

# PROJET DE FIN D'ETUDES

Présenté

En vue de l'obtention du titre :

**INGENIEUR D'ETAT**

**CONCEPTION MECANIQUE & INNOVATION**

**Thème :**

**Amélioration des postes de la préparation des trains arrière et de cintrage des tuyaux rigides de frein pour assurer la remonté en cadence au sein de l'usine de la SOMACA, groupe Renault.**

**Soutenu le 30/06/2011 Par :**

**AMMARI GHIZLANE**

**Encadré par :**

**Pr. SAMIRA SLAOUI (FST FES).**

**Pr. ABBASS ESSEDOUKI (FST FES).**

**Mr. ALAIN MAINDRON (SOMACA)**

**Membres de jury :**

**Pr. AHMED ABOUTAJEDDINE.**

**Pr. SAMIRA SLAOUI.**

**Pr. ABBASS ESSEDOUKI.**

**Mr. ALAIN MAINDRON.**

**Promotion 2011**

# Notice Bibliographique

**Auteur** : GHIZLANE AMMARI  
**Année** : 2011.  
**Etablissement** : Faculté des sciences et Techniques de Fès  
**Spécialité** : Cycle d'ingénieur en Conception Mécanique & Innovation  
**Etablissement d'accueil** : SOMACA, GROUPE RENAULT  
km 12, Autoroute de Rabat Ain Sebaa, Casablanca  
**Cadre du rapport** : Stage Industriel de Fin d'Etudes

**Titre du projet de stage:**

*«Amélioration des postes de la préparation des trains arrière et de cintrage des tuyaux rigides de frein pour assurer la remonté en cadence au sein de l'usine de la SOMACA»*

**Encadrement professionnel** :

M. ALAIN MAINDRON : Engineering manager Renault

M. ELMAIMOUNI Khalid : EX. responsable unité moyen industriel et plan de surveillance

**Encadrant pédagogique :**

M. ABASS Seddouki : Professeur de l'enseignement supérieur

Mme. SAMIRA Slaoui : Professeur de l'enseignement supérieur

**Date de début et de fin du stage:**

Début : le 08 Février 2011

Fin : le 28 juillet 2011

# Dédicaces

---

*Je suis la plus embarrassée du monde, lorsqu'il me faut dédier mon travail. J'espère que je n'oublierai personne dans ce périlleux exercice, et je m'excuse par avance auprès des malheureux écartés de cette liste, qui ne saurait de toute façon être exhaustive.*

*À mes grandes mères, Pour vos prières et votre confiance en moi*

*À mon très cher lion, et mon adorable lionne*

*Vos sacrifices perpétuels, votre tendresse débordée, vos intrépides endurance à façonner positivement mon avenir m'ont marqué à jamais. En guise de reconnaissance et de gratitude, je vous offre ce modeste travail en priant Dieu le tout puissant de vous préserver et vous procurez bonne santé et longue vie*

*À mon cher lionceau BENISSA, et mon cher oncle Chikh*

*Avec toute ma reconnaissance et toute ma gratitude, avec mes souhaits de réussite et de bonheur, que Dieu le tout puissant vous guérisse*

*À mon mari, ABDELLATIF*

*L'amour de ma vie et l'artisan de ma réussite, aucun mot n'exprime le respect et l'amour que j'ai pour toi, je te remercie pour tes profonds sentiments et ton soutien si précieux.*

*À mes chers frères Mohssine et Nabil, et mon adorable petite sœur Nezha, je vous remercie pour votre sourire et votre amour, Avec mes souhaits de réussite et de bonheur*

*À ma grande famille, Pour son soutien, En témoignage de mon amour  
À mes meilleurs amis, En témoignage de ma profonde amitié*

*À tous mes professeurs et toutes les personnes qui, sans eux, je n'aurai certainement pas pu autant affirmer, structurer et consolider ma pensée. À toutes les personnes qui de près ou de loin m'ont servi dans ce travail.*

*Je dédie ce mémoire.*

*Acceptez donc ici l'hommage de ma gratitude, qui, si grande qu'elle puisse être, ne sera jamais à la hauteur.*

# Remerciements

---

*Je veux tout d'abord remercier mes directeurs de stage M. Alain Maindron : Engineering manager Renault, et mes encadrants pédagogiques: M.ABBAS ESSEDOUKI et Mme SAMIRA SLAOUI: Professeurs de l'enseignement supérieur de m'avoir permis de faire un tout petit pas dans le monde de la gestion de projet, de production de qualité et de l'économie... et de m'avoir fait confiance pour la démarche utilisée lors de mon travail.*

*Aux membres du jury de ma soutenance, qui par leur présence et leurs avis critiques, revalorisent le travail présenté. Je cite, outre mes encadrant, le professeur AHMED Aboutajeddine.*

*Ma gratitude va ensuite à tout le corps administratifs, et professoral du département Génie Mécanique de la Faculté de sciences et Techniques de Fès.*

*Mes plus vifs remerciement à M. ELMAJDOUBI responsable de la formation, qui a resté attentif à l'évolution de toute la promotion, espérons que ce modeste travail sera à la hauteur de ses espérances nous concernant.*

*Mes remerciements à tous mes chers professeurs qui nous ont offert disponibilité, et nous ont prêté savoir faire afin d'être apte à réaliser un sujet pareil.*

*Mon stage à la SOMACA m'a permis de découvrir des gens dont le côté humain et les compétences scientifiques m'ont beaucoup marqué. Merci à M. CRISTOPHE Dridi, le chef de département montage, et M.IMAD Elberkouki qui ont bien voulu m'accueillir au sein du département Montage et à tous le personnel du DIVD. Montage pour sa gentillesse et son soutien.*

*Enfin, ce stage s'est déroulé comme je le convoitais et les gens qui composent l'équipe de ce projet, sont des gens dont l'humanisme m'a beaucoup marqué.*

*Je suis ravie d'avoir pu effleurer un niveau aussi poussé de perfection dans le domaine de l'automobile. J'espère en profiter encore.*

# Sommaire

Liste des Tableaux.....	6
Liste des Figures .....	7
<b>Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil .....</b>	<b>9</b>
1.1. La voiture économique au Maroc.....	10
1.2. Le Groupe Renault .....	10
1.3. LA SOMACA .....	10
1.4. Le processus de production à la SOMACA .....	11
1.5. Le département ingénierie des véhicules décentralisé Montage .....	12
Conclusion 12	
<b>Chapitre 2 : Poste 1 : Préparation des trains arrière .....</b>	<b>14</b>
2.1. Le diagnostic de l'existant de la chaîne de montage.....	16
a) Description de la chaîne de montage .....	16
b) Le Temps du cycle de la chaîne de montage.....	16
c) Le taux d'engagement de la main d'œuvre.....	17
2.2. Le diagnostic de l'existant du poste .....	17
a) Le taux d'engagement de la main d'œuvre.....	18
b) Les déplacements au sein du poste.....	20
c) La méthode d'analyse de déroulement .....	20
2.3. Les actions d'amélioration de poste.....	21
a) La réalisation d'un convoyeur portant les tables .....	22
b) Aménagement en boucle avec des tables mobiles.....	24
Conclusion 27	
<b>Chapitre 3 : Poste 2 : Le cintrage des tuyaux rigides de frein .....</b>	<b>29</b>
3.1. Le diagnostic de l'existant du poste .....	30
a) L'engagement de la main d'œuvre du poste de cintrage.....	31
b) Le diagramme d'Ishikawa.....	33
3.2. Réaménagement du poste de cintrage .....	38
a) Le nouveau déplacement pour le cintrage .....	39
b) Le nouveau déplacement pour le contrôle .....	39
c) Le besoin de la main d'œuvre.....	39
d) La nouvelle conception des chariots .....	39
e) Le déplacement vers l'UET 1 .....	40
3.3. L'implantation de la cintruse numérique.....	41
a) <u>Le calcul des gains</u> .....	41
b) Le calcul de rentabilité de la cintruse.....	45
c) Le cahier des charges .....	46
Conclusion 46	
<b>Chapitre 4 : La planification des tâches du projet de la cintruse.....</b>	<b>48</b>
4.1. Le découpage du projet .....	49
a) Le découpage du projet en tâches : WBS.....	49
b) L'identification des livrables du projet (le PBS).....	50
4.2. La planification du projet.....	51
Conclusion 53	
Annexe 1 : Le tableau des rebuts générés sur la chaîne en 2010.....	55
Annexe 2 : l'amélioration proposé pour le poste des TAR.....	56
<u>Annexe3 : Le cahier des charges méthode de la cintruse numérique.....</u>	<u>61</u>

# Liste des Tableaux

Tableau 1 : le taux d'engagement des opérateurs .....	19
Tableau 2 : Le tableau d'analyse SWOT du convoyeur .....	23
Tableau 3 : Le tableau d'analyse SWOT de la boucle fermée.....	25
Tableau 4 : les tables de cintrage et de contrôle par diversité.....	31
Tableau 5 : L'engagement des opérateurs du poste de cintrage.....	32
Tableau 6 : Le déplacement opérateur pour le cintrage. ....	34
Tableau 7 : Le déplacement opérateur pour le cintrage des tuyaux de la L90ABS .....	34
Tableau 8 : Le déplacement opérateur pour le contrôle.....	34
Tableau 9 : Le ratio de discrimination .....	35
Tableau 10 : Les problèmes des moyens de cintrage.....	37
Tableau 11 : les déplacements pour le cintrage avec la nouvelle implantation .....	39
Tableau 12 : les déplacements pour le contrôle avec la nouvelle implantation .....	39
Tableau 13 : Le coût de la MOD ajouté.....	39
Tableau 14 : le coût d'espace gagné .....	40
Tableau 15 : le total des coûts gagnés.....	40
Tableau 16 : l'analyse SWOT de la cintreuse.....	41
Tableau 17 : le coût d'espace gagné avec l'installation d'une cintreuse .....	42
Tableau 18 : le coût de la MOD gagné avec l'installation d'une cintreuse .....	42
Tableau 19 : le coût des machines .....	43
Tableau 20 : Le coût de la MOD du bloc ABS .....	43
Tableau 21 : le coût du milieu de la zone de cintrage des tuyaux du bloc ABS .....	43
Tableau 22 : le total des charges .....	43
Tableau 23 : Le prix et références des tuyaux cintrés à l'externe .....	44
Tableau 24 : L'investissement sur les tables de cintrage et de contrôle du projet X52 .....	44
Tableau 25 : La récapitulation des gains estimés après installation de la cintreuse .....	45
Tableau 26 : Le tableau de CPI des investissements.....	45
Tableau 27 : Le tableau de l'étude économique de la machine de cintrage.....	46
Tableau 28 : Le tableau OBS du projet cintreuse.....	51

## Liste des Figures

Figure 1 : Le processus de montage.....	12
Figure 2 : Les zones de modification .....	15
Figure 3 : L'implantation actuelle du poste préparation des trains arrière .....	18
Figure 4 : L'engagement des opérateurs par cycle.....	19
Figure 5 : L'analyse de déroulement des opérateurs du poste de préparations des TAR .....	21
Figure 6 : Le dessin du Convoyeur pour TAR.....	22
Figure 7 : L'implantaion du convoyeur dans le poste de préparation des TAR .....	23
Figure 8 : L'implantation de la boucle fermée dans poste de préparation des TAR.....	24
Figure 9 : L'analyse de déroulement avec la nouvelle implantation .....	27
Figure 10 : Le tuyau de frein cintré.....	30
Figure 11 : La table de contrôle .....	30
Figure 12 : La table de cintrage.....	30
Figure 13 : L'implantation actuelle du poste de cintrage des tuyaux rigides de frein .....	31
Figure 14 : L'engagement des opérateurs du poste de cintrage.....	32
Figure 15 : Le diagramme d'Ishikawa.....	33
Figure 16 : Le diagramme de PARETO.....	36
Figure 17 : Le réaménagement de poste de cintrage.....	38
Figure 18 : Le Works Breakdown Structure .....	49
Figure 19 : Le Product Breakdown Structure .....	50

# Introduction générale

---

**D**ans un milieu industriel de plus en plus caractérisé par une compétitivité acharnée, l'entreprise est amenée aujourd'hui, plus que jamais, à chercher l'excellence, tout en instaurant des processus fiables et rentables, qui satisfont les impératifs : Qualité, Coût, Délai...afin de conserver cet équilibre, elle cherche à éliminer tous les dysfonctionnements existants dans son organisation.

Consciente de ces défis concurrentiels et dans le cadre d'une nouvelle politique de progrès, la Société Marocaine de Construction Automobile (SOMACA) veille à la mise en place d'un système qui décrit les pratiques, les organisations, les standards et les cibles que l'entreprise cherche à atteindre ou à mettre en œuvre. Ce système vise en priorité les processus à valeur ajoutée, ceux sur lesquels se concentrent l'occupation de surfaces ou de volumes d'ateliers, la main-d'œuvre, la qualité, l'ergonomie, bref, les facteurs lui permettant de maîtriser son processus de production pour assurer des projets de remonté en cadence.

Par ailleurs, l'atelier de montage de la voiture économique X90(Logan, Sandero, BCross) s'avère dépasser les premières étapes de ce système, à savoir la mise en place de la méthode des 5S et la standardisation des postes de travail. Aujourd'hui, il franchit la phase du Kaizen et qui fait référence à une démarche d'amélioration progressive par le meilleur usage des ressources actuelles. Elle repose sur l'approche qui vise l'élimination des différents gaspillages générant des pertes pour l'entreprise.

C'est dans ce contexte que s'inscrit ce Projet Industriel de Fin d'Etudes dont l'objectif est « ***l'étude capacitaire du poste de préparation des trains arrière et le poste de cintrage des tuyaux rigides de frein de la ligne de montage de la SOMACA***».

Afin de mener à bien ce sujet, nous commencerons par un diagnostic de l'existant de ces postes permettant de déceler les pistes de progrès afin de remédier aux diverses anomalies qui influent sur leur rendement.

Le présent rapport explicite la démarche adoptée afin de répondre à l'objectif de ce sujet. Après avoir présenté l'organisme d'accueil (1), ce présent rapport explicite la démarche adoptée au niveau du poste des trains arrières (2) et au niveau du poste de cintrage (3) pour déceler les anomalies et proposer des axes d'amélioration permettant de rendre ces postes capacitaire. Ces actions nécessitent alors une planification facilitant la réalisation du projet(4).



# **Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil**

### **1.1. La voiture économique au Maroc**

La libéralisation de l'économie entreprise dès 1990 a ouvert la porte à l'importation massive des véhicules d'occasion. Sur un marché étroit et face à un consommateur au faible pouvoir d'achat, le véhicule neuf monté ou importé a du mal à se frayer un chemin. Cinq ans après la suppression des licences pour les importations automobiles, l'état, principal actionnaire de la Société Marocaine de Construction Automobile (SOMACA), lance le projet de la voiture économique en 1995 avec la production des Fiat Uno, Palio, et Siena puis des véhicules utilitaires Renault, Peugeot et Citroën en 1996. Les objectifs fixés en termes d'intégration à Fiat n'ont pas été atteints poussant Renault, partenaire jusqu'alors très discret, à devenir majoritaire en rachetant les parts de l'état et de Fiat. Aujourd'hui, avec 80% des parts dans le capital de la SOMACA, Renault a mis en place une véritable stratégie autour de son modèle phare : la DACIA.

### **1.2. Le Groupe Renault**

Renault est un groupe automobile français de taille mondiale. Son internationalisation passe par son développement sur de nouveaux marchés, par ses marques associées (Dacia et Renault Samsung Motors) et par l'alliance avec Nissan. Présent dans 118 pays, Renault conçoit, fabrique et commercialise dans le monde entier des véhicules innovants, sûrs et respectueux de l'environnement. Ses collaborateurs contribuent à mettre en œuvre une stratégie de croissance rentable autour de trois axes : compétitivité, innovation et internationalisation

### **1.3. LA SOMACA**

En mai 2003, Renault a signé un accord avec le ministère du Commerce et de l'Industrie pour la production de la LOGAN par la SOMACA. Le projet a débuté en juillet 2005 pour une durée de dix ans. Il intervient en plein processus d'ouverture de l'économie.

SOMACA fut créée en 1959 par l'intermédiaire du Bureau d'Etudes et de Participation Industrielle (BEPI), organisme chargé de promouvoir le développement industriel du Maroc. La création de la SOMACA a répondu à un certain nombre de préoccupations économiques. En effet, dans le cadre de la promotion de l'industrie nationale et dans le but d'asseoir le développement du pays, la priorité a été donnée à toute industrie susceptible d'engendrer elle-même la création ou le développement d'autres activités, notamment le secteur de la construction automobile.

SOMACA a pour mission d'importer les éléments des véhicules dits CKD<sup>1</sup> et de les assembler. En 1962, elle démarre sa production avec trois modèles pour Fiat et deux pour Simca. En 1966, Renault acquiert à son tour l'autorisation du gouvernement pour installer sa chaîne de montage. Les véhicules de marque Peugeot ne seront assemblés à l'usine qu'à partir de 1980. Pour faire face au rétrécissement de la demande sur le produit national au profit de la voiture d'occasion importée, le

---

<sup>1</sup> Completely Knock Down

gouvernement tranche pour la première convention sur la voiture économique avec le constructeur Fiat, et lance l'assemblage de Renault Express à la SOMACA.

la SOMACA et Renault poursuivent avec le lancement de la production du Dacia Sandero en 2009, du Dacia Sandero Stepway en 2010, et du futur projet de la X52 vers 2012. Aujourd'hui, le défi qui se présente à la SOMACA est de devenir une véritable usine Renault. Elle est donc amenée à se développer très rapidement en adoptant les méthodes de travail de Renault, à savoir le Système de Production Renault (SPR), en améliorant sa productivité et son niveau de qualité.

#### **1.4. Le processus de production à la SOMACA**

La production des véhicules consiste en l'assemblage d'éléments CKD approvisionnés en lots et de pièces fabriquées localement. A l'arrivée, tout l'approvisionnement passe à travers un contrôle de réception quantitatif et qualitatif.

L'assemblage des véhicules à l'usine passe par trois ateliers principaux : La tôlerie, la peinture et le montage.

##### ❖ Atelier de la tôlerie:

Le processus de fabrication des véhicules commence par l'atelier de tôlerie. Elle consiste à assembler la carrosserie de la voiture à partir des éléments dits CKD, en utilisant la technologie de soudure et des moyens industriels adaptés à chaque modèle.

