



RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

Diplôme de Master Sciences et Techniques
Spécialité : Génie Mécanique et Productique

Thème :

Nouvelle manutention peinture /montage automoteur à hauteur variable

Présenté par :

BOUZAID Mohamed

Encadré par :

- EL HAKIMI Abdelhadi, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès
- Mr. SAKOUTI SAMIR, Encadrant de la société

Effectué à : SOMACA

Soutenu le : 22/03/2019

Devant le jury :

| | |
|--------------------|---|
| • Pr. A. EL HAKIMI | Faculté des Sciences et Techniques de Fès |
| • Pr. J.ABOUCHITA | Faculté des Sciences et Techniques de Fès |
| • Pr. A.TOUACHE | Faculté des Sciences et Techniques de Fès |

Année Universitaire : 2018-2019

Dédicace

Dédicace Louange à Dieu seul le tout Puissant, plein de
miséricorde.

Grâce à lui ce travail a pu être accompli.

Je dédie ce travail à nos parents.

J'estime pour eux sont immenses.

Je les remercie pour tout ce qu'ils ont fait pour moi. Que
Dieu vous procure une longue vie pleine de bonheur.

A ma famille

A mes ami(e)s

A tous ceux qui m'aime.

REMERCIEMENT

En préambule à ce mémoire je remercie ALLAH qui m'a aidé et m'a donné la patience et le courage durant ces longues années d'étude.

Je tiens à remercier et adresser ma reconnaissance aux personnes qui m'a apporté leur soutien et qui ont contribué à l'élaboration de ce travail ainsi qu'à sa réussite.

J'adresse également mes vifs remerciements à **Mr.SAKOUTI SAMIR**, mon encadrant industriel de m'avoir accueilli dans son équipe et d'avoir accepté de diriger ce travail. Aussi pour l'importance et le soutien qu'il a accordé.

J'exprime ma profonde gratitude à mon encadrant **Mr .Abdlhadi EL HAKIMI**, pour le privilège qu'il m'a fait en acceptant d'encadrer ce travail, son encouragement, ses directives et ses précieux conseils tout au long de mon projet de fin d'études.

Je tiens aussi à remercier **Mr .CHEAIRI** pour leur contribution et leur aide tout au long de mon stage.

Mes remerciements vont aussi aux membres de jury de ma soutenance pour leur participation à l'évaluation de notre travail.

Enfin, je remercie tous ceux qui ont contribué, de près ou de loin, à l'accomplissement de ce projet.

Résumé

Le présent document constitue la synthèse de notre travail dans le cadre du projet de fin d'étude qui s'est déroulé au sein de LA SOMACA-GROUPE RENAULT, une entreprise marocaine leader dans le domaine automobile.

Dans le cadre de l'amélioration de ses performances industrielles et pour affronter la concurrence SOMACA a lancé plusieurs projets d'amélioration.

Dans cette optique, L'objectif de mon projet de fin d'études vise à faire une nouvelle manutention peinture /montage automoteur à hauteur variable.

En vue d'atteindre nos objectifs, on a utilisé des outils et des méthodes spécifiques pour analyser les données de notre cahier de charge ainsi que les problèmes existants. Ensuite, on a proposé des solutions d'amélioration et d'intégration de ce projet.

Abstract

The present document constitutes the synthesis of our work which has been done as a final project that took place within the SOMACA-GROUPE RENAULT, a Moroccan enterprise leader in the automotive field.

As part of improving its industrial performances and tackling the competition the SOMACA launched many improvement projects.

With this end in mind, my final project aims at making a new handling/painting/assembly variable height self-propelled.

In order to attain our objectives, we have utilized specific tools and methods to analyze the data presented in the specification including the existing problems. Then, we have suggested some solutions for the improvement and the good integration of this project.

Table des matières

| | |
|--|----|
| Dédicace..... | 1 |
| REMERCIEMENT..... | 2 |
| Résumé | 3 |
| Abstract..... | 4 |
| Table des matières..... | 5 |
| Liste des figures..... | 9 |
| Liste des tableaux..... | 10 |
| Liste des abréviations et acronymes | 11 |
| Introduction générale..... | 12 |
| PARTIE 1: PRESENTATION DU CADRE GENERAL DU PROJET..... | 13 |
| CHAPITRE 1 : PRESENTATION GENERALE DE L'ENTREPRISE | 14 |
| I. Introduction | 14 |
| 1 Présentation de Renault Nissan:..... | 14 |
| 1.1 Histoire de Renault : | 14 |
| 1.2 Alliance Renault-Nissan: | 15 |
| 1.3 Les marques du groupe:..... | 15 |
| 1.4 L'implantation géographique :..... | 15 |
| 1.5 Renault, en chiffres: | 16 |
| 1.6 SPR, l'excellence au quotidien : | 17 |
| 2 Présentation de la SOMACA :..... | 18 |
| 2.1 Forme juridique :..... | 18 |
| 2.2 Activités & Missions : | 18 |
| 2.3 SOMACA en événements:..... | 19 |
| 2.4 Fiche signalétique de la SOMACA: | 20 |
| 2.5 Organigramme de la SOMACA :..... | 20 |
| 2.6 Processus de fabrication : | 21 |
| 2.6.1 Processus de Tôlerie : | 22 |
| 2.6.2 Processus de Peinture : | 22 |
| 2.6.3 Processus de Montage:..... | 22 |
| 2.7 Département « Montage » : | 23 |

| | | |
|---|---|----|
| 2.8 | Processus Bout d'usine : | 24 |
| II. | Conclusion : | 25 |
| Chapitre 2 : Présentation du contexte du projet | | 26 |
| I. | Introduction | 26 |
| 1 | Contexte pédagogique | 26 |
| 2 | Equipe du projet | 26 |
| 3 | Charte de projet | 27 |
| 4 | Planning | 27 |
| 4.1 | La démarche de travail : | 28 |
| 4.2 | Analyse QQQQCP | 29 |
| 4.3 | Diagramme des 5M | 29 |
| 4.4 | Diagramme Pareto | 29 |
| 4.5 | Bête à cornes | 30 |
| 4.6 | Diagramme SADT | 30 |
| 4.7 | Diagramme pieuvre | 30 |
| 4.8 | Diagramme FAST | 31 |
| II. | Conclusion | 31 |
| PARTIE 2: ETUDE PRATIQUE | | 32 |
| Chapitre 1: Présentation de la zone d'étude et Définition du projet | | 33 |
| I. | Introduction | 33 |
| 1 | La démarche adoptée | 33 |
| 2 | Formulation du problème (plan) | 34 |
| 2.1 | QQQQCP | 34 |
| 3 | Description générale de la zone d'étude (Situation existante) | 35 |
| 3.1 | Analyse de système existant : | 35 |
| 3.2 | Fonction | 35 |
| 3.3 | Description mécanique | 35 |
| 3.4 | PROCESS et l'implantation de trajectoire actuelle | 36 |
| 4 | Analyse des causes de l'arrêt d'automoteur | 37 |
| 5 | Analyse de criticité | 39 |
| ✓ | D : détection | 40 |
| ✓ | G : gravité | 41 |
| ✓ | C : criticité | 41 |

| | | |
|-------|---|----|
| 6 | Diagramme des causes (diagramme des 5M)..... | 42 |
| 6.1 | Diagramme d'Ishikawa problème (automoteur) | 42 |
| 6.2 | Diagramme ISHIKAWA pour la synchronisation | 43 |
| II. | Conclusion..... | 44 |
| | Chapitre 2 : Conception et modification d'automoteur | 45 |
| I. | Introduction..... | 45 |
| 1 | Analyse fonctionnelle..... | 45 |
| 1.1 | Définition « Norme AFNOR » | 45 |
| 1.1.1 | Objectifs | 45 |
| 1.1.2 | Quand l'utiliser ? | 45 |
| 2 | Analyse fonctionnelle du besoin « AF externe »..... | 46 |
| 2.1 | Expression du besoin Diagramme bête a corne | 46 |
| 2.2 | Validation du besoin | 47 |
| 2.3 | Descripteur d'analyse fonctionnelle du besoin « Diagramme du Pieuvre »..... | 47 |
| 3 | Analyse fonctionnelle interne | 48 |
| 3.1 | Diagramme SADT | 49 |
| 3.2 | Diagramme FAST..... | 49 |
| 4 | Cahier des charges | 51 |
| 5 | Génération et choix de concept..... | 52 |
| 5.1 | Génération de concept | 52 |
| 6 | Sélection de concept..... | 55 |
| 6.1 | Concept screening..... | 55 |
| 6.2 | Choix final du concept :..... | 57 |
| 7 | Conception du nouveau système..... | 58 |
| 7.1 | Proposition de solution..... | 58 |
| 7.2 | Modification de balancelle..... | 58 |
| 7.3 | Modification des bras | 58 |
| 7.4 | Proposition d'un système pour la synchronisation entre balancelle aérienne et le convoyeur au sol | 60 |
| 8 | Etude numérique du système de synchronisation | 62 |
| 8.1 | Le contexte et l'objectif | 62 |
| 8.1.1 | Le contexte :..... | 62 |
| 8.1.2 | L'objectif..... | 62 |

| | | |
|--------|--|----|
| 8.2 | Les Donnés du problème | 62 |
| 8.2.1 | Conception 3 D..... | 62 |
| 8.2.2 | Modèle géométrique: | 63 |
| 8.2.3 | Donnés matériaux..... | 63 |
| 9 | Les hypothèses et les résultats anticipés..... | 64 |
| 9.1 | Les hypothèses..... | 64 |
| 9.2 | Les résultats anticipés..... | 64 |
| 10 | Analyse numérique sous CATIA v5..... | 64 |
| 10.1 | Maillage automatique..... | 64 |
| 10.2 | Les conditions aux limites | 65 |
| 10.2.1 | La force de fixation :..... | 65 |
| 10.2.2 | Les charges appliquées : | 66 |
| 10.2.3 | La contrainte de VON-Mises : | 66 |
| 10.2.4 | Le déplacement maximal : | 67 |
| 10.3 | Optimisation :..... | 67 |
| 10.3.1 | Le remaillage du nouveau concept : | 67 |
| 10.3.2 | Analyse des résultats | 68 |
| 10.3.3 | Le facteur de sécurité :..... | 69 |
| II. | Conclusion..... | 69 |
| | Chapitre 3 : Etude du gain du projet..... | 70 |
| I. | Introduction | 70 |
| 1 | Gain au niveau d'implantation:..... | 70 |
| 1.1 | Gain en termes de Matériel : | 70 |
| 1.2 | Gain en termes du temps:..... | 71 |
| II. | Conclusion:..... | 72 |
| | Conclusion général..... | 73 |

Liste des figures

| | |
|---|----|
| Figure 1: Implantation géographique du groupe Renault | 16 |
| Figure 2: Les ventes de l'entreprise Renault | 16 |
| Figure 3: Les dates clés de l'entreprise Renault Somaca..... | 20 |
| Figure 4: Organigramme de l'entreprise Renault Somaca | 21 |
| Figure 5: Processus de fabrication de Renault Somaca | 22 |
| Figure 6: Process de montage | 23 |
| Figure 7: Processus bout d'usine | 25 |
| Figure 8: La démarche PDCA projetée sur le projet..... | 33 |
| Figure 9: Vision des véhicules arrivant du tri-stock vers SE2 | 35 |
| Figure 10: automateur actuelle | 36 |
| Figure 11: Schéma d'implantation AUTOMTEURS actuel | 37 |
| Figure 12: diagramme de Pareto | 39 |
| Figure 13 : diagramme d'Ishikawa | 43 |
| Figure 14: diagramme d'Ishikawa | 44 |
| Figure 15: diagramme bête à corne..... | 46 |
| Figure 16: Diagramme pieuvre | 48 |
| Figure 17: Diagramme FAST du nouvel automateur | 50 |
| Figure 18: Diagramme FAST pour le système de synchronisation proposer | 51 |
| Figure 19: le nouveau système de balancelle..... | 58 |
| Figure 20: les bras avant modification | 59 |
| Figure 21: les bras après modification | 59 |
| Figure 22: le système de synchronisation 3D sur CATIA V5R21 | 62 |
| Figure 23: conception 3D..... | 63 |
| Figure 24: Modèle géométrique | 63 |
| Figure 25: Données matériaux | 64 |
| Figure 26: Maillage automatique | 65 |
| Figure 27: condition aux limites (fixations)..... | 65 |
| Figure 28: condition aux limites (les Forces)..... | 66 |
| Figure 29: contrainte de Von-Mises..... | 66 |
| Figure 30: déplacement totale | 67 |
| Figure 31: Le maillage manuel | 67 |
| Figure 32: contrainte de Von-Mises..... | 68 |
| Figure 33: déplacement totale | 68 |
| Figure 34: l'ancienne implantation | 70 |
| Figure 35: nouvelle implantation | 71 |

Liste des tableaux

| | |
|--|----|
| Tableau 1:L'équipe de projet..... | 26 |
| Tableau 2:Charte de projet..... | 27 |
| Tableau 3: description de la problématique | 35 |
| Tableau 4: les pertes des véhicules | 38 |
| Tableau 5:Les valeurs de la fréquence | 40 |
| Tableau 6: Les valeurs de la détection | 40 |
| Tableau 7: Les valeurs de la gravité..... | 41 |
| Tableau 8:Evaluation de la criticité | 42 |

Liste des abréviations et acronymes

SOMACA : Société Marocaine de Construction Automobile.

DIVD: Direction de l'Ingénierie Véhicule Décentralisée.

CDCF : Cahier Des Charges Fonctionnel.

GMP: Groupe Moteur Propulseur.

X90: LOGAN, SANDERO, Stepway, ancien version.

X52: SANDERO et LOGAN nouvelle version.

Ishikawa : Diagramme des 5M : Matériel, Main d'œuvre, Milieu, Méthodes, Machine. **FAST**:
Function Analysis System Technique.

UET : Unité Élémentaire de Travail.

PDCA: Plan, Do, Check, Act.

QQOQCP : Quoi Qui Où Quand Comment Pourquoi.

SADT: Structured Analysed and Design Technique.

Introduction générale

Le milieu industriel connaît de plus en plus une compétitivité acharnée, SOMACA se trouve aujourd'hui, plus que jamais, dans l'obligation de satisfaire les impératifs : Qualité, Coût, Délai et Motivation. Pour pouvoir conserver cet équilibre, elle cherche à éliminer les sources de gaspillage et de mettre en œuvre une organisation plus légère, agile et efficace, partant du principe que tout « problème » est une opportunité d'amélioration.

A ce propos, notre projet de fin d'études au sein du département DIVD / Montage de la société SOMACA, a pour objectif de mise en place d'une nouvelle manutention Peinture/ Montage (Automoteurs à hauteur variable).

Pour se faire, le rapport sera divisé en 2 parties :

La première sera consacrée à une présentation du cadre général du projet dont le premier chapitre fera l'objet d'une présentation de l'entreprise d'accueil, tandis que le deuxième mettra l'accent sur la fixation du cahier de charge, analyse et le planning du projet.

La deuxième partie présentera le volet pratique, dans cette partie nous allons utiliser La démarche de travail «PDCA» qui sera illustré dans les chapitres du projet par la manière suivante :

- Le premier chapitre fait implanter la phase de la planification (**plan = planifier**) dans la quelle on définit la problématique et analyser les causes utilisant des outils adéquats.
- le 2eme chapitre fait résoudre notre problématique (**Do = réaliser**), cette étape est consacré pour la résolution de problématique qui consiste à créer la nouvelle implantation désirée avec la proposition d'un nouveau système qui sera réalisé à l'aide logiciel de conception CATIA V5 après s'analyse fonctionnelle.
- par la suite le troisième chapitre sera vérifié et assuré '**Check = vérifier**' '**Act = assurer et améliorer**': ces deux phases sont consacré pour la vérification de la solution, et une estimation du gain du projet.

Enfin, une conclusion générale présente les conclusions les plus importantes de ces travaux, leur impact et les perspectives pour des travaux futurs.

PARTIE 1: PRESENTATION DU CADRE GENERAL DU PROJET

CHAPITRE 1 : PRESENTATION GENERALE DE L'ENTREPRISE

I. Introduction

Dans ce chapitre nous allons présenter brièvement l'entreprise d'accueil RENAULT, ainsi que ces différents départements, spécialement le département d'accueil montage.

1 Présentation de Renault Nissan:

Présidé par **Carlos GHOSN**, Le groupe Renault est un constructeur automobile, multimarques possédant des usines et des filiales à travers le monde entier. Sa stratégie se manifeste dans le positionnement durable comme le constructeur automobile généraliste européen le plus rentable.

« **Changeons de vie, changeons l'automobile** », un simple slogan que Renault a pris non seulement pour faire de la publicité, mais aussi une devise portant une valeur riche, étant le changement.

Comme a dit l'écrivain **Jean GUEHENNO**, « *il faudrait ne devenir plus savant que pour changer la vie et augmenter l'espérance* », Renault a prouvé cette citation, pas mal de fois en changeant ses stratégies, ses gammes de production automobiles, en fondant des nouvelles alliances, et en s'étendant partout dans le monde à fin d'assurer une vie de confort, de changement et de bien être à ses clients ambitieux.

1.1 Histoire de Renault :

Avant de parler des chiffres clés récemment marqués l'évolution du groupe Renault, voici un flash historique sur le groupe Renault.

- En 1898 : Renault est créé à Billancourt, par l'ingénieur Louis RENAULT.
- En 1918 : Renault devient le premier manufacturier privé en France.
- En 1945 : Renault devient une régie nationale en France.
- En 1990 : Renault devient une société anonyme.
- En 1994 : Renault ouvre son capital et mis ses actions en bourse.
- En 1999 : Renault prend le contrôle de Nissan.

1.2 Alliance Renault-Nissan:

Signée en mars 1999, l'alliance Renault- Nissan est le premier partenariat industriel et commercial entre une société française et une autre japonaise. Un véritable succès qui a pour bénéfice la mutualisation des expertises, le partage de technologies et le développement à l'international.

Cette alliance a été fondée aussi, à fin de constituer un groupe automobile puissant et développer les synergies, en gardant l'identité la culture mutuel de chaque marque.

Si on chiffre ce succès, on trouve que l'alliance Renault-Nissan est classée le troisième producteur automobile mondiale sur la base des ventes de l'année 2008, avec une part de marché en termes de volume de **9%**, et une présence marquante sur le grands marchés aux Etats Unis, en Chine, en Inde, en Europe, au Japon et en Russie.

1.3 Les marques du groupe:

Les marques du groupe Renault sont diversifiées et nombreuses, vue la multiplicité des fabricants sources et la diversité des gammes, on peut citer parmi lesquelles :

- Renault: Twingo, Wind, Modus, Kango, Koleos, Clio, Mégane, Symbol, Scenic Laguna, Safrane, Espace, Trafic, Fluence, et Master.
- Dacia: Logan, Sandero, et Duster.
- Renault Samsung Motors: SM3, SM5, SM7 et QM5.

1.4 L'implantation géographique :

Le groupe Renault possède des usines et filiales à travers le monde entier, son implantation géographique est représentée dans la figure 1.

