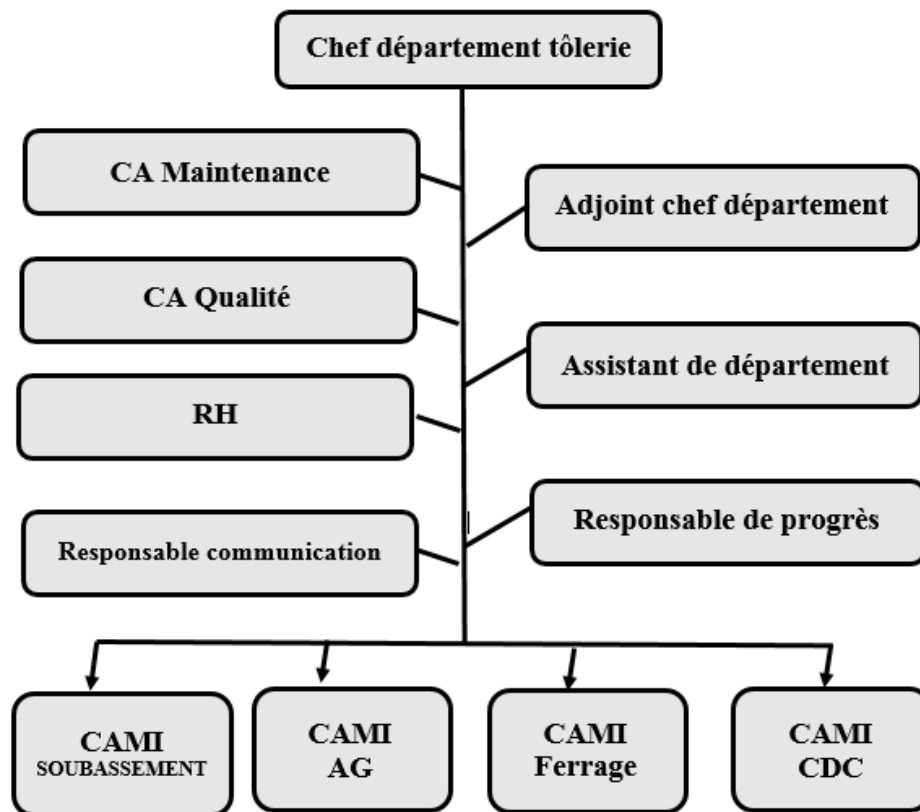


Figure 12 : Organigramme du département DIVD.

Après la présentation de l'entreprise d'accueil, avec ses départements et son processus de fabrication et l'introduction du département d'accueil, de son organigramme et ses différents ateliers, nous allons passer au cadrage du projet.

### **III) Le cadrage du projet :**

#### **1) Cahier de charge du projet :**

Pour garder sa rentabilité et sa compétitivité dans le marché l'entreprise Renault Tanger reçoit en permanent des nouveaux projets. Le projet BJI est un projet que l'entreprise se prépare actuellement à le lancer, pour faciliter son démarrage, le service DIVD nous a confié le projet de réaménagement de la zone de production du bloc centrale et arrière avec optimisation de l'espace et amélioration de la productivité au niveau de ces 2 unités.

Pour ce faire nous serons amenés à analyser l'état actuelle de la ligne, détecter les problèmes qui y existent, proposer un nouveau réaménagement, ainsi que des solutions pour pouvoir résoudre ces problèmes.

#### **2) L'objectif du projet :**

Dans le cadre de son développement Renault Tanger exploitation, accueille en permanence de nouveaux projets correspondant à de nouvelles voitures.

Le projet BJI est un projet en cours du développement qui va offrir au client de Renault une nouvelle voiture qui remplacera la marque actuelle SANDERO.

L'industrialisation de ce nouveau projet nécessite de libérer l'espace de plusieurs zone y compris la zone où se réalise aujourd'hui l'unité centrale et arrière de l'atelier soubassement.

Notre projet a donc pour objectif de réimplanter la zone unité centrale et arrière et les faire migrer vers une autre zone avec un objectif déclaré initialement qui est la réduction de la surface, en effet la zone unité centrale et arrière occupe maintenant une surface de  $990 m^2$ , et la zone de réception occupe uniquement  $729 m^2$ .

Une réduction de la surface impose un nouvel aménagement de poste de travail qui permettrait d'optimiser l'espace.

Un autre objectif assigné à ce travail est d'optimiser la productivité de l'unité arrière et centrale de l'atelier soubassement en utilisant des outils LEAN.

Pour atteindre le premier objectif il faudrait :

- Analyser la zone selon l'implantation actuelle.
- Analyser les différents gaspillages actuels.
- Chercher les causes et les solutions.
- Proposer un nouvel aménagement des postes pour l'unité centrale et arrière, le réaménagement future devrait réduire les dysfonctionnalités constatées actuellement.

- Etablir un cahier de charge.
- Etablir un planning d'intervention.

Pour répondre au deuxième objectif il faudrait proposer des méthodes pour diminuer le temps de cycle des postes et améliorer la productivité.

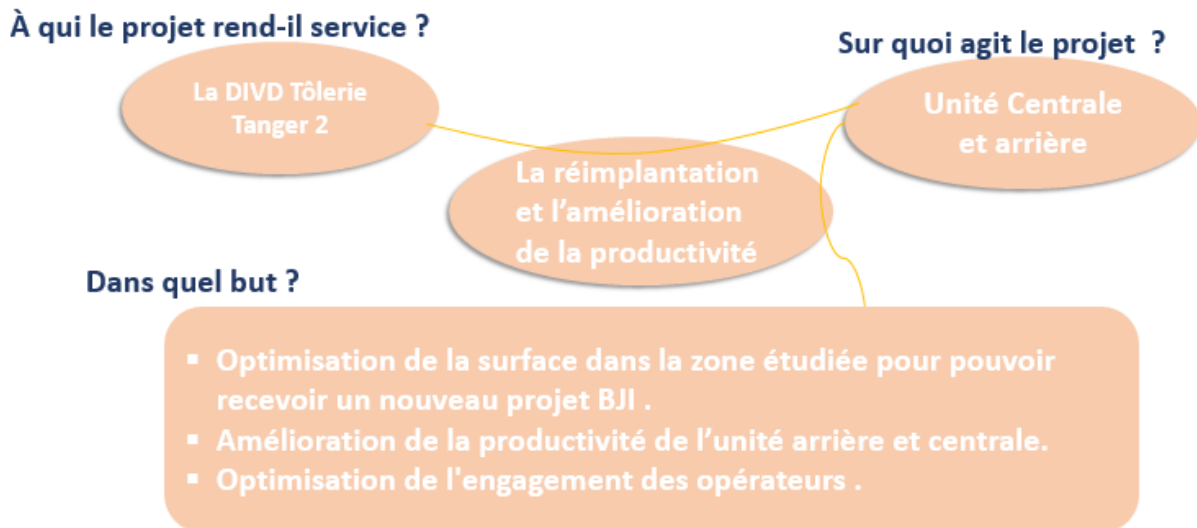


Figure 13 : Bête à corne ou diagramme d'expression de besoin.

Il faudrait signaler que le chantier amélioration de la productivité est en parallèle avec le chantier réimplantation.

Pour bien exprimer le besoin nous avons fait recours au diagramme bête à corne suivant :

### 3) Les outils et méthodes utilisées :

Pour garantir le bon traitement du problème, il est nécessaire de suivre une démarche définie. Le choix s'est porté sur D.M.A.I.C, une méthode utilisée dans le cadre des projets Lean-Six Sigma pour améliorer la performance opérationnelle des processus. L'utilisation de cette méthodologie a permis de gérer le projet d'une manière systématique et organisée suivant ses cinq phases (Définir, Mesurer, Analyser, Innover, Contrôler).

**QQOQCP :** Il s'agit de poser les questions de façon systématique afin de n'oublier aucune information connue :

- ✓ **Qui ?** Quels sont les personnes, services et sites concernés par la situation ? Qui est l'acteur ? Quelle est la fonction impliquée ?
- ✓ **Quoi ?** Quels sont les actions, opérations qui caractérisent la situation ? Que fait-on ?

- ✓ **Où ?** Où se passe la situation, à quel endroit ? A l'arrêt, pendant un déplacement ?
- ✓ **Quand ?** Quand se passe la situation ? Depuis quand le problème a-t-il été découvert ?
- ✓ **Comment ?** Comment se déroule la situation ? De quelle manière : procédures, instructions, modalités ?
- ✓ **Combien ?** De combien sont les résultats trouvés ?
- ✓ **Pourquoi ?** Pourquoi réaliser telle action ? Pourquoi respecter telle procédure ?
- **Ishikawa :** Diagramme de causes et effets, diagramme d'Ishikawa ou 5M, représente de façon graphique les causes aboutissant à un effet. Il peut être utilisé comme outil de visualisation synthétique et de communication des causes identifiées, ou dans le cadre de recherche de cause d'un problème existant ou d'identification et gestion des risques lors de la mise en place d'un projet.
- **SIPOC :** Connaître les entrées et les sorties est important, puisqu'il nous aidera à maîtriser les effets causés par toute modification qui sera mise en place.
  - S : Supplier, ou le fournisseur des matières premières nécessaires à la production.
  - I : Input, ou les entrées. Il consiste à définir les entrées de notre processus : matières premières, outillage ...
  - P : Processus. Les différentes représentent le produit fini, dans notre cas, nous parlons ici de côté de caisses.
  - O : Output ou sortie.
  - C : Customer ou client. Et ça réfère aux consommateurs de nos produits.
- **Diagramme spaghetti :** dans le but de décrire le flux de matière dans le périmètre.
- **VSM :** La **value Stream Mapping** (Cartographie du flux de création de la valeur ajoutée), est un outil visuel d'analyse qui permet de détailler :
  - les **processus** de création de la valeur, du point de vue du client, de la demande client à la livraison client.
  - les flux associés de matières et d'informations.
- **Lean Manufacturing :**

Le concept Lean a été utilisé tout au long du projet, c'est le pilier principal et la base de ce travail. Il se base sur l'élimination des sources de gaspillage au sein des processus de production.



## **Conclusion :**

Un projet bien cadré permet souvent de bien comprendre la demande de l'entreprise et constitue le premier pas pour résoudre les problèmes qui s'imposent par suite. Le premier chapitre est consacré à donner une vision sur le contexte global du projet, ainsi que le besoin exprimé par l'entreprise. Nous essayerons donc à y répondre en suivant une démarche Lean « DMAIC ».



## **Chapitre II : Etude de l'existant**

### **(Définir, Mesurer, Analyser)**

## **Introduction :**

Comme nous l'avons déjà mentionné nous avons suivi la méthode DMAIC, nous avons décidé de rassembler les trois premières phases, 'Définir, Mesurer, Analyser' dans ce chapitre, la phase 'Définir' consiste à définir les aspects importants de notre projet ainsi que la zone et l'équipe du travail. Nous avons consacré la phase 'Mesurer' au chiffrage de temps de cycle, Lead Time, la mesure des NVA et VA, etc. Pour la phase 'Analyser', elle va porter sur l'analyse de flux physique les éléments du temps de cycle, l'élaboration de la VSM.

## **I) Définition de la problématique :**

### **1) Contexte du projet :**

#### **1.1) Définition de la problématique :**

La phase de définition de la problématique est particulièrement importante, elle permet de mettre le doigt sur le problème à résoudre et assure sa compréhension par l'ensemble des acteurs. Pour ce faire nous avons adopté une démarche d'analyse interrogative, c'est la méthode QQQQCP, qui permet de définir les informations élémentaires de la problématique en répondant aux questions présentes dans le tableau suivant :

<b>QUOI ? De quoi s'agit-il ?</b>	La réimplantation et l'amélioration de la productivité de l'atelier soubassement de la ligne Tanger 2.
<b>QUI ? Qu'est concerné par le problème ?</b>	La fabrication, la sécurité, l'ergonomie, la qualité, la DIVD.
<b>Où ? Où se passe le problème ?</b>	Périmètre soubassement. Ligne de production de l'unité centrale et arrière.
<b>QUAND ? Quand apparait le problème ?</b>	L'arrivée du projet BJI nécessite une réimplantation avec de nouvelles contraintes.
<b>COMMENT ? Comment mettre en œuvre les moyens nécessaires ?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Proposer une nouvelle implantation.</li> <li>- Améliorer le flux physique.</li> <li>- Agir sur les gaspillages.</li> <li>- Equilibrage des postes.</li> </ul>
<b>POURQUOI ? Pourquoi résoudre ce problème ?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Gagner en espace pour intégrer d'autres projets.</li> <li>- Améliorer la productivité de la ligne.</li> </ul>
<b>COMBIEN ? De combien sont les résultats que nous voulons atteindre ?</b>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Réduire la surface de 788 m<sup>2</sup>.</li> <li>- Réduire le Lead Time.</li> <li>- Réduire le temps de cycle.</li> </ul>

Tableau 1: La méthode QQQQCP

## 1.2) Périmètre du travail :

Le département tôlerie se compose de deux lignes de production (Tanger 1 et Tanger 2) fabriquant quatre diversités différentes de véhicules (J92, KF67, K52 et B52). Chaque ligne dispose de cinq ateliers pour la fabrication d'une caisse (Atelier soubassement, Atelier assemblage général, Atelier côtés de caisse, Atelier ouvrants et ferrage).

### 1.2.1) Equipe de travail :

Après avoir présenté le périmètre du travail, nous allons présenter l'équipe du travail qui est constituée de :

- Chef projet
- CAMI Soubassement
- Implanteur DIVD
- Stagiaires

### 1.2.2) Zone de travail:

La réalisation du chantier Lean concerne la ligne de production Tanger 2 de la B52 (SANDERO), exactement dans l'atelier de soubassement dans lequel est assemblée l'unité avant, centrale et arrière sur lesquelles nous allons travailler.

#### ❖ **L'implantation actuelle de l'unité arrière et centrale :**

Dans La figure suivante (Figure 14), nous avons présenté l'implantation actuelle de l'atelier de la ligne Tanger 2 :

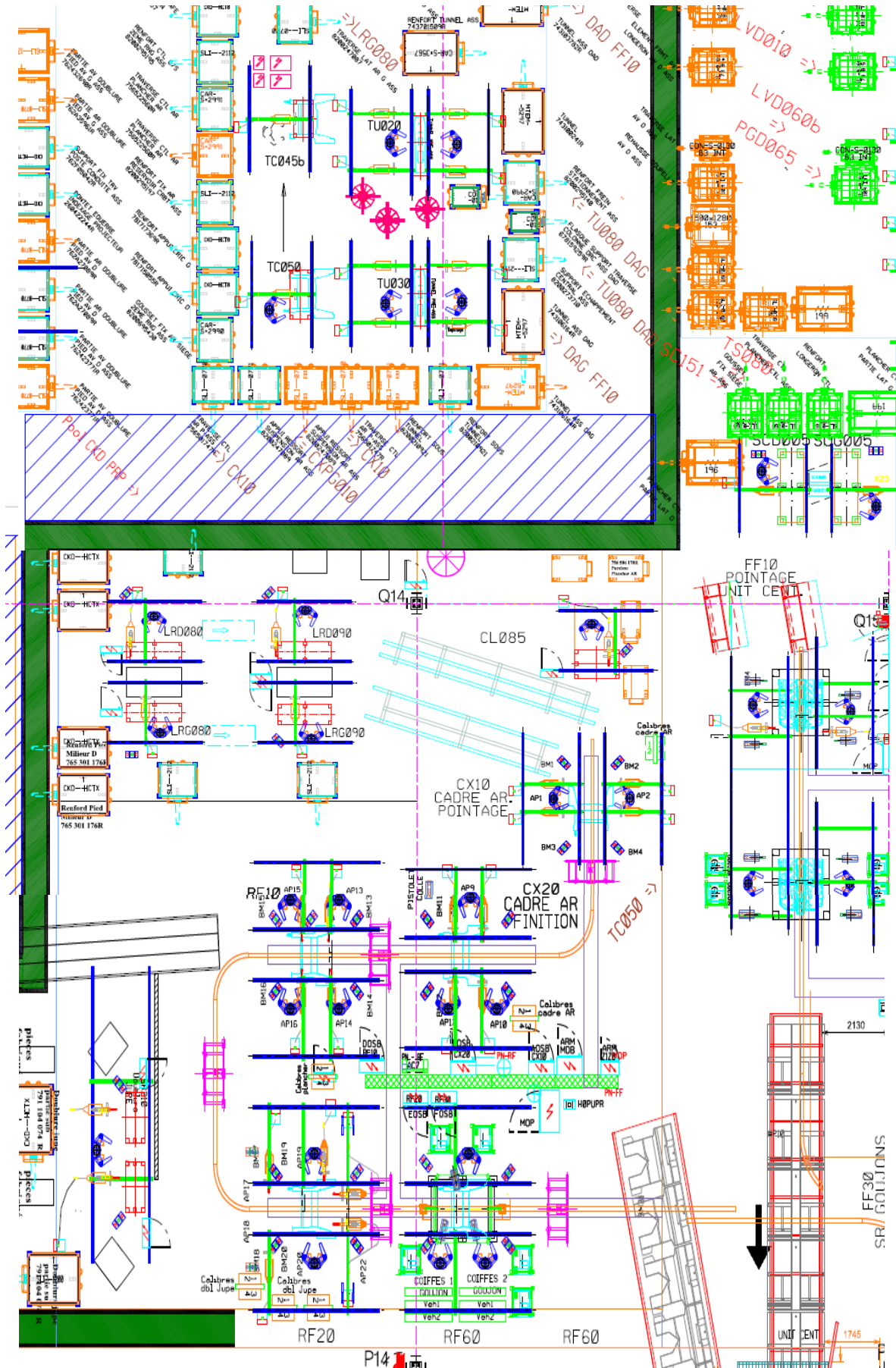


Figure 14 : L'implantation actuelle de l'unité arrière et centrale.