##### ❖ Atelier de la peinture:

Cette étape consiste en l'application de plusieurs couches de produits chimiques sur la tôle de la caisse. Ces opérations confèrent à la caisse des qualités de résistance, de durabilité et d'esthétique.

##### ❖ Atelier du montage

Au niveau de l'atelier montage, il s'agit du garnissage des caisses en provenance du département peinture par la mise en place de tous les équipements et accessoires mécaniques. L'enchaînement de ces opérations, est résumé dans le synoptique de montage ci-dessous :

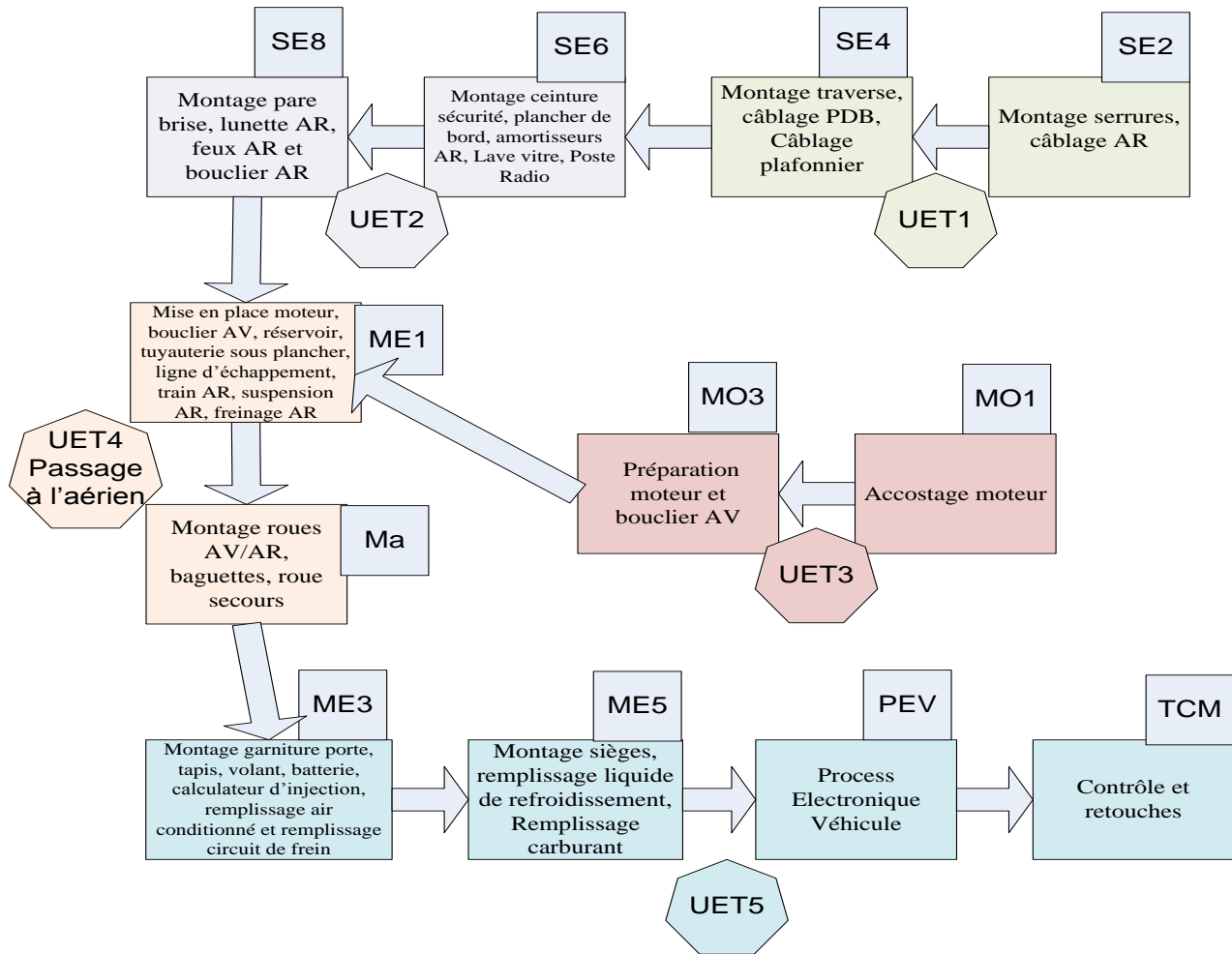


Figure 1 : Le processus de montage

Le véhicule ainsi monté subit des contrôles statiques, dynamiques et des tests d'étanchéité afin de s'assurer de sa conformité.

### 1.5. Le département ingénierie des véhicules décentralisé Montage

Le département Ingénierie des Véhicules Décentralisé montage (DIVD, Montage) a pour mission principale d'apporter le support ingénierie nécessaire au bon fonctionnement et au progrès des usines. En effet, il assure :

- la prestation ingénierie dans l'usine ;
- l'amélioration de la performance industrielle à l'usine ;
- L'industrialisation des nouveaux véhicules ;
- Le pilotage des évolutions des moyens du processus.

### Conclusion

Sur un marché étroit et face à un consommateur au faible pouvoir d'achat, la voiture économique, la DACIA avec Renault comme actionnaire majoritaire, n'a pas eu du mal à se frayer un chemin.

La mission de la Société Marocaine de Construction Automobile, est le montage des véhicules particuliers et utilitaires, en passant par trois stade : la tôlerie, la peinture et terminant par le montage.

Consciente de ces défis concurrentiels et dans le cadre de sa politique de progrès, la SOMACA se prépare pour le projet du remonté en cadence, afin de satisfaire la demande croissante du marché national et international, sur la voiture économique de marque DACIA. Pour se faire plusieurs interventions, sont envisagées.

Dans le prochain chapitre, nous décrivons, dans un premier temps, la chaine de montage, la cadence et le temps de cycle actuels.

En suite, nous procédons à une étude d'état des lieux, afin de déceler les points faibles du premier poste critique, à savoir le poste de préparation des trains arrière.

A la fin nous proposons des actions d'amélioration, capables de rendre ce poste capacitaire

## **Chapitre 2 : Poste 1**

### **La préparation des trains arrière**

La remontée en cadence est l'augmentation progressive de la fabrication en usine, en période de démarrage d'un nouveau véhicule<sup>2</sup>.

Le passage à 15 véhicules/heure avec le début de l'export de la BCross, motorisation Euro05, sera accompagné de plusieurs modifications au niveau de la ligne de montage, de la X90<sup>3</sup>.

La majorité des opérations au niveau de la chaîne de montage sont manuelles, ce qui nécessite de l'aide d'un autre opérateur, ou de l'assistance, (système semi automatique) pour faciliter et diminuer le temps de réalisation de l'opération. En effet, en plus d'une bonne organisation, et le recrutement des nouveaux opérateurs, pour certains postes, nous sommes chargés au sein de département ingénierie de se fixer les zones critiques qui exigent des améliorations techniques.

Pour ce faire, la réunion du DIVD avec le service, de production, de la logistique et de la maintenance, a précisé les zones à améliorer pour les rendre capables à suivre la nouvelle cadence (15V/h). Le choix de ces zones, dépend des contraintes qu'elles présentent soit au niveau de la qualité et du nombre élevé des défauts qu'ils délivrent, soit des contraintes d'espace, ou d'ergonomie des opérateurs.

Le schéma ci-dessous présente l'usine de la SOMACA et les zones à améliorer :

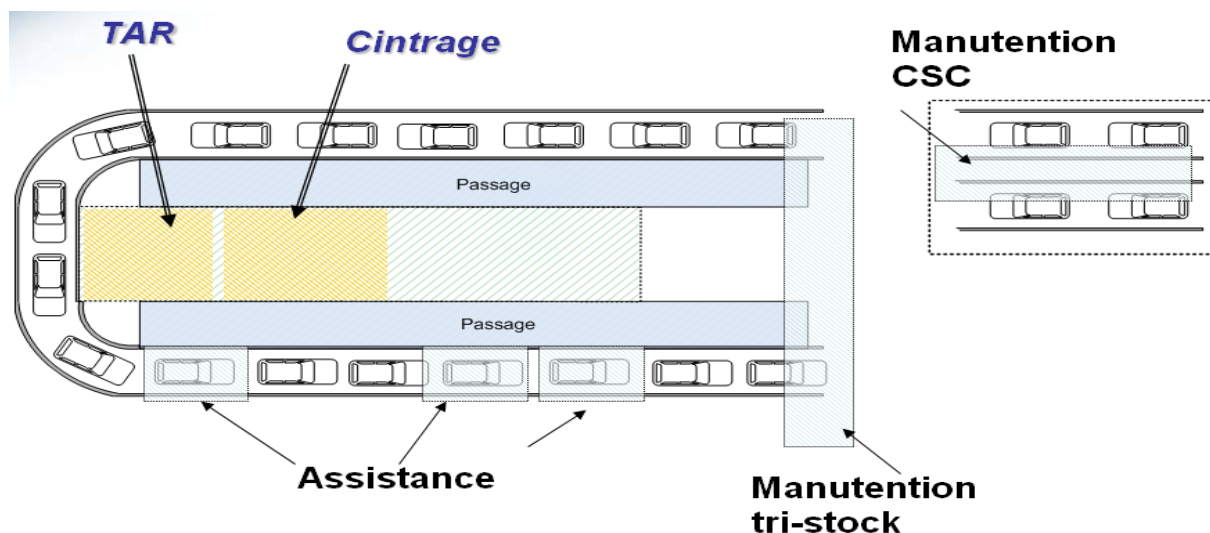


Figure 2 : Les zones de modification

Mon stage s'est déroulé au niveau de la ligne de montage, comportant les postes suivants

- ❖ Poste de préparation des trains arrière;
- ❖ Poste de Cintrage des tuyaux rigide de frein.

Nous commençons notre étude par le premier poste, étant celui de préparation des trains arrière. Par ailleurs, dans le cadre du projet d'amélioration de ce poste, un diagnostic de l'existant s'avère

<sup>2</sup> Cette définition est retenue du site : [www.renault.intra.com](http://www.renault.intra.com)

<sup>3</sup> Logan, Sandero, BCross

nécessaire pour refléter concrètement l'état initial et déceler les forces et les faiblesses du poste étudié.

## 2.1. Le diagnostic de l'existant de la chaîne de montage

Pour une bonne étude d'état des lieux, une description de la chaîne de montage est nécessaire.

### a) Description de la chaîne de montage

Dans le but de gérer au mieux sa production, et dans le cadre du déploiement du SPR, la SOMACA, a mis en place une organisation de travail interne en Unité Élémentaire de Travail (UET) lui permettant ainsi de s'adapter aux évolutions industrielles.

Le choix de l'organisation en unité présente pour l'entreprise plusieurs avantages, tels que :

- La création d'une dynamique de progrès continu au sein d'une équipe de taille réduite et sous une responsabilité hiérarchique unique;
- La responsabilisation du groupe en développant et en organisant l'engagement personnel de chaque individu;
- La création d'une réelle autonomie de fonctionnement tout en respectant les règles de l'entreprise.

Chaque unité est constituée de tronçons comprenant plusieurs postes de travail. Dans chaque poste opèrent un nombre défini des opérateurs, qui sont chargés de réaliser une cadence journalière respectant les programmes prédéfini, soit :

- 78 véhicules/shift pour l'équipe de jour;
- 22 véhicules/shift pour l'équipe de nuit.

Le temps de réalisation d'un véhicule étant calculé, les opérateurs sont amenés à respecter le temps de cycle qui leurs sont mentionnés sur la feuille d'opération standards-engagement.

### b) Le Temps du cycle de la chaîne de montage

C'est le temps maximal accordé à chaque poste de travail pour l'achèvement d'un ensemble des tâches, il est égale au produit du temps du production  $T_p$  par l'efficacité  $E$  :

$$T_c = T_p \times E$$

- Le temps de production  $T_p$  requis pour le montage d'un véhicule est défini comme suit :

$$T_p = \frac{\text{Temps de travail} * \text{Nombre d'équipes}}{\text{Nombre de véhicules engagés}}$$

Sachant que chaque équipe travail 7.5h et qu'il est engagé pour 78 véhicules ce qui donne :

$$T_p = \frac{7.5 * 60}{78} = 5.77 \text{ min}$$

Pour calculer le temps de cycle, il faut prendre en considération l'efficacité  $E$  de la ligne de montage, qui tient compte de la fiabilité des machines et des différents aléas causant des pertes de production.

L'efficacité de la ligne de montage X90, où le travail est surtout manuel, ne tient compte que du :



- ✓ Taux d'absentéisme : 3.5% ;
- ✓ Taux de formation : 5%.

$$E = 0,97 \times 0,965 = 0,936$$

D'où :

$$T_c = 5.4 \text{min/véhicule}$$

Pour réaliser leurs tâches, à chaque opérateur est affecté un temps d'opération principal, et un temps des opérations associés à la tâche, ces deux facteurs, permettent ainsi de calculer le taux d'engagement de la main d'œuvre.

### c) Le taux d'engagement de la main d'œuvre

Le taux d'engagement est le pourcentage du temps disponible et effectivement utilisé par un poste de travail pour la production, il dépend du :

$$\text{Taux d'engagement} = \frac{\text{TEP} + \text{OA}}{T_{cy}}$$

Dans la partie qui suit, nous essayerons de réaliser une analyse approfondie du poste de préparation des trains arrière, en commençant par l'observation, de la surface occupée et des opérations réalisées, en calculant, par la suite, le taux d'engagement des opérateurs, et en terminant par une analyse de déroulement des opérations de ce poste.

## 2.2. Le diagnostic de l'existant du poste

Le train arrière est un ensemble d'organe fixe et mobile, permettant de transmettre le mouvement de rotation aux roues.

Installé au sein de l'unité 4, à proximité de la ligne de montage, le poste de préparation des trains arrière occupe une surface de 96 m<sup>2</sup>. Ce poste est implanté comme le présente la figure suivante



Figure 3 : L'implantation actuelle du poste préparation des trains arrière

Comme présente la figure 6, ce poste est constitué de :

- **1** : Table de préparation où les différentes pièces sont montées sur l'essieu ;
- **2** : Table de contrôle pour vérifier l'étanchéité des différents tuyaux ;
- **3** : Emballages de stock contenant les pièces nécessaires à la préparation du train arrière ;
- **4** : Rampe dynamique allée, contenant des supports pour le chargement des trains arrière préparés et contrôlés, et qui permet de les transporter vers la chaîne ;
- **5** : Rampe dynamique retour, de déchargement pour faire retourner les supports vides de la chaîne vers le poste de préparation.

Deux opérateurs opèrent au sein du poste des TAR, chacun d'eux est chargé de réaliser un certain nombre d'opérations, qui sont décelées des FOS « engagement », en respectant les temps associés à chaque opération.

Toutefois, pour l'accomplissement de ses tâches, l'opérateur doit effectuer des Opérations Associées (OA) englobant notamment des déplacements, des prises et des déposes des pièces et outillages dont il a besoin. Certes, ces opérations n'ont aucune valeur ajoutée par rapport au véhicule, mais doivent être prises en considération lors du calcul du taux d'engagement des opérateurs.

#### a) Le taux d'engagement de la main d'œuvre

Afin de calculer le taux d'engagement des opérateurs de ce poste, nous serons amenés à les observer, et à déterminer le nombre des pas, des prises et des déposes qui y sont effectués. Chacune de ces opérations correspond à une durée de temps prédéfinie dans le standard du SPR<sup>4</sup> comme suit :

<sup>4</sup> SPR : Système de Production Renault

- ❖ 1 pas = 1 dépose = 1 cmin ; (centième de minute)
- ❖ 1 prise = 2 cmin ;

L'engagement des opérateurs de ce poste est présenté sur le tableau suivant :

	Op 1	Op 2	Poste
<b>TEP moyen (min)</b>	5,45	4,35	9,8
<b>TOA moyen (min)</b>	0,46	0,46	0,92
<b>Temps total (TEP + TOA) (min)</b>	5,86	4,81	10,72
<b>Rendement (TEP+TOA/Tcy) %</b>	108,57	89,13	197,7

Tableau 1 : le

d'engagement des opérateurs

taux

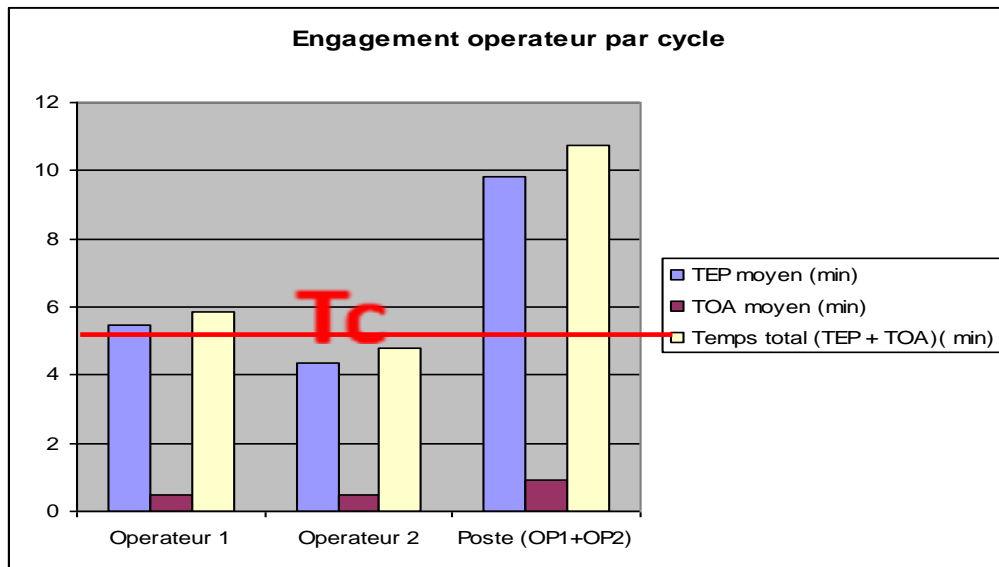


Figure 4 : L'engagement des opérateurs par cycle

A partir de l'étude de la performance de la main d'œuvre du poste de préparation des TAR, nous citons la présence des pertes d'engagement, dues aux déplacements non optimisés vers les emballages de stock, ainsi qu'un déséquilibre de la charge de travail, qui se présente par:

- ✓ Un sur-engagement de l'opérateur 1 ;
- ✓ Un sous engagement de l'opérateur 2.