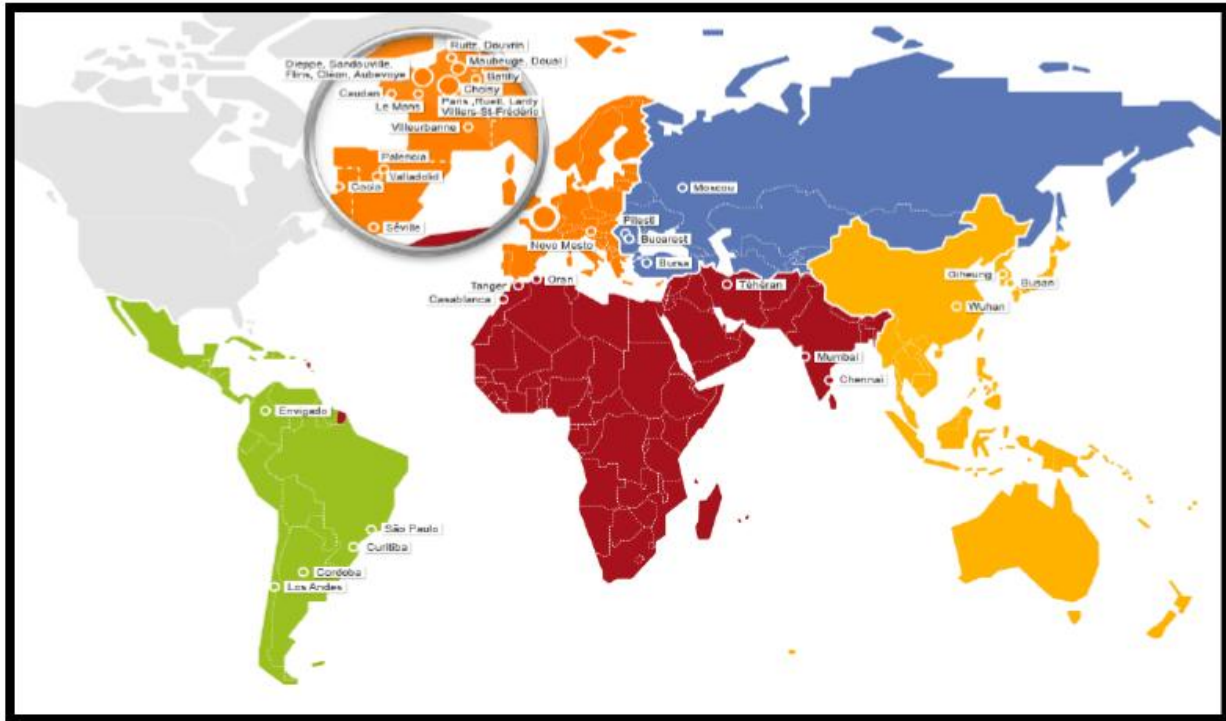


Figure 1: Implantation géographique du groupe Renault

1.5 Renault, en chiffres:

Présent dans 118 pays, Renault a vendu 2 309 188 véhicules dans le monde entier en 2009, dont 34 % des ventes réalisées sont hors d'Europe, quant à l'alliance Renault-Nissan, les ventes étaient de 6 085 058 véhicules en 2008.

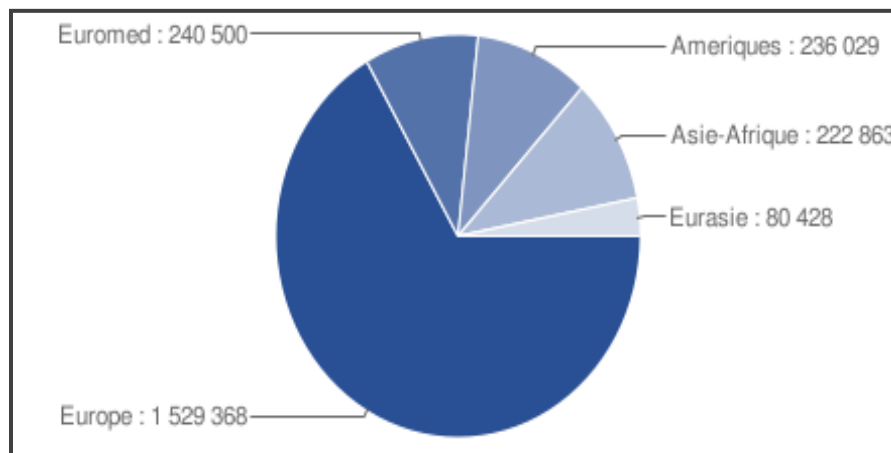


Figure 2: Les ventes de l'entreprise Renault

La grande part de vente a touché la gamme LOGAN avec 1 250 000 véhicules vendus en 2009. Pour la même année, le chiffre d'affaires de groupe Renault a atteint 33 712 millions d'euros pour les deux branches de son activité : les ventes automobiles et le financement des ventes.

Un taux de qualité de service remarquable : 80,7 % des clients de Renault se disent « tout à fait satisfaits » selon une étude menée en 2009.

- Tous les sites industriels Renault (39 sites au total) sont certifiés ISO 14001.
- Le nombre de ses salariés jusqu'au 31 décembre 2009, était de 121 422.
- Depuis plus de 10 ans, Renault est la première marque des VUL en Europe.


1.6 SPR, l'excellence au quotidien :


La fusée SPR a commencé sa mise en place dans les usines Renault dès l'année 2000, à fin de se progresser vers des cibles les plus ambitieuses, et s'améliorer au quotidien.


SPR, Système Production Renault est un sigle qui résume 3 grandes notions indispensables:

- **Système** : ensemble coordonnée de démarches et d'outils assurant une cohérence et une efficacité globales.
- **Production** : Le SPR place le poste de travail de fabrication au cœur de la performance, cette dernière résulte de la contribution de ce qu'on appelle le manufacturing.
- **Renault** : ce système est construit sur toutes les valeurs et la culture de l'entreprise menées des années passées. Renault adopte partout le même facteur de renforcement du système industriel, de cohésion et de facilité d'échanges.

Cette fusée est structurée en 12 aspects regroupés en 5 grands piliers :

 **Le Management d'Atelier** : l'organisation et le management d'un atelier est conditionné par son structuration en UET, la standardisation de ses PdT (**SPT**), leur amélioration continue (**Kaizen**), le développement et la gestion des compétences par des formations aux écoles de **Dextérité**, l'**Ergonomie** de ses ressources humaines, l'application des **5S**, et calcul de ses gammes opératoires par des méthodes de calcul de temps prédéterminés (**MDT**).

 **Le Management de la Qualité** : dont plusieurs méthodes de la qualité s'interviennent : le **QC Story**, Les **PokaYokés**, Les matrices **QA**, les plans de surveillance, et l'animation de la qualité au quotidien.

 **Le Management des Moyens** : dont plusieurs démarches complémentaires sont mises en œuvre, à fin de garantir la performance et la bonne utilisation des moyens de fabrication dans les meilleures conditions. Parmi ses démarches on trouve : la **TPM**, le **QC story** Maintenance...etc.

- 🚗 **Le Management des Délais :** en maîtrisant les flux des pièces et ceux de véhicules, à fin de réduire les délais de livraison aux clients. (**Le Juste à Temps**).
- 🚗 **La conduite du progrès:** par le déploiement des objectifs par la direction et la mise en œuvre des plans d'actions (**DOPA**), dans le but est d'aboutir à l'objectif principal du SPR, étant l'excellence au quotidien.

2 Présentation de la SOMACA :

Sous l'initiative de l'état marocain, l'assistance technique de FIAT SPA et de sa filiale française Simca, et par l'intermédiaire du BEPI « Bureau d'Etudes et de Participation Industrielle », la SOMACA, Société Marocaine de Construction automobile, a été fondé en 1959 dans le but, est de promouvoir l'industrie marocaine soit en terme de la diversité de la main d'œuvre et des compétences recrutés, soit en terme de la diversité des gammes produites de véhicules économisés.

2.1 Forme juridique :

Société Anonyme régie par le Dahir n° 1-81-306 du 6 mai 1982 relatif aux industries de montage de véhicules automobiles. La SOMACA a mis en harmonie ses statuts en 1999, conformément à la loi n°17-95 relative aux sociétés anonymes.

2.2 Activités & Missions :

La SOMACA a été fondée à fin d'accomplir des missions et atteindre des objectifs parmi lesquels on trouve :

- Montage et assemblage des pièces, d'ensemble mécanique et de carrosseries de voitures utilitaires légères.
- Signature des contrats spécifiques avec les constructeurs automobiles.
- Importation de voitures complètes sous formes de CKD ou totalement éclatées, en provenance de n'importe quels constructeurs ou fournisseurs automobiles.
- Approvisionnement des pièces de fabrication locale destinées à être intégrées aux véhicules importés en CKD ou en pièces détachées.
- Distribution et commercialisation locales ou l'exportation de tous véhicules portant la marque du constructeur représenté.
- Création de la valeur ajoutée et émergence de secteur automobile et de développement industriel marocain.

2.3 SOMACA en événements:

Depuis sa création en 1959, la SOMACA a vécu une série d'événements ayant marqué l'histoire du secteur automobile au Maroc, et qui ont ouverts des opportunités de commercialisation des voitures économiques au marché local et leur exportation vers le marché international.

1959

Création de l'usine SOMACA de CASABLANCA.

1966

Convention entre l'Etat marocain et Renault portant sur l'assemblage de véhicules Renault à la SOMACA et lancement de l'assemblage de Renault.

1996

Convention « Véhicules Utilitaires Légers Economiques » avec l'Etat marocain.

1999

Lancement de l'assemblage de Renault KANGOO.

2001

Certification ISO 9002.

2003

Protocole d'accord entre Renault et l'Etat marocain pour la reprise par Renault en deux étapes de 38% du capital de la SOMACA. D'ici 2005, Renault prévoit d'investir 22 millions euros pour moderniser l'usine et la préparer à accueillir la LOGAN.
Lancement de l'assemblage de KONGOO et la KONGOO express phase 2.
Renault rachète 38% du capital de la SOMACA détenue par l'Etat Marocain, en deux temps : 26% depuis septembre 2003 et 12% au deuxième semestre 2004.

2004

- 27 Avril: Renault rachète 20% détenu par Fiat au capital de la SOMACA, et le Groupe Renault porte sa part dans SOMACA à 54% au 27 Avril.
- 27 octobre : Renault rachète 12% restants de la participation de l'Etat marocain dans SOMACA.

2005

Arrêt des activités industrielles de Fiat à la SOMACA, & Convention «Voiture Economique Renault LOGAN» entre l'Etat Marocain et Renault ».

2006

Reprise des 14% du capital de SOMACA détenu par des actionnaires privés.
Lancement de Logan 1.5 DCI (Direct Commons rail Injection).

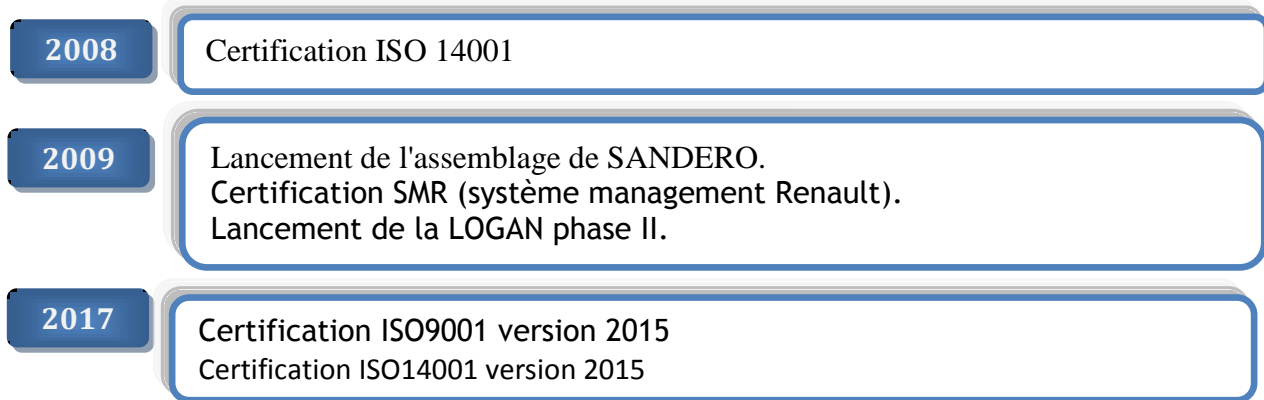


Figure 3: Les dates clés de l'entreprise Renault Somaca

2.4 Fiche signalétique de la SOMACA:

Raison sociale: SOMACA, La Société Marocaine de Construction automobile.

Adresse: km 12, Autoroute de Rabat Ain Sebâa CASABLANCA– BP 2628.

Activité: Montage et Assemblage des véhicules.

Forme juridique: Société Anonyme.

Capital Social: 60 000 000 DHs entièrement libéré représenté par 600.000 actions au nominal de 100 DHs chacune portant les numéros de 1 à 600.000.

Date de Création: 24 Juillet 1959.

Effectif : Plus que 2000 personnes.

Superficie : 30 Ha, dont 9 Ha sont couverts.

Certification : ISO 9001 version 2015, ISO 14001 version 2015

Répartition: 80% RENAULT et 20% PEUGEOT.

DG : Mohammed EL BACHIRI.

Marques fabriquées : (RENAULT : SANDERO, LOGAN, et DACIA: SANDERO, LOGAN

2.5 Organigramme de la SOMACA :

La SOMACA s'organise sous neuf directions pôles et un support de communication chapeautés par la direction générale.

Cette architecture organisationnelle se présente dans la figure suivante:

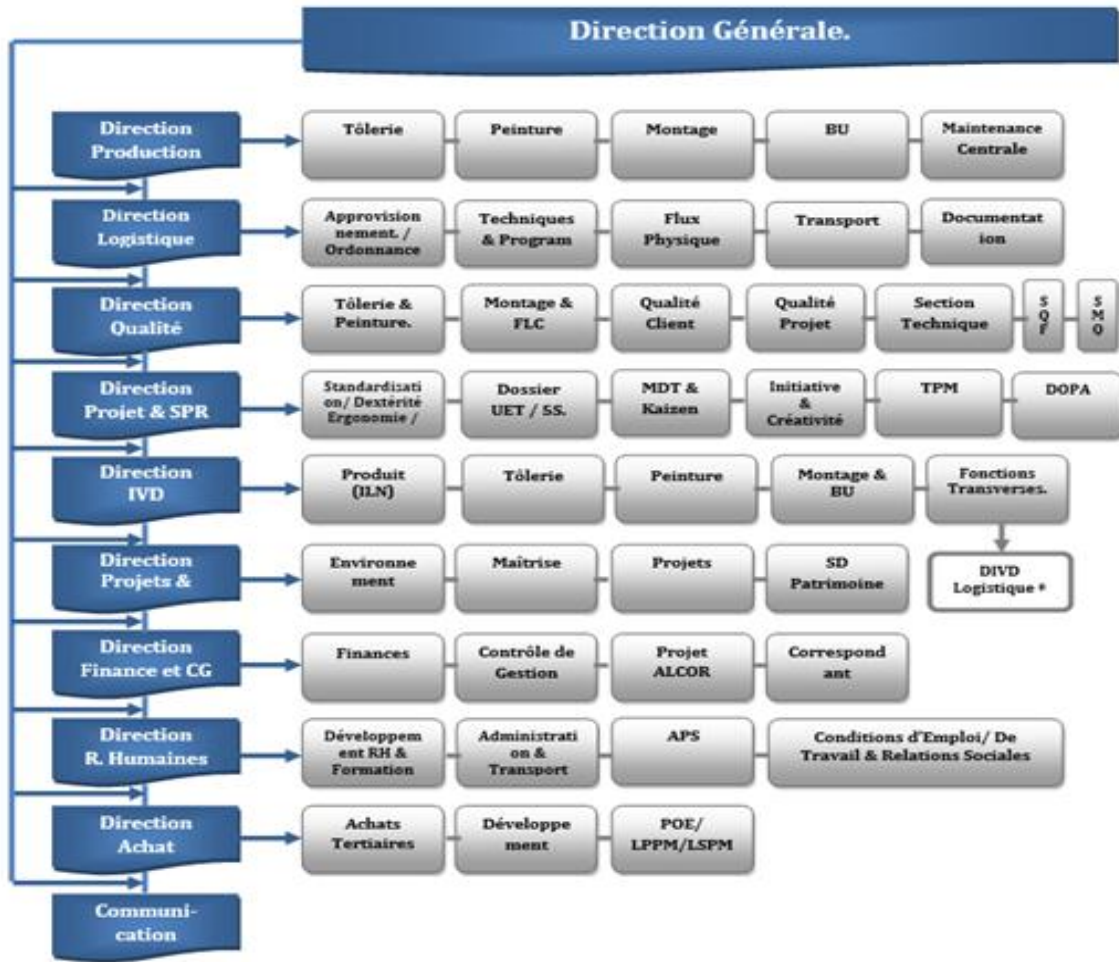


Figure 4: Organigramme de l'entreprise Renault Somaca

2.6 Processus de fabrication :

La fabrication d'un véhicule à la SOMACA, passe par trois phases fondamentales : la Tôlerie, suivi par la Peinture et achevé par le Montage. Chaque atelier de fabrication est réparti en plusieurs UETs : Unités Élémentaires de travail. Les lignes suivantes inculquent les détails de chaque atelier.

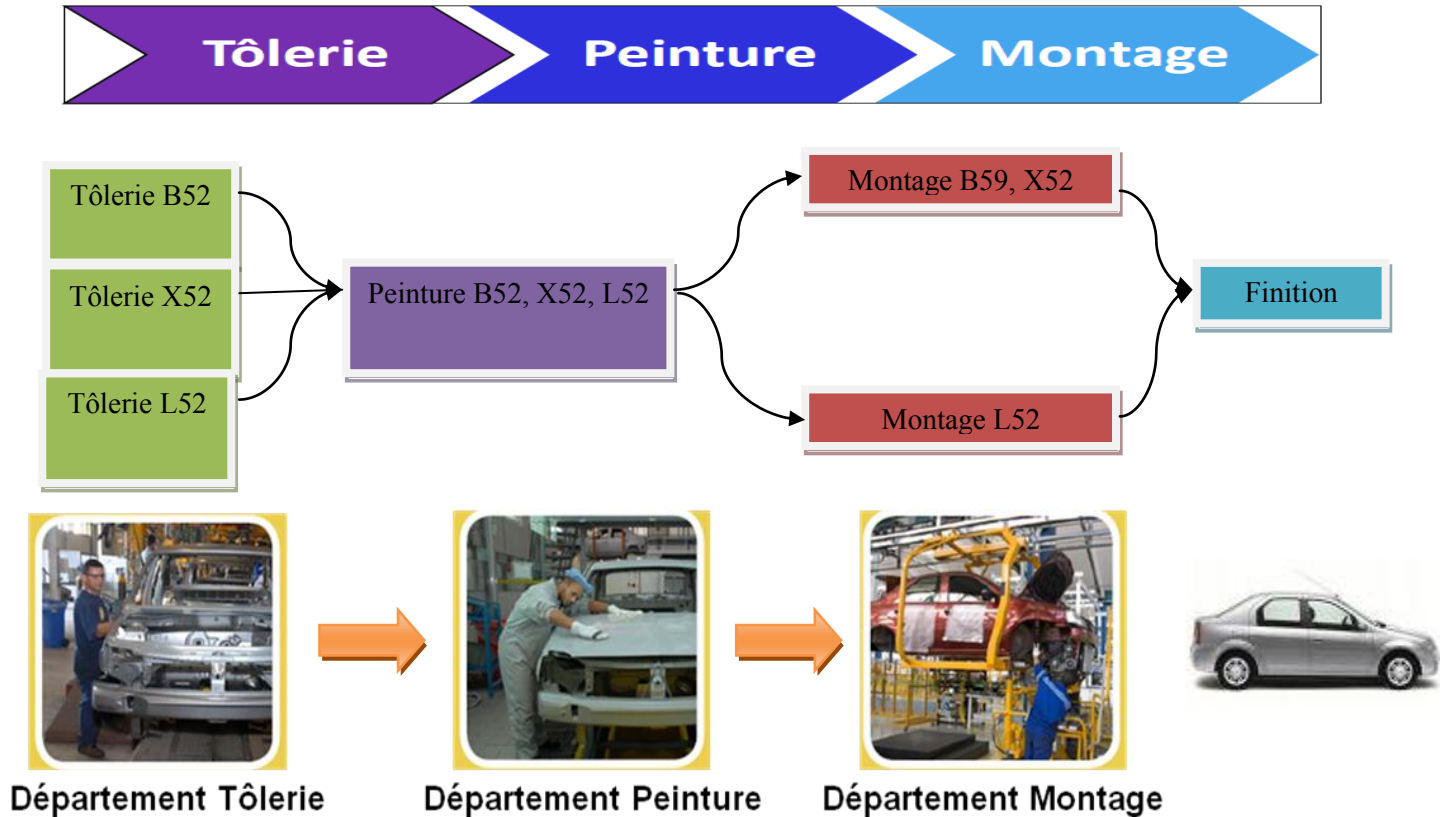


Figure 5: Processus de fabrication de Renault Somaca

2.6.1 Processus de Tôlerie :

Les pièces de tôle issues de l'atelier d'emboutissage constituent un puzzle. Ces pièces de tôle embouties sont soudées pour former la carrosserie du véhicule.

2.6.2 Processus de Peinture :

Les carrosseries reçoivent tout d'abord un traitement de surface dans le Tunnel de Traitement de Surface (TTS) et cataphorèse, puis passent dans l'atelier peinture où sont appliqués les différents mastics, peintures d'apprêts, laques, vernis et cire de protection.

2.6.3 Processus de Montage:

C'est au cours de cette dernière étape que les carrosseries peintes reçoivent.

Une brève description des missions de département d'accueil est présentée au-dessous.