## II) Etude de l'existant :

### 1) Description des deux unités de travail :

La première étape dans l'étude de l'existant est de maîtriser le périmètre du travail dans notre cas l'unité centrale et arrière et le tableau suivant est un récapitulatif groupant tous les informations qui semblent nécessaires pour notre étude :


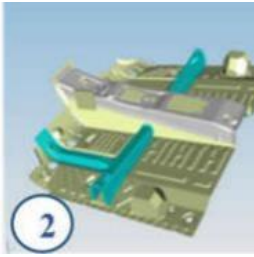



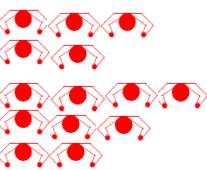
Unité	Type poste	Intitulé du poste	Nombre d'AP	La surface	Le produit
Centrale	Soudure:	Préparation :		298m <sup>2</sup>	
		TU20 TU30			
Centrale	Goujon :	Assemblage :			
		SCD005 SDG005 FF10 FF30			
			<b>=10 AP</b>		
Arrière	Soudure:	Préparation :		691m <sup>2</sup>	
		LRG80 LRD80 LRG90 LRD90 TR40 TR45 TR50 TR55 TR56 TR57 CL85 SR210 TC50 TC55			
Arrière	Goujon :	Assemblage :			
		CX10 CX20 RF10 RF20 RF60			
			<b>=28 AP</b>		

Tableau 2: Récapitulatif de l'état actuel de l'unité arrière et centrale

### 2) Le processus actuel :

Pour bien définir le processus actuel, nous avons fait recours à l'outil SIPOC qui a pour objectif, de schématiser les unités sur lesquelles nous allons travailler, vu que le fait de connaître les entrées et les sorties est très important, puisqu'il nous aidera à maîtriser les effets causés par

toute modification qui sera mise en place.

C'est pour cela que nous avons tracé le diagramme SIPOC (Figure 15) de l'unité centrale et (Figure 16) de l'unité arrière.

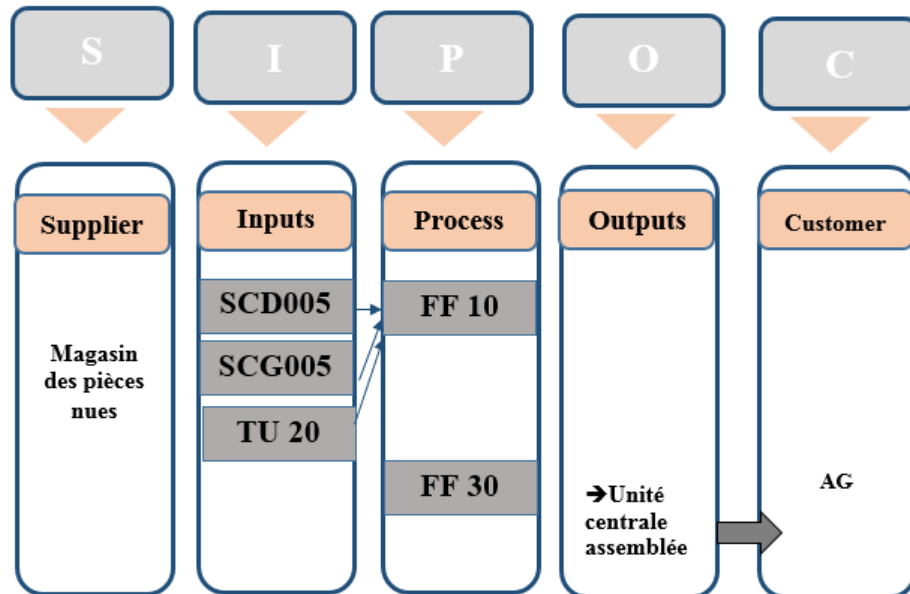


Figure 15: Le Diagramme SIPOC de l'unité centrale

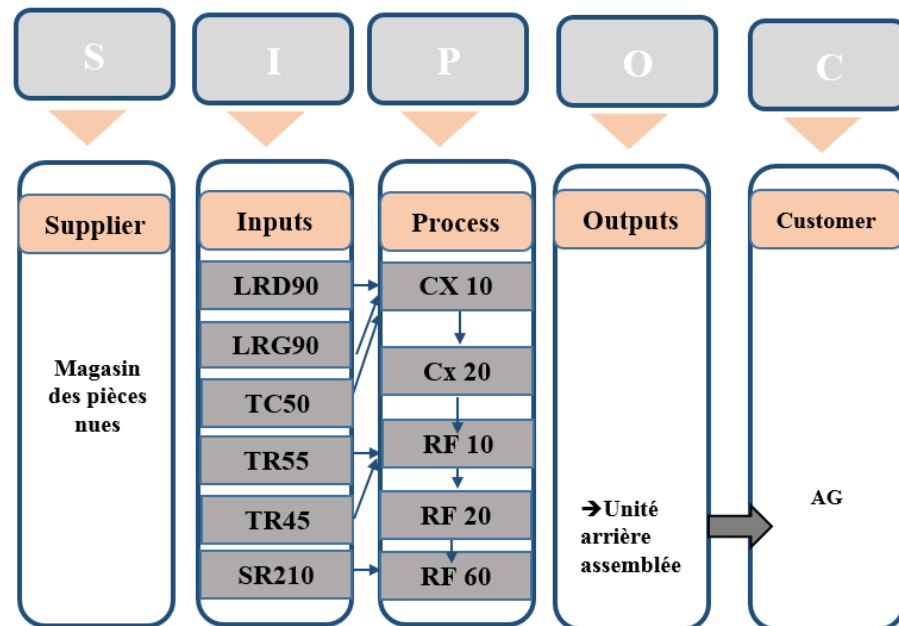


Figure 16 : Le diagramme SIPOC de l'unité arrière

Pour bien étudier l'état actuel de l'environnement de travail il existe un ensemble d'indicateur qu'il faut prendre en considération à savoir :

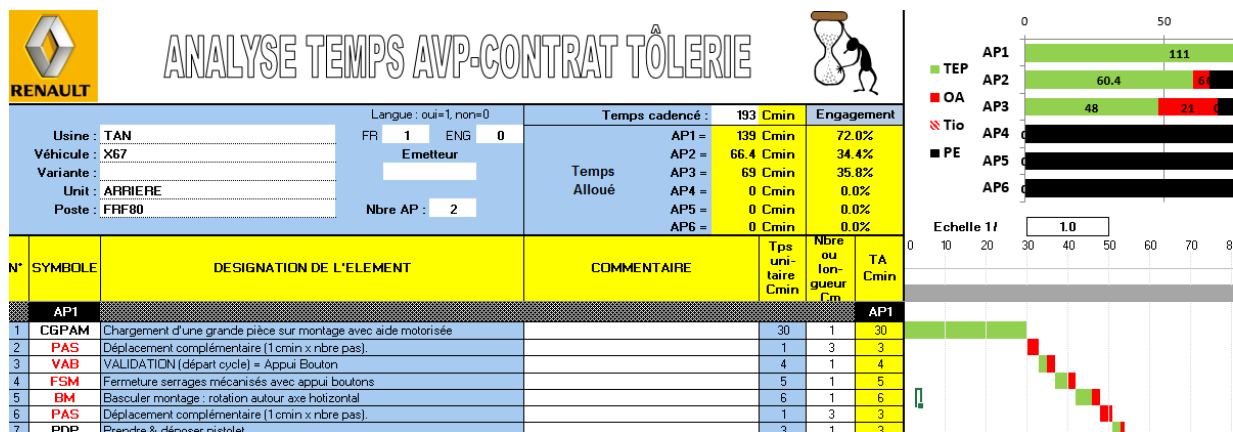
- le temps de cycle ;
- le ratio d'engagement des opérateurs ;
- le temps de passage ;

### 3) Temps du cycle :

Il existe 2 méthodes de mesure pour effectuer le chiffrage du temps du cycle des postes existants dans l'atelier soubassement.

La première méthode se base sur le chronométrage des différentes opérations réalisées par les opérateurs pour les postes de l'unité central et arrière, en respectant la méthode de chronométrage définie par le département progrès (APW), qui est le garant du temps du cycle Renault.

La deuxième est de calculer les Tcy en se basant sur les standards du temps communiqués par Renault (Figure 17). En effet cette méthode, ne nécessite pas l'existence physique d'un poste de travail mais il faut avoir une idée claire sur les différentes opérations effectuées dans le poste pour identifier les temps prédéterminés correspondants à chacune d'elles et les additionner pour obtenir le Tcy du poste. Ces temps ont été mesurés sur des exécutants travaillant à l'allure normale.



Il faudrait mentionner que nous avons utilisé la première méthode pour le chronométrage du temps de cycle et la deuxième méthode dans le calcul du temps à valeur ajoutée et temps à non-valeur ajoutée.

#### ❖ **Chronométrage du temps de cycle :**

Pour obtenir les temps de cycle quotidiens des opérations des postes dans l'unité centrale et arrière dans des conditions réalistes, on a réalisé dix prises de chronométrage sur les deux shifts de matin et soir.

L'unité standard de temps à Renault est exprimée par un centième de minute.

Pour avoir des résultats fiables nous avons effectué plusieurs mesures, et nous avons calculé



par la suite une moyenne en se basant sur la formule suivant :

$$T_{moy} = \frac{\sum \text{Temps relevés}}{\sum \text{nbre de mesure}}$$

Les tableaux suivants représentent les mesures que nous avons effectuées sur les 2 shifts du travail ainsi que la moyenne des mesures et l'objectif du temps de cycle à ne pas dépasser.

Ces deux tableaux concernent les postes de l'unité centrale et l'unité arrière respectivement :

unité	poste	Operateur	Temps de cycle en Cmin										Moyenne	Objectif
			SHIFT 1					SHIFT 2						
			mesure 1	mesure 2	mesure 3	mesure 4	mesure 5	mesure 6	mesure 7	mesure 8	mesure 9	mesure 10		
U. CENT	TU 20	AP1	170	170	160	168	170	165	174	177	171	165	169	162
		AP2	143	138	140	145	136	147	143	140	135	149	142	162
	TU 30	AP1	135	144	140	145	136	140	150	144	148	153	144	162
		AP2	115	120	125	120	128	115	111	114	120	125	119	162
	SCD 005	AP1	123	128	122	125	129	124	130	121	127	125	126	162
	SCG 005	AP1	119	114	112	115	111	117	110	120	115	110	114	162
	FF10	AP1	145	147	139	142	148	145	140	147	149	144	147	162
		AP2	123	127	125	128	130	127	125	127	127	127	131	127
	FF30	AP1	150	155	151	159	160	158	150	155	145	147	153	162
		AP2	162	166	15	169	152	163	164	161	164	159	161	162

Tableau 3 : Chiffrage de temps de cycle des postes de l'unité centrale

Le tableau précédent (tableau 3) nous a montré que le poste TU20 et FF30 ont un temps de cycle supérieure au Takt Time.

unité	poste	Operateur	Temps de cycle en Cmin										Moyenne	Objectif
			SHIFT 1					SHIFT 2						
			mesure 1	mesure 2	mesure 3	mesure 4	mesure 5	mesure 6	mesure 7	mesure 8	mesure 9	mesure 10		
U.ARR	LRG 90	AP1	113	120	114	115	120	120	117	118	115	114	117	162
	LRD 90	AP1	137	139	142	130	135	144	137	140	138	132	137	162
	LRG 80	AP1	146	138	136	140	145	148	140	142	135	130	140	162
	LRD 80	AP1	160	150	156	150	159	160	167	160	165	160	159	162
	TR 40	AP1	156	164	160	160	154	159	160	155	161	168	160	162
	TR45	AP1	135	136	135	131	138	135	130	137	142	140	136	162
	TR50	AP1	114	123	113	110	125	119	122	114	123	130	119	162
	TR 55	AP1	118	130	120	132	125	135	125	120	129	132	127	162
	TR56	AP1	309	302	296	291	293	299	296	300	307	305	300	162
	TR57	AP1	300	292	294	291	296	296	299	308	300	297	298	162
	CL 085	AP1	140	145	136	142	146	135	138	144	150	142	142	162
	SR210	AP1	130	134	129	137	130	126	135	140	137	130	133	162
	TC 50	AP1	106	91	80	104	95	100	110	105	100	97	99	162
	TC 55	AP1	137	125	129	130	127	132	138	125	133	138	131	162

Tableau 4 : Chiffrage du temps de cycle des postes de préparation de l'unité arrière



D'après le tableau ci-dessus (tableau 4) les postes de préparation de l'unité arrière, nous avons constaté que les poste TR40, TR56, TR57 constituent les postes goulots.

Nous avons fait le même travail concernant les postes d'assemblage et les tableaux suivants résumant l'ensemble des mesures effectuées :

unité	poste	Operateur	Temps de cycle en Cmin										Moyenne	Objectif
			SHIFT 1					SHIFT 2						
			mesure 1	mesure 2	mesure 3	mesure 4	mesure 5	mesure 6	mesure 7	mesure 8	mesure 9	mesure 10		
U. ARR	CX 10	AP1	173	145	170	165	168	170	164	174	162	172	166	162
		AP2	171	162	154	162	157	155	166	154	151	159	160	162
		AP3	156	142	140	144	153	142	145	155	157	145	148	162
	CX20	AP1	180	160	160	177	168	166	172	179	167	165	170	162
		AP2	132	135	138	133	139	130	130	135	139	130	134	162
	RF10	AP1	130	153	157	137	143	139	148	150	158	156	147	162
		AP2	154	160	165	158	156	166	160	169	155	153	160	162
		AP3	102	89	90	97	93	87	84	82	109	96	93	162
		AP4	153	143	141	144	149	140	155	152	148	150	147	162
	RF20	AP1	167	165	164	162	167	162	165	169	163	160	165	162
		AP2	175	157	194	159	165	169	155	177	162	188	170	162
		AP3	135	154	147	139	140	155	159	144	149	153	148	162
	RF60	AP1	185	180	168	188	185	173	179	181	185	178	181	162
		AP2	159	162	170	155	158	160	165	155	169	166	162	162

Tableau 5 : Chiffrage de temps de cycle pour les postes d'assemblage de l'unité arrière

Le tableau précédent montre que les postes CX10, CX20, RF20 et RF60 dépasse le Takt Time et donc ce sont des postes goulots.