Ajoutons à ces problèmes, des tâches externes, qui sont affectées aux opérateurs de ce poste, et qui leur font perdre plus du temps, à savoir le cintrage des deux tuyaux de frein à main, pour la BCross motorisation Euro05, cette opération se déroule comme nous le démontrons par suit :

- ❖ Fixation du tuyau G1 sur la table de cintrage : 0.5 min
  - ❖ Cintrage du tuyau rigide droit G1 : 0.5min
  - ❖ Fixation du tuyau H1 sur la table de cintrage : 0.5min
  - ❖ Cintrage du tuyau rigide droit H1 : 0.5min
- Total =2 min

Ces tuyaux concernent la voiture B90 Euro05, considérant que la cadence de ce véhicule est de 80% de la cadence totale : donc nous obtenons un **temps perdu de 1.6min/tcy**.

En plus de l'opération de cintrage, les opérateurs effectuent un certain nombre de déplacements pour réaliser leurs tâches.

### b) Les déplacements au sein du poste.

Les différentes références de pièces nécessaires à la préparation du train arrière sont implantées arbitrairement, ce qui n'assure pas l'ergonomie de l'opérateur et n'optimise pas les déplacements de celui-ci, et aussi augmente les contraintes de la logistique (le chariste).

Actuellement les OA<sup>5</sup> (prise, dépose et déplacement vers stock) de chaque opérateur pour accomplir ses tâches sont de l'ordre de 46 pas pour chacun.

Nous ajoutons à ces opérations, les manipulations suivantes:

- 35 cmin de la table préparation vers la table contrôle ;
- 15 cmin prise support vide de la rampe de retour/ support vide sur Rampe d'allé ;
- 25 cmin de la table contrôle vers la rampe d'allée ;
- 15 cmin prise du support vide de la rampe Allé/ support vide sur Rampe de retour.

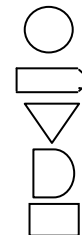
Soit un total de **90cmin par cycle**.

Pour mieux cerner les problèmes générant des pertes de temps au niveau de ce poste, nous utiliserons la méthode d'analyse de déroulement pour étudier indépendamment le processus de préparation des trains arrière.

### c) La méthode d'analyse de déroulement

Cette méthode, promue par le Bureau des Temps Élémentaires (BTE), s'appuie sur une représentation graphique du processus qui permet de mettre en évidence les stades successifs du processus afin de pouvoir les critiquer et les améliorer. Son principe consiste à décomposer le processus opératoire en cinq éléments :

- ❖ Opération ou transformation qui apporte de la valeur ajoutée :
- ❖ Transfert ou manutention :
- ❖ Stockage avec opération d'entrée/sortie :
- ❖ Attente temporaire du flux des produits :
- ❖ Contrôle :



La figure de la page suivante, présente les opérations de préparations des trains arrière, traitées par la méthode de l'analyse de déroulement :

<sup>5</sup> Opérations associés

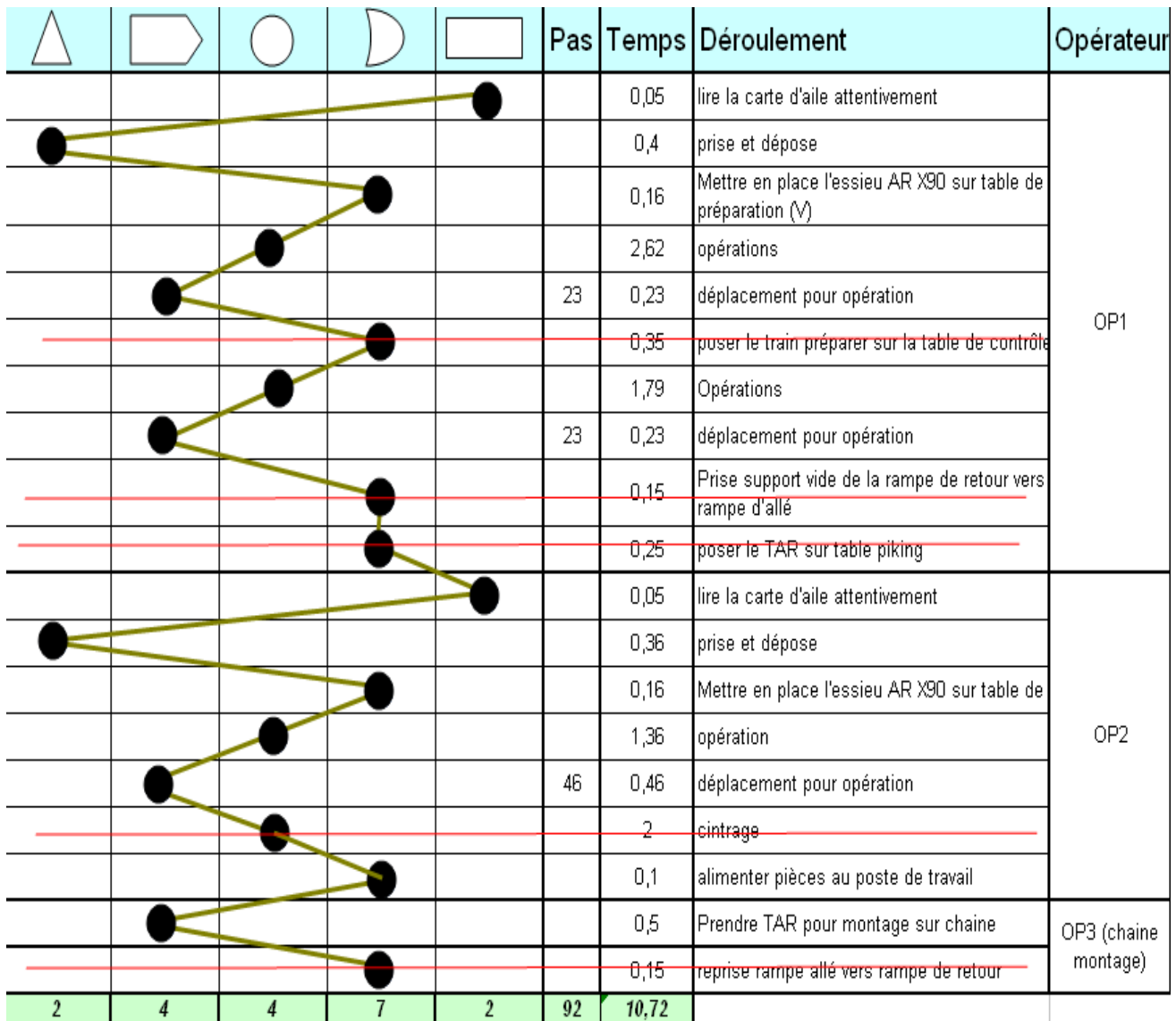


Figure 5 : L'analyse de déroulement des opérateurs du poste de préparations des TAR

Nous constatons d'après l'analyse de déroulement, que le temps réel des opérations dépasse le temps d'engagement assigné aux opérateurs de ce poste. Ainsi, après avoir recensé les anomalies de ce poste, nous nous sommes fixées des objectifs pour rendre ce poste capacitaire. Il faudra donc :

- Maximiser la performance de la main d'œuvre;
- Optimiser les déplacements au sein des postes en, minimisant l'espace occupé et en gérant bien le stock des pièces.

Ainsi, nous proposerons dans la partie qui suit, une série d'actions d'amélioration permettant d'atteindre ces objectifs.

### 2.3. Les actions d'amélioration de poste.

Après avoir présenté les problèmes critiques rencontrés au niveau de ce poste, cette partie sera consacré à la présentation des améliorations proposés

Le diagnostic de l'existant du poste de préparation des TAR, établi précédemment, met l'accent sur plusieurs problèmes. Pour remédier à ceci, nous proposons deux volets d'améliorations :

- Le premier vise des modifications au niveau de la construction de la zone étudiée, et pour se faire, deux propositions se présentent :
  - ✓ Réalisation d'un convoyeur qui porte les tables de train arrière.
  - ✓ Réalisation d'une boucle fermée avec chariot mobile guidé sur rail.
- Le deuxième vise l'équilibrage des tâches des opérateurs de ce poste.

### a) La réalisation d'un convoyeur portant les tables

Cette solution consiste en la réalisation d'un convoyeur qui porte les tables de la préparation des trains arrière, son dessin se présente comme suit :

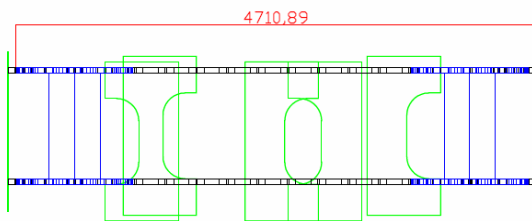


Figure a : vue de dessus

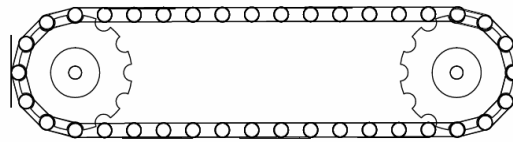


Figure b : vue de gauche

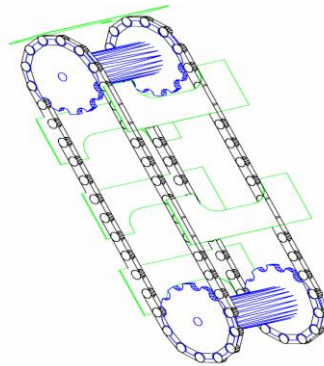


Figure c : vue 3D

Figure 6 : Le dessin du Convoyeur pour TAR

### ✚ Le fonctionnement du convoyeur:

Nous commençons par la préparation du train arrière pour pouvoir le contrôler par suite, à une distance de 1.5m, ce qui diminuera les déplacements à non valeur ajoutée et assurera l'ergonomie des opérateurs. la figure suivante présente l'implantation du poste avec cette solution :

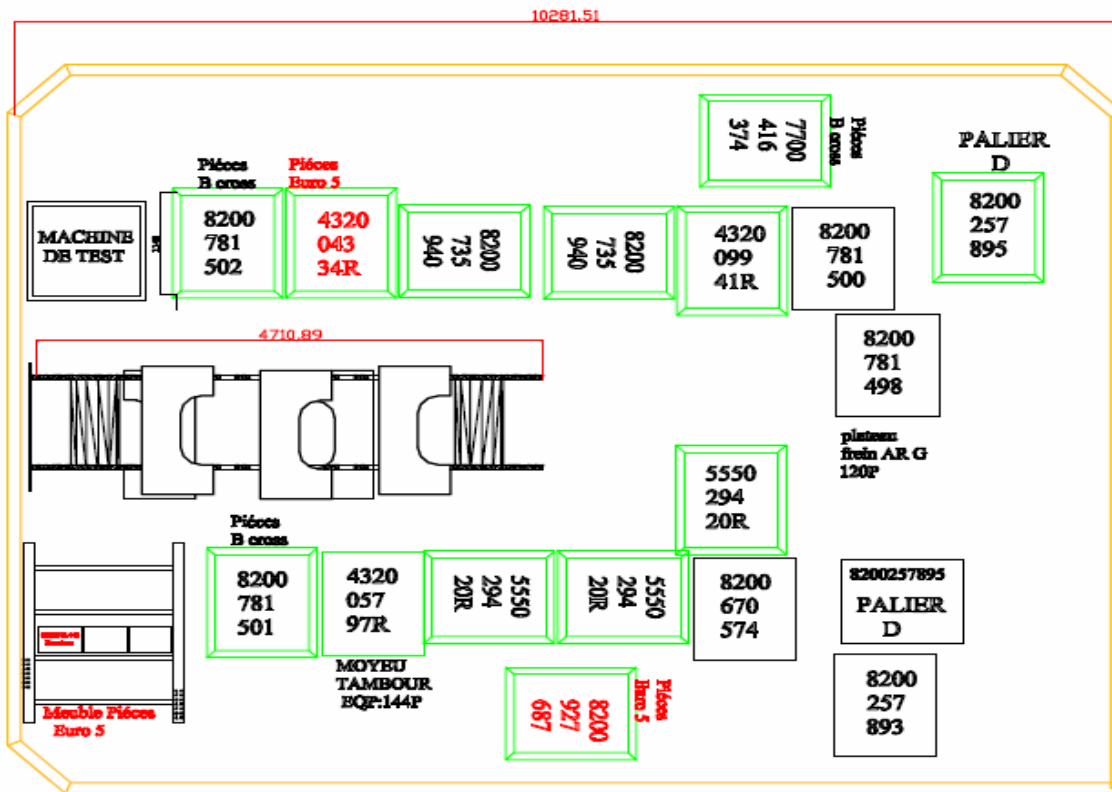


Figure 7 : L'implantation du convoyeur dans le poste de préparation des TAR

Afin de valider cette solution, il s'avère nécessaire de faire une étude comparative, de ses avantages et ses inconvénients, que nous analysons comme suit :

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Faciliter la manipulation des tables ;</li> <li>➤ Idée innovante ;</li> <li>➤ Rapidité de transfert.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Important investissement ;</li> <li>➤ Difficulté de répartition de stock ;</li> <li>➤ Absence fluidité de déplacements ;</li> <li>➤ Prestation et maintenance lourde ;</li> <li>➤ Complexité de réalisation.</li> </ul>
Opportunités	Menaces
	<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Sécurité humaine</li> </ul>

Tableau 2 : Le tableau d'analyse SWOT du convoyeur

Le tableau précédant présente l'analyse SWOT<sup>6</sup>, qui a pour but d'analyser les facteurs internes (forces et faiblesses) et externes (Opportunités et menaces)<sup>7</sup>. Nous remarquons d'un côté,

<sup>6</sup> Strengths, weaknesses, opportunities, threats

<sup>7</sup> Livre management marketing de philip kotler édition 2009

les faiblesses au niveau technique et maintenance, ainsi le risque de la sécurité humaine. D'un autre côté le projet nécessite un investissement très important et des travaux de réalisation très complexes.

Ainsi la décision prise était pour, le rejet total de cette solution. Ceci nous a poussés à proposer une deuxième solution, présentant plus de forces que de faiblesses :

**b) Aménagement en boucle avec des tables mobiles**

L'idée à ce moment était de s'orienter vers les autres sites Renault et essayer de s'inspirer de leurs expériences concernant ce poste. Le premier site sélectionné, était le site de l'usine AVTOFRAMOS, à la Russie. Ce choix est pris en raison des conditions de similitude, entre AVTOFRAMOS et la SOMACA (Cadence et véhicules montés...).

La solution était la réalisation d'une boucle fermée, avec des tables mobiles guidées sur rail, tel qu'elle est présentée sous le logiciel AUTOCAD, dans la figure ci-dessous comme suit:

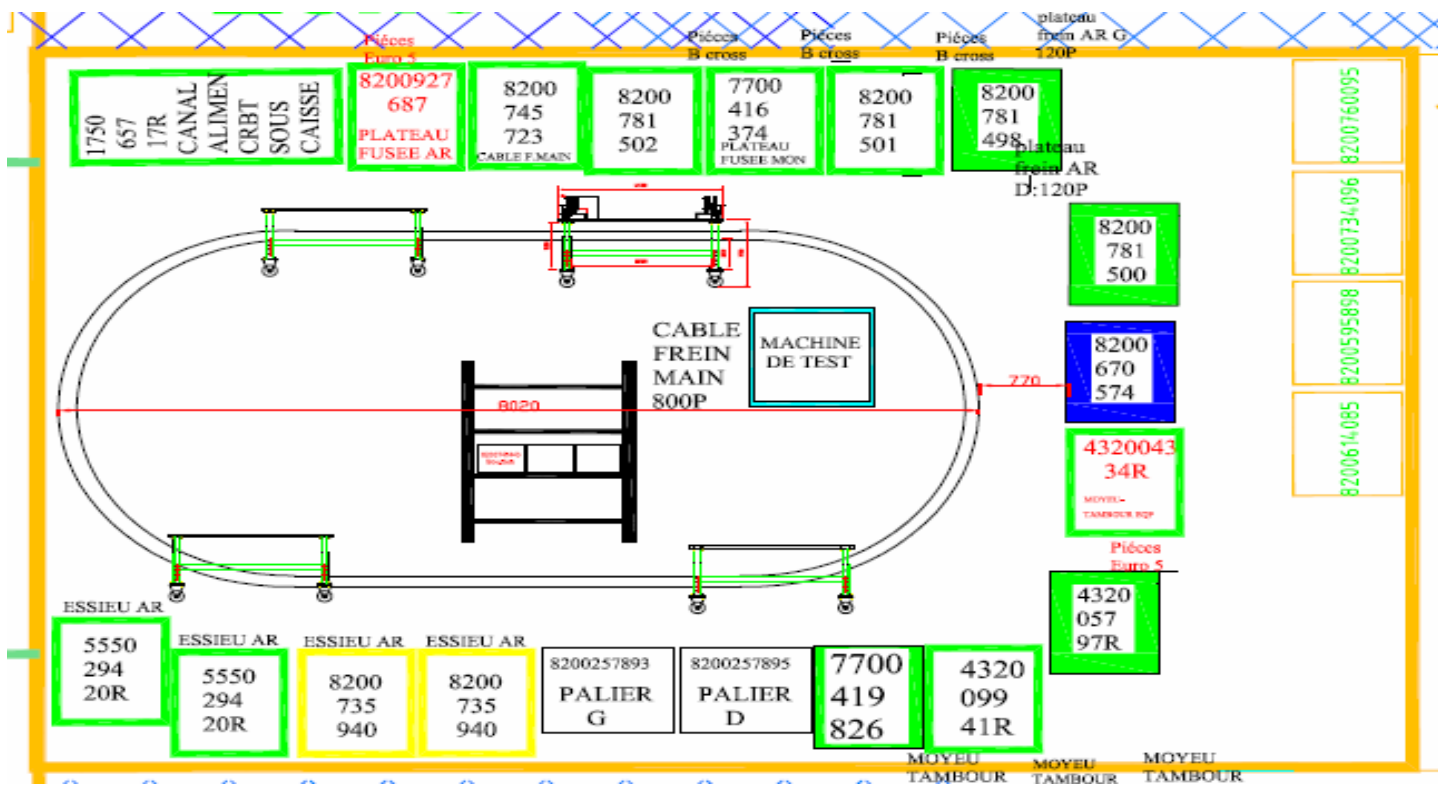


Figure 8 : L'implantation de la boucle fermée dans poste de préparation des TAR

Avant de décider la validation de cette proposition, il est impérativement essentiel de réaliser une analyse SWOT, que nous présenterons dans le tableau suivant :

<b>Forces</b>	<b>Faiblesses</b>
---------------	-------------------



<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Gain d'espace;</li> <li>➤ Flux simplifié ; (Accès facile au stock)</li> <li>➤ Gain de temps de production ;</li> <li>➤ Gain de productivité et de la MOD ;</li> <li>➤ Eliminer les contraintes logistiques.</li> </ul>	
<b>Opportunités</b>	<b>Menaces</b>
<ul style="list-style-type: none"> <li>➤ Poste capacitaire</li> </ul>	

Tableau 3 : Le tableau d'analyse SWOT de la boucle fermée

La lecture du tableau nous permet de soulever plus de forces que de faiblesses :

- Eliminer les trois manutentions : **Gain de 75cmin/Cycle.**
- Eliminer l'opération de la prise du support vide de la rampe d'allée vers la rampe de retour : **Gain de 15 cmin/Cycle.**
- Réduire les déplacements de 92pas/Cy à 40pas/Cy : **Gain de 52 cmin/Cycle.**
- Affecter l'opération de cintrage des deux tuyaux rigide de frein à main au poste cintrage : **Gain de 2 min/Cycle.**
- Gagner l'espace de 22.4m<sup>2</sup> : **Gain de 28981DH/an.**

Cette proposition nous permet un gain total :

- En temps étape principale(TEP) :  $0.75 + 0.15 + 2 = \mathbf{2.9min.}$
- *En temps opération associé (TOA)* : **0.52 min**

Nous déduisons donc, que cette solution nous permet une meilleure gestion des stocks, une minimisation des déplacements et un gain en temps d'engagement des opérateurs

✚ Le futur taux d'engagement de la main d'œuvre

L'élimination des manutentions et des déplacements, qui causent des pertes d'engagement des opérateurs, permet d'équilibrer la charge de chaque opérateur du poste, plus en détails :

- ❖ L'engagement actuel est :  $TEP+TOA = 10.72min$ , Avec  $TEP = 10.72-0.92=9.8min$
- ❖ Futur TEP pour les deux opérateurs est :  $9.8 - 0.75 - 2 = 7.05 min$
- ❖ Futur TEP pour un opérateur est : 3.52min.
- ❖ Futur OA est :  $90 - 52 = 40 pas$ , soit un total de 20 pas pour chaque opérateur.