2.7 Département « Montage » :

Le département montage se divise en plusieurs unités élémentaires de travail. Chaque unité se caractérise par un ensemble d'opérations. La figure 6 illustre ces différentes unités:

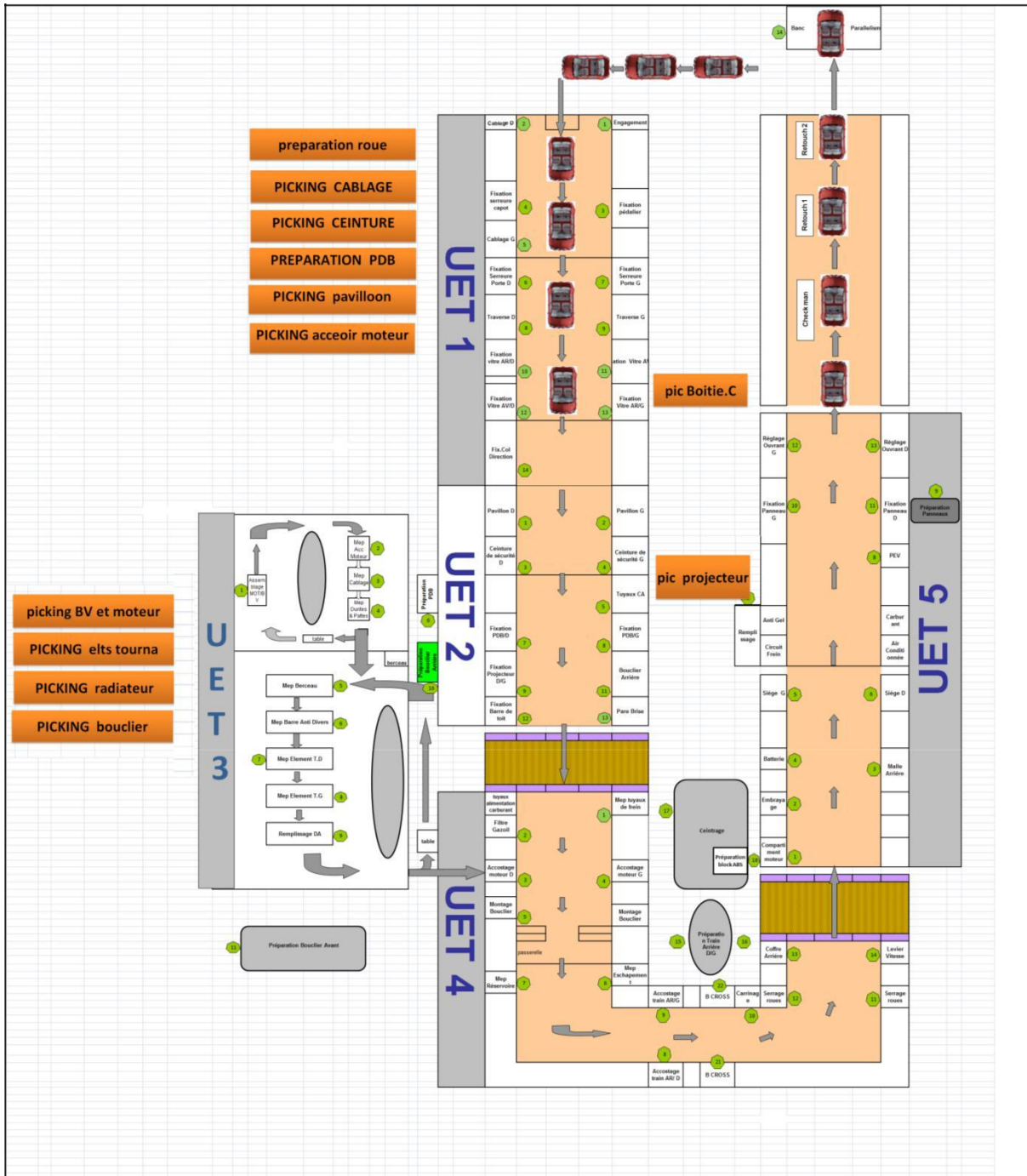


Figure 6:Process de montage

Chaque tronçon est réparti en un nombre défini de postes. Le processus est le suivant :

- ✓ UET1&2 : Mise des accessoires initiaux :

Dans cette UET, la caisse subit plusieurs opérations, parmi lesquels, on trouve: l'engagement des caisses, le montage des faisceaux ou le câblage, la mise des serrures des portes, le collage des glaces pare brises, la mise en place des climatiseurs, la préparation des pédaliers ou des colonnes de direction, l'habillage complet de la caisse, la garniture des pavillons et des joints, et la mise des agraffes...etc.

- ✓ UET3 : Préparation du moteur :

Où se préparent le groupe moteur, le radiateur, la planche AV, le tableau de bord, et la garniture du pavillon a V et AR...etc.

- ✓ UET4 : Montage de la base roulante :

C'est une unité aérienne, ayant pour mission : l'accostage du moteur et de traverse, le montage de réservoir à carburant, le branchement de tuyauterie sous la caisse, ainsi que le pare-chocs AR, le montage de demi train AV d'arbre de transmission, la retouche et le montage d'échappement, le montage protecteur, le passage des roues et des goulottes, la mise en place de la boîte à vitesse, le montage des roues, les retouches, le montage et la préparation d'élément porteur, et enfin la mise en place du moteur.

- ✓ UET5 : Montage des sièges :

C'est la phase finale de montage, elle s'occupe d'habillage du sol de la caisse, la fixation du cache levier vitesse, la pose et la fixation du relais prés chauffage, du support de moteur, de la pompe gasoil, et de la tuyauterie, et la pose des batteries, sans oublier la vérification de l'installation électrique et de la purge du circuit de refroidissement.

2.8 Processus Bout d'usine :

C'est à ce niveau, que les contrôles, et les retouches finaux s'effectuent sur la caisse.

On trouve deux types de contrôle là-dessus :

- ✓ Contrôle statique:

Sur le fonctionnement des systèmes de sécurité, les ouvrants et les équipements, sur l'aspect, sur l'étanchéité de l'eau, et sur le niveau des liquides.

✓ Contrôle dynamique:

Sur le fonctionnement mécanique et les bruits du moteur, des composants et de la caisse...etc.

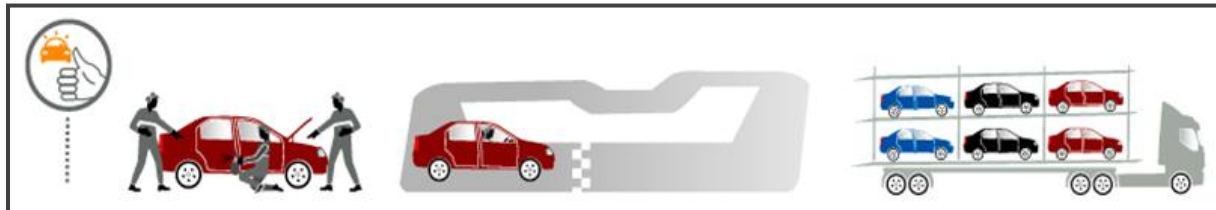


Figure 7:Processus bout d'usine

Après avoir appliqué ces contrôles, les véhicules seront mis vers le parc véhicule, afin de les commercialiser aux clients locaux ou étrangers.

II. Conclusion :

Dans ce chapitre on a présenté un aperçu sur la société d'accueil et sur ses différents processus de production. Nous allons, dans ce qui suit présenter le cadre général du projet en développant le cahier des charges par une analyse de la problématique. La méthodologie adoptée ainsi que le planning de projet seront exposées dans le chapitre suivant.

Chapitre 2 : Présentation du contexte du projet

I. Introduction

Ce chapitre présente le contexte de notre projet de fin d'études intitulé «nouvelle manutention peinture montage automoteurs à hauteur variable », ainsi que une recherche bibliographique sur l'ensemble des outils utilisés lors de notre projet.

1 Contexte pédagogique

Dans le cadre de la préparation du projet de fin d'étude, l'étudiant doit passer un stage dans le milieu industriel pour appliquer les compétences techniques et théoriques acquises durant le cursus universitaire au niveau de l'industrie, en outre, le stage réalisé donne une valeur ajoutée au profil de l'étudiant pour qu'il soit capable de déposer sa candidature dans le marché vu l'expérience qu'il a acquise.

Maître d'œuvre :

La Faculté des Sciences et Techniques de Fès, présentée par BOUZAID Mohamed en tant qu'étudiant Master, Option Ingénierie Mécanique.

Maitre d'ouvrage : Département DIVD de l'entreprise SOMACA représenté par Mr.LABRINI Khalid.

Acteurs relais : Le projet a été réalisé sous le suivi et l'encadrement de Mr. SAKOUTI Samir.

Encadrant pédagogique : Pr.Abdlhadi EL HAKIMI.

2 Equipe du projet

La constitution d'une équipe est une étape particulièrement indispensable dans un projet vu qu'elle conduit à un accroissement des moyens financiers propres et des réunions de compétences, ce qui permet de bénéficier de l'aide et de l'expérience de différentes personnes pouvant attribuer à la réalisation du projet. Ainsi, notre équipe est formée des personnes suivantes :

| Membres | Profession | rôle |
|-------------------|-------------------------------------|-------------------|
| SAKOUTI Samir | Chef de projet | Parain industriel |
| EL HAKIMI Abdhadi | Professeur à la FST de fès | Parain académique |
| BOUZAID Mohamed | Stagiaires au département technique | Pilote du projet |

Tableau 1:L'équipe de projet

3 Charte de projet

La réussite d'un projet nécessite une bonne gestion. La charte du projet est un outil très répandu qui permet de visualiser dans le temps les tâches diverses à accomplir et définir les rôles des acteurs qui vont participer à la réalisation des objectifs. De plus, cette charte sert comme un outil de communication tout au long de la durée de projet. Nous présentons au-dessous, la charte du projet qui se matérialise par une fiche où nous résumons le projet, les objectifs, le planning, et les responsables.

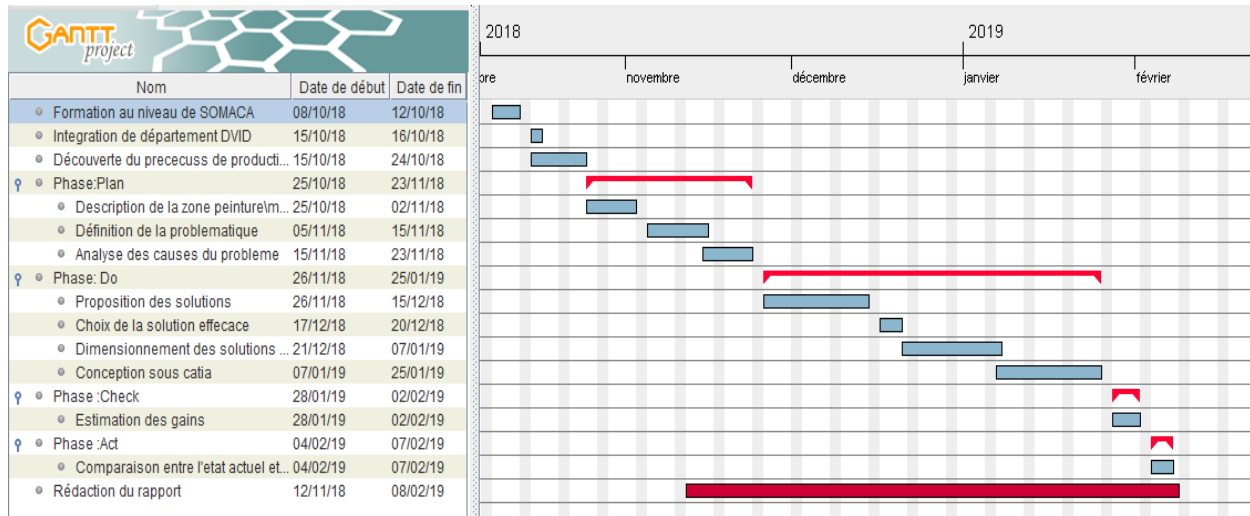
| | |
|-------------------------------|---|
| Projet | Nouvelle manutention peinture- montage (automoteur à hauteur variable) |
| Description du projet | L'automoteur entraine les véhicules sur balancelles depuis leur chargement au tri-stock jusqu'à leur engagement en chaine de montage. |
| Champ d'application du projet | SOMACA, département montage, zone peinture –montage |
| Indicateurs de succès | Respect des standards Renault (SOMACA) Respect du planning Satisfaction clients internes (Bord de chaine) |
| Objectif de projet | Amélioration a u niveau automoteur afin d'augmenter la cadence de production. |
| Processus concernés | Production Ingénierie/ méthode Qualité/ Kaizen Logistique Maintenanc |

Tableau 2:Charte de projet

4 Planning

Pour que la mission soit bien structurée, c'est bel et bien de mettre un planning à suivre durant la période de stage, c'est pour cela on utilise le diagramme de GANTT pour illustrer

l'enchaînement des tâches à réaliser. Les différentes tâches qui constituent notre projet sont représentées sur la figure suivante.



4.1 La démarche de travail :

Pour donner au projet une démarche bien structurée composée de plusieurs phases successives, nous allons aborder l'approche PDCA qui est une démarche souvent utilisée pour structurer les différentes phases de travail et d'analyse des projets qu'ayants une vision d'amélioration. Elle est décomposée de 4 tâches principales :

- P : Plan = planifier : Cette étape est très importante, car elle consiste à bien définir le sujet ou le problème, afin d'identifier des solutions pérennes. Cette étape est finalisée par un plan d'actions, incluant leur planification et les acteurs.
- D : Do = réaliser : Cette étape consiste en la mise en œuvre des actions définies précédemment.
- C : Check = vérifier : Il s'agit de vérifier l'efficacité des actions menées. Ceci peut se faire par le biais de mesures, d'indicateurs, ou d'observations. Des ajustements doivent être réalisés, si nécessaire en revenant à l'étape P, lorsque des actions se révèlent inefficaces.
- A : Act = assurer et améliorer : Cette étape permet de finaliser la démarche afin d'assurer la pérennité des résultats des actions mises en œuvre. IL s'agit le plus souvent d'élaborer ou mettre à jour des documents, tels que procédures, processus, guides de bonnes pratiques, ou formulaires. Il s'agit également d'identifier des améliorations, en revenant à l'étape P pour les mettre en œuvre.

4.2 Analyse QQQQCP

QQQQCP est un acronyme, chacune des lettres correspondant respectivement aux questions : Qui ? Quand ? Où ? Quoi ? Comment ? (Combien ?) Pourquoi ?

Cette méthode QQQQCP apporte les informations qui permettent de mieux connaître, cerner, clarifier, structurer, cadrer une situation car elle explore toutes les dimensions sous différents angles. Appliquer cette méthode est un bon point de départ pour encadrer un brainstorming, poser un diagnostic sur une situation ou commencer une analyse.

4.3 Diagramme des 5M

La méthode 5M est une méthode d'analyse qui sert à représenter de manière synthétique les différents causés possibles d'un problème. Elle utilise une représentation graphique pour matérialiser de manière structurée les liens entre les causes et leurs effets. Cette méthode classe les différents causés d'un problème en 5 grandes familles :

- Matière : les différents consommables utilisés, matières premières...
- Milieu : le lieu de travail, son aspect, son organisation physique...
- Méthodes : les procédures et normes, le flux d'information...
- Machine : les équipements, outillages, pièces de rechange...
- Main d'œuvre : les ressources humaines, les qualifications de la personne.

4.4 Diagramme Pareto

Diagramme Pareto est un moyen simple pour classer les phénomènes par ordre d'importance. Le diagramme Pareto se présente sous la forme d'un histogramme de distribution dont les plus grandes colonnes, celles qui présentent les occurrences les plus fréquentes, sont conventionnellement placées à gauche et décroissent vers la droite. On représente aussi une ligne de cumul indiquant l'importance relative cumulée des colonnes.

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

4.5 Bête à cornes

La bête à corne est un outil d'analyse fonctionnelle du besoin. En matière d'innovation, il est tout d'abord nécessaire de formuler le besoin sous forme de fonctions simples (dans le sens de « fonctions de bases ») que devra remplir le produit ou le service innovant.

Pour établir la bête à cornes d'un produit, il est nécessaire de se poser les questions suivantes :

- « A qui mon produit rend-il service ? » : C'est la cible-utilisateur du futur produit.
- « Sur quoi agit mon produit ? » : C'est la matière d'œuvre que va transformer mon produit ou sur laquelle mon produit va agir.
- « Quel est le but de mon produit ? » : C'est la fonction principale de mon produit, son intérêt. A quoi sert l'innovation ?

4.6 Diagramme SADT

La méthode SADT (Structured Analysis and Design Technique), ou méthode d'analyse fonctionnelle descendante, est une méthode graphique qui part du général pour aller au particulier. Elle permet de décrire des systèmes complexes où coexistent différents flux de matière d'œuvre.

Cette méthode permet de réaliser la description d'un système technique de façon structurée et hiérarchisée. Elle s'appuie sur une représentation graphique qui met en évidence l'organisation fonctionnelle et structurelle du système en allant du plus général au plus détaillé.

4.7 Diagramme pieuvre

L'outil "graphe des interactions" ou "diagramme pieuvre" est utilisé pour analyser les besoins et identifier les fonctions de service d'un produit.

Le "diagramme pieuvre" met en évidence les relations entre les différents éléments du milieu environnant et le produit. Ces différentes relations sont appelées les fonctions de service qui conduisent à la satisfaction du besoin.

En analysant le produit, on peut en déduire le diagramme "pieuvre", graphique circulaire qui met en évidence les relations entre les différents éléments de l'environnement du produit. Ces

différentes relations sont appelées les fonctions de services qui conduisent à la satisfaction du besoin.

Fonctions principales (FP) : Elles justifient la création du produit. Elles représentent les relations entre deux éléments du milieu extérieur.

Fonctions contraintes (FC) : Elles rassemblent toutes les fonctions complémentaires aux fonctions principales du produit en leur imposant ou non des limites.

4.8 Diagramme FAST

Un diagramme FAST (Function Analysis System Technique) présente une traduction rigoureuse de chacune des fonctions de service en fonction(s) technique(s), puis matériellement en solution(s) constructive(s). Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans une logique du pourquoi au comment. Grâce à sa culture technique et scientifique, l'ingénieur développe les fonctions de service du produit en fonctions techniques. Il choisit des solutions pour construire finalement le produit. Le diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée.

La méthode s'appuie sur une technique interrogative :

1. Pourquoi? Pourquoi une fonction doit-elle être assurée ? Accès à une fonction technique d'ordre supérieur, on y répond en lisant le diagramme de droite à gauche.

2. Comment? Comment cette fonction doit-elle être assurée ? On décompose alors la fonction, et on peut lire la réponse à la question en parcourant le diagramme de gauche à droite.

3. Quand ? Quand cette fonction doit-elle être assurée ? Recherche des simultanités, qui sont alors représentées verticalement.

II. Conclusion

Ce chapitre nous a permis de voir l'équipe qui va contribuer à la réalisation de ce projet ainsi le planning de travail. Pour bien mener notre étude on a pu choisir les méthodes que nous allons utiliser pour arriver à bien analyser et résoudre les problèmes. Dans le chapitre suivant, nous allons bien définir le problème, charte de projet tout en suivant la démarche proposée décrite auparavant.

PARTIE 2: ETUDE PRATIQUE

Chapitre 1: Présentation de la zone d'étude et Définition du projet

I. Introduction

La recherche d'une meilleure productivité passe par la suppression de tous les problèmes de production et de gaspillage.

Comme toute entreprise, SOMACA vise l'amélioration continue de la performance de ses équipements pour avoir une meilleure adaptation à l'évolution du marché international en termes de productivité, qualité, prix et délai.

Vu l'importance de l'automoteur dans le processus de production, il est intolérable que la production s'arrête, car cela peut conduire directement à l'arrêt de toute la chaîne de production.

Cette zone présente un point critique pour la production à cause de ce qu'elle produit. Toute amélioration attribuée à ce niveau va apporter une augmentation du rendement opérationnel de cette zone.

1 La démarche adoptée

Pour bien mener notre projet, nous allons adopter pour une démarche PDCA. Cette démarche comporte 4 étapes permettant de présenter le problème, trouver ses causes, choisir des solutions, les mettre en œuvre, mesurer les résultats et finalement vérifier que les actions mises en place sont efficaces.