Après avoir chiffré le temps du cycle des postes de l'unité centrale et arrière, nous passons maintenant au chiffrage du temps de passage (Lead Time) pour voir l'impact de l'implantation actuelle sur cet indicateur.

### ■ Chronométrage LEAD TIME :

Le Lead Time est un indicateur qui semble très important et qu'il faut prendre en considération est le lead time ou le temps de passage de la pièce en suivant la même procédure nous avons pu remplir le tableau suivant :

	Mesure	J 1		J2		J3		J4		Moyenne général (Cmin)
		Lead Time (Cmin)		Lead Time (Cmin)		Lead Time (Cmin)		Lead Time (Cmin)		
		Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	
Unité arrière	M1	721	940	759	738	901	832	773	712	800
	M2	731	917	708	747	802	847	752	743	
	M3	911	816	834	810	825	791	804	795	
Moyenne/Shift		788	891	767	765	843	823	776	750	
Unité Centrale	M1	426	405	502	515	408	430	528	581	465
	M2	437	398	417	530	412	426	545	553	
	M3	450	423	434	506	419	413	459	531	
Moyenne/SHIFT		438	409	451	517	413	423	511	555	

Tableau 6: Chronométrage du temps du passage des deux unités.

Une fois le chiffrage est fait, nous allons comparer la moyenne de Tead Time avec la somme des temps de cycle, des postes constituant l'unité arrière et centrale (Tableau 7) :

Unité	Le Lead Time	La somme des Tcy
Arrière	800 Cmin	847 Cmin
Centrale	465 Cmin	588 Cmin

Tableau 7: Comparaison Lead Time et Temps de cycle.

Le tableau précédent (Tableau 7) illustre bien l'écart qui existe entre la moyenne de Lead Time et la somme des temps du cycle de l'unité arrière et de l'unité centrale. Cet écart résulte de l'existence des temps à non-valeur ajoutée au niveau de la zone étudiée.

■ **Le ratio d'engagement des opérateurs :**

Le ratio d'engagement est calculé selon la formule suivante :

$$\text{Ratio d'engagement} = \frac{TCY}{TCD}$$

Temps de cycle

Temps de cycle

Un ratio d'engagement supérieur à 1 veut dire que l'opérateur est sur-engagé, alors qu'un ratio d'engagement inférieur à 1 est équivalent à un opérateur sous-engagé.

Le ratio d'engagement de la ligne centrale présenté dans l'annexe 1, page 1 ainsi que celui de l'unité arrière annexe 2, page 2 montrent clairement qu'il existe un grand problème au niveau des engagements surtout pour les postes TR56 et TR57, ainsi qu'un déséquilibre entre les opérateurs du même poste vu que quelques-uns sont sur-engagés par rapport aux autres.

**III) Analyse de l'existant (ANALYSER):**

Après avoir défini la problématique et relevé les mesures, il est temps de passer à l'étape Analyser qui a pour objectif de mettre en évidence les causes du problème pour pouvoir définir les améliorations qui peuvent avoir lieu.

**1) Analyse des éléments du temps du cycle :**

Nous avons tout d'abord identifié les différentes opérations réalisées par les opérateurs du même poste, pour la détermination du temps de déroulement.

- Les opérations à valeur ajoutée (VA) : les opérations de soudage, la dépose de la colle, le rivetage.
- Les opérations à non-valeur ajoutée(NVA), elles sont constituées de :

- Les opérations associées (OA) : le temps machine (Ouverture et fermeture du serrage), manipulation du pince (engagement pince et désengagement, changement de la pince...), manipulation des pièces.
- Les déplacements : le temps parcouru pour chercher les pièces qui alimentent le moyen (poste).
- Attentes : générées par les synchronisations avec un ou plusieurs opérateurs et avec les temps machine.

Il faut bien noter que les OA, les temps d'attentes et les déplacements ne représentent aucune valeur ajoutée pour le produit final. Mais quant à les OA, ce sont des opérations liées aux opérations à VA et indispensable pour leurs réalisations, elles dépendent de plusieurs facteurs à savoir : L'accessibilité des points de soudage, le type de tôle à souder,...

Les figures 18 et la figure 19 représentent la répartition du Tcy de chaque opérateur entre les opérations à valeur ajoutée (VA), les opérations à non-valeur ajoutée(NVA), pour l'unité centrale et l'unité arrière respectivement.

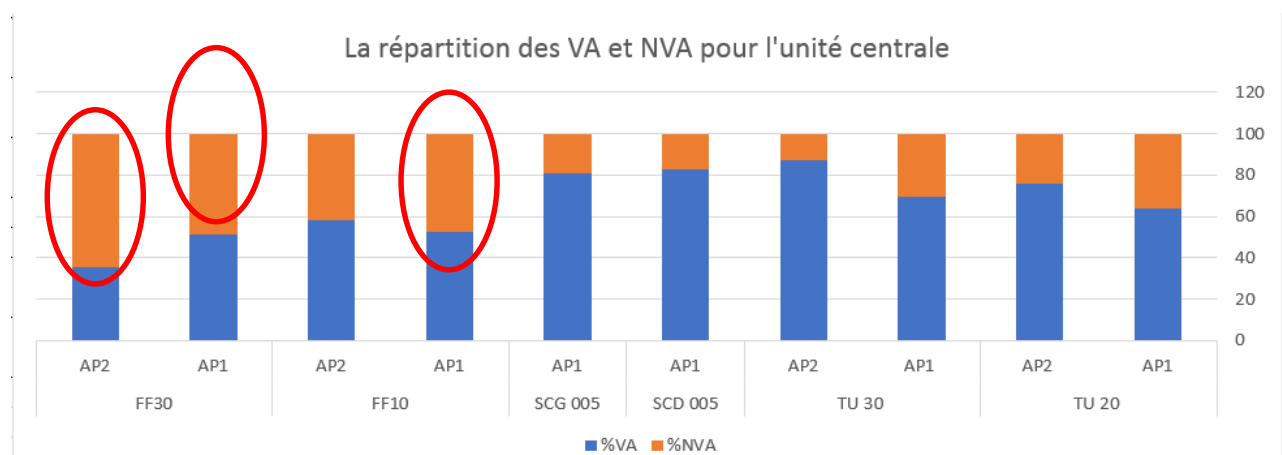


Figure 18 : La répartition des VA et NVA par opérateur et par poste pour l'unité centrale

- Les postes FF30 et FF10, sont des postes avec des temps à NVA très important.

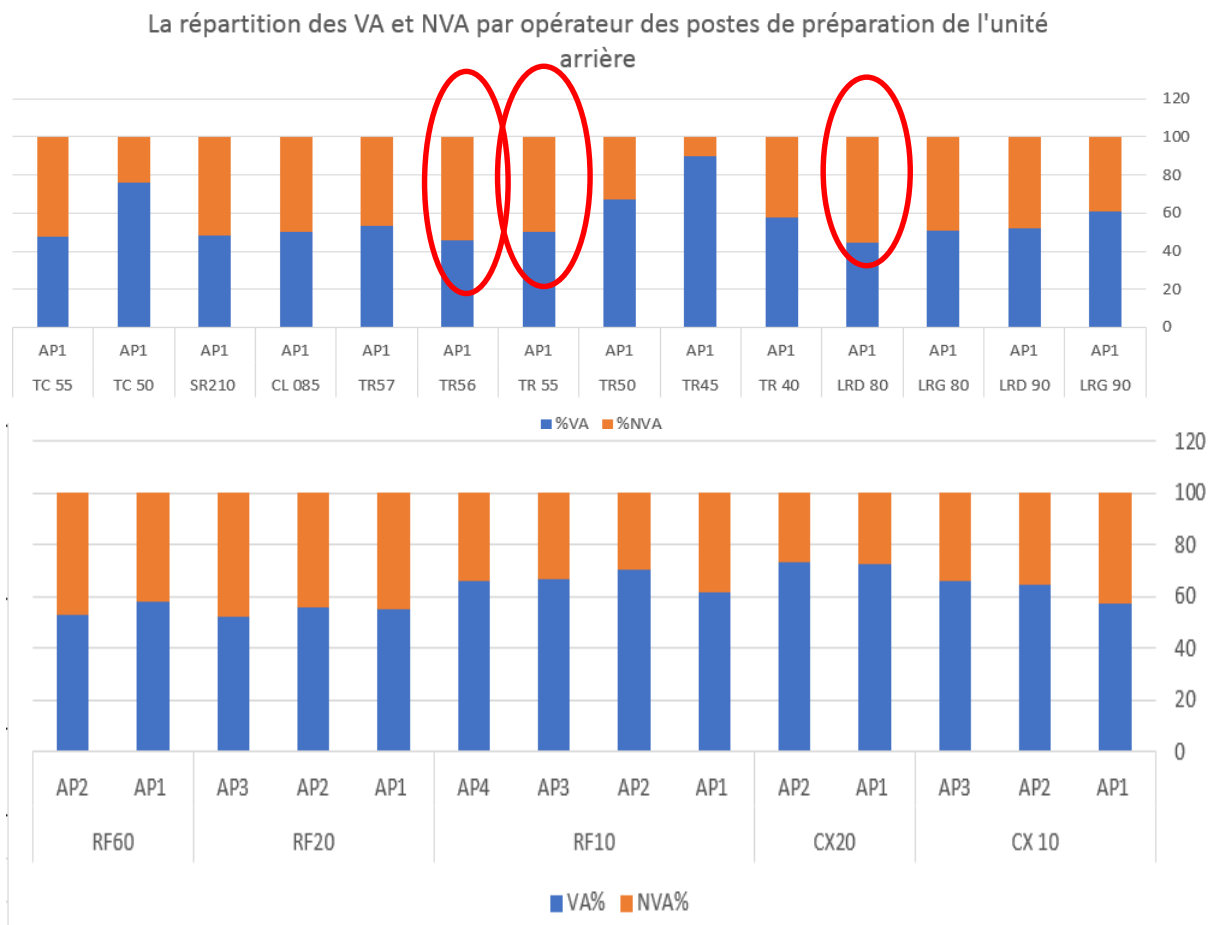


Figure 19 : La répartition des VA et NVA pour les postes de l'unité arrière

Pour l'unité arrière il est clair que les NVA sont très élevés pour les postes TR56 et TR57 et LRD80.

Pour connaître les causes du dysfonctionnement ainsi que les problèmes détectés sur notre zone du travail, nous avons passé à l'étude du flux existant.

## 2) Analyse du flux physique:

Durant notre temps passé sur terrain nous avons remarqué que les déplacements inutiles des opérateurs sont la cause principale du taux des NVA très élevé, pour cela nous avons pensé à passer à l'analyse de données par une visualisation graphique du flux physique (Figure 20), vu qu'elle est indispensable pour pouvoir connaître les déplacements physiques tout au long du processus de fabrication, ainsi que décrire les flux physiques dans la zone étudiée.

Pour se faire nous avons choisi le diagramme de spaghetti que nous avons modélisé sur l'implantation actuelle, représentée par la méthode VOIR, qui consiste à utiliser le management Visuel pour identifier les différents types de zones, à savoir :

Le vert, pour les zones où il y a apport de valeur ajoutée ;

L'orange, pour les zones de stockage, magasins et en-cours ;

Le bleu, pour le flux de passage des pièces ;

Le rouge, pour les zones de non-qualité, zone de rebut, attente pour retouche.

L'élaboration du diagramme spaghetti nous a montré qu'au niveau des deux unités centrale et arrière, il existe une grande distance entre les postes d'assemblage. Aussi les postes de préparation (LRD90, LRG90, TC50, TU30, TR45, TR50) sont loin de la ligne d'assemblage, ce qui génère des déplacements inutiles surtout au niveau du chargement et déchargement des pièces et influence par la suite le temps de cycle qui devient plus important.

Un autre problème que nous avons pu détecter est les en cours qui constituent un type de MUDAs qu'il faut prendre en considération lors des améliorations, vu que leurs existences dans le processus impactent le Lead time et le rend très important.

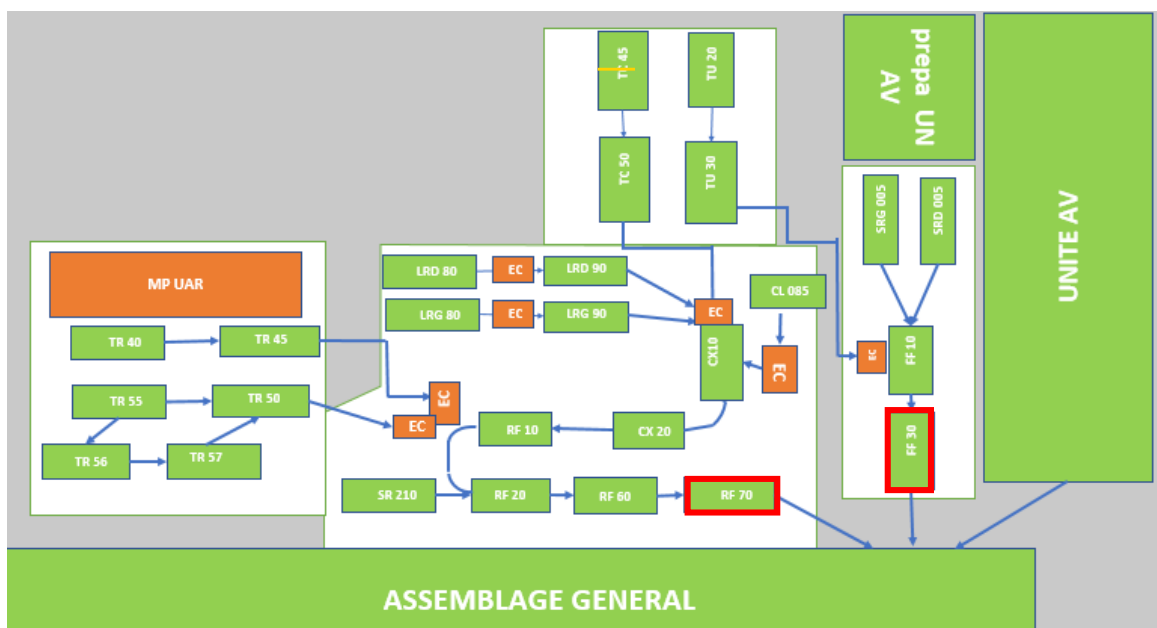


Figure 20 : Le diagramme spaghetti pour l'unité centrale et arrière.