D'où le futur engagement est :  $TEP + OA = 3.52+0.20 = \mathbf{3.72min.}$

Sachant que le nouveau temps de cycle est de 4min,(15V/h). D'un côté, avec le futur temps d'engagement (3.72min/opérateur), nous fournissons à chaque opérateur un bon temps, lui permettant de réaliser ses tâches d'une manière performante, lors de la remonté en cadence. D'un autre côté et afin d'assurer un équilibrage des tâches des deux opérateurs, nous présentons dans ce qui suit les tâches assignées à chacun:

Opérateur 1 : Préparation TAR + Pré vissage Tcy = 3 .75 min

- ✓ Monter les crochets silencieux du bloc (pallier) ;

- ✓ Attacher le fusé d'axe et la plaque arrière de frein avec 4 boulons ;
- ✓ Attacher le freinage câble sur la plaque arrière de frein ;
- ✓ Attacher l'agrafe de soutien des tuyaux de frein sur le rayon d'axe ;
- ✓ Monter les tambours de frein droit et gauche ;
- ✓ Préviser les boulons des tambours.

Opérateur 2 : Vissage/contrôle + Atec ; Tcy = 3 .1 min

- ✓ visser les tambours de frein sur le fuseau d'axe ;
- ✓ Visser les boulons de crochets de bloc silencieux ;
- ✓ Visser les écrous de tambours ;
- ✓ Monter les agrafes des tuyaux de frein à main ;
- ✓ Préviser et visser les tuyaux de frein ;
- ✓ Attacher les détecteurs d'ABS ;
- ✓ Le cycle de « Tassage » ATEC.

Dans le but d'affiner cette étude, il nous a apparu nécessaire d'analyser le déroulement des opérations au sein de ce poste, avec les nouvelles conditions

✚ L'analyse de déroulement des opérations avec la nouvelle implantation

Le tableau suivant présente la nouvelle décomposition des opérations effectuées au sein du poste:

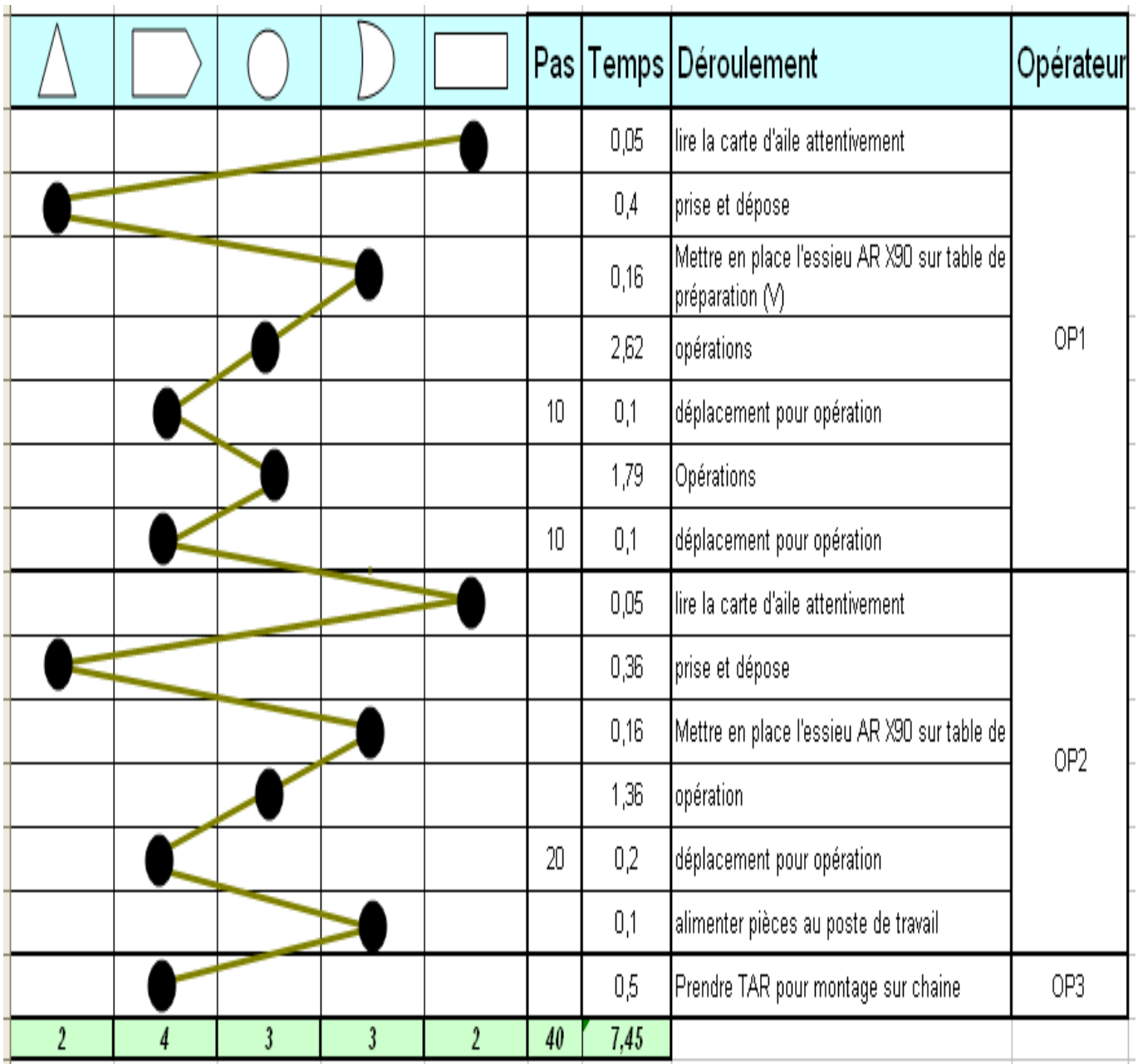


Figure 9 : L'analyse de déroulement avec la nouvelle implantation

Cette solution présente des gains d'espace, minimise le nombre des déplacements à non valeur ajoutée et assure la production avec réserve, pour éviter l'arrêt de production en cas de panne. En raison de ces avantages, cette solution a été acceptée et retenue. Le cahier des charges présentant les conditions de réalisation, a été rédigé, validé et lancé. Nous ajoutons que les dimensions de la nouvelle table préparation, ont été prises, et le prototype de la nouvelle table a été fabriqué.

**Conclusion**

L'étude de l'existant du poste de la préparation des trains arrière, nous a permis de mettre le point, d'une part, sur certains dysfonctionnements au niveau de ce poste à savoir : la faible productivité de la main d'œuvre, le taux élevé des rebuts et le grand espace occupé. D'autre part, nous notons la disponibilité du personnel et des moyens.

Comme séries d'améliorations, nous avons proposé, dans un premier temps, la réalisation d'un convoyeur qui porte les tables de la préparation des TAR. Cette idée, nous a permis d'un côté, de minimiser l'espace et de réduire les déplacements au sein du poste. D'un autre côté elle nécessite un investissement très important, des travaux complexes pour sa réalisation, en plus elle n'assure pas la sécurité humaine, ce qui a poussé à son rejet total.

Par contre, nous avons traité, à travers une analyse SWOT, les forces et les opportunités de la deuxième proposition. Il s'agit de réaliser une boucle fermée avec des tables, de la préparation des TAR. Cette solution nous a permis, de gagner un espace de 23m<sup>2</sup>, de simplifier le flux de production avec la nouvelle implantation du stock et d'éliminer les tâches sources des pertes d'engagement. En effet nous avons pu diminuer les déplacements au sein de ce poste, et ainsi améliorer la productivité des opérateurs, en leur affectant un temps d'engagement qui prend en considération le futur temps de cycle.

En effet, ceci permettra au poste de préparation des trains arrière de suivre la nouvelle cadence.

## **Chapitre 3 : Poste 2**

# **Le cintrage des tuyaux rigides de frein**

### 3.1. Le diagnostic de l'existant du poste

Le **cintrage** est un procédé mécanique de déformation d'un tube ou d'une barre, suivant un rayon et un angle bien définis avec une cintruse.



Figure 10 : Le tuyau de frein cintré

Le poste de cintrage des tuyaux rigide de frein, implanté sur l'unité 4 de la ligne de montage de la X90, est constitué des équipements suivant :

- ❖ 27 tables de cintrage, (chacune est adaptée à une référence de tuyau rigide) ;
- ❖ 27 tables de contrôle ;
- ❖ Trois chariots de stockage.

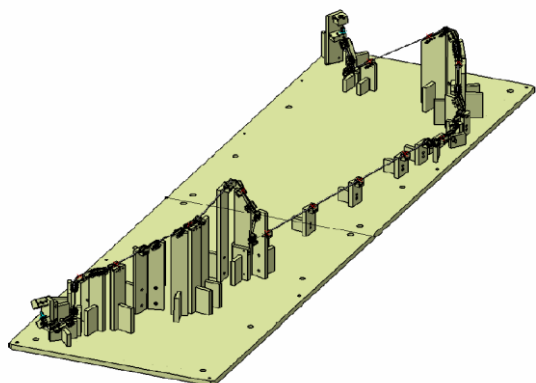


Figure 11 : La table de contrôle

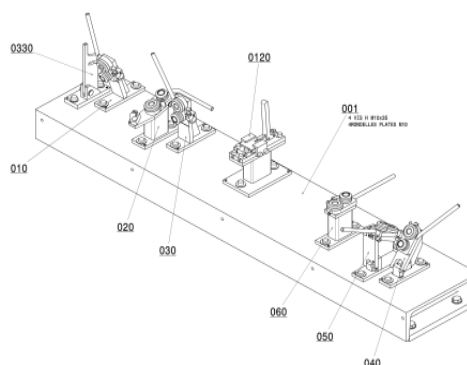


Figure 12 : La table de cintrage

Ce poste de travail occupe une surface de  $182\text{m}^2$ , répartis entre les différentes tables et les stocks des tuyaux comme suit :

- ✓  $2.563 * 7.993 = 20.5\text{m}^2$  pour les stocks des tuyaux droits ;
- ✓  $17.147 * 7.993 = 137\text{m}^2$  pour les tables de cintrage et de contrôle ;
- ✓  $4.536 * 5.205 = 23.6\text{m}^2$  pour les tables de cintrage de la Logan avec ABS..

Les stocks des pièces, les tables de cintrage et de contrôle de ce poste, sont implantées comme le montre la figure suivante :

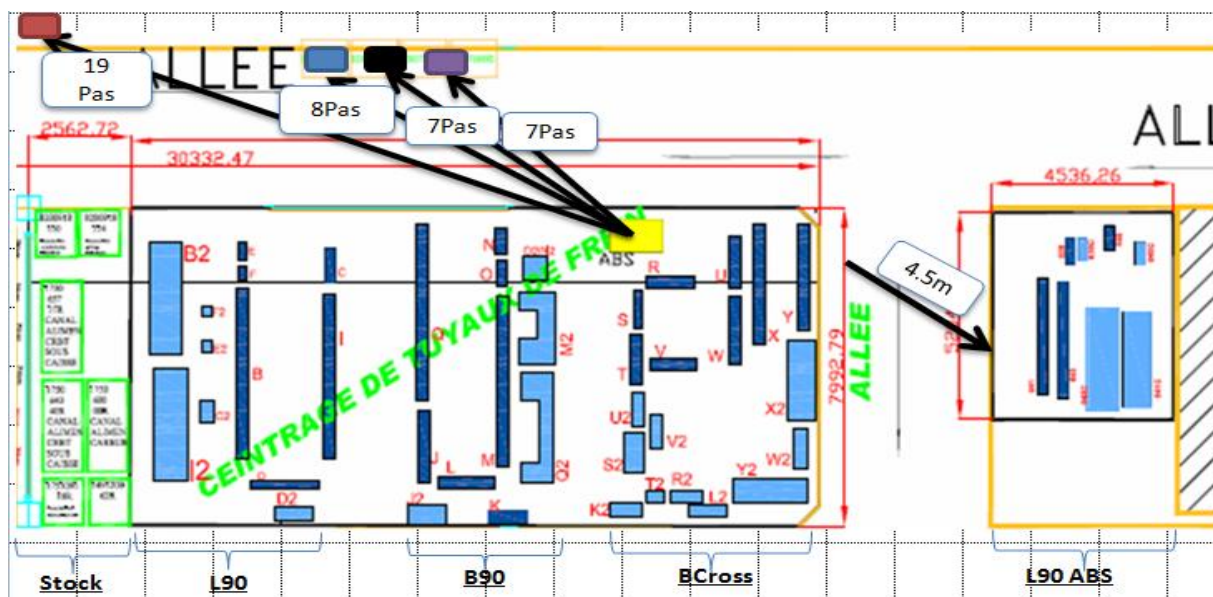


Figure 13 : L'implantation actuelle du poste de cintrage des tuyaux rigides de frein

Comme présente la figure, ce poste est constitué de quatre zones, réparties comme suit :

- Une zone pour la L90 SSABS<sup>8</sup> ;
- Une zone pour la B90<sup>9</sup> ;
- Une zone pour BCross ;
- Une zone pour la L90 ABS<sup>10</sup>.

Chaque zone comporte un certain nombre de tables, le tableau ci-dessous présente le nombre des tables, selon les variétés des véhicules :

Variante	L90 SSABS	L90 ABS	B90	BCross
Table de Cintrage	8	10 dont 4 sont communs avec L90 SSABS, et 2 comun avec B90	7	8
Table de Contrôle	8	4	7	8

Tableau 4 : les tables de cintrage et de contrôle par diversité

A chaque variante de véhicule, est consacré un temps de cintrage, qui permet le calcul du taux d'engagement de chaque opérateur.

**a) L'engagement de la main d'œuvre du poste de cintrage**

Deux opérateurs sont affectés au poste du cintrage, leurs tâches sont réparties comme suit :

- ❖ Opérateur 1 : chargé de cintrer les tuyaux rigides de frein de toutes les diversités, soit 27 références.
- ❖ Opérateur 2 : chargé de préparer le bloc ABS de la B90 (Sandero, BCross Maroc et Europe).

<sup>8</sup> Logan sans système anti blocage

<sup>9</sup> Sandero

<sup>10</sup> Logan avec système anti blocage

Pour calculer le taux d'engagement, nous serons amenés à observer les tâches et les déplacements au sein de ce poste de travail et déterminer le nombre des pas, prises et déposes qui y sont effectués.

	OP 1	OP 2	Poste
TEP moyen (min)	5,33	5,74	5.53
TOA moyen (min)	0,76	0,9	0.83
Temps total (TEP+TOA)	6,09	6.64	6.37
Rendement (TEP+TOA/Tcy) %	112,72	123,05	118

Tableau 5 : L'engagement des opérateurs du poste de cintrage

L'analyse des résultats obtenus permet de repérer certaines anomalies concernant l'engagement des opérateurs de ce poste.

En effet, le sous poste 1 chargé de préparation de bloc ABS et le sous poste 2 du cintrage des tuyaux droit, s'avèrent des sous postes goulets puisque le temps total de travail du poste, 6.37min, dépasse le temps normal de cycle 5,4min.

Donc la charge de travail n'est pas équilibrée est générant ainsi des taux d'engagement différents :

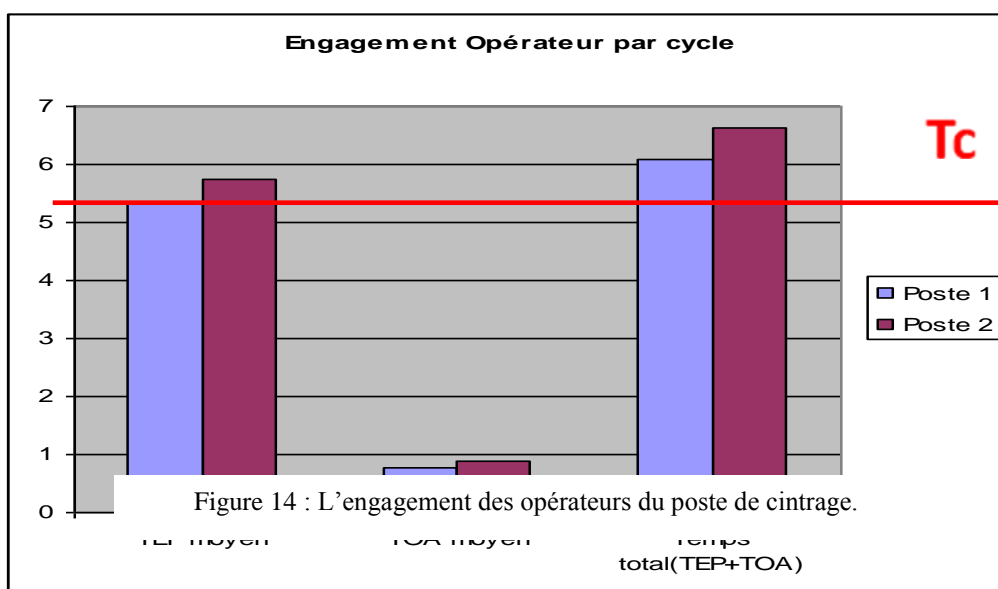


Figure 14 : L'engagement des opérateurs du poste de cintrage.