Elle se présente comme suit :

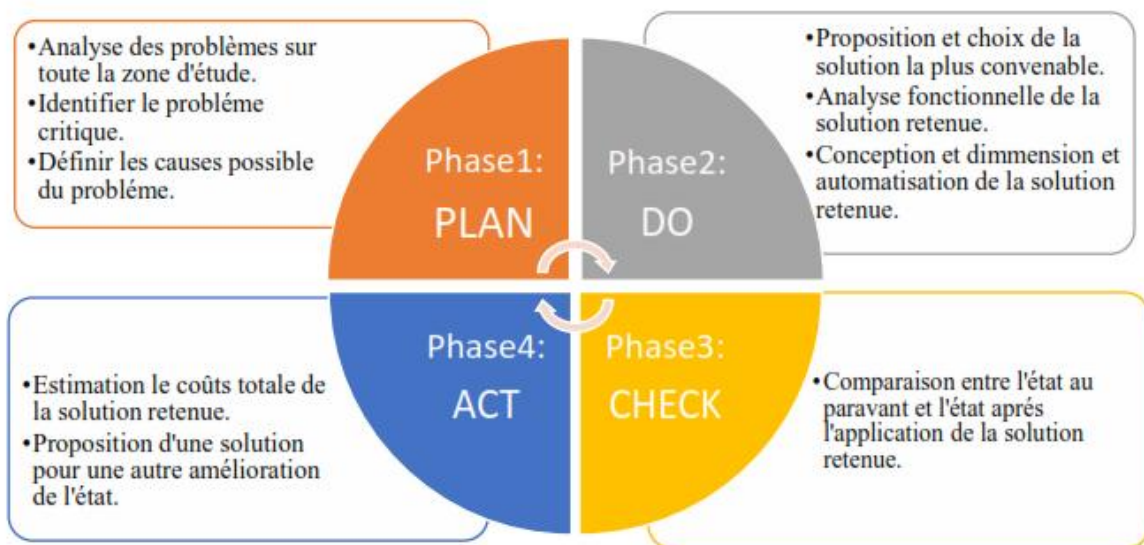


Figure 8: La démarche PDCA projetée sur le projet

2 Formulation du problème (plan)

La formulation du problème est une étape indispensable pour tout projet, car Il est impossible de trouver une solution adéquate à un problème mal défini. C'est pourquoi l'ingénieur consacre généralement beaucoup de temps à la formulation du problème.

2.1 QQQQCP

Pour décrire d'une manière claire et structurée notre problématique ainsi les objectifs, on a utilisé l'outil QQQQCP, Son nom vient des questions auxquelles on doit répondre:

- Quoi ? : De quoi s'agit-il ? (objet, opération, nature,..)
- Qui ? : Qui est concerné ? (exécutants, qualification)
- Où ? : Où cela se produit-il ?
- Quand ? : Quand cela survient-il ? (durée, fréquence....)
- Comment ? : Comment procède-t-on ? (matériel, matières, méthode...)
- Pourquoi ? : Pourquoi cela se passe-t-il ainsi ?

QQQQCP, détaillé dans le tableau suivant :

| | |
|-----------------|--|
| Quoi | Nouvelle Manutention Peinture/ Montage (Automoteurs à hauteur variable) |
| Qui | Département Montage Service DIVD Mohamed BOUZAIID |
| Où | Le département montage, La zone TK-SE2 |
| Quand | A partir du 10/10/2018 |
| Comment | Analyse et diagnostic de l'état actuel et la mise en œuvre des actions d'améliorations. |
| Pourquoi | Améliorer l'état de logistique afin d'augmenter la cadence de production. |

Tableau 3: description de la problématique

3 Description générale de la zone d'étude (Situation existante)

3.1 Analyse de système existant :

L'automoteur est un système très ancien, se déplace avec une vitesse stable qui n'assure ni la cadence ni la qualité, tel que chaque jour des pannes et des arrêts sont signalés dans la zone peinture-montage à Cause du mode séquentiel actuel du système, sans oublier l'absence de sécurité dans le travail pour l'opérateur et la véhicule.

C'est pour cette raison nous sommes amenée dans notre projet de fin d'étude de faire une étude très détaillée sur les causes de ce problème et d'améliorer le système d'automoteur via la mise en place d'un nouveau système pour supprimer les problèmes majeurs qui impactent sur le bon fonctionnement de système.

3.2 Fonction

L'automoteur actuel nous a permis de déplacer les véhicules de la zone TK jusqu'à leur engagement en chaine de montage (SE2).

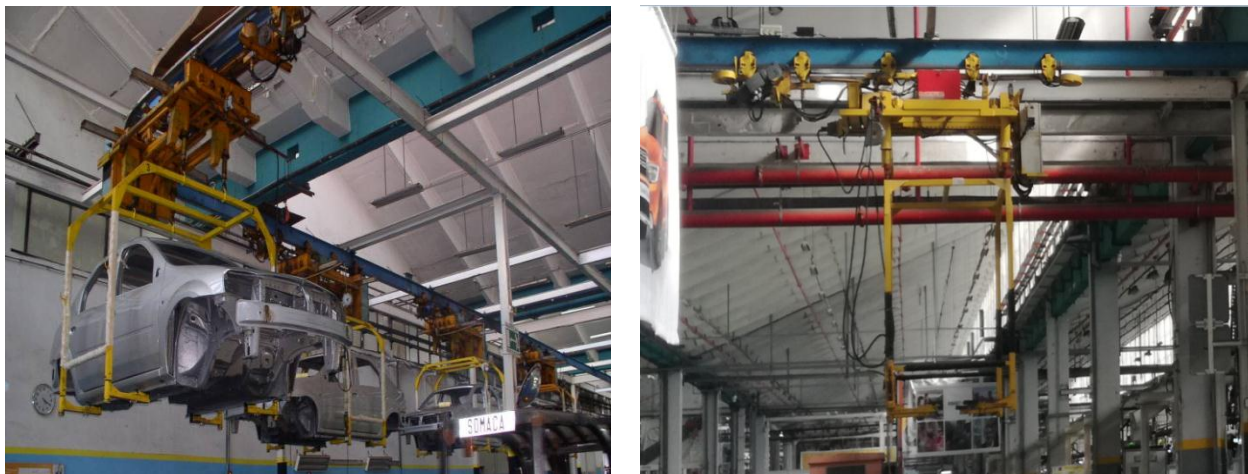


Figure 9: Vision des véhicules arrivant du tri-stock vers SE2

3.3 Description mécanique

L'automoteur se constitue du :

- moteur de levage
- moteur de translation
- armoie
- gaine automoteur

-Balancelle



Figure 10:automoteur actuelle

3.4 PROCESS et l'implantation de trajectoire actuelle

Le Processus de fonctionnement actuel des automoteurs représente dans (figure 11)

Synoptique :

Les automoteurs sont en cyclés entre le tri-stock et le poste de l'engagement du véhicule.

- Le véhicule séquencé est pris en balancelle en tri-stock (fonction assurée par le moteur de levage/descente)
- Le moteur de translation achemine la caisse sur balancelle au 1er poste de la chaîne de montage.
- Le véhicule est posé sur chaîne (fonction assurée par le moteur de levage/descente)
- L'automoteur repart en tri-stock pour reprendre un autre véhicule.

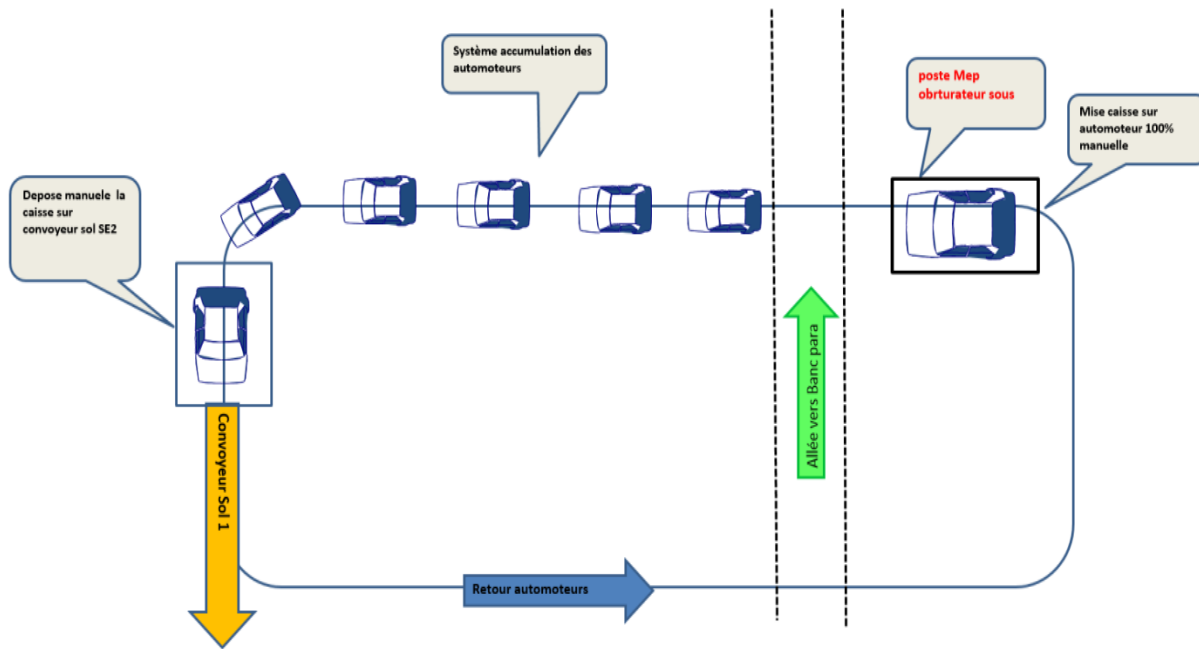


Figure 11: Schéma d'implantation AUTOMTEURS actuel

4 Analyse des causes de l'arrêt d'automoteur

Sur le fichier Excel qu'on a obtenu du chef de la maintenance, présente toutes les causes de l'arrêt d'automoteur sur une durée d'un mois, on fait un tri sur chaque cause et on calcule la durée moyenne par semaine.

Tout d'abord Nous classons les zones par ordre décroissant en termes de pertes de voitures, pour savoir la zone la plus critique afin de bien planifier le travail.

On obtient les résultats suivants :

| Cause | Perte de véhicule | Durée par min | Pourcentage de perte de véhicule | Pourcentage cumulé |
|--------------------------------------|-------------------|---------------|----------------------------------|--------------------|
| panne automoteur poste engagement | 17 | 70 | 30.35 | 30.35 |
| Dégradation de chaîne de levage | 15 | 55 | 26.78 | 57.13 |

| | | | | |
|--|----|----|-------|-------|
| Dégradation dans les câbles de boite à commande | 11 | 40 | 19.64 | 76.77 |
| Dégradation des galets | 5 | 20 | 8.9 | 85.67 |
| Coincement de rails | 3 | 17 | 5.35 | 91.02 |
| Arrêt blocage auto moteur (déclanchement disjoncteur de protection automoteur) | 2 | 9 | 3.57 | 94.59 |
| Usure des charbeau | 2 | 6 | 3.57 | 98.16 |
| Coincement du moteur | 1 | 4 | 1.78 | 99.94 |
| TOTAL | 56 | | | |

Tableau 4: les pertes des véhicules

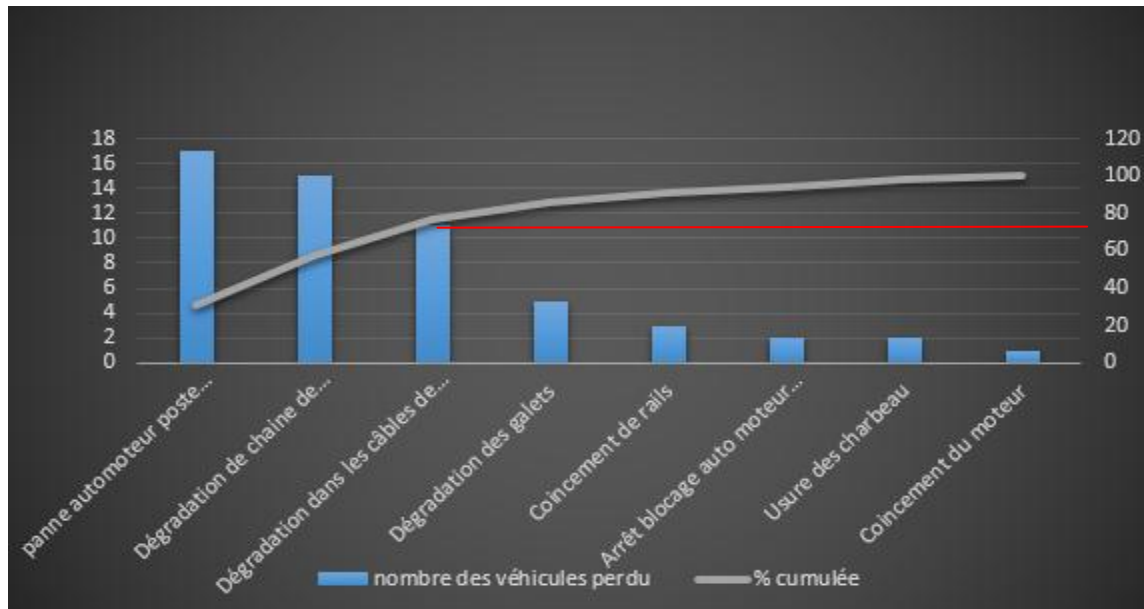


Figure 12: diagramme de Pareto

En appliquant la loi de Pareto, nous constatons que les causes panne automoteur poste engagement et dégradation de chaîne de levage sont les problèmes critiques qui représente 80% des pertes des véhicules se qui impacte sur le bon fonctionnement d'automoteur.

5 Analyse de criticité

L'Analyse de la Criticité permet d'estimer, pour chaque problème, sa Fréquence, sa Gravité et sa non-Détection.

Elle met en évidence les points critiques pour les réduire en modifiant les plans ou les spécifications, ou, si c'est impossible ou insuffisant, en installant des moyens de détection ou de surveillance, et en proposant des solutions.

✓ F : fréquence

Il représente la probabilité que la cause apparaisse et qu'elle entraîne le mode potentiel de défaillance considéré. Il faut donc tenir compte simultanément de la probabilité d'apparition de la cause et de la probabilité que cette cause entraîne le problème. La note F correspond alors à la combinaison de ces deux probabilités. Le barème de cotation varie entre 1 et 4 (Tableau 4).

| Niveau | Valeur | Définition |
|------------|--------|---|
| Mineure | 1 | Le problème se répète moins de 2 fois par semaine |
| Moyenne | 2 | Le problème se répète plus de 4 fois par jour |
| Majeure | 3 | Le problème se répète plus de 8 fois par jour |
| Importante | 4 | Le problème se répète plus de 10 fois par semaine |

Tableau 5: Les valeurs de la fréquence

✓ D : détection

C'est la probabilité que la cause supposée apparue provoque l'effet le plus grave, sans que la défaillance soit détectée au préalable. Le barème de cotation varie entre 1 et 4 (Tableau 5)

| Niveau | Valeur | Définition |
|------------|--------|--|
| Mineure | 1 | Très faible probabilité de ne pas détecter le problème |
| Moyenne | 2 | Faible probabilité de ne pas détecter le défaut |
| Majeure | 3 | Probabilité modérée de ne pas détecter le problème |
| Importante | 4 | Grande probabilité de ne pas détecter le problème |

Tableau 6: Les valeurs de la détection

✓ G : gravité

Les barèmes de cotation, variant de 1 à 4, la note G = 4 est automatiquement attribuée lorsque l'effet peut impliquer des problèmes de sécurité des personnes, en dysfonctionnement ou en intervention, ou lorsque l'effet peut entraîner une non-conformité dans les opérations aval et, éventuellement, un dysfonctionnement pour le client final, si cette non-conformité n'est pas détectée dans le processus (Tableau 6).

| Niveau | Valeur | Définition |
|------------|--------|---|
| Mineure | 1 | Le problème cause un arrêt court de production |
| Moyenne | 2 | Le problème cause un arrêt de durée moyenne de production |
| Majeure | 3 | Le problème cause un arrêt de longue durée de production |
| Importante | 4 | Le problème engendre un arrêt long de production |

Tableau 7: Les valeurs de la gravité

✓ C : criticité

Lorsque l'analyse de criticité (globale ou d'un composant) est terminée, une analyse d'évaluation des risques est effectuée pour tous les problèmes précédemment identifiées. L'évaluation des risques potentiels se traduit par le calcul de la Criticité, à partir de l'estimation des indices de Gravité, de Fréquence et de non-Détection. La criticité permet de noter l'importance du risque engendré par chaque cause du problème, puis de les hiérarchiser. Cette hiérarchisation sert à prioriser les actions à mener, ainsi, des actions sur celles qui sont égales ou supérieures au seuil retenu. L'indice de Criticité est calculé pour chaque cause, en effectuant le produit de trois indices : $C = F * D * G$.

| Elément F | fréquence D | Détection G | gravité C | Criticité |
|--|-------------|-------------|-----------|-----------|
| panne automoteur poste engagement (problème de synchronisation entre automoteur et convoyeur au sol) | 4 | 3 | 1 | 12 |
| Dégradation de chaine de levage | 3 | 1 | 3 | 9 |
| Dégradation dans les câbles de boite à commande | 3 | 1 | 2 | 6 |

Tableau 8:Evaluation de la criticité

D’après le tableau de criticité, nous remarquons que la dégradation de chaine de levage et poste engagement des véhicules sont les causes les plus critiques induisant un temps d’arrêts important.

6 Diagramme des causes (diagramme des 5M)

6.1 Diagramme d’Ishikawa problème (automoteur)

En premier lieu, il faut définir clairement l’effet sur lequel on souhaite mettre en place un nouveau concept d’automoteur. Pour cela il faut lister à l’aide de la méthode de « brainstorming » par exemple, toutes les causes susceptibles de concerner le problème considéré et bien approfondir et explorer toutes les dimensions d’une situation donnée. Les diagrammes suivant nous permettons de déterminer les problèmes racines de chaque cause :

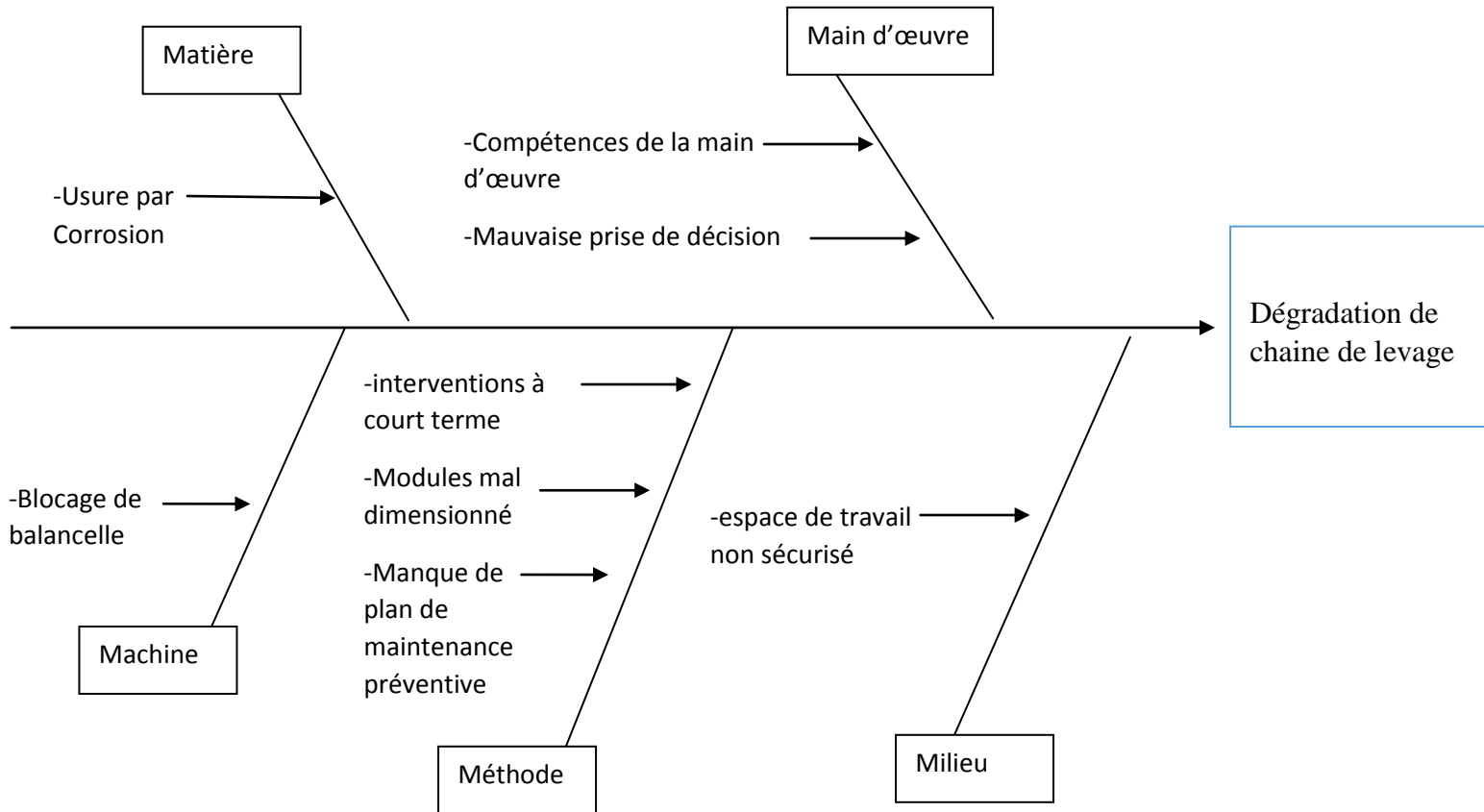


Figure 13 : diagramme d'Ishikawa

6.2 Diagramme ISHIKAWA pour la synchronisation

La détection de la majorité des défauts s'appuie sur la synchronisation du système, ce qui rend la mission difficile, Tout d'abord, il faut savoir pourquoi l'erreur s'est produite lors de la synchronisation, en analysant les causes potentielles possibles, afin d'interroger la situation selon le diagramme d'ISHIKAWA, Le diagramme d'Ishikawa permet d'analyser les grandes catégories de causes pour parvenir à un effet particulier.