### 3) Cartographie du flux de valeur (VSM) :

Après l'étude et l'analyse de l'état actuelle du processus, nous avons choisi d'élaborer la VSM, l'outil fondamental dans toute démarche Lean, et le meilleur moyen pour pouvoir visualiser les différents flux au sein d'une ligne de production. Souvent utilisé pour mettre en avant les tâches à valeur ajoutée et d'identifier les différents types de gaspillages comme les stocks et en cours. Après le chiffrage des paramètres nécessaires pour la réalisation d'une cartographie de la chaîne de valeur, nous avons tracé une VSM initial, dans lequel nous avons intégré les mesures suivantes :

- Temps de cycle/ Temps cadencé
- Temps de passage (LEAD TIME)
- Temps à valeur ajoutée (VA)
- Temps à non-valeur ajoutée (VNA)

La figure 21 représente la VSM initial :

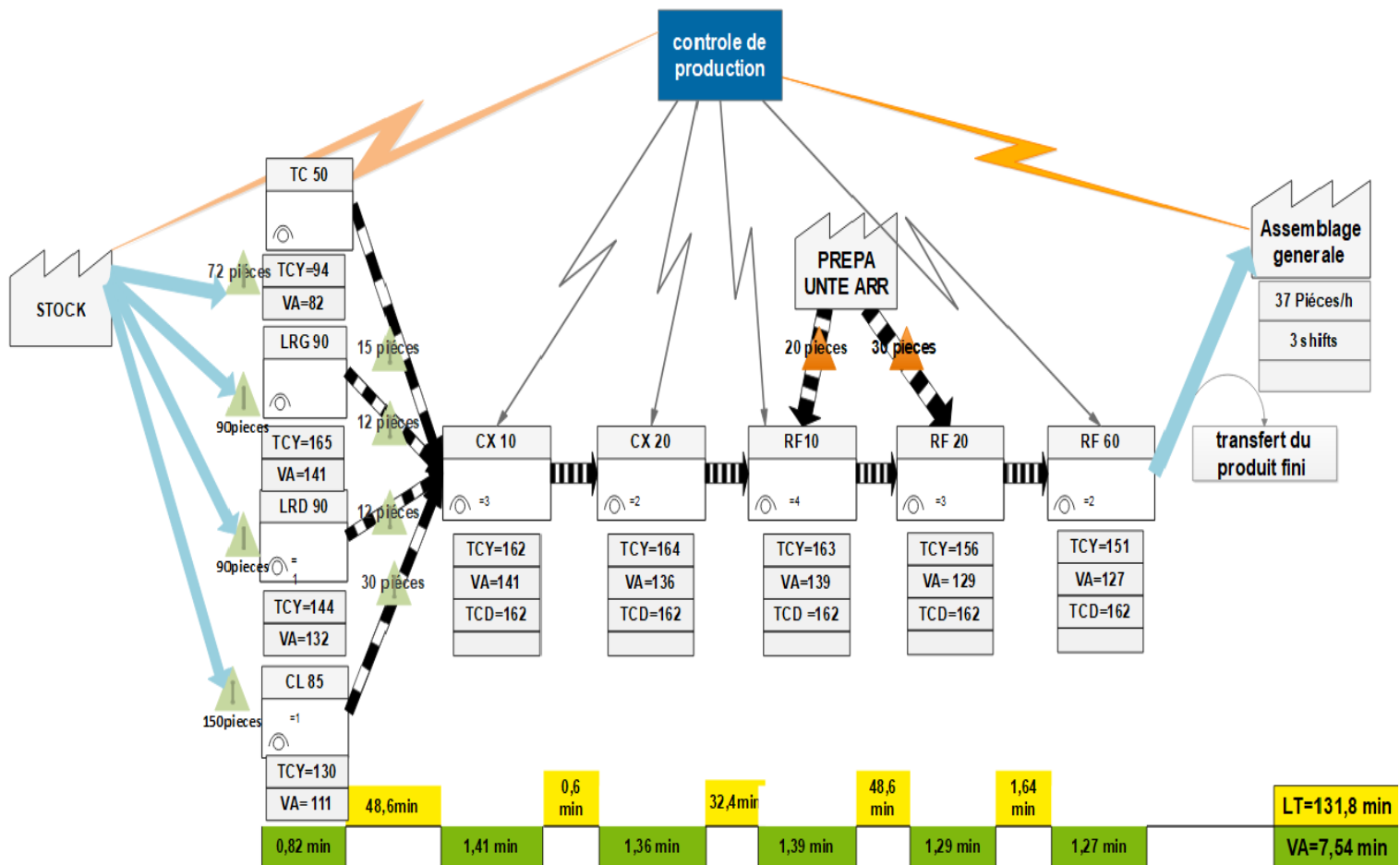


Figure 21: La VSM initial de l'unité arrière.

D'après la VSM initiale de l'unité arrière nous avons pu remarquer qu'il n'y a pas d'en cours entre les postes d'assemblage, les en cours pour l'unité arrière concernent seulement les postes de préparation et l'existence des en cours constitue un gaspillage qu'il faut diminuer/éliminer. La même remarque est faite pour l'unité centrale dont la VSM est présentée dans l'annexe 3, page 3.

#### 4) Analyse et identification des causes du temps du cycle élevé :

##### 4.1) Le diagramme ISHIKAWA :

La phase du diagnostic a mis l'accent sur quelques éléments qui impactent le Tcy : la mauvaise implantation, les opérations non synchronisés, le temps des opérations à NVA élevé...etc.

Pour cela, une séance de brainstorming a été réalisée avec l'équipe du projet pour lister les différentes causes du dépassement du temps de cycle. L'objectif est les regrouper par la suite selon les 5M du diagramme Ishikawa. Le résultat de cette analyse des causes est présenté dans la figure suivante :

- **Matière :**

**Matière première non conforme :** Quelques pièces représentent des écarts de géométrie par rapport au référentiel, et pour les assembler, les opérateurs sont contraints de réaliser des retouches ce qui augmente le Tcy.

**Forme de pièces :** Certaines pièces sont très grandes et difficiles à manipuler donc elles demandent plus d'effort pour les manipuler et donc un temps de cycle très élevé par rapport aux autres pièces.

**Manque de pièces :** Parmi les causes d'arrêts qui surgissent dans la ligne, c'est le manque de pièces à assembler lors de la production.

- **Milieu :**

**Problème au niveau des rails :** il arrive parfois que les rails qui sont utilisées pour le déplacement des grandes pièces d'un poste au suivant, se bloquent parfois à cause d'un manque de graisse. L'existence de ces frottements impacte négativement le temps du cycle.

**Mauvaise implantation :** Après plusieurs analyses sur terrain, lors de l'alimentation du poste aval, les opérateurs font beaucoup de déplacements. Ces déplacements sont considérés inutiles vu que la distance entre poste est importante, chose qui impacte le temps de cycle. Ceci nous a mené à penser à travailler sur la simplification du flux physique, en linéarisant ce dernier et en réduisant le distance entre poste.

- **Méthode :**

**Opérations non-synchronisées :** lors des relevés du temps du cycle nous avons remarqué que quelques postes dépassaient le temps du cycle objectif, alors que d'autres sont au-dessous, cela génère un temps d'attente important et présente un gaspillage de ressources.

**Opérations à Non-Valeur Ajoutés :** La mauvaise synchronisation des postes, le manque de pièces génèrent des temps d'attente et des déplacements qui augmentent le temps du cycle de l'opérateur.

**Défauts qualité :** les opérateurs effectuent des opérations qui nuisent à la qualité du produit (ajouter des goujons donc à supprimer, un point de soudure déplacé donc à refaire,..) toutes ces



opérations ne font qu'à augmenter le temps du cycle.

- **Main d'œuvre :**

**Allure des opérateurs :** à force de manipuler une pince de grande taille, réaliser des tâches répétitives et travailler dans un milieu difficile, la performance de l'opérateur est variable le long de la journée.

**Non-respect des FOS :** il existe toujours des écarts entre ce qui est indiqué sur la FOS et ce qui est réellement sur terrain, par exemple, le nombre des points de soudure réalisé par l'opérateur est différent de celui mentionné sur la FOS, les étapes principales ne sont pas respectées ou parfois complètement oubliées. Ce qui impacte négativement le temps du cycle et la qualité des pièces soudées.

- **Moyen :**

**Dégradation du matériel :** elle impacte négativement la qualité et la géométrie de la pièce en plus elle rend l'opération du soudage difficile à réaliser.

**La maintenance des pinces :** Les opérateurs ont tendance à ne pas respecter le nombre de points de soudure à réaliser ce qui nuit aux paramètres de la pince et cause sa panne.

**Manipulation des pinces :** La pince de soudage est dotée d'articulations et d'équilibreur pour faciliter sa manipulation, une mauvaise implantation peut gêner les opérateurs et rend l'opération de soudage difficile.

La figure suivante résume les causes liées au problème du temps du cycle élevé organisé selon les 5M dans le diagramme ISHIKAWA.

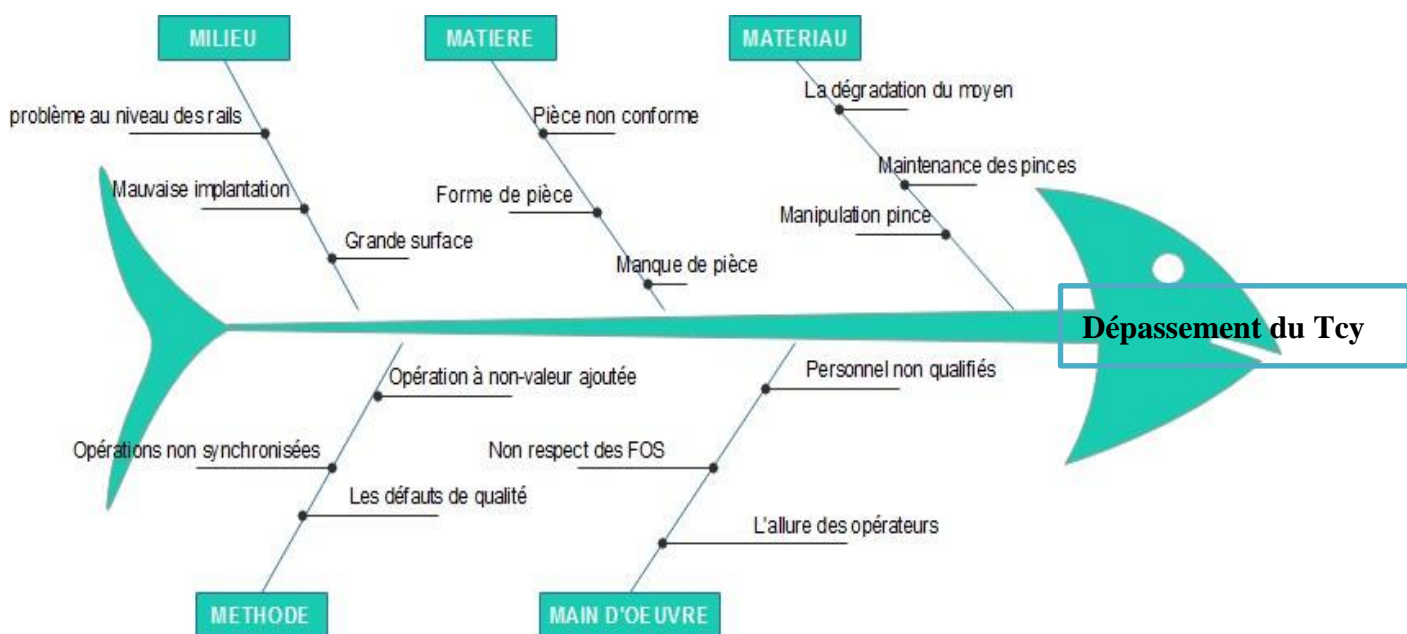


Figure 22 : ISHIKAWA ou diagramme cause-effet



L'analyse du diagramme a permis de déduire les causes majeures sur lesquelles il faut intervenir en priorité :

- ❖ **Mauvaise implantation ;**
- ❖ **Opérations à NVA ;**

Après la définition des causes principales du problème, il est temps de passer à la définition des axes d'amélioration.

#### **4.2) Les axes d'améliorations :**

L'analyse des causes racines nous a permis d'avoir une idée sur les axes d'amélioration sur lesquelles nous devons nous focaliser dans la prochaine phase de la démarche DMAIC : celle d'Innover.

Nous avons identifié les causes racines du problème et nous allons passer à la proposition des solutions:

<i>Les causes de l'augmentation du Tcy</i>	<i>Actions d'amélioration</i>
Mauvaise implantation ;	- Réorganisation des flux ; - Réaménagement de la zone;
Opérations à non-valeur ajoutée ;	- Réduire les non-valeurs ajoutée ;

Tableau 8 : Les actions d'amélioration.

### **Conclusion :**

Durant ce chapitre nous avons présenté une définition du problème, nous avons pu faire toutes les mesures (le temps de cycle, le lead time, en cours...) que nous aurons besoin de dans la phase analyser dans laquelle nous avons défini les postes goulots ainsi que les causes principales du dépassement du temps du cycle ainsi que les axes d'amélioration, sur lesquelles il faut travailler pour résoudre ces problèmes.



Chapitre III .La mise en œuvre des améliorations et l'estimation des gains (Innover et Contrôler).



## **Chapitre III : La mise en œuvre des améliorations et l'estimation des gains (Innover et Contrôler).**

## Introduction :

Après avoir analysé les causes de l'augmentation de temps du cycle dans le chapitre précédent, et identifier les trois actions d'amélioration sur lesquelles il faut agir :

- ✓ Le réaménagement de la zone ;
- ✓ Réorganisation des flux ;
- ✓ Réduire les non-valeurs ajoutées ;

Nous allons passer aux deux dernières phases de la démarche DMAIC, la phase « innover » et la phase « Contrôler », qui ont pour objectif de proposer les solutions à mettre en place pour remédier aux causes racines du problème, étudier leur faisabilité et le scénario de mise en œuvre.

Par la suite, nous allons calculer les nouveaux temps du cycle obtenus grâce à la nouvelle configuration et vérifier l'atteinte de l'objectif. Enfin, nous évaluerons les gains en termes de coût, de délai et de qualité.

Pour bien organiser notre travail nous avons élaboré le logigramme présenté dans la figure 23, que nous allons suivre lors de l'implantation des améliorations dans la phase innover.

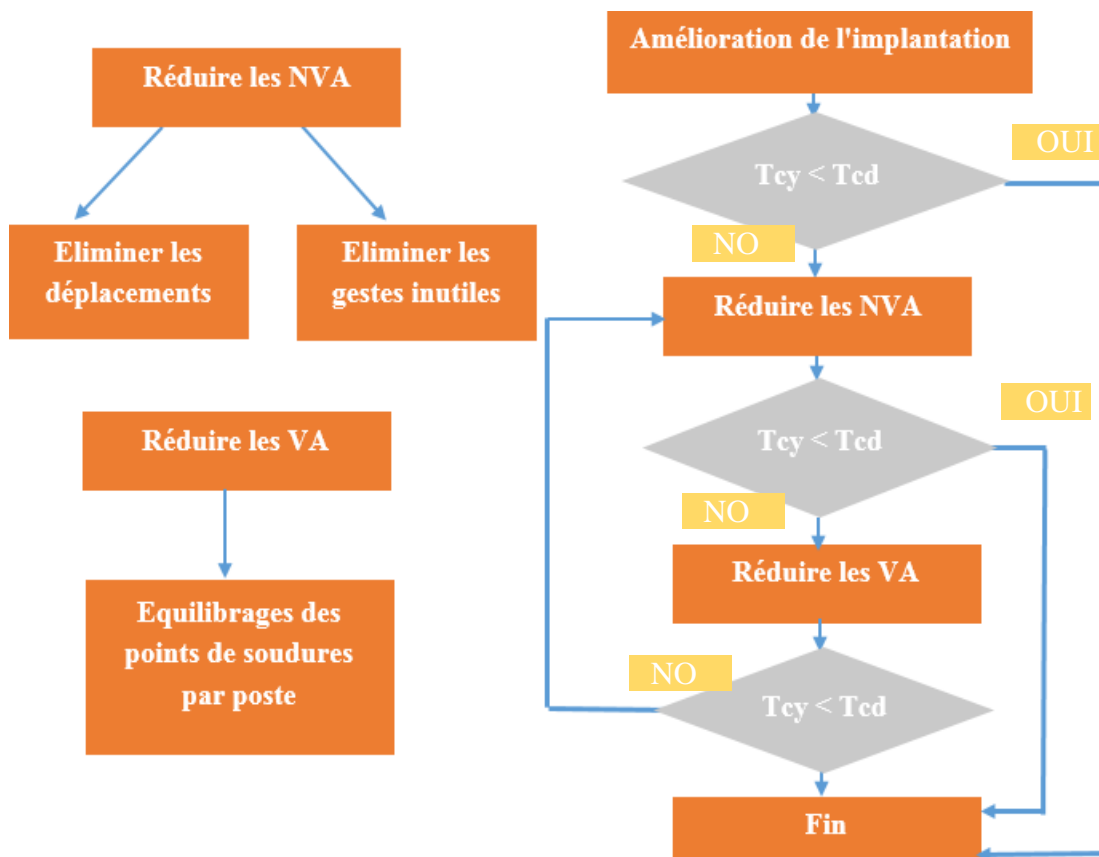


Figure 23 : Logigramme d'implantation des améliorations

Nous mentionnons qu'après la réduction des NVA et le recalcul du Tcy nous trouverons que le Tcy < TCd, cela ne veut pas dire que les NVA sont éliminées à 100%. Mais dans notre cas nous choisissons de passer à la réduction des VA.

## **I) Les axes d'amélioration:**

### **1) La réimplantation de la zone :**

La réimplantation d'un atelier n'est pas simple, c'est tout un processus qui regroupe plusieurs tâches et activités qui doivent être exécutés de manière coordonnée.