- L'opérateur 1 (**Préparation du Bloc ABS**) est engagé à 112.72%,
- L'opérateur 2 (**Cintrage des tuyaux droit**) est de 123.05%.



Ajoutons à ceci, une perte de temps, due essentiellement au nombre des déplacements effectués par les deux opérateurs.

Un aménagement de ce poste permettra probablement d'éviter les pertes d'engagement des opérateurs dues aux déplacements.

Pour essayer de décèler les causes de ces pertes, nous nous sommes servis de la méthode d'Ishikawa, dont le diagramme est représenté ci-après :

**b) Le diagramme d'Ishikawa**

Pour pouvoir déterminer les causes éventuelles de ce problème, nous avons essayé d'établir un diagramme d'Ishikawa intégrant tous les acteurs et les actions à entamer dans le processus de cintrage.

**Diagramme Ishikawa**

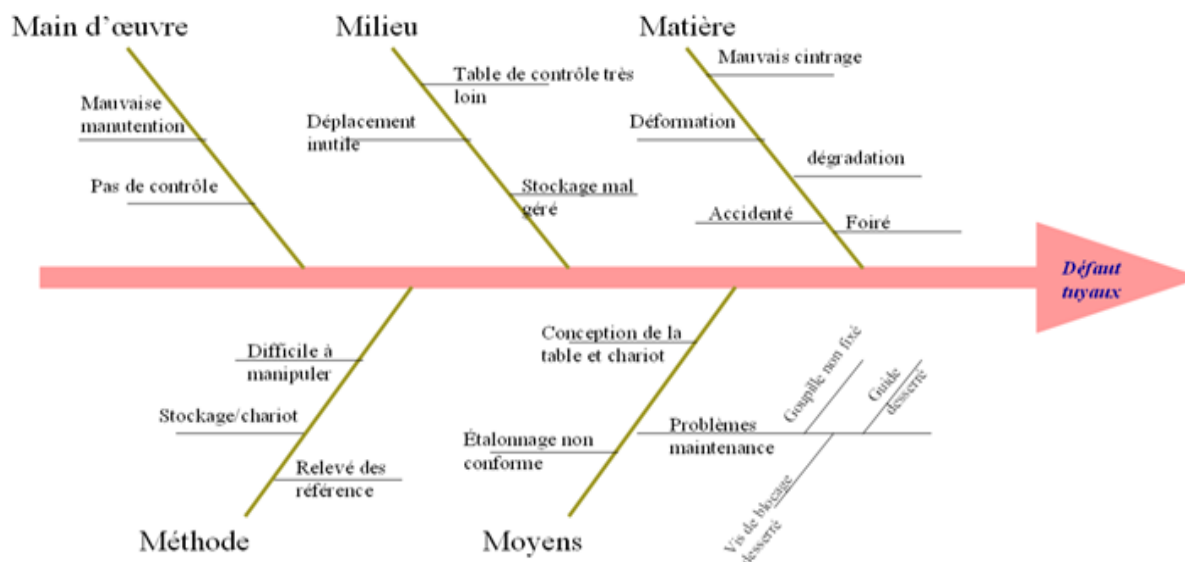


Figure 15 : Le diagramme d'Ishikawa

D'après le diagramme d'Ishikawa présenté ci-dessus, plusieurs axes sont à traiter, nous essayons dans ce qui suit de détailler chaque acteur à part, nous commençons par :

➤ **Les causes provenant du milieu**

Les déplacements au sein de ce poste sont repartis entre le cintrage et le contrôle :

- **Déplacement opérateur pour le cintrage :**

Nous remarquons qu'il y'a une perte d'espace au niveau de ce poste, due à son implantation impliquant des difficultés de déplacement et d'ergonomie de l'opérateur. Pour effectuer le cintrage des différentes références des tuyaux, le nombre des pas est estimé comme suit :

Variante	L90	B90	BCross	L (ABS)	Total
Nombre de pas	90	76	76	114	356

**Tableau 6 : Le déplacement opérateur pour le cintrage.**

Nous y ajoutons les déplacements vers les tables de cintrage de la L90ABS. En se basant sur le fait que: 1pas = 0.6m, nous calculons le temps total perdu par jour à cause de ces déplacements :

Distance allé/retour	Les déplacements 7fois/shift	Le nombre des pas perdu/jour	Temps perdu/jour
9m = 0,15min	63m/shift (1.05 min)	126m = 210 pas	2.1min

**Tableau 7 : Le déplacement opérateur pour le cintrage des tuyaux de la L90ABS**

Une observation détaillée des déplacements des opérateurs au sein de ce poste, et une série d'amélioration, sont étudiés suivant la feuille qui traduit les pertes de ce poste à l'aide de la méthode KAIZEN<sup>11</sup>.

- **Déplacement opérateur pour le contrôle**

L'existence d'une grande distance entre les tables de cintrage et leurs tables de contrôle explique le nombre élevé des pas pour le contrôle ce qui explique à son tour l'absence de l'opération du contrôle des tuyaux cintrés. :

Variante	L90	B90	BCross	L (ABS)	Total
Nombre de pas	54	49	55	60	218

**Tableau 8 : Le déplacement opérateur pour le contrôle**

➤ ***Les causes provenant de la matière***

La matière est l'un des intrants de chaque poste de la ligne de montage. Toute perte dans ce sens nuit à sa productivité. En effet, les rebuts génèrent des coûts et des pertes de temps pour l'entreprise.

Au sein de la ligne de montage, nous retrouvons des zones de rebuts au niveau de chaque UET où l'opérateur se débarrasse de toute pièce rejetée. Pour étudier ce problème, nous nous sommes basés sur la quantité et le coût des pièces rejetées, au niveau de ce poste, en étudiant un historique des rebuts générés durant l'année 2010.

<sup>11</sup> Voir annexe page 57, 58, 59,60.

Nous utiliserons la méthode ABC comme moyen d'analyse, permettant de mettre en évidence les éléments les plus importants sur lesquels il faudra concentrer les efforts et les interventions.

**Présentation de la méthode ABC** : La méthode ABC est la plus connue des méthodes de classification. Elle permet de déterminer l'importance relative des éléments d'un ensemble dans un contexte donné en les répartissant en trois classes selon leurs degrés d'importance :

- ❖ classe A : éléments de forte importance ;
- ❖ classe B : éléments d'importance normale ;
- ❖ classe C : éléments de faible importance.

Afin de pouvoir déterminer les classes de répartition, il faut calculer le ratio de discrimination :

$$RD = \frac{\text{Longueur du segment CB}}{\text{Longueur du segment AB}}$$

Nous déterminons rapidement les pourcentages attribués à chaque classe, en se basant sur les valeurs du ratio RD, présentées dans le tableau suivant :

Valeur du ratio de discrimination	Zone	A	B	C
$1 > RD \geq 0,90$	1	10	10	80
$0,90 > RD \geq 0,85$	2	10	20	70
$0,85 > RD \geq 0,75$	3	20	20	60
$0,75 > RD \geq 0,65$	4	20	30	50
$0,65 > RD$	5	Non interprétable		

**Tableau 9 : Le ratio de discrimination**

Sur ce poste nous procédons à une analyse ABC des pièces rebutées. Il s'agit donc de recenser tous les rebuts matières au niveau de ce poste. Le critère d'analyse est la valeur de ces rebuts (quantité × coût), tel qu'il est présenté dans le tableau ABC des pièces rebutées<sup>12</sup>.

Le diagramme de PARETO, présentant en abscisse les références des tuyaux rigides de frein, est présenté dans la page suivante.

<sup>12</sup> Voir annexe page 56

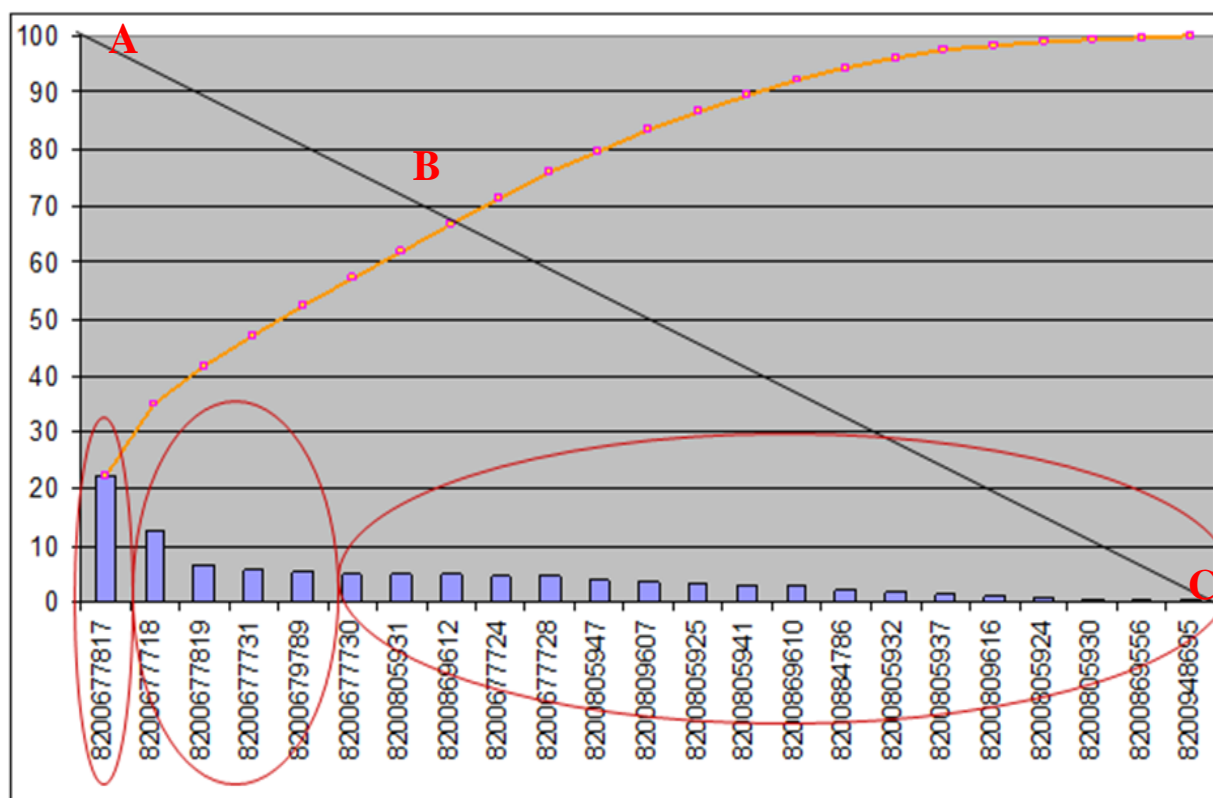


Figure 16 : Le diagramme de PARETO

A partir du graphe, Le ratio de discrimination est :  $RD=BC/AC=0.68$ .

En effet, la classe A est constituée de 20% de la totalité des pièces rebutées au niveau de ce poste. Il faudra donc agir sur les éléments suivants :

- la table **8200677817 (classe A)** ;
- les tables **8200677718, 8200677819, 8200677731, 8200679789 (classe B)**.

Ces tables causent des défauts de cintrage qui sont détectés au niveau du poste de montage des tuyaux de frein. Une opération de retouche est nécessaire lors du montage, cette opération est considérée comme une perte du temps, qui nuit à la productivité.

### **Les pertes du temps dues au mauvais cintrage**

Nous remarquons l'existence de deux états de déformation des tuyaux : soit un tuyau qui touche la caisse, soit deux tuyaux qui se touchent. Ceci influence la sécurité client, ce qui exige une retouche de la part de l'opérateur du montage. Le chronométrage de cette opération, lors du montage est : 10s du temps moyen perdu par véhicule.

- Alors le temps total perdu pendant une journée avec la cadence actuelle (10V/h) est :  $10(s)*7.5(h)*10(v)*2(\text{shift}) + 22(v)*10 = 1720(s) = \mathbf{29\text{min/jour}}$ . C'est le temps utile pour le montage de cinq voitures avec le temps de cycle actuelle.
- Pour la future cadence (15V/h),  $10(s)*7.5(h)*15(v)*2(\text{shift}) + 22(v)*10 = 2470(s) = \mathbf{41.16\text{ min/jour}}$ . C'est le temps perdu pendant une journée avec la future cadence, en utilisant les moyens actuelle.

➤ *Les causes provenant de la méthode de travail*

Avant de commencer le cintrage, l'opérateur se déplace vers l'unité 1 pour relever le film de production de 10 véhicules avec une durée de 5min, ce qui donne : **5min/10véhicules**. Sachant que le temps de travail est 7.5h, et avec une cadence de 15V/h, nous produisons :  $15 \times 7.5 = 112.3 \text{véhicules/shift}$  ; soit 11 déplacements/shift, ce qui fait **22 déplacements/jour**. Pour le shift de nuit nous produisons 22Véhicules, soit un **deux déplacement pour ce shift**, au total nous avons 24 déplacements avec un temps minimum de 5min pour chaque déplacement vers l'unité 1 : D'où un temps perdu de **120min/jour (24\*5 = 120 min)**. C'est un temps qui normalement nous permettra le montage de **30 véhicules par jour**, Pour un temps de cycle de 4min.

➤ *Les causes provenant des moyens de travail*

Pour essayer de diagnostiquer l'état des moyens utilisés au sein du poste de cintrage, nous avons commencé par une observation approfondie des différentes tables de cintrage et de contrôle qui constituent ce poste, ce qui nous a permis de détecter les différents problèmes comme le présente le tableau suivant :

<u>Table de cintrage</u>		<u>Table de contrôle</u>	<u>Chariots</u>
<b>Problème de la maintenance</b>	Problème de conception	Problème de Surveillance	Difficulté de relevé et de dépose
<ul style="list-style-type: none"> <li>○ <b>Guide desserré</b></li> <li>○ <b>Goupille non fixé</b></li> <li>○ <b>Vis de blocage desserré</b></li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Difficulté de manipulation</li> <li>○ Table non fixé.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>○ Etalonnage non respecté.</li> <li>○ Table non conforme.</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>risque de dégradation de tuyaux.</li> </ul>

**Tableau 10 : Les problèmes des moyens de cintrage**

La présentation des dysfonctionnements de ce poste, nous mène à fixer des objectifs intermédiaires pour son amélioration,

Il faudra donc :

- Assurer la remonté en cadence, en maximisant la performance de la main d'œuvre et en minimisant le coût matière ;
- Assurer la qualité demandée, en minimisant les défauts de montage ;
- Optimiser les déplacements au sein du poste en minimisant l'espace occupé et en bien gérant le stock des pièces. Ainsi, nous proposerons dans la partie qui suit des actions d'amélioration permettant d'atteindre ces objectifs.

L'analyse de l'existant présenté auparavant, nous a permis de mettre l'accent sur les éléments qui nécessitent des améliorations, nous avons proposé deux solutions afin de corriger les anomalies de ce poste et le rendre capacitaire. Nous commencerons par la première solution, qui consiste en un réaménagement du poste de travail.

### 3.2. Réaménagement du poste de cintrage

Cette solution sera basée sur les équipements actuels, tout en éliminant les différentes pertes relevées et en améliorant la qualité produite.

Tout d'abord nous allons essayer de réaménager, en proposant des solutions de stockage. La figure suivante présente le poste de cintrage aménagé avec l'implantation proposée :

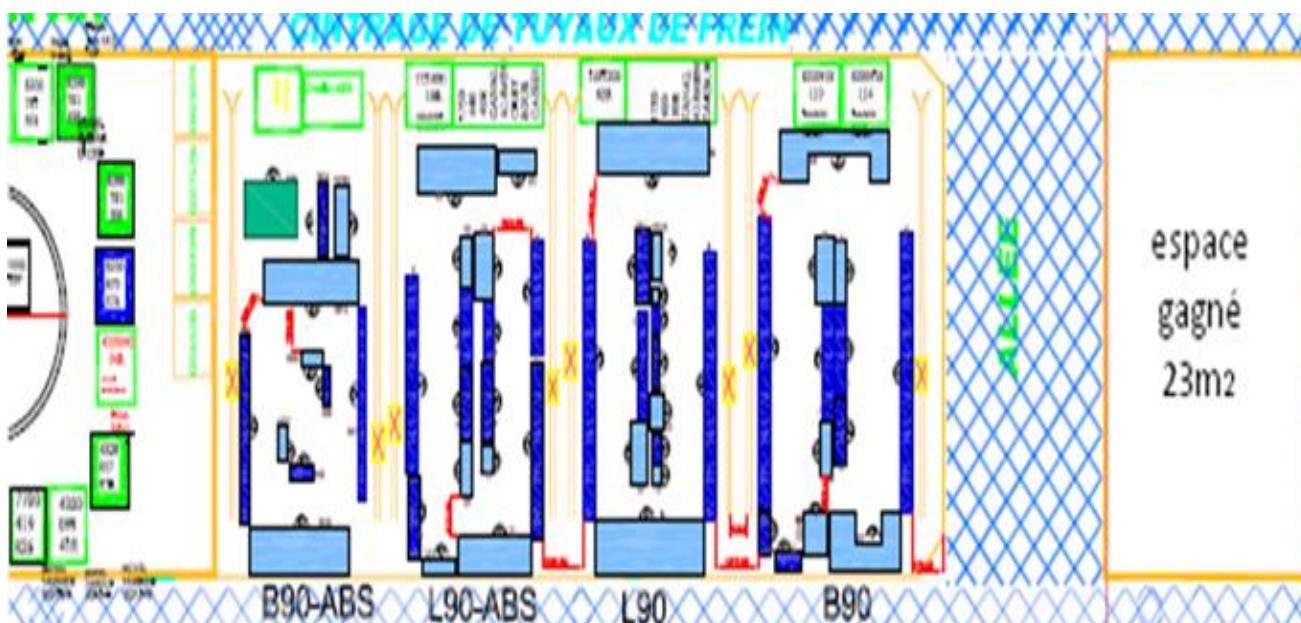


Figure 17 : Le réaménagement de poste de cintrage

Comme le présente la figure, le poste est constitué de quatre zones voisines, où le flux de l'opérateur, soit au sein d'une zone, soit d'une zone vers une autre, est fluide. Nous avons essayé de déplacer l'opérateur du bloc ABS, à proximité du poste de préparation des trains arrière, afin d'utiliser une partie de la surface gagnée au niveau de ce poste. Cette surface de  $12\text{m}^2$  sera consacrée au stock des agrafes et des tuyaux du bloc ABS, et ceci pour éliminer les déplacements vers la chaîne de l'opérateur chargé de la préparation du bloc ABS. Cette implantation nous a permis de rassembler toutes les tables de cintrage dans la surface allouée à ce poste, ce qui nous a fait gagner une surface de  $23\text{m}^2$ , occupée avant par les tables de cintrage de L90ABS. Nous présentons en détail, dans ce qui suit, les gains que nous a permis cette implantation, et nous commencerons par le gain en déplacements pour le cintrage :