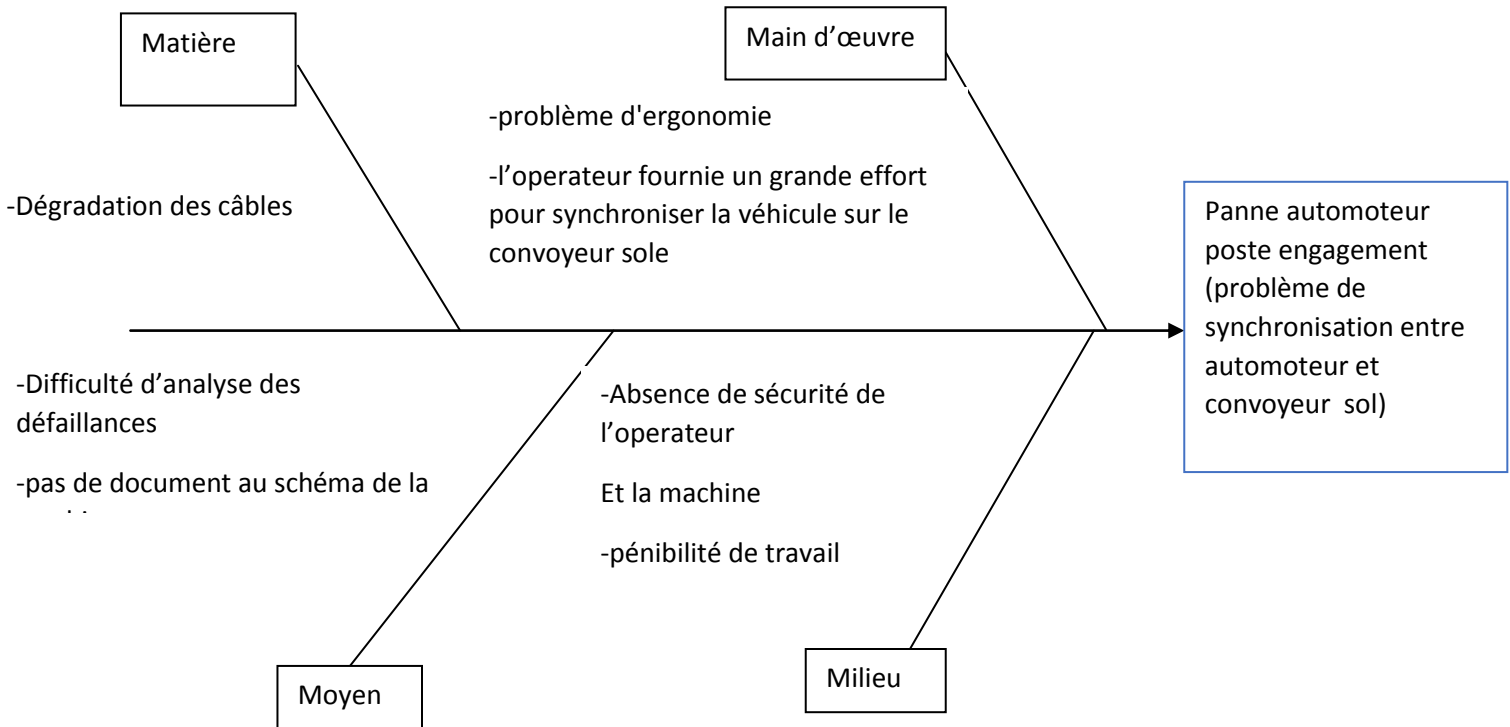


Figure 14:diagramme d'Ishikawa

Les diagrammes Ishikawa nous ont permis de visualiser les causes qui contribuent au retard d'automoteur, ce qui impacte de façon directe sur la cadence de production.

II. Conclusion

Dans ce chapitre, nous avons traité la problématique des arrêts de production dans la zone Peinture-montage en commençant par une analyse de l'existant afin de prévoir une solution pour minimiser les temps d'arrêt de production. A partir de l'analyse de criticité, nous avons pu déterminer la cause la plus critique des arrêts d'automoteur. Dans le chapitre suivant nous donnons des solutions pour réduire ou éliminer les pertes des véhicules.

Chapitre 2 : Conception et modification d'automoteur

I. Introduction

Dans ce chapitre nous cherchons à concevoir les solutions technologiques de ce projet et de définir les idées qui peuvent répondre aux exigences du cahier de charges. Le choix est guidé par l'analyse fonctionnelle technique et tient compte de nombreux critères d'évaluation.

Ainsi ce chapitre vise à la création et l'intégration d'un nouveau système de synchronisation entre l'automoteur et convoyeur au sol.

1 Analyse fonctionnelle

1.1 Définition « Norme AFNOR »

L'analyse fonctionnelle « AF » est une démarche qui consiste à rechercher, ordonner, caractériser, hiérarchiser et/ou valoriser les fonctionnes du produit attendu par l'utilisateur.

1.1.1 Objectifs

L'analyse fonctionnelle est une étape essentielle afin de concevoir un produit au meilleur cout et au meilleur niveau de qualité requise. Elle est la donnée d'entrée de plusieurs outils de conception :

- Cahier des charges fonctionnel
- Dossier de consultation
- Analyse de la valeur

1.1.2 Quand l'utiliser ?

Lorsqu'on parle d'analyse fonctionnelle, il faut différencier de l'AF externe et l'AF interne. Ces deux analyses sont complémentaires, elles sont utilisées à des moments et avec de buts différents :

- La première est indépendante de toute solution et permet d'exprimer exhaustivement le besoin du client
- La deuxième porte sur une solution a fin de déterminer les fonctionnes techniques des différents composants

2 Analyse fonctionnelle du besoin « AF externe »

2.1 Expression du besoin Diagramme bête a corne

Avant d'imposer une démarche ou bien une solution, il faut s'orienter vers l'utilisateur pour sortir les besoins nécessaires afin d'établir le cahier des charges fonctionnel, et aboutir d'une manière structurée à la solution.

Il convient donc d'exprimer le besoin et rien que le besoin dès le lancement du projet.

Il s'agit d'expliquer l'exigence fondamentale qui justifie la conception d'un produit.

Pour cela, il est essentiel de répondre aux 3 questions suivantes :

- A qui, à quoi le produit rend-il service ?
- Sur quoi agit-il ?
- Pourquoi, dans quel but ?

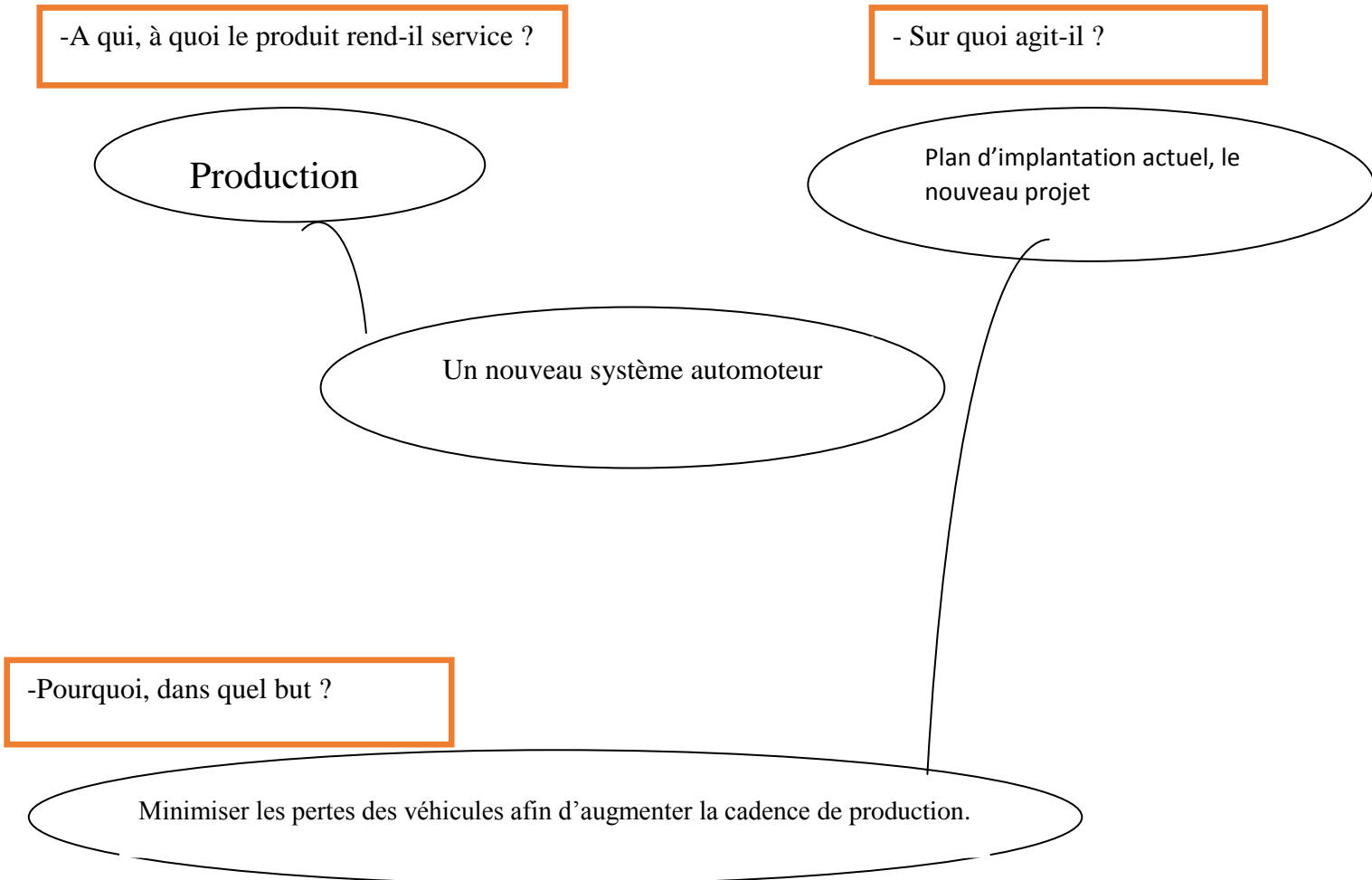


Figure 15:diagramme bête à corne

2.2 Validation du besoin

La validation du besoin se fait en répondant aux questions suivantes :

- ✓ Pourquoi ce besoin existe-il ?

Nécessité d'avoir un système qui assure le déplacement des véhicules entre le département peinture montage d'une façon automatisée,

- ✓ Qu'est-ce qui pourrait le faire évoluer ?

Augmentation de la production, facilitée d'usage et de contrôle, évolution de la technologie, évolution des normes de sécurité, et protection de l'environnement.

- ✓ Existe-t-il un risque de le voir évoluer ?

Tous les systèmes proposés seront avec une conception plus simple et fiable.

2.3 Descripteur d'analyse fonctionnelle du besoin « Diagramme du Pieuvre »

Cette méthode sera utilisée pour analyser les besoins et identifier les fonctions du produit. En effet, le produit étudié est en relation étroite avec son milieu extérieur. Dans ce schéma, nous représenterons les fonctions de notre projet et leurs relations, il est constitué du système et de son milieu environnement.

FP : représente une fonction principale que le produit doit l'assurer.

FC : représente une fonction contrainte que le produit doit en tenir compte.

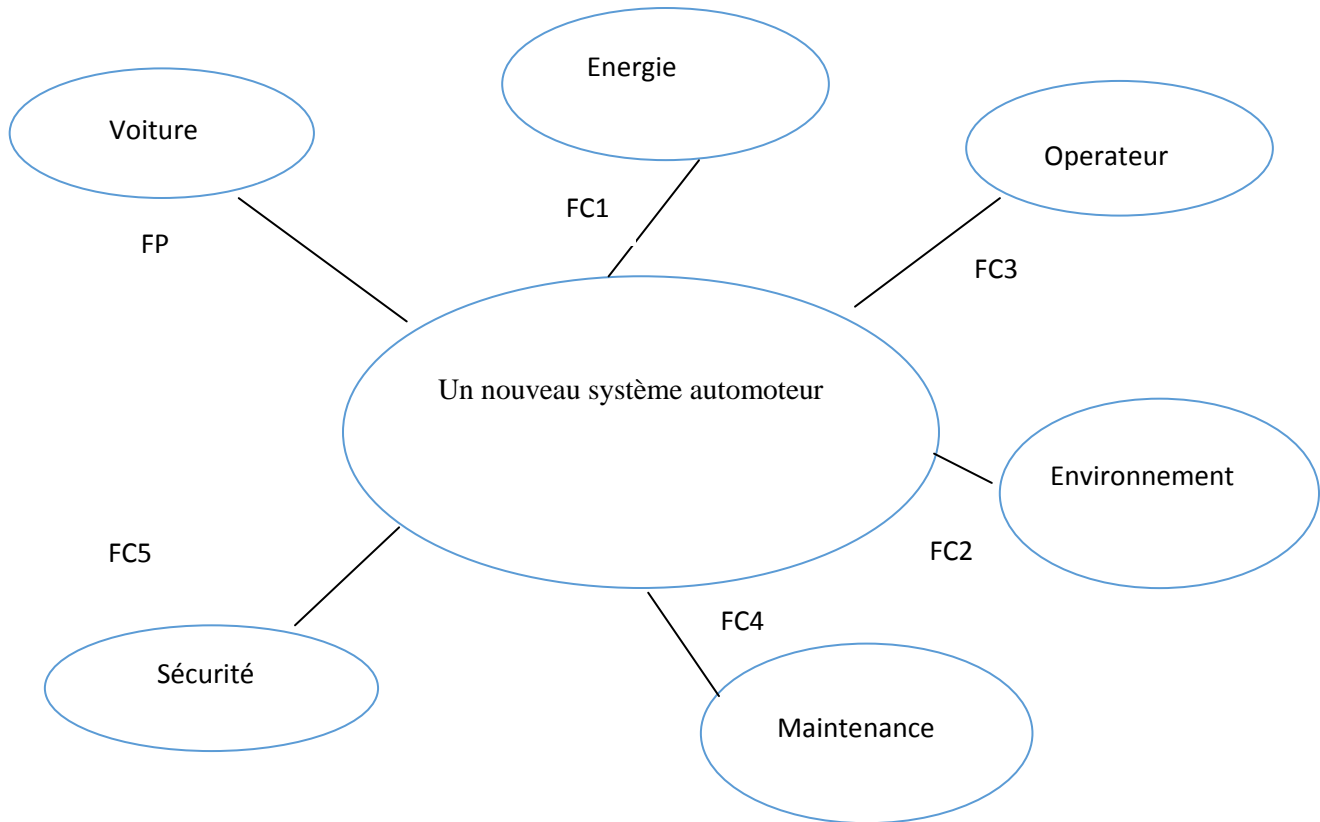


Figure 16:Diagramme pieuvre

FP : assurer la logistique du véhicule

FC1 : s'adapter à l'énergie disponible dans la société

FC2 : Adapter l'automoteur avec l'environnement

FC3 : Simplifier l'utilisation par l'opérateur

FC4 : Etre maintenable et facile aux interventions

FC5 : Respecter les lois et les normes de l'entreprise

3 Analyse fonctionnelle interne

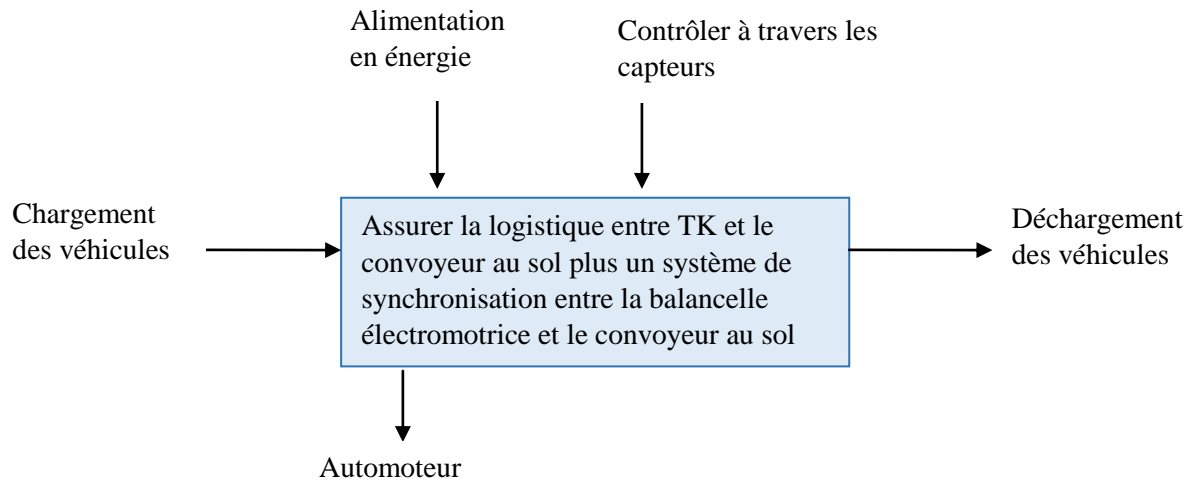
L'analyse fonctionnelle interne permet de trouver les fonctions techniques et d'approcher les solutions technologiques permettant la réalisation des fonctions de services énoncés précédemment. Les outils SADT et FAST sont les outils employés pour effectuer cette analyse.

L'analyse fonctionnelle interne, décrit le point de vue concepteur en charge de fournir le produit qui répond aux besoins exprimés.

Elle est donc très utile pour la compréhension des systèmes du point de vue mainteneur.

3.1 Diagramme SADT

Ce diagramme (SADT : system analyses design technique) permet de définir le mécanisme complet d'automoteur



3.2 Diagramme FAST

Le principe de la méthode FAST, est de décomposer les fonctions techniques internes du produit jusqu'à établir leur relation, leur intervention, dans la réalisation des fonctions de service.

Pour étudier le fonctionnement d'automoteur, on utilise l'outil diagramme FAST. Cela permet de comprendre comment sont organisées les fonctions du système et de montrer les solutions techniques possibles ou retenues.