C'est un projet, qui a pour principal objectif d'optimiser les flux et les équipements de fabrication, afin d'augmenter la productivité et la réactivité des entreprises.

Dans notre cas, le principal élément déclencheur qui nous a poussés à mener une étude de réimplantation était la nécessité de libérer la surface suffisante pour intégrer le nouveau projet intitulé BJI. Ce projet va être installé à la place des deux unités arrière et centrale.

Nous chercherons donc à travers cette nouvelle implantation à atteindre un ensemble d'objectifs, nous citons :

- Linéariser et faciliter le flux, de manière à éviter tout chevauchement ;
- Réduire les stocks et les attentes ;
- Organiser la production dans le minimum d'espace ;
- Déposer les postes du travail et les installations communes de façon à assurer au personnel de bonnes conditions du travail et du confort.

Alors pour réaménager la zone, nous avons suivi 4 étapes principales :

- Définir l'implantation actuelle ;
- Présenter des propositions de réaménagement pour optimiser l'espace ;
- Tracer et présenter la nouvelle implantation du périmètre et étudier sa faisabilité ;
- Etablir le planning des déplacements des moyens sans gêner le flux de la production ;

### **❖ Les contraintes à prendre en compte avant-pendant et après le déplacement :**

- Utiliser une surface minimale ;
- Garder et respecter le process actuel ;
- Assurer le flux logistique actuel en respectant les accès logistiques ;
- Se conformer aux exigences d'ergonomie ;
- Ne pas impacter les futurs projets (projet capacitaire : LRD 60 LRG 60) ;

- Déplacer tous les moyens existants en respectant les délais ;
- Assurer l'accessibilité de la maintenance aux différents moyens ;
- Optimiser les coûts (Ex : déplacement du maximum des rails existants) ;
- Proposer un plan flexible pour tout imprévu durant les travaux ;
- Livraison de l'unité arrière et centrale dans le même gravitaire présenté dans l'annexe 4 page 4 ;
- Assurer le respect du standard Renault (logistique, Sécurité, Implantation ...) ;
- Assurer le démarrage de la ligne et la validation avec les intervenants ;
- Assurer le respect des plans d'implantation par les fournisseurs (les chargés de déplacement) ;

#### ❖ L'implantation actuelle :

Une étude de l'implantation actuelle des moyens de production pour l'unité arrière et centrale, que nous avons déjà présentée dans la figure, ainsi que les flux existants dans la zone nous ont aidé à définir les points forts et les points faibles de l'implantation actuelle.

Pour pouvoir garder ces points forts et jouer sur les points faibles lors de la mise en place de la nouvelle implantation. Cette étude nous a fait remarquer l'existence de plusieurs problèmes ou points faibles :

- Une longue distance entre les postes de préparation et ceux de finition.
- L'existence d'un grand nombre d'encours entre LRG90/LRD90 et CX10 au niveau du convoyeur.
- L'existence d'un grand nombre d'encours entre TU 30 et FF10. Ces en-cours sont dus à l'usage du chariot avec un nombre de pièce.
- Les emballages au niveau du CX10 sont loin du poste.
- La pièce fait beaucoup du temps à passer du poste RF10 vers RF20 à cause du temps à NVA très important.
- Beaucoup de déplacement entre les postes CX10 et CX20 et entre FR10 et RF20.
- Des problèmes d'ergonomie pour le poste RF60 au niveau du déchargement de la pièce dans le convoyeur.
- Problème sécurité entre RF10 et RF20.
- Une grande distance entre les postes.

Pour pouvoir résoudre ces problèmes, il faut proposer des réaménagements capables de résoudre ces problèmes.

### ❖ L'implantation proposée :

La mise en forme d'une ligne peut faire toute une différence dans ses performances, en fait, lors de la conception d'une nouvelle disposition, il existe des éléments qu'il faut prendre en compte avant le choix de la forme de la ligne.

- 1) Le flux physique : La circulation de la matière globale dans la ligne, et l'entrée et la sortie de la ligne.
- 2) L'existence ou non d'un matériel de manutention ou de transport.
- 3) Prendre en compte les allées logistiques dans le cas d'approvisionnement.
- 4) Etc.

Comme c'est déjà mentionné avant, l'élément déclencheur du réaménagement est la nécessité de vider de l'espace de l'unité arrière et centrale pour un nouveau projet. Et donc avant de proposer une nouvelle implantation, il faut prendre en considération la nouvelle surface qui doit être optimisée.

Nous allons présenter des propositions d'implantations, puis nous allons les confirmer et étudier leurs faisabilités pratiques sous le logiciel Micro-station.

Les implantations proposées doivent avoir comme objectif :

- ✓ L'optimisation de la surface dédiée aux deux unités ;
- ✓ L'optimisation du temps du cycle ;
- ✓ La suppression des déplacements inutiles des opérateurs ;

En tenant compte de :

- ✓ Dimensions des différents postes ;
- ✓ Contraintes d'implantation (allée logistique, poteaux...) ;
- ✓ Dimensions des différents postes ;
- ✓ Contraintes d'ergonomie (La prise de la pince, l'accès au bouton de validation, posture,...);
- ✓ Conditions du travail (armoires électriques loin de 1m du poste de travail, nécessité d'un obstacle dans les virages au niveau des rails...) ;

### ✚ Scénario 1 :

La figure 24 montre l'implantation que nous avons proposée :



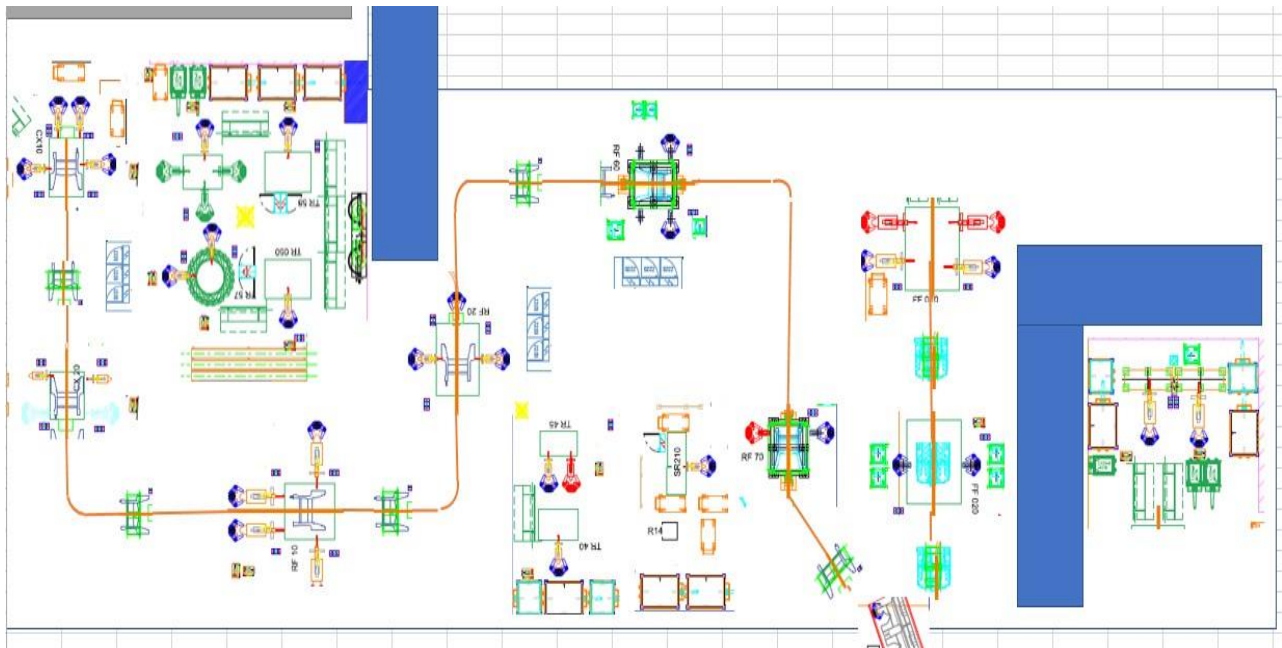


Figure 24 : La proposition 1 de l'implantation de l'unité arrière et centrale

#### ■ Pourquoi l'implantation en S :

La ligne S est souvent utilisée pour les lignes particulièrement longues (les chaînes de montage ou assemblage automobile...). Les aligner en ligne droite nécessiterait non seulement une construction très longue. Une ligne en forme de S peut s'intégrer beaucoup plus facilement dans une usine de fabrication.

Dans le premier scénario, nous avons choisi de travailler avec la forme S vue que le grand nombre de poste et la longueur de la ligne surtout pour l'unité arrière.

#### ✚ Scénario 2 :

La figure suivante (Figure 25) représente la deuxième implantation proposée :

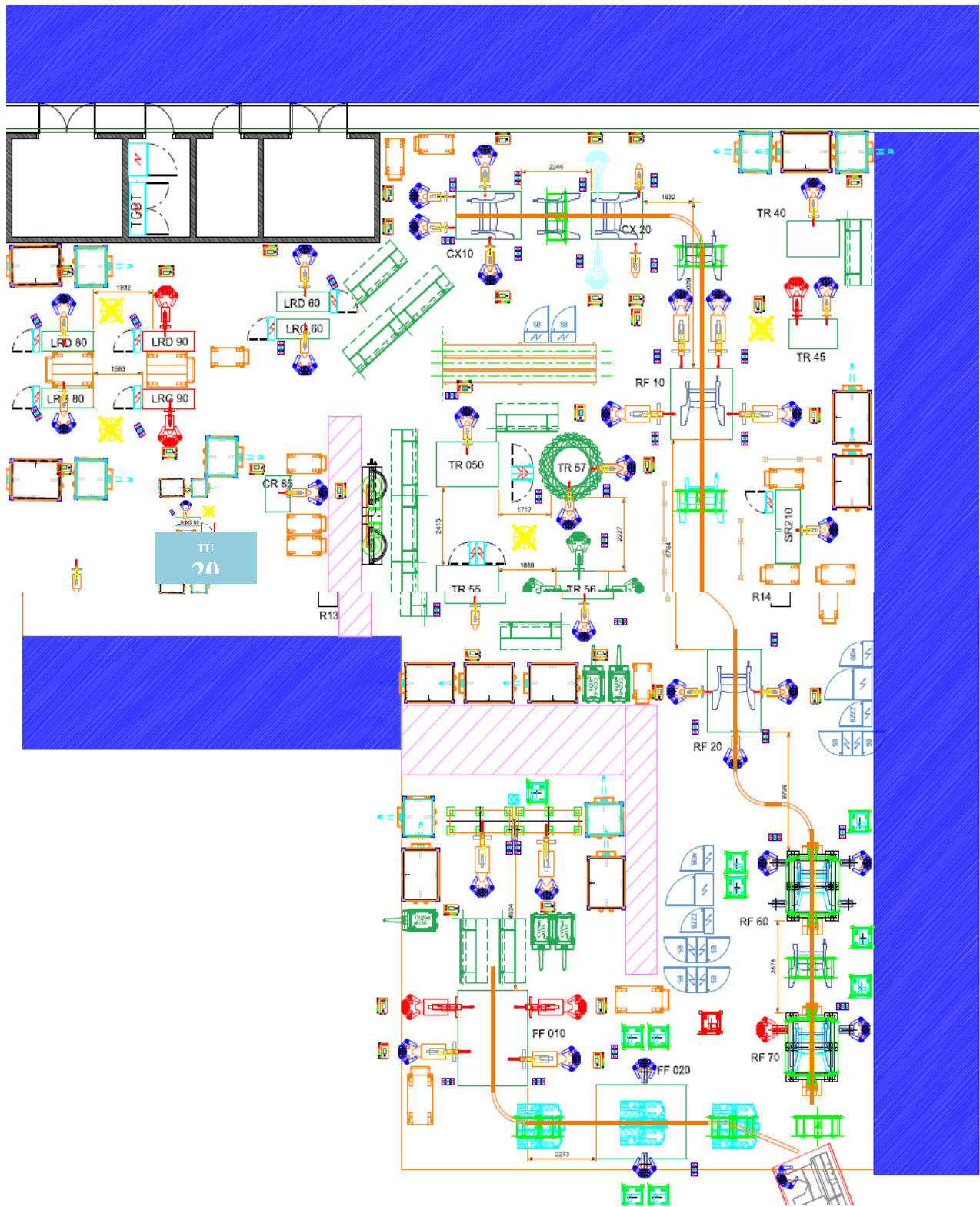


Figure 25 : La proposition implantation unité centrale

Le tableau 9 constitue un résumé des avantages et des inconvénients de chaque proposition :

Proposition	Les points forts	Les points faibles
Proposition1	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Rapprocher les postes de préparation et la ligne.</li> <li><input type="checkbox"/> Pas d'encombrement.</li> <li><input type="checkbox"/> Moins de déplacement entre les postes de préparation et de l'assemblage.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Grande surface.</li> <li><input type="checkbox"/> Accessibilité difficile de la maintenance et la logistique.</li> </ul>
Proposition2	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Une surface optimisée.</li> <li><input type="checkbox"/> Approximation des postes de préparation et la ligne d'assemblage.</li> <li><input type="checkbox"/> Diminution de la distance entre poste avec respect des contraintes d'ergonomie et sécurité.</li> <li><input type="checkbox"/> Surface occupée par les emballages est réduite par l'utilisation du picking à la place des grands emballages).</li> <li><input type="checkbox"/> Réduction des en cours par la réduction de la taille du gravitaire entre TR50 et RF10.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li><input type="checkbox"/> Encombrement au niveau des postes: TR50, TR55, TR56, TR57.</li> </ul>

Tableau 9 : comparaison entre les scénarios d'implantation.

■ **Calcul du besoin en surface pour le scénario 1d'aménagement :**

Il est possible d'estimer la surface nécessaire minimale d'un atelier en se basant sur les moyens qui la constitue. Pour chaque moyen la surface totale nécessaire se décompose de :

$$S_T = S_s + S_G + S_E$$

Avec :

$S_s$  : est la surface occupée par la machine ;

$S_G$  : est la surface utilisée autour du poste par l'opérateur (emballage de matières première, armoires de l'automatisme,...).

$S_E$  : est la surface d'évolution ou la surface à réserver entre les postes du travail pour les déplacements et les opérations de manutention.

$S_T = S_T(\text{unité arrière}) + S_T(\text{unité centrale}) ;$

$$S_T = 990 \text{ m}^2.$$

### ■ Calcul du besoin surface pour le scénario 2 d'aménagement :

Pour calculer la surface totale nécessaire pour l'implantation de la proposition 2, nous avons utilisé le logiciel Micro-station qui nous a permis d'avoir le résultat suivant :

$S_T = S_T(\text{unité arrière}) + S_T(\text{unité centrale}) ;$

$$S_T = 729 \text{ m}^2.$$

Après l'analyse des points forts et faibles des deux scénarios, et vu que la surface est l'une des critères qu'il faut prendre en considération, nous nous sommes mis d'accord avec l'équipe du travail sur l'implantation représentée dans le scénario 2.

### ❖ La phase de préparation au déplacement :

La phase de préparation au déplacement passe généralement par 7 grandes étapes :

- 1) La demande du CPI (Contrat projet d'investissement) ou du devis par la S@ER ;
- 2) Le lancement des appels d'offres (3 fournisseurs) ;
- 3) Réponses des fournisseurs ;
- 4) Analyses des réponses et le choix du fournisseur ;

L'acteur de ces étapes est le CAMI (chargé d'affaires moyens industriels) du périmètre.

- 5) L'élaboration de la demande d'achat ou la demande de prestation ;
- 6) La réalisation de l'étude, planning, ... par le fournisseur et le CAMI du périmètre ;
- 7) La réalisation ;

### ❖ Le flux d'information entre la DIVD et le fournisseur de prestation :

Pour ces projets fréquents RENAULT fait recours à un type spécial du fournisseur appelé fournisseur à contrat cadre : c'est un fournisseur payé annuellement. L'avantage de ce type de fournisseur c'est qu'il permet de traiter les affaires à moindre coût dans n'importe quel délai demandé par le client sans passer par les achats. C'est-à-dire le lancement des appels d'offres et l'attente des retours. Il est à la disposition de Renault à tout moment et il permet de traiter les urgences.