**a) Le nouveau déplacement pour le cintrage**

Variante	L90	B90	B(ABS)	L90ABS	Total	Gain
<b>Nombre de pas</b>	90 Pas	76 Pas	76 Pas	84 Pas	326	<b>30</b>

Tableau 11 : les déplacements pour le cintrage avec la nouvelle implantation

Comme nous le constatons d'après le tableau ci-dessus, cette implantation a permis un gain de 30 pas pour l'opérateur de cintrage. Pour les déplacements de contrôle, le tableau suivant présente le gain de pas de contrôle par la nouvelle implantation:

**b) Le nouveau déplacement pour le contrôle**

Variante	L90	B90	BCross	L90ABS	Total	Gain
<b>Nombre de pas</b>	20	20	20	20	80	<b>138</b>

Tableau 12 : les déplacements pour le contrôle avec la nouvelle implantation

Cette implantation nous a permis de réaliser un gain total de 30 pas pour le cintrage, et 138 pas pour le contrôle. En contre partie, le poste n'est capacitaire. Pour assurer le suivi de la nouvelle cadence au niveau de ce poste, nous proposons d'ajouter des opérateurs

**c) Le besoin de la main d'œuvre**

Pour assurer le suivi de la remonté en cadence au sein de ce poste, nous devons ajouter un opérateur par shift, soit donc un total de 3 opérateurs par jour :  $20\text{DH} \times 265\text{jours} \times 8\text{h}$  :

Equipe	Matin	Après midi	Nuit	Total	Cout d'un opérateur	Cout total (4 opérateurs)
<b>Opérateur ajouté</b>	1	1	1	3	42 400 DH/an	127 200 DH

Tableau 13 : Le coût de la MOD ajouté

Afin de résoudre les problèmes de qualité engendrés par les chariots, ainsi que les pertes du temps dues à la prise et la dépose des tuyaux, nous citons dans ce qui suit, l'amélioration proposée pour éliminer ces pertes.

**d) La nouvelle conception des chariots**

Nous avons constaté que la méthode actuelle de stockage provoque une dégradation au niveau des tuyaux, due essentiellement aux nombres des prises et des déposes, avant et après le cintrage. Pour cela nous proposons une nouvelle conception des chariots avec roues et qui seront guidées sur des rails du poste de cintrage vers le poste de montage des tuyaux de frein, sur la chaîne. Cette solution permettra à l'opérateur de minimiser les prises et les déposes des tuyaux, la manière de travail est comme suit :

Considérant : 0.02 min pour le relevé des tuyaux et 0.01min pour la dépose

Pour chaque véhicule nous avons 2 tuyaux qui nécessitent ces opérations donc 0.06min/perdu/cy, L'opérateur effectue 3 prises et 3 déposes pour un seul tuyau. Il perd un total de 0.18min/Cy, avec des chariots à roues, l'opérateur effectue juste une prise et une dépose, équivaut à 0.03min/Cy. Donc un gain de **0.12min/ tuyau**.

Afin de résoudre les problèmes des pertes d'engagements des opérateurs, nous avons réalisé une observation approfondie de l'opérateur. Nous avons constaté celui-ci effectue se déplace vers la première unité pour relever le film des diversités à cintrer, cette opération lui fait perdre un temps de 5min lors de chaque déplacement. Pour éliminer cette opération nous proposons la solution suivante:

#### e) Le déplacement vers l'UET 1

Pour éliminer les déplacements de l'opérateur vers le début de la chaîne, nous avons proposé une imprimante liée au réseau, à implanter sur le poste pour lancer à chaque cycle la diversité et la motorisation du véhicule.

**En somme**, cette solution du réaménagement des tables nous a permis de gagner un espace de 23m<sup>2</sup> dont le coût se présente comme suit :

Espace gagné	Coût d'un 1m <sup>2</sup>	Pour un mois	Total
4.5m * 5m= 22.5m <sup>2</sup>	25DH/mois	562 DH	6750 DH/an

Tableau 14 : le coût d'espace gagné

**En synthétisant**, nous remarquons que le réaménagement du poste de cintrage nous a permis plusieurs gains :

- ❖ Gain d'espace (22.5m<sup>2</sup>).
- ❖ Gain du temps de cycle ;
- ❖ Assurer le contrôle des tuyaux ;
- ❖ Protéger les tuyaux cintrés ;
- ❖ Améliorer l'ergonomie d'opérateur.

**Nous récapitulons** dans le tableau suivant les gains trouvés:

Cintrage	Contrôle	Chariot	Déplacement UET 1	Déplacement à zone de L90ABS	Total	Espace
0.3min	0.276min	0.18min	0.5min	2.1min	3.36 min	6750DH/an

Tableau 15 : le total des coûts gagnés

Vue la demande croissante du marché, national et international, sur la voiture économique, des projets de remonté en cadence, sont toujours envisagés. Nous ajoutons que la SOMACA, est actuellement, en période de planification pour le lancement de la X59, la nouvelle version de la Logan. C'est dans ce sens que nous avons proposé l'implantation d'une machine de cintrage.



### 3.3. L'implantation de la cintrreuse numérique

L'automatisation est devenue comme un outil très pratique de manipulation pouvant remplacer le travail manuel en cas du danger, ou lorsqu'une rapidité ou fiabilité extrêmes sont recherchées. De ce fait, nous avons pensé à installer une machine de cintrage, capable de cintrer les différentes références en utilisant des programmes qui y sont enregistrés. Pour cela, nous avons réalisé une analyse SWOT qui nous permet de présenter les différents facteurs, internes et externes du système comme le montre le tableau suivant :

Forces	Faiblesses
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Adaptation aux références</li> <li>• Qualité produit</li> <li>• Espace réduit</li> <li>• Temps de cycle maîtriser</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Coût élevé.</li> <li>• Maintenance</li> </ul>
Opportunités	Menaces
<ul style="list-style-type: none"> <li>• Investissement dans d'autres produits (X52)</li> <li>• Possibilité de sous-traiter le cintrage pour Renault Tanger.</li> <li>• Cintrage des tuyaux importés</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>• Vieillesse de technologie (obsolescence)</li> </ul>

Tableau 16 : l'analyse SWOT de la cintrreuse

Cette machine présente des forces et des opportunités plus importantes que les faiblesses et menaces, malgré son coût élevé. Pour cela, nous nous sommes orientés vers l'étude de faisabilité, qui permet de vérifier la disponibilité des compétences et du budget nécessaires. Par suite, notre étude sera consacrée à la présentation des gains estimés par cette installation, qui nous sera utile pour le calcul de rentabilité. Après démonstration de la rentabilité de cette machine, nous serons amenés, comme étape finale à rédiger le cahier des charges de la machine de cintrage.

#### A) Le calcul des gains

L'installation de la cintrreuse nous permet les gains suivant :

##### a) Le gain d'espace

La machine occupera une surface de 48m<sup>2</sup>, ce qui se traduit par un **gain de 112m<sup>2</sup>** comme le présente le tableau suivant :

Espace gagné	Cout d'un m <sup>2</sup>	Coût gagné en une année
112m <sup>2</sup>	25DH/mois	25*112*12

**Tableau 17 : le coût d'espace gagné avec l'installation d'une cintreuse**

Outre l'espace, cette machine permettra aussi un gain du coût de la main d'œuvre :

**b) Le gain en main d'œuvre**

Avec cette solution nous aurons besoin d'un opérateur/shift pour commander la machine donc pour le projet de remonté en cadence le nombre sera réduit **de 6 opérateurs/jour**.

Nombre des opérateurs	Salaire/opérateur	Coût total gagné
6 Opérateurs /Jour	42 400 DH/an	254 400 DH/an

**Tableau 18 : le coût de la MOD**

**gagné avec l'installation d'une cintreuse**

**c) Le gain de qualité**

En se basant sur la quantité des rebuts générés sur le poste de cintrage, et en se basant sur le coût de chaque tuyaux, les pertes totales sont de : 10 000DH : C'est le coût que nous gagnerons en installant une machine cintreuse.

En installant cette machine, nous avons pensé aussi à **localiser le cintrage** des tuyaux du bloc Abs qui sont importés cintrés.

**d) Le gain estimé de la localisation de cintrage des tuyaux d'ABS**

En plus des tuyaux rigides de frein droit qui se cintrèrent localement, l'opérateur de préparation du bloc ABS utilise des tuyaux cintrés à l'extérieur. Il faut rappeler ici que la SOMACA importe ces tuyaux pour leur meilleur qualité de cintrage (sont cintrés automatiquement avec une machine de cintrage).

Pour calculer la différence de coût entre les tuyaux cintrés en interne et les tuyaux importés cintrés, nous allons calculé le coût de transformation et la différence constitue le gain de la localisation de cintrage des tuyaux d'ABS.

**✚ Le calcul du coût de transformation**

Pour calculer de coût de transformation, deux facteurs essentiels entrent en jeu : Les charges et la quantité fabriquée :

$$\text{Le coût de transformation} = \frac{\text{Charges}}{\text{Quantité fabriquée}}$$

❖ **Les charges :**

Les charges sont constituées de trois facteurs : Coût des machines, Coût de la MOD et Coût du milieu.

• **Le coût des machines**

Sachant qu'il s'agit de six tables de cintrage et six tables de contrôle, le cout total se présente comme suit :

Table de cintrage	Table de contrôle	Coût total
-------------------	-------------------	------------

4000DH/an	4000DH/an	48 000DH/an
-----------	-----------	-------------

Tableau 19 : le coût des machines

- **Le coût de la MOD**

Pour cintrer des tuyaux similaires (à ceux importés) en interne, sachant que 50% des véhicules montés à la SOMACA avec ABS, l'opérateur utilise 2/3 de son temps de cycle, donc le temps total est = **0.33min** =  $0.5 * 2/3$ .

Coût de MOD	Temps de cintrage	Coût d'an
42 400DH/an	0.33min	0.33*42400
<b>14 133 DH/an</b>		

Tableau 20 : Le coût de la MOD du bloc ABS

- **Le coût du milieu**

L'estimation du coût de la zone de cintrage des tuyaux du bloc ABS est présentée comme suit :

Surface occupée	coût d'un m <sup>2</sup>	Coût d'un an
3m*7m=21m <sup>2</sup>	25DH/mois	6300DH

Tableau 21 : le coût du milieu de la zone de cintrage des tuyaux du bloc ABS

Le tableau ci-dessous synthétise les coûts totaux des charges :

**Total des charges**

Coût des machines	Coût de la MOD	Coût du milieu	Coût total
48 000DH	14 133 DH	6300DH	<b>68 433DH</b>

Tableau 22 : le total des charges

❖ **Quantité fabriquée**

Avec une cadence de 15v/h pour les shifts de jour, et 22véhicules pour le shift de nuit, en 265 jours de travail, et on considère 50% des véhicules avec ABS utilisent des tuyaux importés, donc :

→  $15 * 2 * 0.5 * 265 * 7.5 + 22 * 0.5 * 265 = 32\ 727$  **véhicule**. C'est la quantité produite pendant un an avec une cadence de 15V/h.

Donc : **Le coût de transformation** =  $\frac{68\ 433}{32\ 727} = 2.1$  **DH/véhicule**

Les références des tuyaux d'ABS qui sont importés cintrés, pour leur bonne qualité de cintrage sont représentées, avec leurs prix d'achat, dans le tableau suivant :

Tuyaux importés	Prix d'achat (€)	Tuyaux droit	Prix d'achat(€)	différence(€)
<b>82 00 87 93 49</b>	0.83	82 00 884 789	0.63	<b>0.2</b>

<b>82 00 87 93 46</b>	0.65	82 00 805 902	0.59	<b>0.06</b>
<b>82 00 87 93 47</b>	0.75	82 00 805 911	0.66	<b>0.09</b>
<b>46 24 23 43 3R</b>	0.99	82 00 805 883	0.82	<b>0.17</b>

**Tableau 23 : Le prix et références des tuyaux cintrés à l'externe**

La différence moyenne de coût par tuyaux est de  $(0.2+0.06+0.09+0.17)/4=0.13$  €.

Pour une voiture qui utilise 6 tuyaux on va avoir un coût de  $0.13*6=0.78$ € = **8DH**

Retranchons 2.1DH (coût de transformation en interne) on obtient une différence de coût par véhicule pour le cintrage interne et externe égale à :

$$8DH - 2.1 DH = \mathbf{5.9DH}$$

Pour une quantité de 32 727 véhicules, le coût total est de **193 090 DH**. Ce coût s'ajoute aux gains estimés après l'installation de la cintreuse.

*Ce projet permet aussi d'éviter plusieurs investissements sur les tables de cintrage et de contrôle pendant chaque lancement des nouveaux véhicules.*

#### e) L'investissement du projet X52

La LOGAN est en période de fin de série, pour cela l'usine de la SOMACA envisage lancer la nouvelle version de la Logan : X52. Cette dernière nécessite un investissement initial (une sortie d'argent) pour la réalisation des nouvelles tables de cintrage et de contrôle au démarrage. Les investissements sont présentés sur le tableau suivant :

<b>Projet X52</b>			
<b>Septembre 2012</b>		<b>Septembre 2013</b>	
<b>Prix moyen d'une table</b>	30 000 DH	Prix moyen d'une table.	30 000DH
<b>12tables de cintrage.</b>	360 000 DH	Prix de 15tables de cintrage.	450 000DH
<b>12tables de contrôle.</b>	360 000 DH	Total de 15tables de contrôle.	450 000DH
<b>TOTAL</b>	720 000 DH	<b>TOTAL</b>	900 000DH

**Tableau 24 : L'investissement sur les tables de cintrage et de contrôle du projet X52**

#### f) Le total des gains annuels estimés

La récapitulation des gains présentés ci-dessus après l'installation de la machine de cintrage sont :

Espace	MOD	Rebut	Cintrage interne	Investissement X52		Total (DH)
				2012	2013	

33 600	254400	10000	193 090	720 000	900 000	<b>2 111 090</b>
--------	--------	-------	---------	---------	---------	------------------

**Tableau 25 : La récapitulation des gains estimés après installation de la cintreuse**

Nous constatons d'après le tableau que l'installation d'une machine de cintrage nous permettra un gain total de **2 111 090 DH**.

**g) Le calcul de rentabilité de la cintreuse**

La **rentabilité** est le rapport entre un revenu obtenu ou prévu et les ressources employées pour l'obtenir<sup>13</sup>. Le calcul de la rentabilité nécessite le calcul du cumul des futurs gains estimés et les comparés avec l'investissement initial. Dans notre Cas, nous utiliserons le Contrat de Projet d'Investissement(CPI), qui s'applique à la SOMACA, à tous les projets d'investissement d'une durée supérieure à un an.

Le formulaire du CPI matérialise l'engagement de l'équipe du projet en matière de qualité, coût, délai, performance et rentabilité. Il permet, comme le montre le tableau de la figure suivante, de présenter le chiffre d'affaire, sa qualité de chiffrage, les dates de livraison et de paiement, et aussi les coûts associés au projet :

<b>CONTRAT DE PROJET D'INVESTISSEMENT SIMPLIFIE</b>						
						← RETOUR PAGES
						DEVISE <b>K EUR</b>
N°	DESIGNATION	QUALITE DU CHIFFRAGE	MONTANT	CENTRE DE COUTS	DATE DE LIVRAISON	DATE DE PAIEMENT
1	Achat nouveau équipement	négocié	250	PY41420	août-12	déc.-12
	Investissement X52 en 2012	négocié	-72		sept.-12	déc.-12
	Investissement X52 en 2013	négocié	-90		sept.-13	déc.-13

<b>DETAIL DES COUTS ASSOCIES</b>				
				← RETOUR PAGES
DESIGNATION	MONTANT	CENTRE DE COUTS		DATE DE PAIEMENT
côt de prestation et accessoire (10% du budget)	25			déc.-12

**Tableau 26 : Le tableau de CPI des investissements**

Cette étape de la présentation de l'investissement du projet, est suivie par une étude économique, que nous présentons en détail:

<sup>13</sup> Cette définition est retenue du site : [www.declic.intra.renault/rentabilite](http://www.declic.intra.renault/rentabilite)

ETUDE ECONOMIQUE					
COUTS D'EXPLOITATION SUPPLEMENTAIRES ANNUELS		PRODUITS D'EXPLOITATION SUPPLEMENTAIRES OU ECONOMIES ANNUELS		ECONOMIES ANNUELLES D'EXPLOIT.	COUT NET DU PROJET
Nature des charges	Montant	Nature des produits ou économies	Montant		
couts supplémentaires après installation	10	Economie de surface	3	-10	Investissements
		MOD	25	3	88
		Rebut	1	25	Coûts associés
		Internalisation des tuyaux importé	19	1	25
		Retouche	1	1	Produit de cession
		Maintenace	1	1	0
		Etalonnage	1	1	0
				0	Subvention
				0	0
				0	Variation BFR
				0	0
				0	113
				0	Variation BFR
				0	0
<b>TOTAL</b>	<b>10</b>		<b>50</b>	<b>40</b>	<b>113</b>
Projet opérationnel (date)	sept.-12	Durée d'exploitation		5 ans = 60 mois	
PAY-BACK (ici coût net du projet yc BFR en fonction des économies annuelles)	2,8 ans	Valeur actuelle nette du projet à	12%	24	
		Indice de profitabilité (IP) à	12%	1,22	

Tableau 27 : Le tableau de l'étude économique de la machine de cintrage

La valeur de l'indice de profitabilité, étant positive et supérieur à un, montre la rentabilité de cette machine pour l'usine. Puisque le seuil de rentabilité est inférieur la durée d'exploitation estimée à cinq ans, nous concluons que l'installation d'une machine numérique de cintrage, est rentable. A cette étape, nous sommes censés de rédiger le cahier des charges qui spécifie toutes les caractéristiques techniques et environnementales de la machine.