La figure suivante correspond au diagramme FAST de la fonction principale d'automoteur automatique :

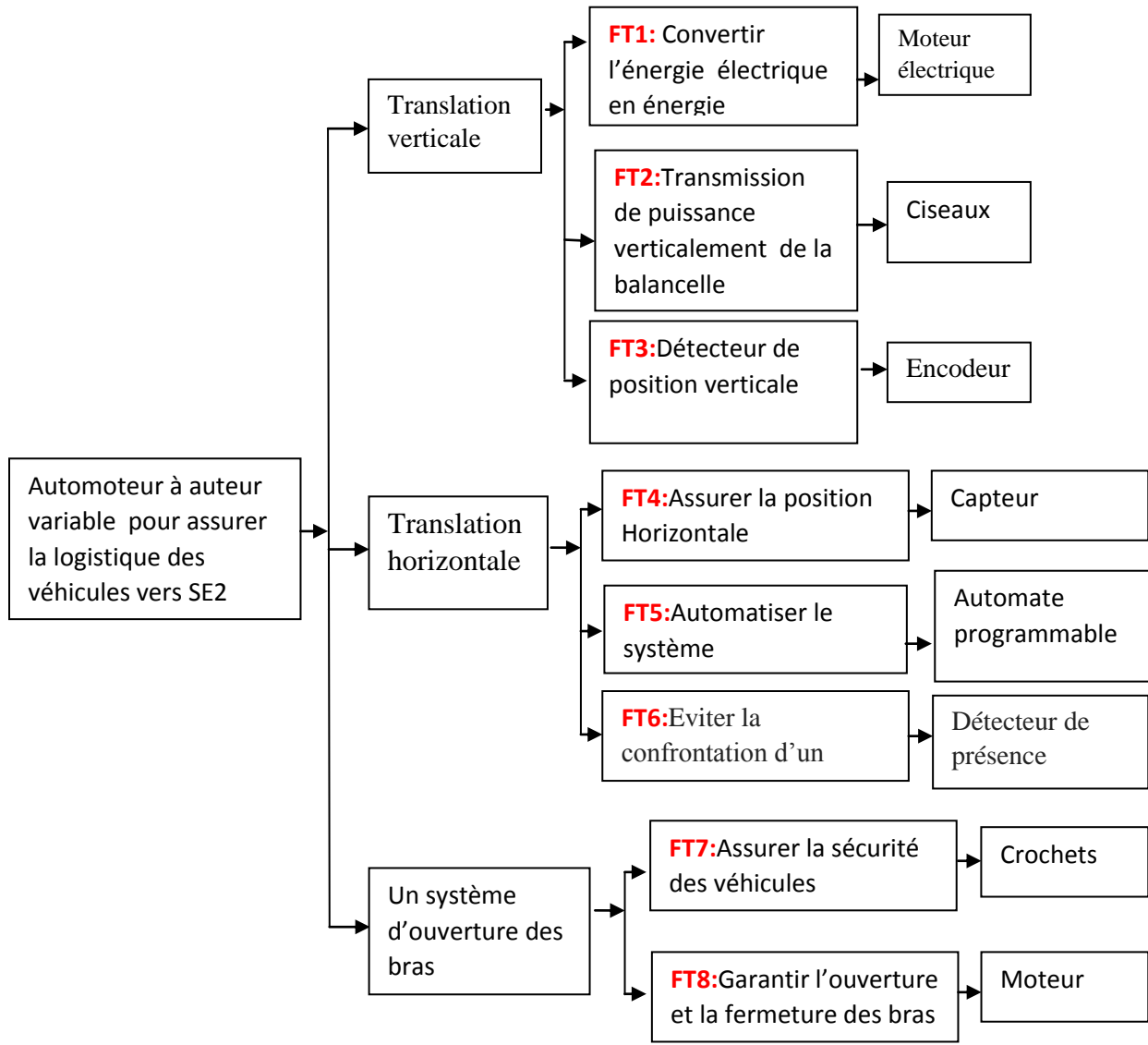


Figure 17: Diagramme FAST du nouvel automoteur

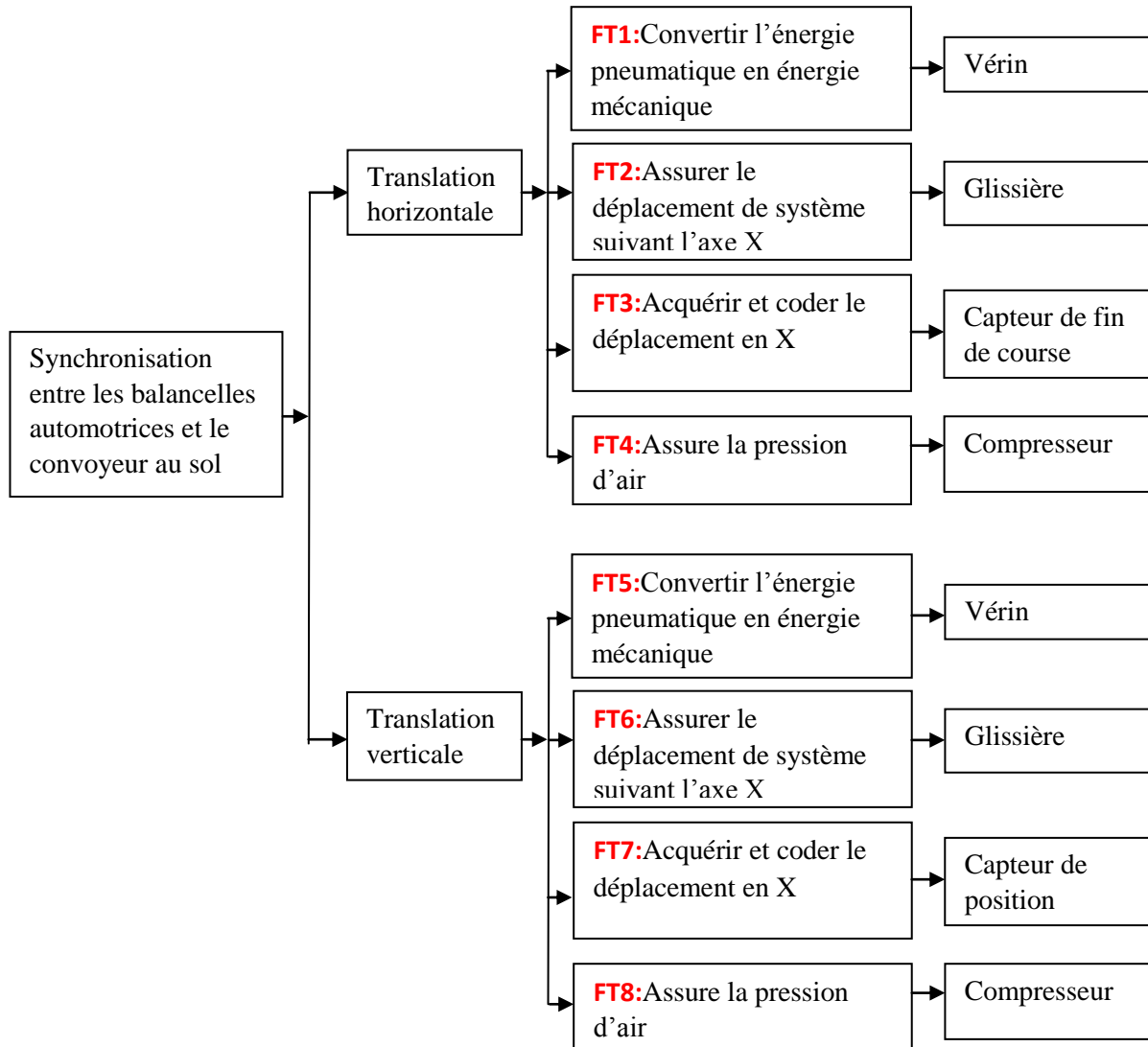


Figure 18: Diagramme FAST pour le système de synchronisation proposer

4 Cahier des charges

- Automoteurs de manutention (**monte et descente à hauteur variable**)
- Synchronisation entre les balancelles automotrices et le convoyeur sol.
- Balancelle à 04 branches avec un système d'ouverture.
- Respecter les critères et les normes mentionnées au niveau de l'analyse fonctionnelle.
- Respecter les conditions de sécurité pour les opérateurs.

5 Génération et choix de concept

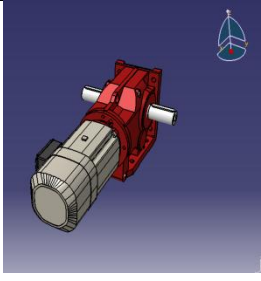


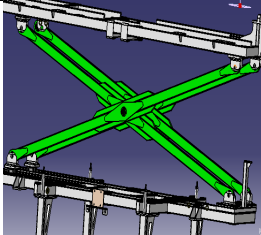


5.1 Génération de concept






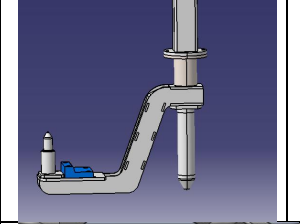
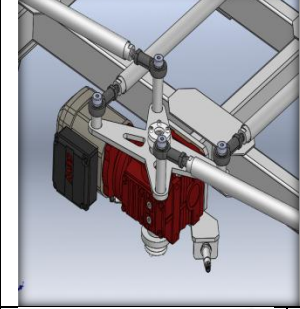
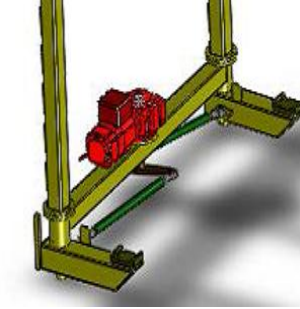


Le processus de génération de concept commence avec un ensemble de besoins et de spécifications techniques et aboutit à un ensemble de concepts de produits à partir desquels il y'aura une sélection finale.



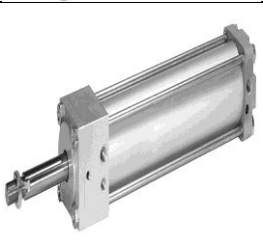

Dans cette partie il faut répondre aux questions suivantes :

- Est-ce qu'il y'aura des concepts existants ?
- Quels nouveaux concepts pourraient satisfaire aux besoins et spécifications établis ?
- Quelles méthodes peuvent être utilisées pour faciliter le processus de génération de concept ?

Pour répondre à ces questions on a établi la matrice morphologique. C'est une méthode de réflexion et de conception s'inscrivant dans une approche heuristique et permettant de trouver des idées originales. Elle conduit à combiner des différents concepts afin d'obtenir un aperçu complet du champ (des) possibles.

| Systeme | Fonctions | Concept1 | Concept2 | Concept3 |
|---------|-----------|---|--|---|
| | FT1 |  |  |  |
| | FT2 |  |  |  |

| | | | | |
|------------|-----|---|--|---|
| Automoteur | FT3 |  |  |  |
| | FT4 |  | | |
| | FT6 |  | | |
| | FT7 |  | | |
| | FT8 |  |  | |
| | FT1 |  |  | |

| | | | | |
|----------------------------|-----|--|--|--|
| Système de synchronisation | FT2 |  | | |
| | FT3 |  | | |
| | FT5 |  | | |
| | FT6 |  | | |

Après avoir déterminé la matrice morphologique on passe vers l'étape suivante qui consiste à combiner tous les éléments de la matrice en les associant de manière ludique , c'est-à-dire que le choix ne concerne que les combinaisons réalisables et compatibles

| N° | Les combinaisons possibles | |
|-----------|--|--|
| | <i>SYSTEME 1</i> | <i>SYSTEME 2</i> |
| A | Ciseaux + Moteur + glissière + vérin + bras avec des crochets | Système de synchronisation automatisé |
| B | Corrois + Moteur + bras avec des crochets+ Moteur avec cardan | Système de synchronisation automatisé |
| C | Vérin + Moteur + corrois + Moteur avec cardan + bras avec des | Système de synchronisation automatisé |

| | crochets | |
|----------|--|---------------------------------------|
| D | rail électrique + corrois + Moteur + Réducteur + moteur avec cardan +ciseaux + glissière +bras aves des crochets | Système de synchronisation automatisé |
| E | Ciseaux + rail électrique + Moteur + Réducteur + Glissière + bras | Système de synchronisation automatisé |
| F | Vérin + Moteur + Glissière +bras avec des crochets | Système de synchronisation automatisé |
| G | rail électrique + corrois + Moteur + Réducteur + moteur avec cardan +bras avec des crochets | Système de synchronisation automatisé |
| H | corrois + Moteur + Réducteur + moteur avec cardan +bras | Système de synchronisation automatisé |

6 Sélection de concept

6.1 Concept screening

Le concept screening est basé sur une méthode développée par FEU STUART PUGH dans les années 1980 et souvent appelée sélection de concept de PUGH (PUGH, 1990). L'objectif de cette méthode est de réduire le nombre de concepts rapidement et améliorer les concepts.

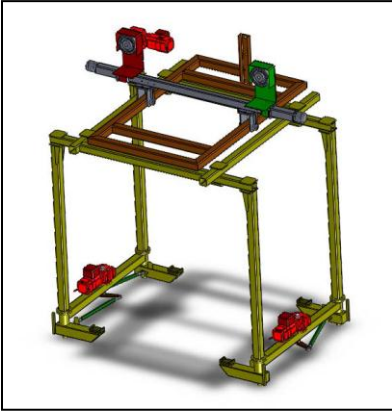
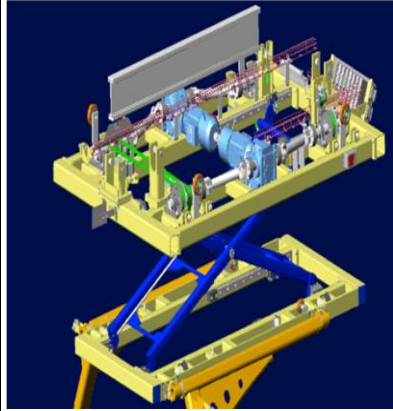
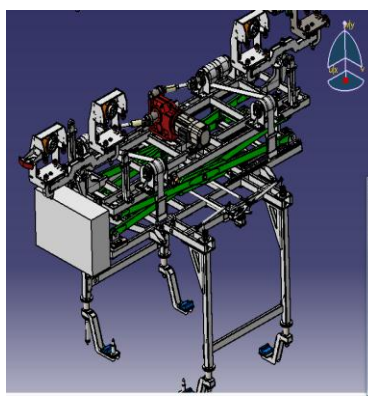
- **Etre facile à implanter** : Le lancement d'une nouvelle initiative ou d'un projet peut être délicat. C'est pour cette raison qu'il est important pour nous de considérer soigneusement ce critère.
- **Coût d'implantation** : étant donné que les ressources sont généralement limitées, le budget constitue la contrainte majeure dans l'atteinte des objectifs du projet. Il s'avère donc très important d'identifier ce critère et de considérer toutes les données ayant une influence sur le budget, et ce préalablement à la phase de réalisation.
- **Rendement de la production** : Les entreprises abordent souvent leur désir d'augmenter leur productivité, ce qui leur permettra d'accroître leur bénéfice et de réaliser de nouveaux investissements. Les systèmes robotisés permettent une automatisation des tâches, pourront avoir un impact général sur la productivité générale de l'entreprise. Il conviendra ainsi de considérer à mettre au point des solutions automatisées, qui rendront plus efficace et rapide le traitement des différentes opérations.

- **Disponibilité** : c'est l'aptitude d'un dispositif ou d'un système à être en état de fonctionner dans des conditions données. En effet, l'humain est soumis à des contraintes qui peuvent affecter sa disponibilité, d'où la nécessité de prendre en compte toute possibilité d'augmenter la disponibilité du service.
- **Coût de revient** : investir revient à engager de l'argent dans un projet maintenant en acceptant certains risques afin d'accroître sa production et de réduire ses dépenses. Afin d'être considéré comme rentable, un projet doit rapporter plus qu'il ne coûte, c'est-à-dire générer des bénéfices supérieurs au montant investi.
- **Efficacité** : L'être humain peut oublier, être en retard, se fatiguer etc... le projet donc doit prendre en considération tous ces facteurs et essayer de les réduire agissant sur toutes les causes diminuant l'efficacité du distributeur s'occupant du véhicule.
- **Sécurité** : Garantir les travailleurs contre toutes les menaces risquant d'atteindre leur vie, leur santé comme aussi leur bien-être est un souci pour les responsables de l'exploitation des usines. A défaut de pouvoir utiliser une solution radicale qui supprime le danger, on peut agir sur les paramètres du risque, vu que la zone peinture montage est une zone qui présente plusieurs dangers sur la vie de l'opérateur, vu le poids lourds de la véhicule.
- **Valeur ajoutée** : Dans le but de suivre la concurrence et idéalement de la devancer, les entreprises doivent automatiser leurs procédés pour accroître leur compétitivité et leur productivité.

| Les critères de sélection | LES CONCEPTS | | | | | | | |
|----------------------------|--------------|---|---|---|---|---|---|---|
| | A | B | C | D | E | F | G | H |
| Être facile à implanter | 0 | + | - | + | - | 0 | + | - |
| Coût d'implantation | 0 | + | - | - | + | + | - | + |
| Rendement de la production | 0 | - | + | + | - | - | + | 0 |
| Disponibilité | + | + | + | + | + | + | + | + |
| Coût de revient | - | - | + | + | - | - | - | - |
| Efficacité | - | - | 0 | + | - | + | 0 | + |

| | | | | | | | | |
|-------------------------|----|---|---|---|----|---|---|----|
| Sécurité | - | + | + | + | - | + | + | - |
| Valeur ajoutée à SOMACA | 0 | - | - | + | - | - | + | - |
| Somme des « + » | 1 | 4 | 4 | 7 | 2 | 4 | 5 | 3 |
| Somme des « 0 » | 4 | 0 | 1 | 0 | 1 | 1 | 1 | 1 |
| Somme des « - » | 2 | 4 | 3 | 1 | 6 | 3 | 2 | 4 |
| Score | -1 | 0 | 1 | 6 | -4 | 1 | 3 | -1 |

Après l'application du premier filtre « concept screening » on voit clairement qu'il y'aura une élimination de 5 concepts qui sont A, B, C, E, et H, puisqu'ils ne répondent pas à certains critères, la preuve c'est les résultats négatifs obtenus. Ceux qui ont les valeurs positives

| Les combinaisons possibles | | |
|---|--|---|
| Système 1 | Système 2 | Système 3 |
|  |  |  |

6.2 Choix final du concept :

Après une étude plus détaillée, le système D qui répond aux besoins et aux critères se compose de deux systèmes suivants :

-Système de synchronisation.

-Automoteur.

7 Conception du nouveau système

7.1 Proposition de solution

Cette étape consiste à prendre une décision définitive pour le choix des solutions, pour arriver enfin à un système qui répond au mieux au cahier des charges et aux différentes contraintes extérieures

Ainsi nos choix sont articulés autour de :

- Modification de balancelle.
- Modification au niveau des bras.
- Proposition d'un système pour la synchronisation entre balancelle aérien et convoyeur au sol.

7.2 Modification de balancelle

On a proposé d'ajouter des ciseaux et des courroies, qui permettent d'assurer la variation d'hauteur, faciliter la translation verticale d'automoteur et garder la sécurité d'opérateur. Le système est illustré dans la figure ci-dessus :

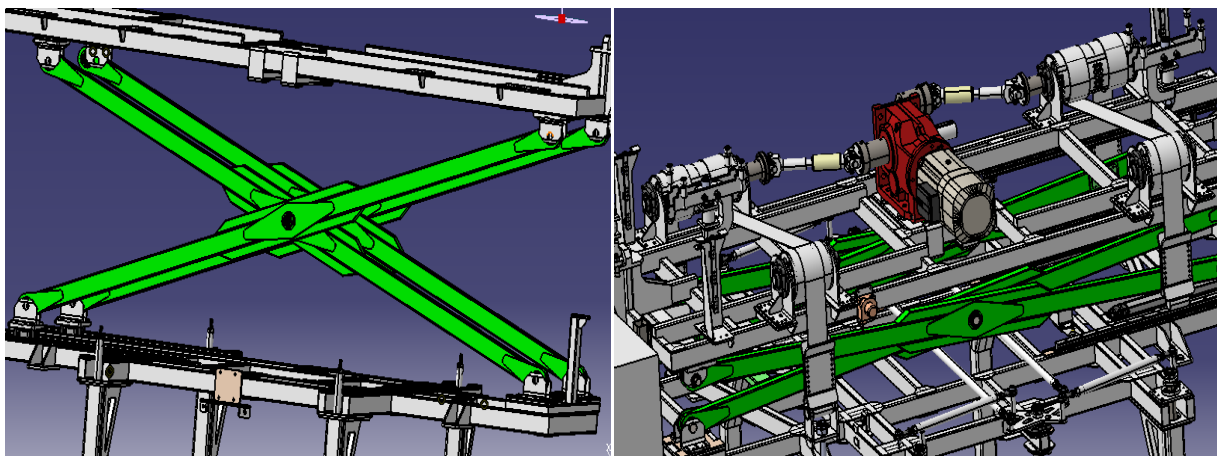


Figure 19:le nouveau système de balancelle

7.3 Modification des bras

✓ Avant :

Dans l'ancienne balancelle il y avait des bras qui nécessitent souvent l'intervention de l'opérateur pour les positionner correctement dans leurs références.

L'opération est très délicate de fait qu'elle nécessite d'appliquer des efforts très importantes, beaucoup de précision et aussi la concentration de l'opérateur, de ce fait une automatisation de processus est très sollicité. Pour illustrer l'état de l'ancien système, voir figure ci –dessous



Figure 20:les bras avant modification

✓ Après :

Pour automatiser le chariot, on a ajouté un nouveau système mat de levage qui contient des pilotes, des sièges des véhicules, des croches de sécurité et un moteur pour assurer la rotation des bras.