L'équipe projet a décidé de travailler avec un fournisseur contrat cadre pour le déplacement des 2 unités et dans ce qui suit le flux d'information échangé entre la DIVD et le fournisseur :

- ✓ La DIVD exprime son besoin au fournisseur par une visite terrain ;
- ✓ La DIVD exprime son besoin d'une manière officielle par mail vers le fournisseur ;
- ✓ Le fournisseur fait une estimation de chiffre d'affaires qu'il partage avec la DIVD ;
- ✓ DIVD établit le plan d'implantation que le fournisseur doit respecter pendant le

- déplacement ;
- ✓ DIVD prépare le planning d'intervention ;
  - ✓ DIVD Communique le planning au fournisseur ;
  - ✓ DIVD lance la demande d'achat de la prestation ;
  - ✓ Une attente est indispensable pendant la validation de la demande d'achat par le cycle de validation (Chef de section, Chef de CUET, Responsable Budget, Directeur Financier, Contrôle de gestion, Chargé d'affaire, Expert 1, Expert 2, Acheteur);
  - ✓ Une fois la DA est validé la DIVD Prépare et valide la fiche d'intervention par le chef de section, chef de UET, CA Maintenance, ergonomiste, et le service condition de travail;
  - ✓ Le fournisseur valide le plan de prévention par Renault (condition de travail, ergonomie selon les standards Renault) ;
  - ✓ Lancement des travaux par la DIVD et le fournisseur

#### ❖ Planning des interventions :

Après la réalisation de l'implantation et sa validation par les différents départements (Fabrication, Performance, Logistique et Ingénierie), il est temps de définir le planning du déplacement ainsi que la liste des besoins "alimentation électrique et fluide, aspiration des gaz et les postes à pinces".

Et pour pouvoir effectuer le réaménagement des moyens sans affecter la ligne de production, nous avons choisi de les déplacer dans la 17<sup>ième</sup> semaine c'est à dire du 23 avril au 27 avril 2019, où un arrêt de production était déjà programmé par la direction de l'usine.

#### **2) L'engagement de l'opérateur :**

Une fois que la nouvelle implantation des moyens est achevée, elle va modifier le temps de cycle, le Lead Time et le ratio d'engagement vu qu'elle est conçue pour permettre de réduire les déplacements. Ceci nous a menés à rétablir un chiffrage du temps du cycle de tous les postes de préparation et d'assemblage des deux unités arrière (Tableau 10) et centrale (Tableau 11), afin de voir l'impact de la nouvelle implantation sur les temps de cycles des opérateurs de la ligne.

Unité	POSTE	Opérateur	Moyenne
U.ARRIERE	LRG80	AP1	152
	LRD80	AP1	133
	LRG90	AP1	165
	LRD90	AP1	143
	TC55	AP1	133
	TC50	AP1	95
	SR210	AP1	132
	TR40	AP1	154
	TR45	AP1	159
	TR50	AP1	114
	TR55	AP1	120
	TR56	AP1	291
	TR57	AP1	298
	CL85	AP1	141
	AP1	147	

Unité	POSTE	Opérateur	Moyenne
U.ARRIERE	CX 10	AP1	147
		AP2	157
		AP3	141
	CX20	AP1	163
		AP2	160
	RF10	AP1	155
		AP2	157
		AP3	107
		AP4	154
	RF20	AP1	140
		AP2	149
		AP3	136
	RF60	AP1	138
		AP2	156

Tableau 10 : chiffrage temps du cycle de l'unité arrière après le réaménagement des postes.

Pour plus de visibilité, nous présentons les valeurs du temps du cycle dans le graphe de la figure 27 :

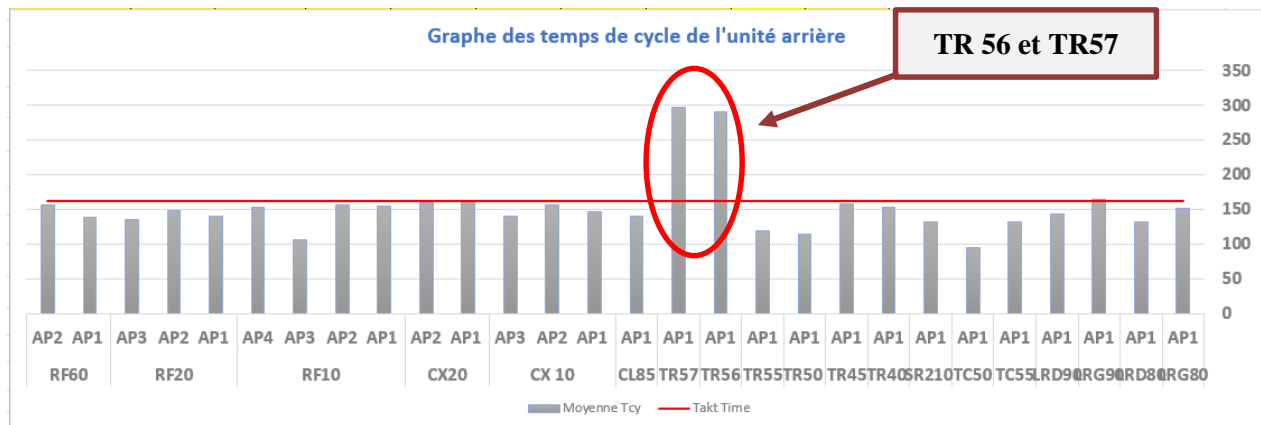


Figure 26 : Graphe des temps de cycle de l'unité arrière après le réaménagement des postes.

Le graphe présenté dans la figure 27 montre que le problème du dépassement du temps de cycle pour l'unité arrière était bien résolu sauf pour les postes TR56 et TR57.

De même pour l'unité centrale :



Unité	POSTE	Opérateur	Moyenne
unité centrale	TU 20	AP1	139
		AP2	141
	TU 30	AP1	136
		AP2	140
	SCD 005	AP1	126
	SCG 005	AP1	151
	FF 10	AP1	139
		AP2	154
	FF 30	AP1	149
		AP2	148

Tableau 11 : chiffrage temps de cycle de l'unité arrière après le réaménagement des postes.

Nous remarquons d'après les résultats obtenus (tableau 11 et figure 28) que les temps du cycle de l'unité centrale ont été réduits et que tous les postes sont au-dessous du Takt Time.

Graphique des temps de cycle pour l'unité centrale

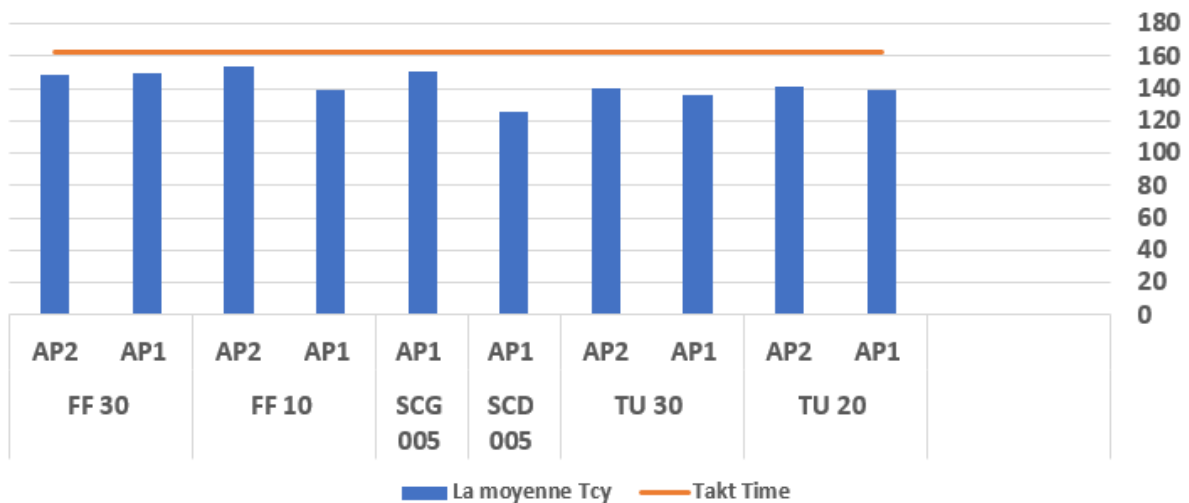


Figure 27 : Le graphique des temps de cycle pour l'unité centrale.

### ■ Le Lead time:

Pour visualiser l'impact du réaménagement nous avons effectué un chiffrage de lead time que nous avons présenté dans l'annexe 5 page 4. Ce chiffrage montre une diminution de temps de passage.

### ■ le ratio d'engagement des opérateurs :

Dans le but de déterminer le pourcentage de sur/sous-engagement de chaque opérateur par rapport au Takt Time, nous avons calculé le ratio d'engagement après le déplacement,

nous obtenons le résultat suivant pour l'unité arrière (tableau 12, graphe de la figure 29) et pour l'unité centrale (tableau 13, graphe de la figure 30) :

Unité	POSTE	Opérateur	Ratio	Unité	POSTE	Opérateur	Ratio
U.ARRIERE	LRG80	AP1	0.93827	U.ARRIERE	CX 10	AP1	0.90741
	LRD80	AP1	0.82099			AP2	0.96914
	LRG90	AP1	1.01852			AP3	0.87037
	LRD90	AP1	0.88272		CX20	AP1	1.00617
	TC55	AP1	0.82099			AP2	0.98765
	TC50	AP1	0.58642		RF10	AP1	0.95679
	SR210	AP1	0.81481			AP2	0.96914
	TR40	AP1	0.95062			AP3	0.66049
	TR45	AP1	0.98148			AP4	0.95062
	TR50	AP1	0.7037		RF20	AP1	0.8642
	TR55	AP1	0.74074			AP2	0.91975
	TR56	AP1	1.7963			AP3	0.83951
	TR57	AP1	1.83951		RF60	AP1	0.85185
	CL85	AP1	0.87037			AP2	0.96296

Tableau 12 : Le ratio d'engagement des postes de l'unité arrière.

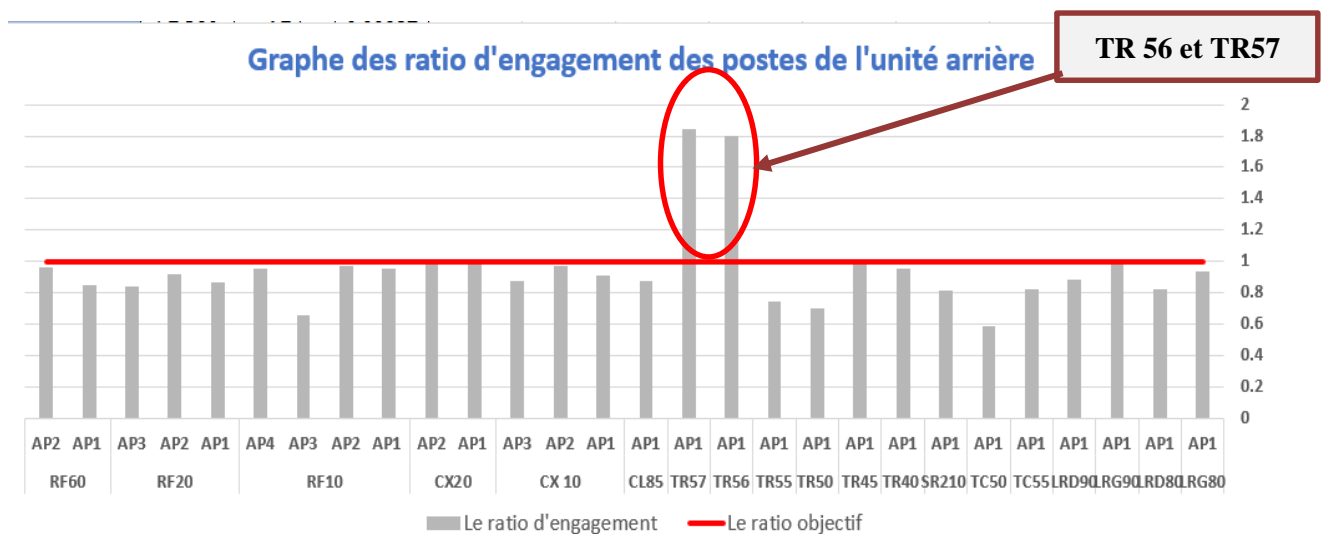


Figure 28 : Le graphe des ratios d'engagement des postes de l'unité arrière.

Le graphe présenté dans la figure 28 montre que le ratio d'engagement dépasse 1 pour les postes TR56 et TR57 de l'unité arrière.

Le même travail a été effectué pour les postes de l'unité centrale et nous avons obtenu les résultats présentés dans le tableau 13 et le graphe de la figure 29 :

Unité	POSTE	Opérateur	Ratio
unité centrale	TU 20	AP1	0.85802
		AP2	0.87037
	TU 30	AP1	0.83951
		AP2	0.8642
	SCD 005	AP1	0.77778
	SCG 005	AP1	0.9321
	FF 10	AP1	0.85802
		AP2	0.95062
	FF 30	AP1	0.91975
		AP2	0.91358

Tableau 13 : Le ratio d'engagement des postes de l'unité centrale.

### Graphique des ratios d'engagement pour l'unité centrale

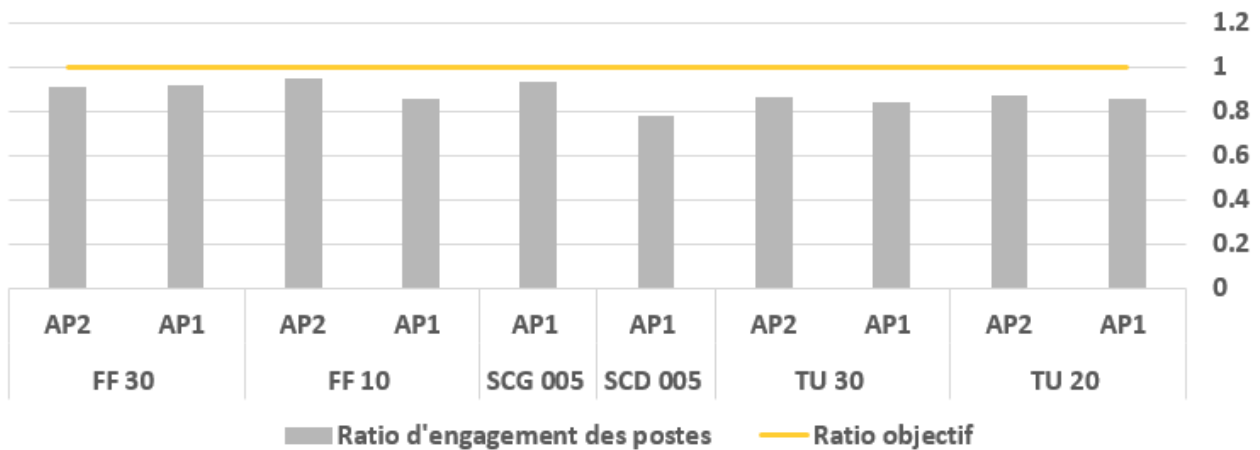


Figure 29 : Le graphe des ratios d'engagement des postes de l'unité centrale.

Pour l'unité centrale le ratio d'engagement de tous les postes est inférieur à 1

#### Remarque :

- Le réaménagement que nous avons effectué a réglé un certain nombre de problèmes du temps du cycle et d'engagement des opérateurs.
- L'unité centrale ne pose pas de problème du temps du cycle ou de ratio d'engagement, d'après le graphe de la figure 31.
- Nous avons remarqué dans la figure 27 qu'au niveau des postes TR56 et TR57 nous

- avons toujours un dépassement du temps d cycle après le réaménagement, aussi dans la figure 30 représentant les ratios d'engagements, les opérateurs de ces postes ont un ratio d'engagement très grand qui dépasse le 1.8. Pour connaître les causes de ce problème nous avons passé au calcul des temps à valeur ajoutée et à non-valeur ajoutée.