**h) Le cahier des charges**

Le cahier des charges a pour objet l'étude, la réalisation et la mise en service du moyen de cintrage numérique et d'un moyen de contrôle 3D pour les tuyaux rigides de frein. Le cahier des charges complet est présenté en annexe, page 60.

**Conclusion**

L'étude de l'existant du poste de cintrage, nous a permis de mettre le point, d'une part, sur le taux élevé des rebuts, la grande surface occupée et les pertes d'engagement de la main d'œuvre.

D'autre part, nous avons noté la présence des problèmes au niveau des moyens de cintrage causant, des défauts de qualité qui sont signalés au niveau des points de contrôle. Pour corriger ces problèmes, nous avons proposé la réimplantation de ce poste. En effet cette solution a permis :

- ❖ Gain d'espace.
- ❖ Gain en temps de cycle ;
- ❖ Assurer le contrôle des tuyaux ;
- ❖ Protéger les tuyaux cintrés ;
- ❖ Améliorer l'ergonomie d'opérateur.

Vue la demande du marché sur la voiture économique, des projets de remonté en cadence sont toujours envisagés. Pour cette raison, nous avons proposé l'installation d'une machine de cintrage numérique, qui permet de cintrer toutes les références des tuyaux de frein d'une manière rapide et fiable. Après le calcul des gains estimés à **2 111 090DH**, une étude de rentabilité que nous avons menée a démontré la rentabilité de ce projet. Le cahier des charges a été lancé. Donc, il faut procéder à une planification.

**Chapitre 4 :**

**La planification des tâches du  
projet de la cintreuse**



Un projet est un ensemble des tâches dépendantes les unes des autres. Le déroulement dans le temps de ces tâches ne peut se faire en se basant sur l'intuition et les décisions ponctuelles, mais doit suivre une méthodologie précise. La décomposition, la succession et l'avancement des tâches, dans le temps, telle qu'elles sont prévues, seront l'objet de ce chapitre. Cependant, on ne peut construire un scénario complet du déroulement du projet que si toutes les tâches à effectuer sont identifiées.

### 4.1. Le découpage du projet

Le découpage nous permet de mieux définir les tâches du projet, pour leur affecter les ressources, faciliter le suivi, identifier les livrables et enfin mieux contrôler l'avancement du projet.

Cette étape, qui permet de préciser les tâches principales du projet et leurs caractéristiques, est à la base de l'application des outils de planification, que nous citons dans ce qui suit :

**WBS** : Works Breakdown Structure ;

**PBS** : Product Breakdown Structure ;

**OBS** : Organisation Breakdown Structure ;

**RBS** : Resource Breakdown Structure ;

#### a) Le découpage du projet en tâches : WBS

Le Works Breakdown Structure a pour but d'établir la planification de référence et de déléguer la mission confiée à chaque acteur. Cet outil, qui se présente comme un arbre utilisant la notation de précedence, représente les relations entre les tâches afin de déterminer les niveaux de visibilité du projet.

Pour construire cette vision, nous avons effectué l'inventaire des tâches à réaliser :

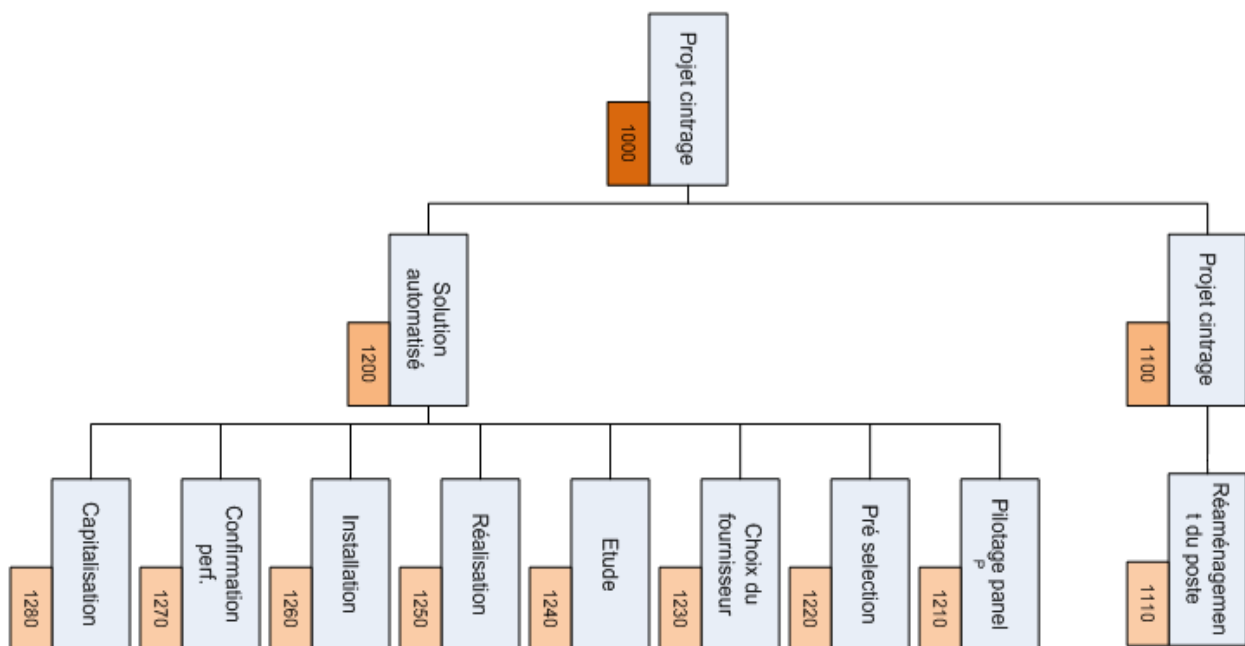


Figure 18 : Le Works Breakdown Structure

Cette méthode, nous permettra de déterminer clairement les différentes étapes du projet de l'installation de la machine de cintrage, afin de faciliter l'identification des livrables du projet, par la suite.

## b) L'identification des livrables du projet (le PBS)

Le Product Breakdown Structure est une autre manière de représenter le résultat visé du projet, c'est à dire le produit, cet outil se représente également sous la forme d'un arbre. Le Product Breakdown Structure a pour objectifs de définir la nomenclature des objets du projet, de décomposer l'objet du projet en sous-ensembles et de définir les compétences nécessaires à la mise en place du projet. Dans la figure suivante une schématisation des différentes sous ensembles notre projet.

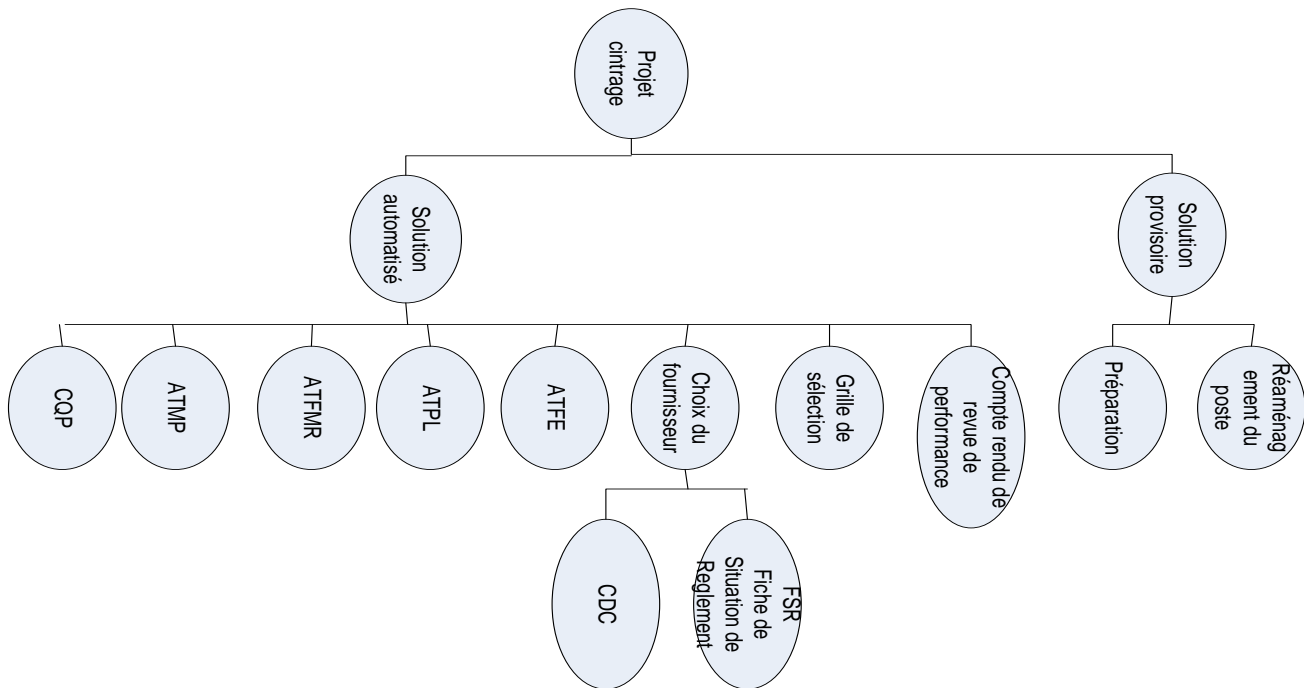


Figure 19 : Le Product Breakdown Structure

Le cahier des charges établis en annexe doit être validé par le chargé d'affaire (DIVD) avec le service de fabrication, maintenance, sécurité, environnement et condition du travail. Après il sera envoyer au service des achats pour la consultation, ce service envoi par suite une liste des fournisseurs (minimum 3) aux chargés d'affaire pour l'alignement technique.

Le département direction ingénierie présenté par son chargé d'affaire, remplit la grille de sélection des fournisseurs en choisissant le plus répondant au cahier des charges méthode avec des solutions techniques rassemblant la qualité et la performance. La grille sera envoyée par la suite aux achats qui lancent une demande d'achat établit par le chargé d'affaire. Cette demande doit être validé par le responsable d'affaire, le demandeur (fabrication ou maintenance), le pilote projet et l'acheteur.

En suite, le fournisseur présente une étude détaillée en respectant toutes les normes appropriées pour les affaires, et c'est la que commence la validation des jalons : Accord technique de fin d'étude (ATFE), après la validation de l'accord technique pour livraison (ATPL) doit être précédé par un essai chez le fournisseur, l'accord technique de mise en route est validé

(ATMR). Le paiement du fournisseur est réalisé après la validation du contrat de performance (COP) qui est validé après trois mois d'utilisation.

c) Resource Breakdown Structure (RBS) & Organigramme Fonctionnel (OBS)

Le RBS ou Structure de Décomposition des Ressources permet d'évaluer la quantification des ressources nécessaires au projet, dont la charge est issue des estimations du temps à passer par tâche et par profil. On associe ensuite au RBS l'Organisation Breakdown Structure (OBS ou Organigramme Fonctionnel OF) pour identifier les différents niveaux de responsabilités des acteurs. L'OBS consiste à croiser les acteurs du RBS avec les rôles et responsabilités suivantes :

- ❖ R : Responsabilité (obligatoire et unique) ;
- ❖ Production (ou participation).

Il est possible de représenter l'OBS sous forme de matrice, comme ci-dessous :

On considère la nomenclature suivante :

DRFBE : Direction des Relations Biens d'Equipement

D.ING : Département Ingénierie

Prescr. Métier: Automatismes/Maintenance/Matériels stand.

FAB : Fabricant

FOUR : Fournisseur

Compt. : Comptabilité

	DRFBE	D.ING	Prescr. Métier	FAB	FOUR	Compt	KAIZEN
Projet d'implantation du Robot	P	R	P	P	P	P	
Pilotage Panel	R	P	P	P	P		
Pré Sélection	P	R	P	P			
Choix du fournisseur	R	R	P		P	P	
Etudes	R	R	P	P	R	P	
Réalisation	P	R	P	P	R	P	R
Installation	P	R	P	P	R	P	
Performance initiales	P	R	P	P	R	P	
Confirmation performance.	R	R	P	P	R	P	

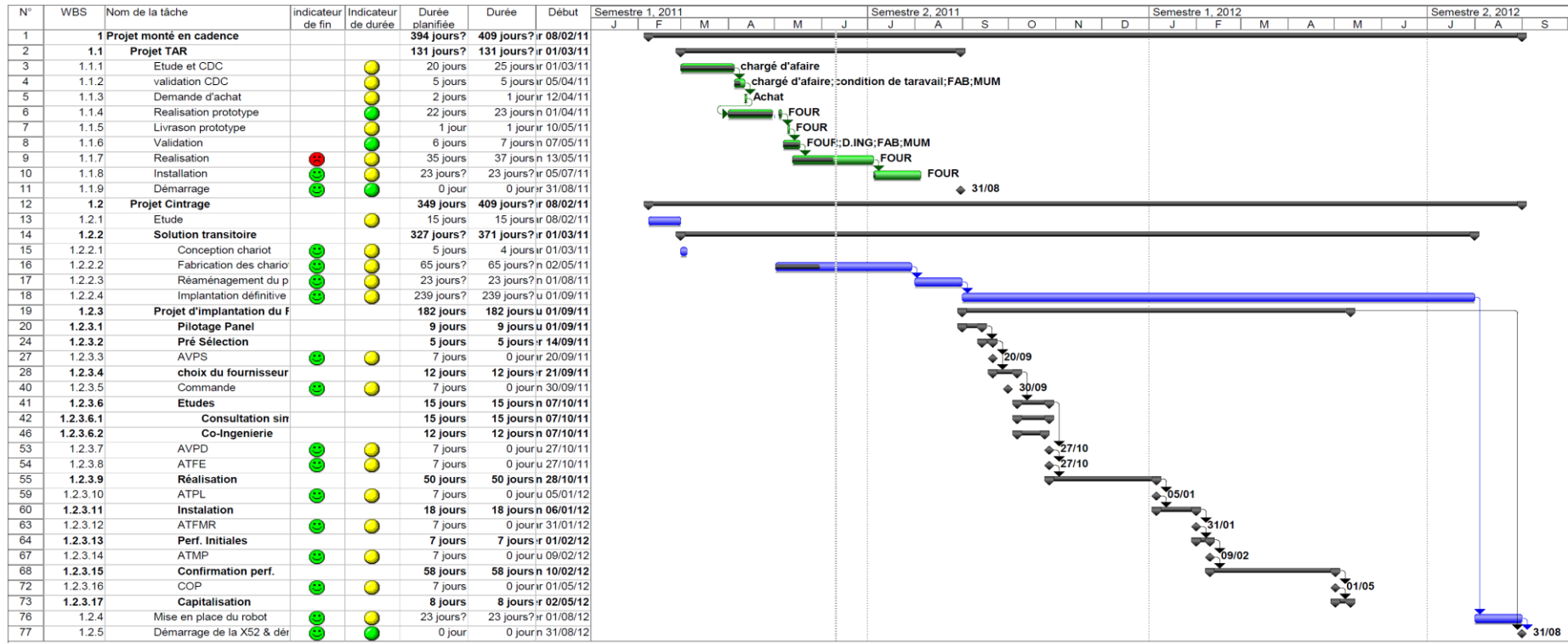
Tableau 28 : Le tableau OBS du projet cintreuse









## 4.2. La planification du projet

Après le découpage du projet en tâches, nous présentons en suite le diagramme de GANTT que nous avons établis, à l'aide d'un outil de la gestion de projet à savoir le MS Project.

Le diagramme de Gantt est un outil utilisé en ordonnancement et la gestion du projet et permettant de visualiser dans le temps les diverses tâches.

Le graphe ci-dessous nous représente les différentes tâches et la planification de notre projet :



	Taches pour cintrage		récapitulative
	Taches pour TAR		jalon
	Indicateur sur la fin $Iif(Date() > [Fin planifiée]; Date() - [Fin] > 0; 1) = 1$		
	Indicateur sur la fin $Iif(Date() > [Fin planifiée]; Date() - [Fin] > 0; 1) <= 0$		
	Indicateur sur la durée $[Durée réelle] - [Durée planifiée] = 0$		
	Indicateur sur la durée $[Durée réelle] - [Durée planifiée] != 0$		

Pour assurer le suivi du projet nous avons mis en place certain nombre d'indicateur qui aide à représenter clairement l'état d'avancement du projet, le premier concerne la durée où on peut trouver la durée réel est égale à la durée planifié, dans ce cas le voyons est en vert sinon elle est différent et le voyons est en jaune. Le deuxième indicateur concerne la fin de la tâche, dans ce cas le voyons se met en rouge si la fin de la tâche dépasse la date actuel, sinon elle en vert.

### ***Conclusion***

Après la réalisation du cahier des charges nous avons procédé à la planification du projet à l'aide du logiciel MS Project. Dans un premier temps nous avons décomposé ce projet d'installation de la cintreuse en différentes tâche à l'aide du Works Breakdown Structure a pour but d'établir la planification de référence et de déléguer la mission confiée à chaque acteur. Le Product Breakdown Structure qui se présente sous forme d'un graphique nous a permis de visualiser les résultats du projet, afin de procéder à une répartition des ressources nécessaires à chaque tâche pour faciliter la planification totale du projet.

## Conclusion générale

---

Ce travail est le fruit d'un stage au sein de la SOMACA, dont l'objectif est l'amélioration des postes de préparation des trains arrières et le cintrage des tuyaux rigides de frein, pour assurer la remonté en cadence. Nous avons été amenés dans un premier temps à diagnostiquer les différents axes affectant la mesure de la productivité de ces postes. A l'issue de ce diagnostic, nous avons entamé une série d'actions d'amélioration touchant la main d'œuvre, les matières premières, la surface occupée et la qualité du produit fini, en partant du principe de la réduction des gaspillages (muda) relevant de la démarche Kaizen.