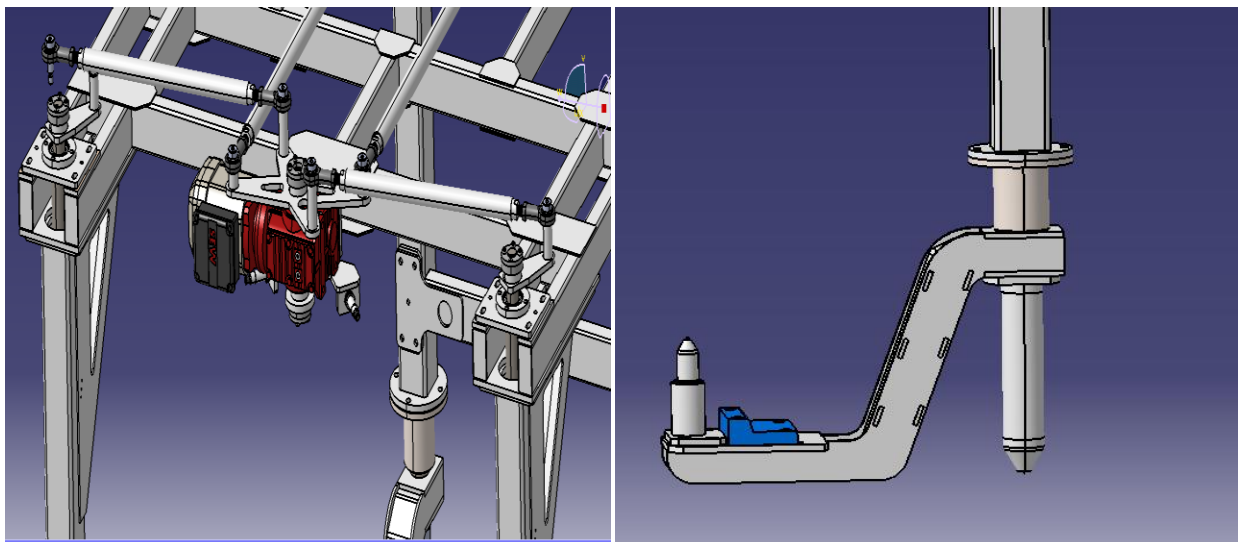
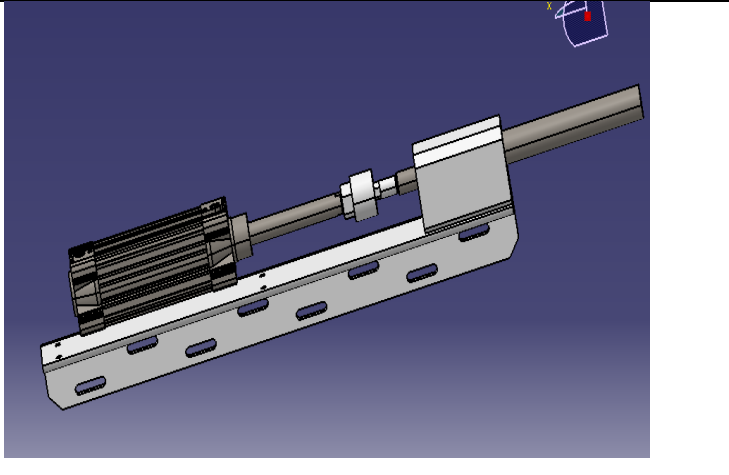
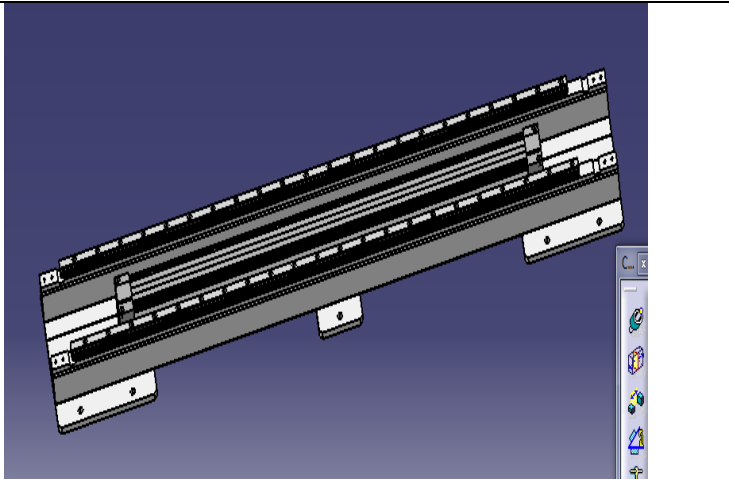


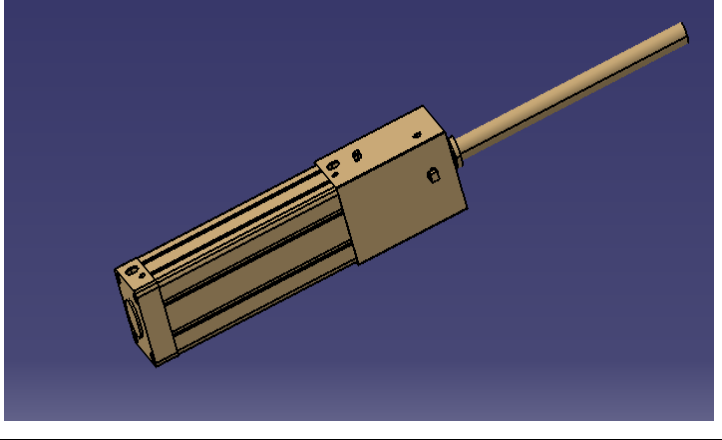
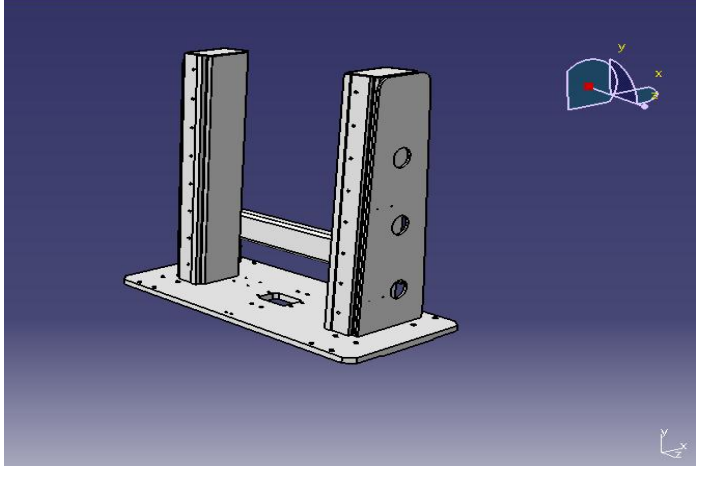
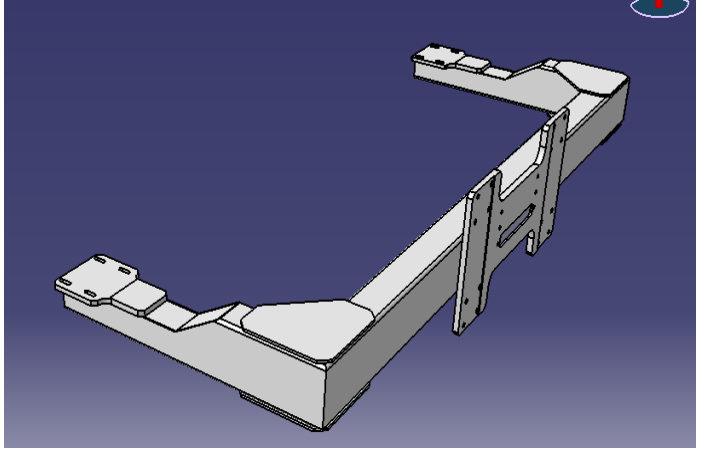
Figure 21:les bras après modification

7.4 Proposition d'un système pour la synchronisation entre balancelle aérienne et le convoyeur au sol

Pour le système de synchronisation, on a proposé un système qui se constitue d'un vérin pneumatique, avec une tige positionnée verticalement pour lever et descendre la forme U de carcasse à l'aide des glissières afin de porter le véhicule parallèlement avec la descente d'automoteur. Un autre vérin pneumatique sans tige qui permet d'assurer la translation horizontale du système.

Le tableau illustré ci-dessus montre les pièces utilisées dans cette conception :

| | |
|--|--|
| <p>Un vérin pneumatique double effets qui permet d'assurer la translation horizontale du porteur de véhicule</p> |  |
| <p>L'élément principal qui fait garder la translation du poids propre de véhicule</p> |  |

| | |
|--|--|
| <p>Le vérin pneumatique double effets qui permet de recevoir la véhicule à l'altitude exigé.</p> |  |
| <p>Bâtie élémentaire-porte glissière</p> |  |
| <p>La pièce soumise le poids propre de la véhicule positionnée</p> |  |

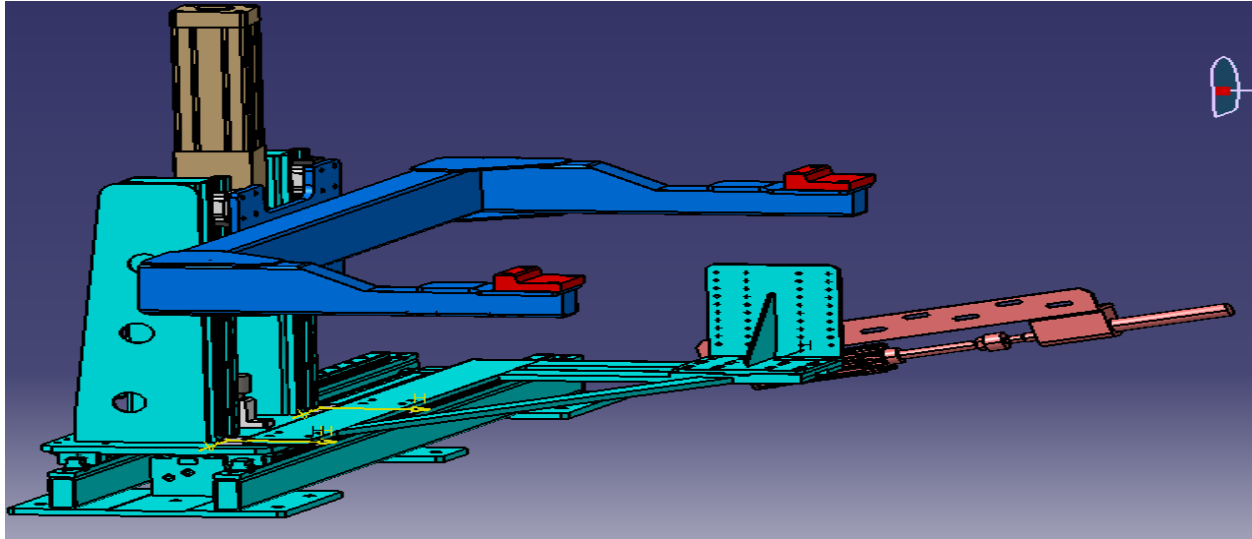


Figure 22: le système de synchronisation 3D sur CATIA V5R21

8 Etude numérique du système de synchronisation

L'objectif de cette partie est de vérifier la rigidité de la structure par la méthode des éléments finis.

8.1 Le contexte et l'objectif

8.1.1 Le contexte :

Dans cette partie nous allons essayer de voir le comportement mécanique de notre pièce soumise la charge propre du véhicule. Pour cela nous allons utiliser la méthode des éléments finis afin de vérifier le critère de Von-Mises et le cahier des charges via logiciel de CAO.

8.1.2 L'objectif

- Vérifier le critère de Von-Mises.
- Vérifier la résistance de la structure.
- Etablir un facteur de sécurité raisonnable.
- Respecter le cahier de charge.

8.2 Les Données du problème

8.2.1 Conception 3 D

Ci-dessous le system 3D sous CATIA V5

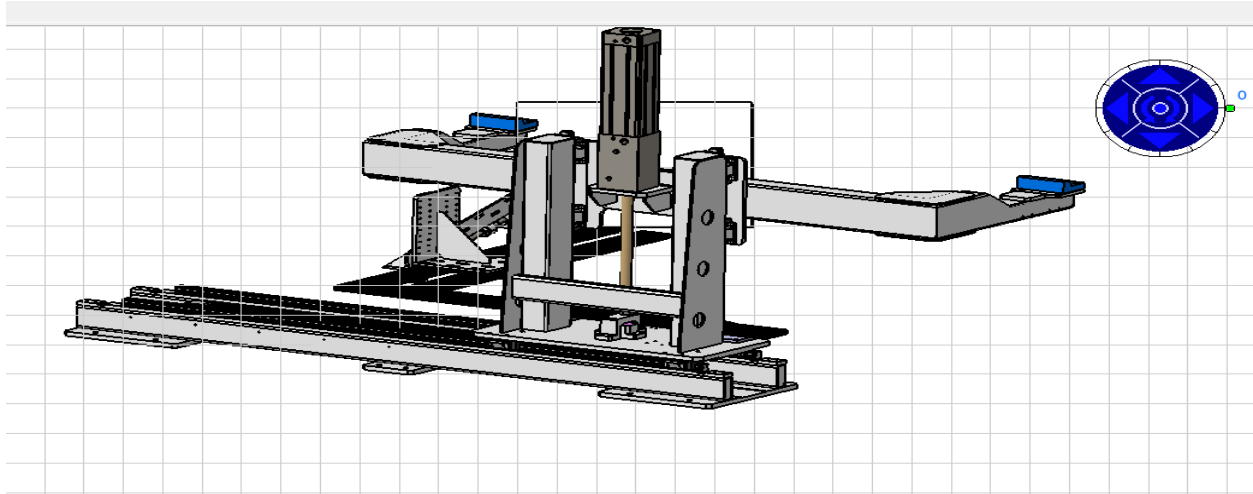


Figure 23:conception 3D

8.2.2 Modèle géométrique:

Le modèle géométrique qui sera utilisé pour simuler la pièce est présenté ci dessous :

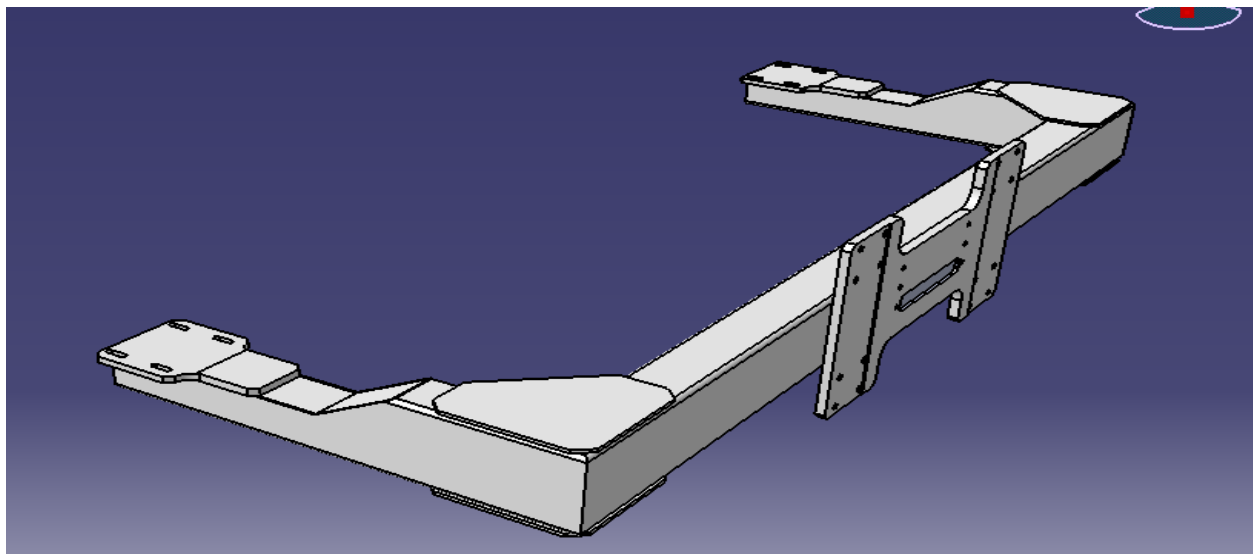


Figure 24:Modèle géométrique

8.2.3 Donnés matériaux

D'après le cahier des charges, nous allons utiliser L'acier comme matériau.

Les caractéristiques de ce matériau sont présentées dans le tableau suivant :

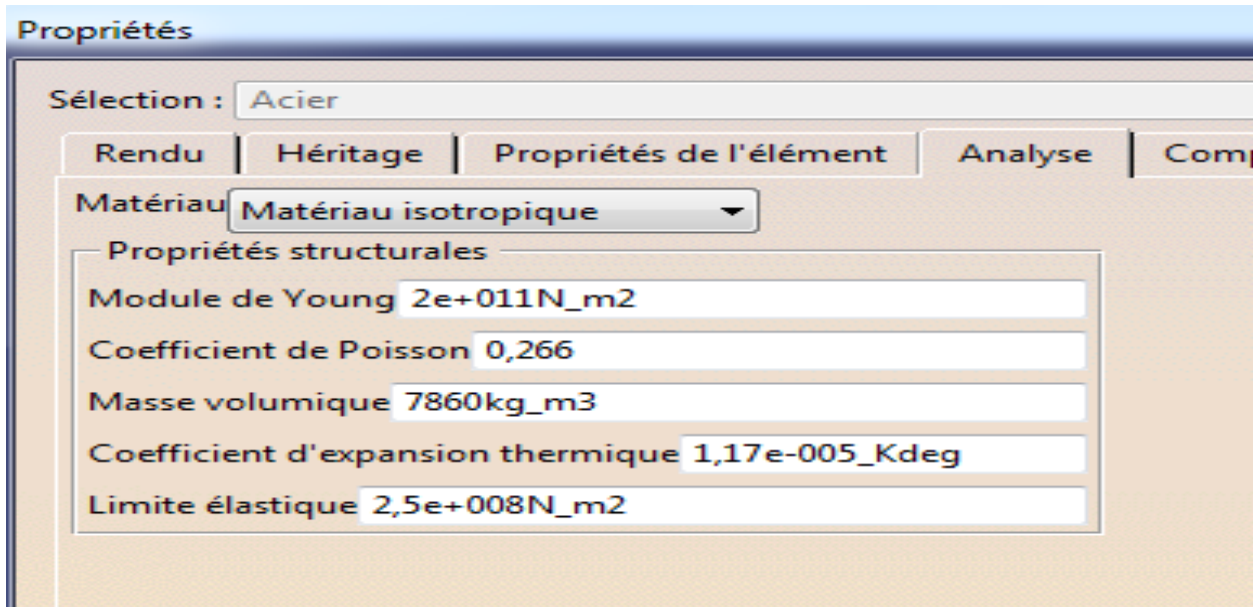


Figure 25:Donnés matériaux

9 Les hypothèses et les résultats anticipés

9.1 Les hypothèses

- Puisqu'on a la symétrie géométrique et des forces donc nous allons prendre juste la moitié de la pièce.
- on néglige le poids de la pièce car il est négligeable devant le poids du véhicule.
- On néglige la force de gravité.

9.2 Les résultats anticipés

-La concentration de contrainte sera autour l'encastrement.

-Dans les zones où nous allons appliquer les forces on aura un déplacement maximal.