❑ **Le réaménagement que nous avons fait n'est pas suffisant pour augmenter les performances de l'atelier, d'où la nécessité d'effectuer une réduction des MUDAS au niveau des postes goulot dans l'unité arrière.**

### 3) Réduire les MUDAS :

Après le réaménagement un recalcul des temps des VA et NVA est indispensable, c'est ce que nous avons présenté dans l'annexe 6 et 7 page 5, qui constituent des graphes de répartition des VA et NVA de l'unité centrale et arrière respectivement. Sur ces derniers, nous pouvons remarquer une diminution des NVA après le réaménagement d'une part et d'autre part l'existence toujours des problèmes au niveau des postes TR 56 et TR57 où le pourcentage des NVA est très élevé. Pour pouvoir diminuer ces NVA dans le poste TR57, nous avons effectué une analyse de la méthode de travail de l'opérateur, le calcul de son déplacement, afin de détecter MUDAS de déplacement et proposer des solutions pour les réduire ou les éliminer.

Pour ce faire nous avons utilisé le diagramme spaghetti présenté dans la figure 32 où nous avons mentionné le déplacement de l'opérateur avec le nombre de pas effectué :

#### L'étude process actuelle poste TR 57 :

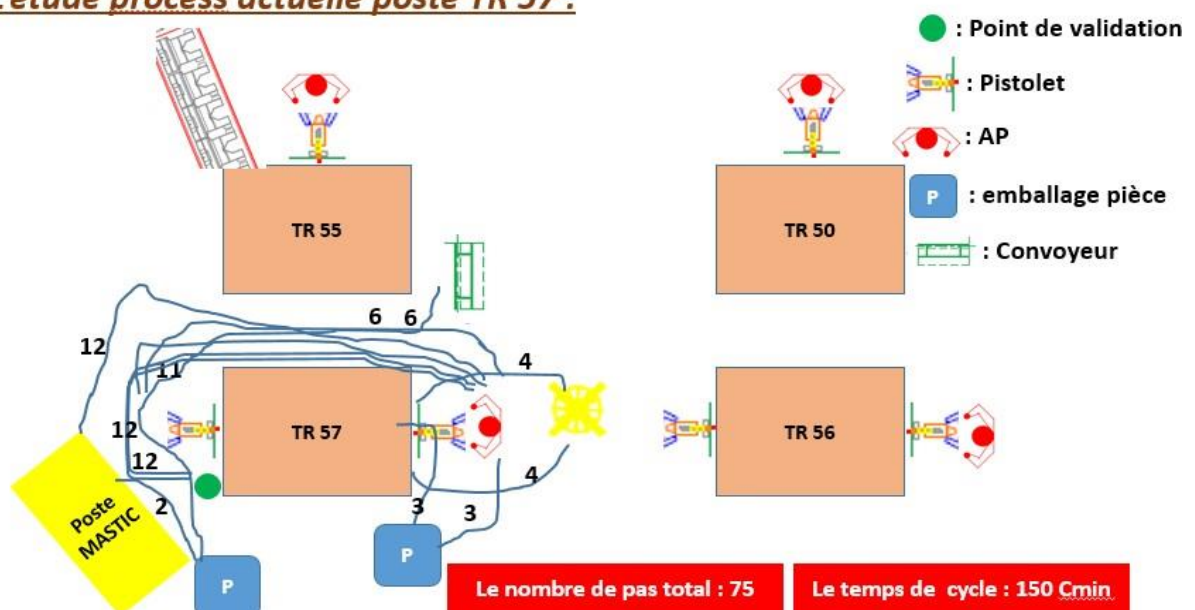


Figure 30 : Diagramme SPAGHETTI du poste TR57.

La figure 31 représente la méthode du travail proposée pour pouvoir diminuer les pas inutiles où nous avons changé le tourniquet par un convoyeur, la position du point de validation, réorganisé le poste mastic ainsi que les emballages qui se présentent autour du poste TR57. Selon la nouvelle configuration, l'opérateur effectue un nombre de pas égal à 37, ce qui est équivalent à 74 Cmin d'où une réduction de temps de cycle égale à 76 Cmin.

### Le process proposé poste TR 57 :

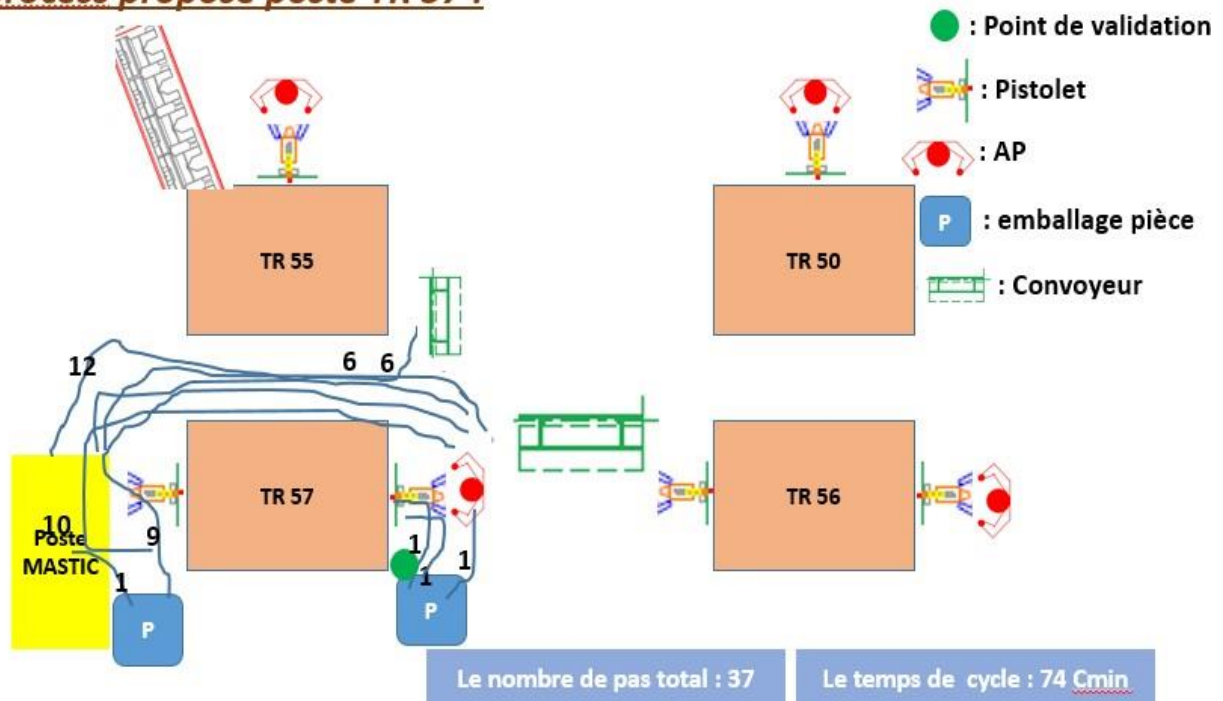


Figure 31 : Diagramme SPAGHETTI du poste TR57.

Il existe une très grande similarité entre le poste TR57 et TR56 sur lequel on a appliqué les mêmes modifications et donc on a abouti au même gain.

## **II) Estimation des gains obtenus :**

Tout projet industriel nécessite une estimation des gains et de l'investissement à réaliser pour évaluer et quantifier les effets des solutions proposées et justifier la nécessité et l'importance de leur mise en place. En effet cette étape cruciale demeure l'une des étapes les plus difficiles du projet.

### **1) Gain en surface :**

La surface représente un challenge pour Renault compte tenu de l'entrée en vigueur du projet BJI. Les actions menées dans le cadre de notre projet consistaient à aménager les 2 unités arrière et centrale de la ligne de production « Soubassement », et la linéarisation du flux ce qui a permis d'obtenir un gain de 261 m<sup>2</sup>.

## **2) Gain en opérateurs de production :**

La mise en place de ces améliorations permettra également d'enregistrer les gains non quantifiables suivants :

- Améliorer la qualité de la caisse
- Réduction de la charge et des efforts inutiles des opérateurs.
- Augmentation de la motivation des opérateurs à travers la réalisation des propositions d'amélioration.

## **3) Gain en volume de production :**

Le réaménagement des deux unités centrale et arrière ainsi que l'optimisation des flux et la réduction des non-valeurs ajoutées ont permis de diminuer le temps du cycle des postes d'une part et le Lead time d'autre part, ce qui veut dire une amélioration des performances ainsi que la capacité et la cadence de la ligne de production, vu que le Lead time a bien diminué de 53 Cmin pour l'unité centrale et 105 Cmin pour l'unité arrière.

Un gain de 53 Cmin est équivalent à 0.315 caisses, ce qui peut être traduit par un gain de 6 caisses/journée et donc **2562 caisses/année**.

## **Conclusion**

Dans la première partie de ce chapitre, nous avons étudié les solutions à mettre en place pour remédier aux causes racines du problème. Nous avons effectué le réaménagement de l'unité arrière et centrale. Par la suite nous avons recalculé le temps de cycle et le ratio d'engagement et nous avons trouvé que la nouvelle implantation a réglé les problèmes de tous les postes de l'unité centrale et arrière sauf les postes TR56 et TR57. Pour régler ce problème nous avons proposé une nouvelle configuration du travail qui a pu réduire le temps du cycle de 76 Cmin.

La deuxième partie du chapitre porte sur l'estimation des gains, où nous avons obtenu un gain de 261 m<sup>2</sup> en surface ainsi qu'un gain non quantifiable au niveau des opérateurs et enfin un gain de 2220 caisses/année en volume de production.



## Conclusion général :

L'objectif de ce présent travail consiste du déplacement des postes de l'unité arrière et central à une surface moins réduite. Ce dernier s'accompagne évidemment d'une amélioration de la productivité .la démarche DMAIC a été adoptée pour aboutir aux objectif ;;;;;;,le suivi de cette démarche consiste à effectuer le chiffrage du temps de cycle et le ratio d'engagement au préambule .en suite nous avons passé à la détection des causes racine des problèmes , enfin nous avons opté à proposer un scénario de réaménagement. Une fois réalisée nous avons passé à la deuxième partie du projet "l'amélioration de la productivité des deux unités" où nous avons présenté des solutions pour diminuer les MUDAS présentes dans la ligne de production de l'unité arrière.

Les solutions proposées ont permis d'une part d'organiser les postes dans la nouvelle surface avec un gain de 261 m<sup>2</sup> et de recevoir le projet BJI en respectant les délais. D'autre part l'amélioration des performances de la zone et l'obtention d'un gain de 2220 caisses/an en termes de productivité.

Par ailleurs, il est souhaitable de compléter ce projet productions par d'autres actions dans le cadre de l'amélioration continue tel qu'un JAT au niveau des postes de préparation pour la réduction des en cours, ou en pensant à une intégration des deux projets BJI et B52 (SANDERO) sur les mêmes lignes de production.

## Bibliographie et webographie :

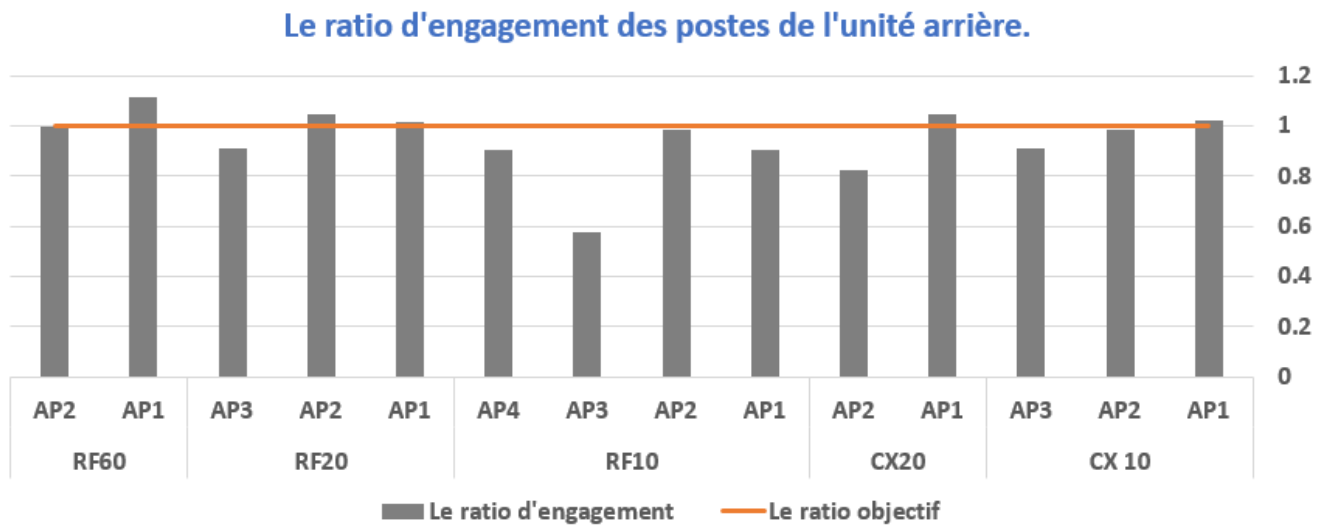
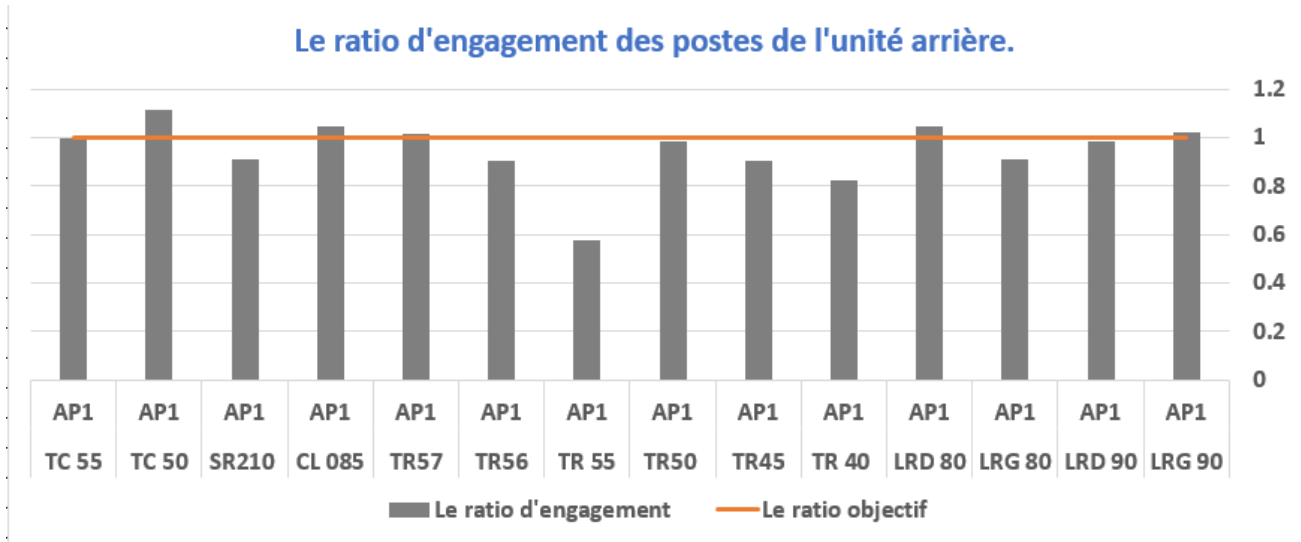
- 1) <http://group.renault.com> (Page consultée le 19 mars 2018)
- 2) [www.renault.ma](http://www.renault.ma) (**Page consultée le 19 mars 2018**)
- 3) Le chronométrage [www.ouati.com/types\\_chronometrage.html](http://www.ouati.com/types_chronometrage.html) (**Page consultée le 20 mars 2019**)
- 4) <http://leleanmanufacturing.com> (**Page consultée le 07/04/20179**)
- 5) [www.doc-etudiant.fr](http://www.doc-etudiant.fr) (supports de cours pour étudiant) (**Page consultée le 17/04/2019**)
- 6) <http://www.bluelean.fr/blog/outils-lean/l-analyse-de-deroulement.html> (**Page consultée le 17/03/2019**)