En effet, l'évaluation de la performance de la main d'œuvre de ces postes, a permis de mettre le point sur des pertes d'engagement des opérateurs dues aux déplacements effectués et au problème de la charge de travail non équilibrée. Ceci nous a mené à améliorer l'aménagement des postes en proposant pour :

- ❖ Le poste des trains arrières : Réalisation d'une boucle fermée avec des tables à roues guidées sur rails, ceci a permis d'éliminer les opérations à non valeur ajoutée (**gain de 2.9 min**), minimiser les déplacements au sein du poste (**gain de 56 pas**) et équilibrer les tâches des opérateurs, tout en respectant le nouveau temps de cycle (poste capacitaire). Cette solution a été **acceptée** et **validée** et la réalisation débutera en période d'arrêt de production d'usine en mois d'août 2011.
- ❖ Le poste de cintrage des tuyaux de frein : Une réimplantation du poste nous a permis un gain d'espace de **23m<sup>2</sup>** d'un coût de **6750DH/an** et un gain de déplacement de cintrage et de contrôle équivalent à **3,36min**.

Quant à la qualité des tuyaux de frein, il s'est avéré, chiffres à l'appui, que les défauts de montage et les rebuts des tuyaux de frein génèrent des coûts importants pour l'entreprise. Après avoir déterminé les causes, à l'aide du diagramme d'ICHIKAWA et la méthode ABC, nous avons analysé les problèmes à l'origine de leur rebût et proposé l'installation d'une cintruse numérique. Nous avons vérifié la disponibilité du budget à travers une étude de faisabilité.

Ensuite nous avons prouvé la rentabilité de cette machine en se basant sur le formulaire du contrat du projet d'investissement. En effet, la décision a été pour le choix de cette solution. Après la rédaction du cahier des charges, il nous a été confié la planification des tâches de ce projet en utilisant les différents outils de planification à savoir le WBS, PBS, RBS et l'OBS afin de présenter un planning total de déroulement de cette installation à l'aide du logiciel de planification, MS Project.

L'installation présentera des forces et des opportunités, que nous avons prédéterminées à l'aide du tableau SWOT, et des gains d'espace (**112m<sup>2</sup>**), du temps de cycle (**poste capacitaire**), de **qualité** (minimisation des rebuts) et **l'optimisation de la main d'œuvre**. Ces gains représentent un coût total de **2 111 090DH**.

Ainsi, ce travail peut être considérée comme une plate-forme de la démarche d'amélioration des postes à la SOMACA, basée sur une mise en œuvre de divers outils et méthodes, à savoir, l'ergonomie des postes, l'analyse de déroulement, l'équilibrage de taux d'engagement, la méthode de Pareto, le diagramme d'Ishikawa, l'analyse SWOT ...etc. Toutes ces méthodes se révèlent très utiles dans une telle démarche.

Ce projet constitue une double expérience, technique et humaine. En outre l'interaction avec les membres de l'équipe a été fructueuse et m'a énormément facilité la tâche.

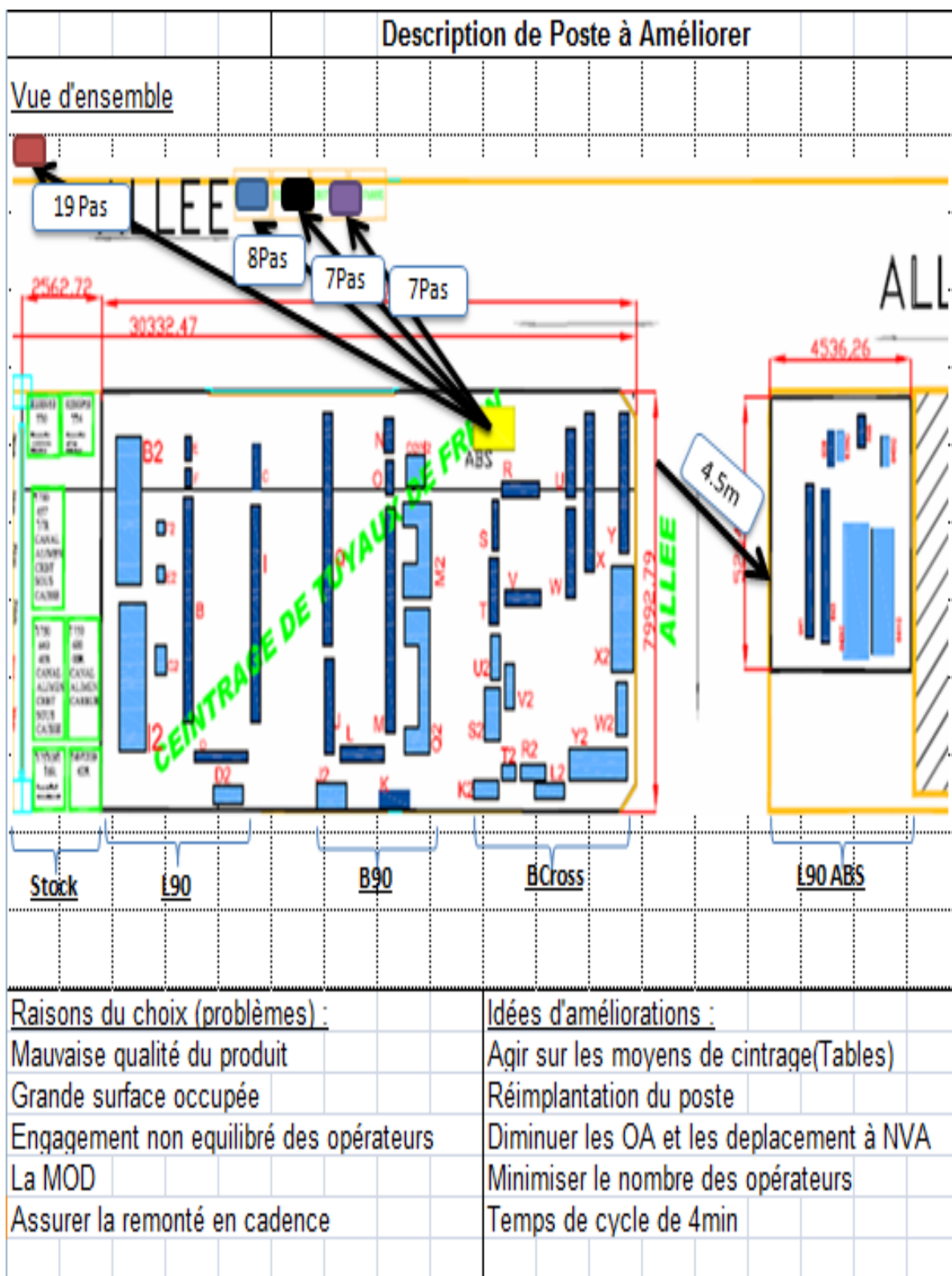
Le travail en groupe constitue certainement une composante essentielle de la vie professionnelle, et ce projet nous permettra sans aucun doute d'aborder le monde du travail de manière plus sereine, et nous donner un aperçu de notre futur métier d'ingénieur.

## Annexe

Annexe 1 : Le tableau des rebuts générés sur la chaîne en 2010.

<i>Réf</i>	<i>mal cintré</i>	<i>Déformé</i>	<i>accidenté</i>	<i>foiré</i>	<i>total</i>	<i>cumul</i>	<i>% total</i>	<i>% cumul</i>	<i>coût</i>	<i>coût* qty (€)</i>
8200677817	18	0	30	21	69	69	22,26	22,26	<b>0,54</b>	37,26
8200677718	18	1	10	10	39	108	12,58	34,84	<b>0,51</b>	19,89
8200677819	10	0	6	5	21	129	6,77	41,61	<b>0,64</b>	13,44
8200677731	17	0	0	0	17	146	5,48	47,10	<b>0,36</b>	6,12
8200679789	6	6	3	1	16	162	5,16	52,26	<b>0,87</b>	13,92
8200677730	10	0	5	0	15	177	4,84	57,10	<b>0,3</b>	4,5
8200805931	10	0	2	3	15	192	4,84	61,94	<b>0,67</b>	10,05
8200869612	4	2	2	7	15	207	4,84	66,77	1,4	21
8200677724	7	0	4	3	14	221	4,52	71,29	2,06	28,84
8200677728	7	0	7	0	14	235	4,52	75,81	2,07	28,98
8200805947	3	0	8	1	12	247	3,87	79,68	<b>0,92</b>	11,04
8200809607	11	0	0	0	11	258	3,55	83,23	<b>0,39</b>	4,29
8200805925	6	0	3	1	10	268	3,23	86,45	0,53	5,3
8200805941	4	0	5	0	9	277	2,90	89,35	2,2	19,8
8200869610	4	0	0	5	9	286	2,90	92,26	1,39	12,51
8200884786	7	0	0	0	7	293	2,26	94,52	<b>0,72</b>	5,04
8200805932	0	0	0	5	5	298	1,61	96,13	<b>3,18</b>	15,9
8200805937	3	0	1	0	4	302	1,29	97,42	<b>2,2</b>	8,8
8200809616	0	0	3	0	3	305	0,97	98,39	0,39	1,17
8200805924	0	0	0	2	2	307	0,65	99,03	0,62	1,24
8200805930	1	0	0	0	1	308	0,32	99,35	0,76	0,76
8200869556	1	0	0	0	1	309	0,32	99,68	1,56	1,56
8200948695	0	0	0	1	1	310	0,32	100,00	<b>23,57</b>	23,57
Total					310					294,98

Annexe 2 : l'amélioration proposé pour le poste des TAR



Feuille de Relevé d'Observations des Gaspillages de la méthode KAI ZEN.



Zone observée : Unité 4, Poste Cintrage des tuyaux rigide de frein,

Date : 25/26 AVRIL 2011

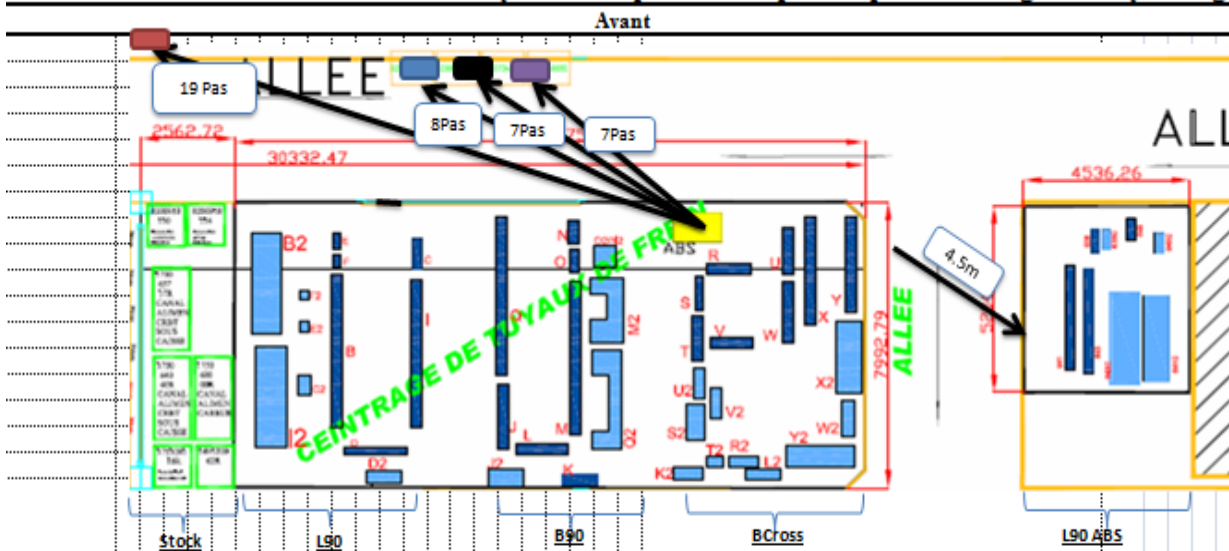
**Feuille de Relevé d'Observations des Gaspillages**

Séquence	Type de gaspillage	Mouvements				Stocks	Production de défauts	Opérations sans Valeur ajoutée	Transport/Maintenance	Inactivité	Sur-production
		Gestes Inutiles	Mvt de Grde amplitude	Déplacement Important	Gestes non-simultanés						
Depose des tuyaux sur le support des tables de cintrage			X			X		X			
Deplacement vers la première unité pour le relevé du film de production		X	X				X				
Prise des tuyaux de support vers tables					X	X					
Cintrage des tuyaux						X					
Prise de tuyau cintré de la table cintrage vers table contrôle			X			X					
Prise tuyaux de table de contrôle vers support					X	X					
deplacement du charoit vers la chaine			X			X	X	X			
Prise tuyaux du charoit vers support de la chaine		X	X				X				

Feuille des stratégies d'amélioration de la méthode KAI ZEN.

Usine : SOMACA		Participants : AMMARI GHIZLANE	
Zone concernée : Unité 4, Poste Cintrage des tuyaux rigide de frein,		Date : 25/26 AVRIL 2011	
<b>Stratégie d'Amélioration</b>			
<b>Problèmes actuels</b>	<b>Stratégie d'amélioration</b>	<b>Objectifs chiffrés</b>	
Grande surface occupé ( 160m <sup>2</sup> )	utiliser un moyen qui cintré les différentes references avec les meme tables	Minimiser l'espace occupé gain de 112m <sup>2</sup>	
Implantation non optimisé	Aménager le poste / faire rapprocher les tables	Minimiser l'espace occupé gain de 23m <sup>2</sup>	
Déplacement à non valeur ajouté très important	Eliminer les sources de déplacement à NVA	Gain en temps de cycle	
Déplacement des opérations associés tres important	Minimiser les opération associés		
Engagement opérateur non équilibré	Equilibrer les taches des opérateurs		
Mauvaise état des tables de cintrage	Planifier la maintenance des tables		
Pas de Plan Maintenance préventive.	Réaliser un PMP		
Table de contrôle non conforme,	changer les tables non conforme		
table de contrôle non étalonné,	Programmer un étalonnage annuel des tables		
Mauvaise qualité des tuyaux cintrés, Taux élevé des rebuts,	Maintenir les tables en bon état, éliminer les contraintes logistique, minimiser les prises et		
		<b>Résultats</b>	
		Gain d'espace:	
		23m <sup>2</sup> (implantation)	
		100m <sup>2</sup> (installation machine) ==> bonne qualité, assurer la montée en cadence(Tcy = 4min), Gain d'espace	

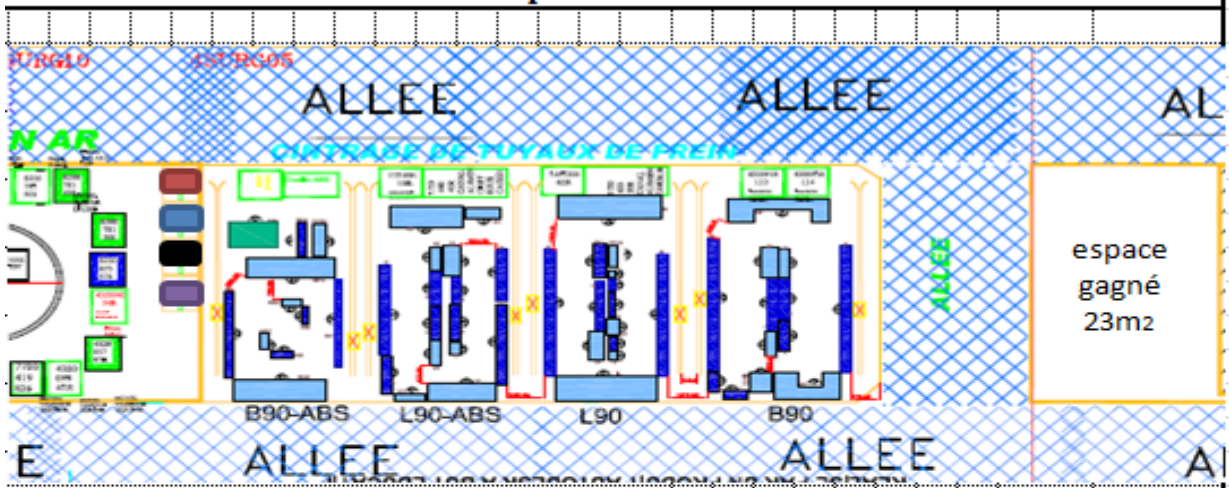
Analyse des Déplacements pour le poste Cintrage des tuyaux rigide



**Nombre total de pas :** L90:90Pas/Cy; B90:76Pas/Cy; BCross :76Pas/Cy; L90ABS:114Pas/Cy; déplacement vers agrafe 5fois/shift :19\*5=95Pas/shift;Vers tuyaux 7fois/shift:8\*7\*6=363Pas/shift,déplacement vers agrafe 6fois/shift:7\*6\*3=126Pas/shift;déplacements vers support BCross 12fois/shift:7\*10=84Pas/shift,Vers support B90 6fois/shift:7\*6=42Pas/shift. Pour contrôle 218Pas/Cy.

TOTAL Sans controle=302 58 Pas/Shift

Après



**Nombre total de pas :** Pour cintrage:326Pas,déplacement vers agrafe 5fois/shift :1\*5=5Pas/shift ;Vers tuyaux 7fois/shift:2\*7\*6=84Pas/shift,déplacement vers agrafe 6fois/shift:2\*6\*3=36Pas/shift;déplacements vers support BCross 12fois/shift:3\*12=36Pas/shift,Vers support B90 6fois/shift:1\*6=6Pas/shift. Pour le contrôle:80Pas/5Cy,

GAIN TOTAL = 3038Pas/Shift



## Bibliographie

---

COURTOIS A., MARTIN-BONNEFOUS C., PILLET M.,

Gestion de production, Éditions d'Organisation, 1989, 1994, 1995, 2003

Profiting From Cleaner Production (Avantages de la production plus propre)

Contrôle des investissements (Processus de décision CPI), Renault

Guide-du-preparateur-DIVD-V008, Renault 2008

Démarche préparation maintenance, Renault

Assurance Qualité des Moyens, 53600-94-Q5062C00 version n° 02, Renault 2003

PIFE, wassima, SOMACA, 2006.

IMAI Masaaki, *KAIZEN, la clé de la compétitivité japonaise*, Eyrolles, 1992

Manuel de l'Ergonomie en Production, Principales Spécifications destinées à

l'Ingénierie et la Fabrication, Renault Publipole Impression, 2004.

## Webographie

---

[www.renault.com](http://www.renault.com) ;

[www.declic.intra.renault.com](http://www.declic.intra.renault.com) ;

[www.wikipedia.com/renabilité](http://www.wikipedia.com/renabilité) ;

[www.google.com/renabilité](http://www.google.com/renabilité) ;

[www.google.co.ma/gestion projet.pdf](http://www.google.co.ma/gestion%20projet.pdf) ;

[www.google.fr//pareto/pdf](http://www.google.fr//pareto/pdf) ;

[www.wikipedia.fr](http://www.wikipedia.fr)

<http://chohmann.free.fr>

<http://erwan.neau.free.fr>

<http://www.afaq.org>