## **La liste des annexes :**

Annexe 1 : Le ratio d'engagement des opérateurs pour l'unité arrière .....	1
Annexe 2 : Le ratio d'engagement des opérateurs pour l'unité centrale .....	2
Annexe 3 : La VSM de l'unité centrale.....	3
Annexe 4: Le convoyeur reliant les unités arrière et centrale.....	4
Annexe 5 : Le chiffrage du Lead Time après le réaménagement.....	4
Annexe 6 : La répartition des VA et NVA pour l'unité arrière .....	5
Annexe 7 : La répartition des VA et NVA pour l'unité centrale .....	5

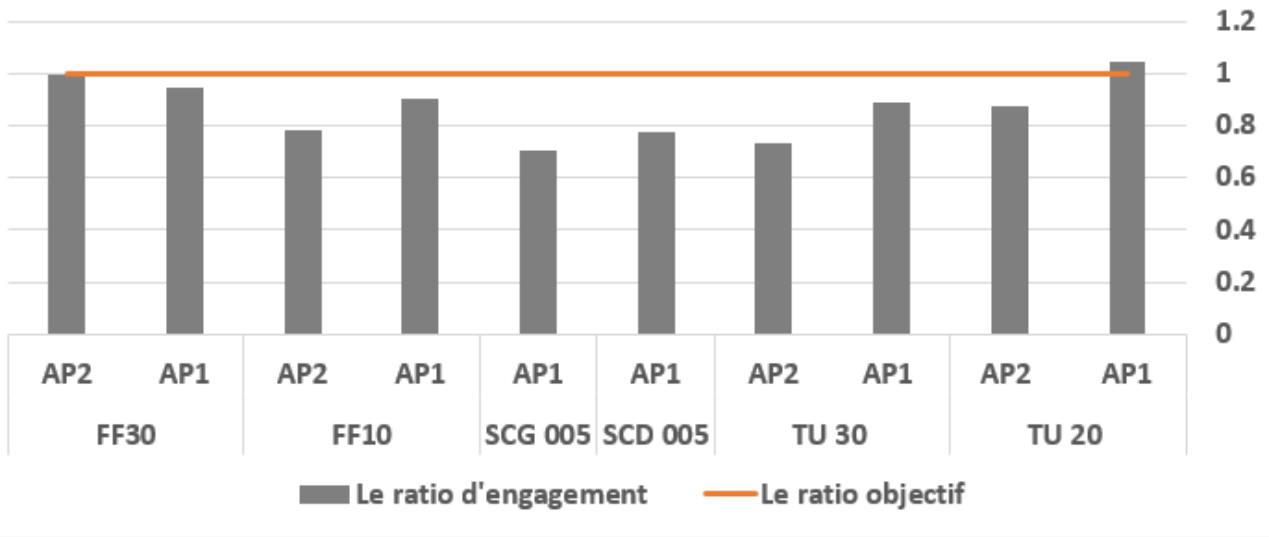
## Les annexes :

**Annexe 1 :** Le ratio d'engagement des opérateurs pour l'unité arrière.

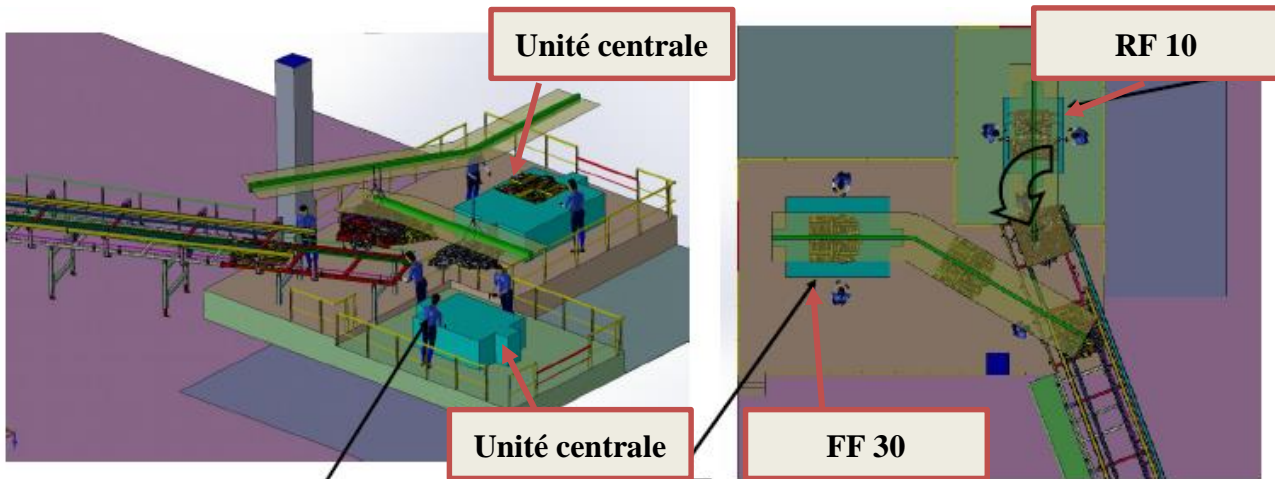


**Annexe 2 :** Le ratio d'engagement des opérateurs pour l'unité centrale avant le déplacement.

**Le ratio d'engagement des postes de l'unité centrale.**



**Annexe 4 :** Le convoyeur reliant les unités arrière et centrale avec l'atelier AG.

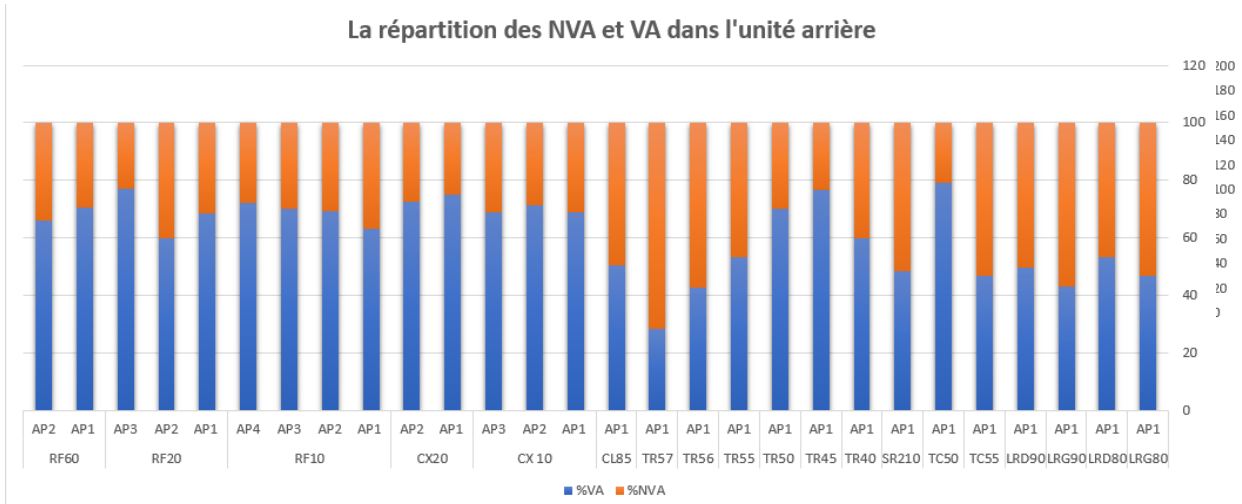


**Annexe 5 :** Le chiffrage de Lead Time après le réaménagement.

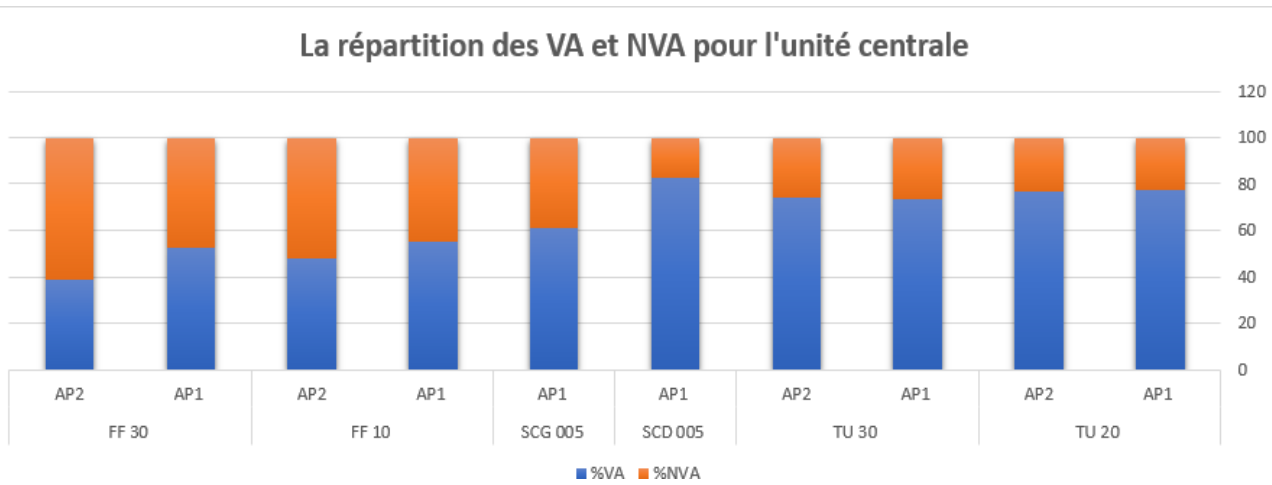
	Mesure	J 1		J2		J3		Moyenne général (Cmin)
		Lead Time (Cmin)		Lead Time (Cmin)		Lead Time (Cmin)		
		Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	Shift 1	Shift 2	
Unité arrière	M1	633	702	667	719	693	706	695
	M2	721	733	645	736	711	701	
	M3	690	729	678	705	631	713	
Moyenne/Shift		681	721	663	720	678	707	
Unité Centrale	M1	415	412	402	412	418	405	412
	M2	413	416	398	401	399	415	
	M3	409	418	415	416	429	420	
Moyenne/SHIFT		412	415	405	410	415	413	



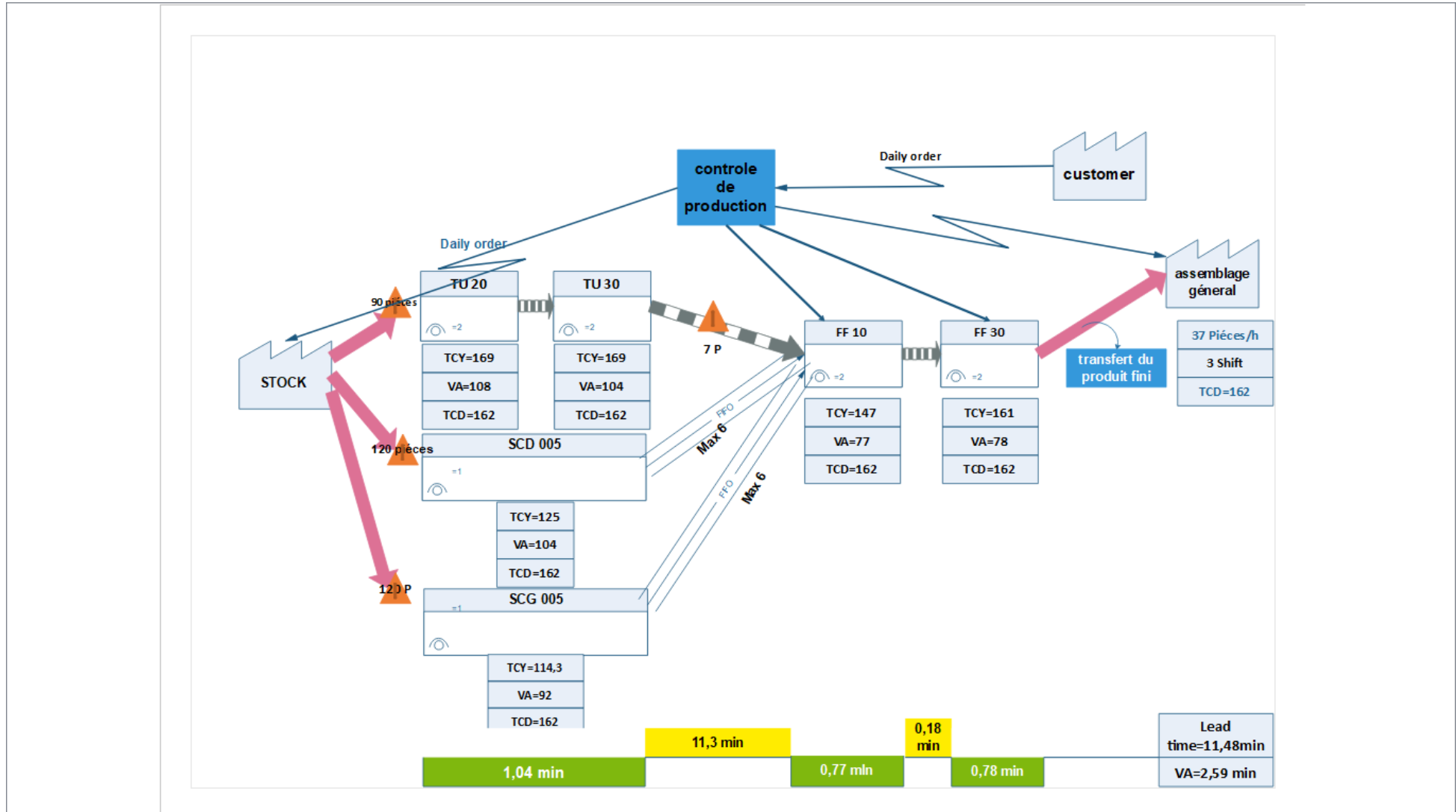
**Annexe 6 :** La répartition des VA et NVA pour l'unité arrière.



**Annexe 7 :** La répartition des VA et NVA pour l'unité centrale



**Annexe 3 :** La VSM de l'unité centrale.



## Stage effectué à : Groupe RENAULT TANGER EXPLOITATION



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

**Nom et prénom: SLASLI Kaoutar & LOTFI Mohammed Amine**

**Année Universitaire : 2018/2019**

**Titre: La réimplantation et l'optimisation de la productivité de l'atelier soubassement en utilisant des outils LEAN.**

### Résumé

Dans le cadre de la validation de notre formation à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès et l'obtention d'un Master Sciences et Techniques en Génie Industriel, nous étions amené à effectuer notre stage dans l'usine de Renault à Tanger au sein du département Tôlerie, où nous avons pour sujet 'la réimplantation et l'optimisation de l'atelier soubassement en utilisant les outils LEAN'. Ce besoin a été exprimé par le département DIVD dans l'objectif de vider la zone de l'unité arrière et centrale pour recevoir le projet BJI d'une part, et d'optimiser la productivité de la zone en éliminant les MUDAs d'une autre part.

Pour commencer, une description et une analyse de l'état de lieu s'imposaient en se basant sur des indicateurs tel que le temps de cycle, le pourcentage des NVA par poste et le ratio d'engagement, ceci dans le but d'identifier les points faibles de l'implantation actuelle afin de les éviter dans le nouveau réaménagement que nous allons proposer.

Une fois le nouveau réaménagement est réalisé, nous avons analysé les anomalies responsables du dépassement du temps de cycle, et proposé des améliorations, qui vont nous permettre d'avoir un gain de surface égale à 261 m<sup>2</sup> ainsi qu'une réduction des temps de cycle.

**Mot clés :** Optimisation, Performance, Opérations à non valeurs ajoutées, Réimplantation, Approche Lean.

### Abstract:

In order to validate our studies at the faculty of Sciences and techniques of Fes, as a Master Degree's students in Industrial Engineering, we were brought in as a final year engineering-intern on the factory of Renault in Tangier, more precisely at the Body Shop's engineering department. Our topic was to 'relocate and improve the production system in the under body workshop by using LEAN tools'.

First, a description and analysis of the existing situation was due, by measuring and studying some indicators like the cycle time, the NAV by workstation, and the ration of operator commitment, in order to identify weak points in the present layout, to consider them at the conception of the new one.

Once the relocation is done, we analyzed the root causes of the increase in cycle time, after that we proposed some ameliorations which without it we couldn't get a 261 m<sup>2</sup> gain in surface, and a reduction of cycle time in bottleneck workstation.

**Keywords:** Optimization, Performance, Non added value operations, Relocation, Lean approach.