10 Analyse numérique sous CATIA v5

10.1 Maillage automatique

Pour avoir une idée générale sur les résultats numériques, on a utilisé un maillage automatique présenté ci-dessous :

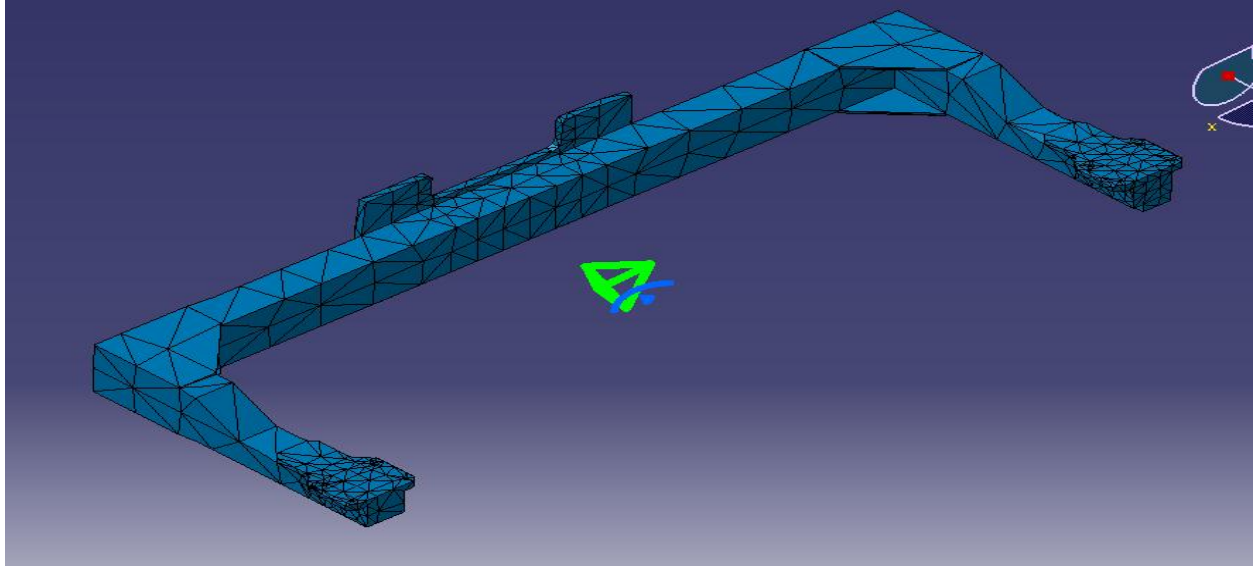


Figure 26:Maillage automatique

10.2 Les conditions aux limites

10.2.1 La force de fixation :

L'encastrement est situé dans la partie qui fait assurer le contact de notre structure avec l'élément (Bâtie élémentaire-porte glissière) et qui sera illustré dans le figure suivant :

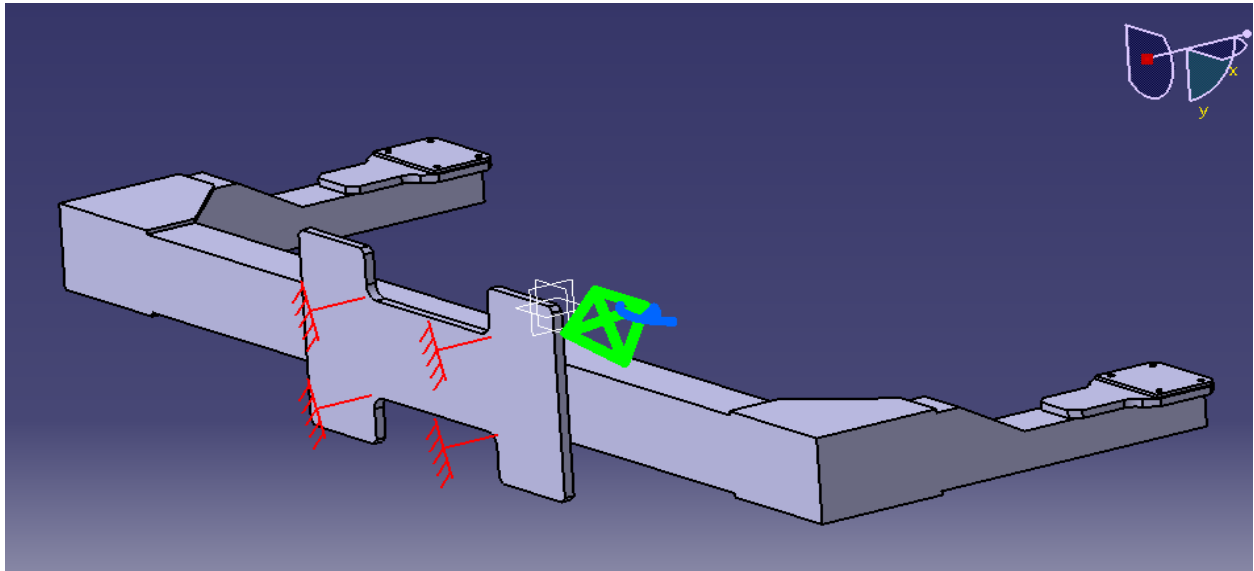


Figure 27:condition aux limites (fixations)

10.2.2 Les charges appliquées :

Les forces qu'on a appliquées sur la pièce sont déterminées à partir le poids propre du véhicule porté.

-Soit la masse du véhicule est égale 500 kg

D'où on aura une charge totale de 5000N se qui implique une charge de 2500N pour chaque bras de la structure sous le raisonnement de symétrie.

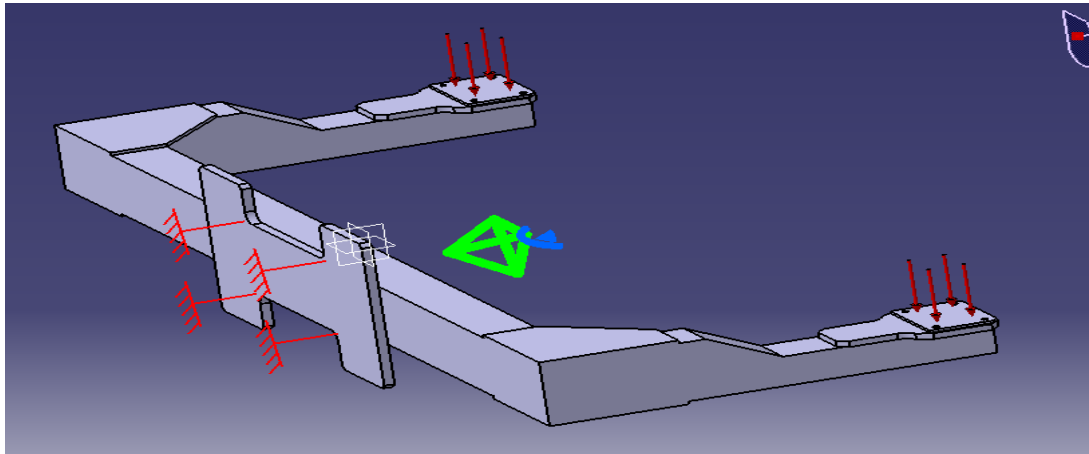


Figure 28:condition aux limites (les Forces)

10.2.3 La contrainte de VON-Mises :

Après avoir appliqué les différentes charges sur la structure, la contrainte de Von-Mises maximale est de 7.77 MPA ce qui reflète un facteur de sécurité qui égale 32.

Pour ce cas, le facteur s'établit est inutile et qui engendre un gaspillage de la matière au niveau de la conception de la structure.

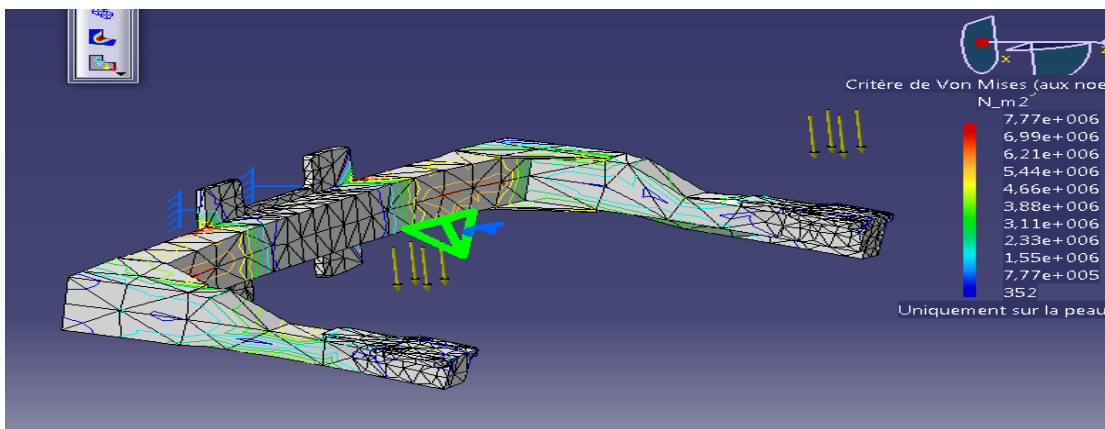


Figure 29: contrainte de Von-Mises

10.2.4 Le déplacement maximal :

Comme présenté dans l'image suivante, la pièce est subie à un déplacement maximal de 0.288 mm

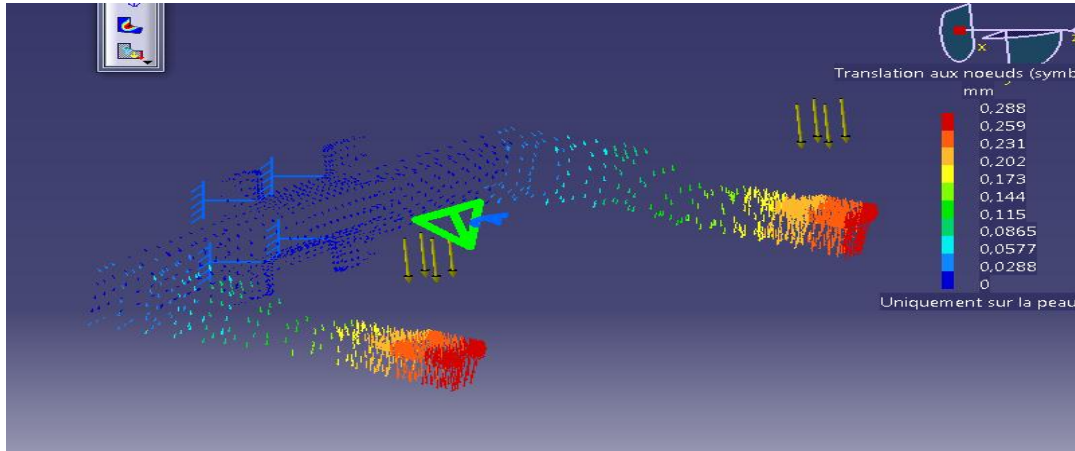


Figure 30:déplacement totale

10.3 Optimisation :

D'après le raisonnement et le résultat précédent, nous avons pensé à réduire la densité du matériau à l'intérieur de la pièce c- à- d nous allons la rendre creuse à l'intérieure.

10.3.1 Le remaillage du nouveau concept :

Puisqu'on a des tubes rectangulaires creux, on a utilisé un maillage :

-Parabolique car il représente mieux la structure.

L'image ci-dessous représente le maillage qu'on a défini :

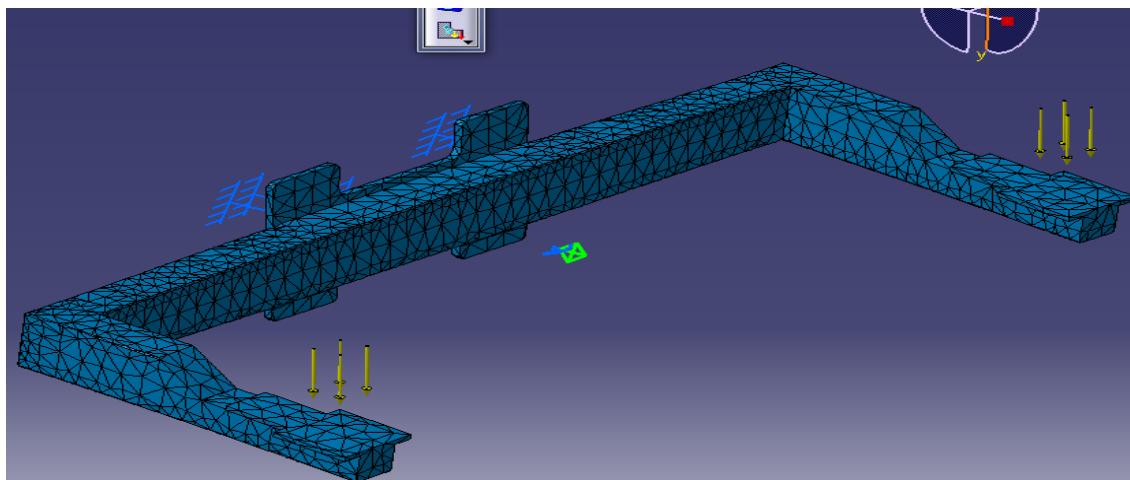


Figure 31:Le maillage manuel

10.3.2 Analyse des résultats

Après avoir réduire la matière au niveau les membranes de notre structure nous avons obtenu comme résultat:

-La contrainte de Von-mises est 75,3MPA.

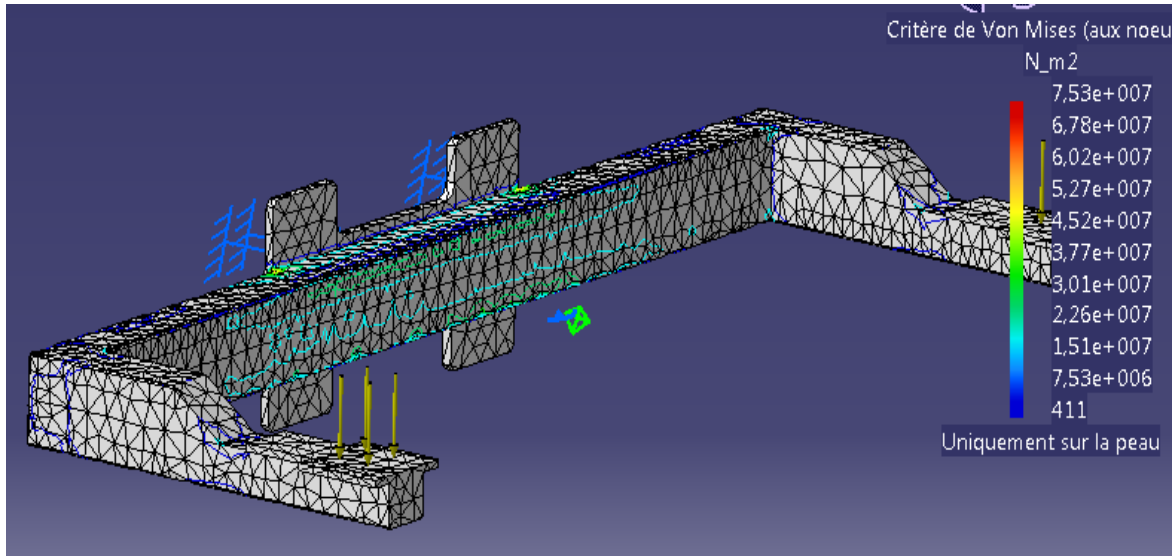


Figure 32: contrainte de Von-Mises

- Le déplacement maximal est atteindre une valeur de 1.23 mm

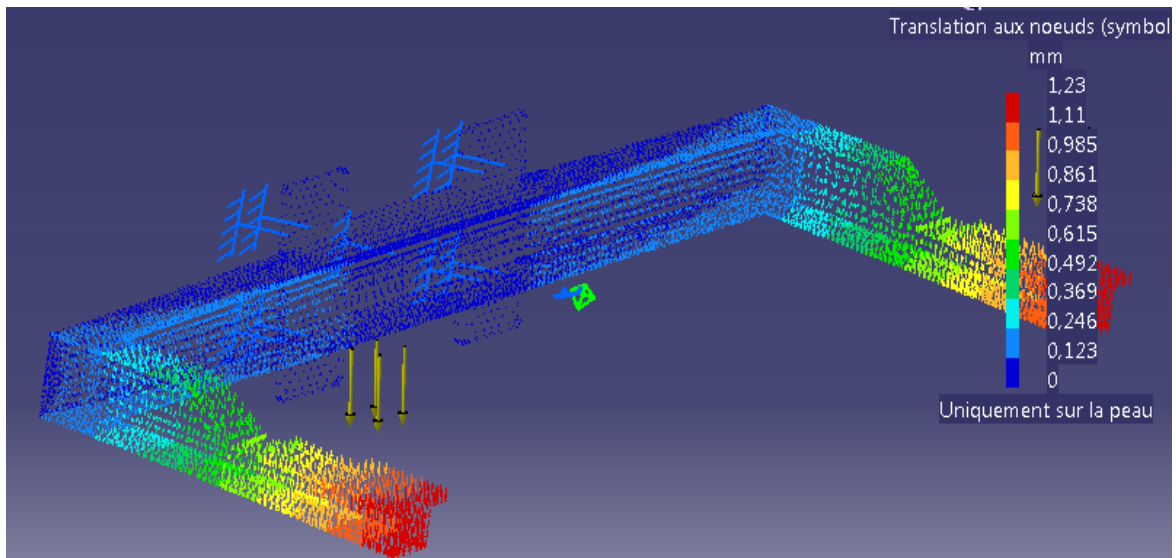


Figure 33:déplacement totale

10.3.3 Le facteur de sécurité :

D'après la contrainte de Von-Mises calculée, le facteur de sécurité est :

$$FS = \frac{s_y}{\sigma_{vm}} = \frac{250}{75,3} = 3,32$$

D'où on a obtenu un facteur de sécurité de 3,32 qui est un facteur qui reflète une bonne résistance de la structure et qui reste un facteur assez important.

II. Conclusion

Dans ce chapitre nous avons choisi la solution la plus convenable à notre problématique, et après une analyse fonctionnelle nous avons élaboré une conception avec les dimensionnes de tous les sous-systèmes de la solution retenue ainsi nous avons validé le facteur de sécurité et la résistance de la structure la plus sollicitée et la plus critique par un calcul d'éléments finis sous logiciel CAO. Dans le chapitre suivant nous allons faire une étude économique pour valoriser notre travail.

Chapitre 3 : Etude du gain du projet

I. Introduction

L'étude financière donne une idée sur le coût des matériels nécessaires à la réalisation de ce projet, le coût des travaux, ainsi que la rentabilité des solutions réalisées.

Dans ce chapitre, nous allons élaborer une comparaison entre l'implantation existante et proposée, pour prévoir le gain total de notre projet.

1 Gain au niveau d'implantation:

1.1 Gain en termes de Matériel :

Nous avons présenté dans les chapitres précédents, l'étude de cas de l'implantation de la zone 'peinture montage', nous avons élaboré le besoin d'implantation. Durant notre travail, nous avons toujours essayé d'optimiser, que ce soit en termes de temps ou matériels.

Le paragraphe suivant mettra l'accent sur la zone implantée montrée à la figure 34, le besoin prévu et celui reçu et mis en place, les estimations des couts et les gains élaborés.

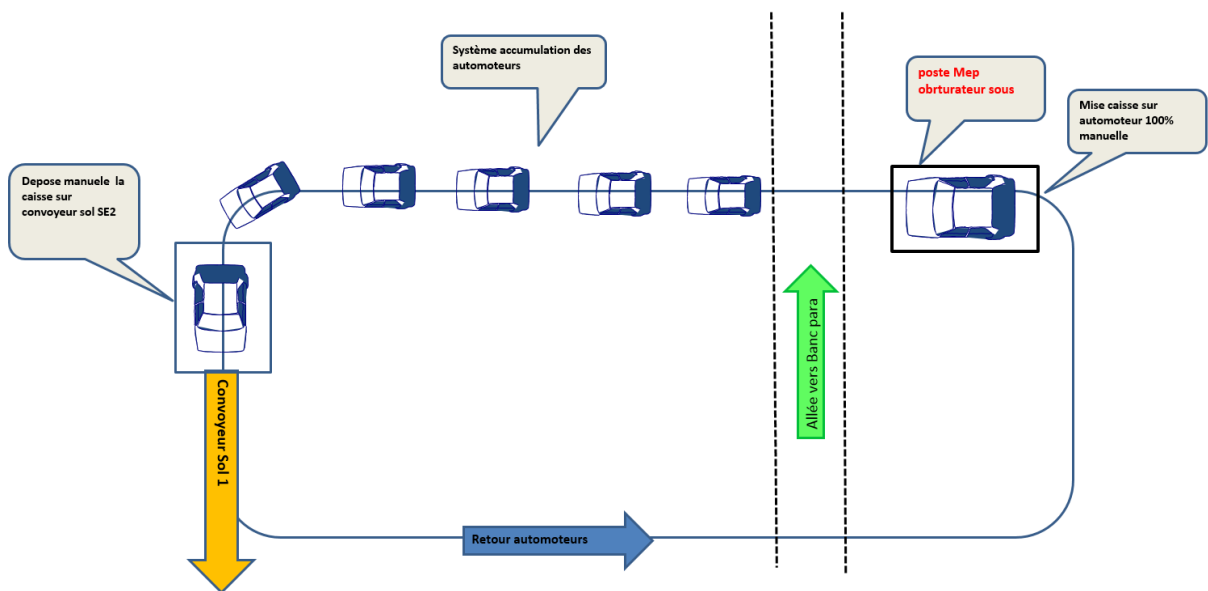


Figure 34:l'ancienne implantation

L'ancien système présenté au dessus avait besoin de douze automoteurs pour faire le recyclage, chaque automoteur coute un prix de 60000 DH.

Afin d'intégrer le nouveau système automatique, l'entreprise a vendu les douze automoteurs avec un prix de 30000 DH.

Nous avons estimé le gain concernant les automoteurs que nous avons éliminé à :

Cout de vente = $12 \times \text{prix d'un automoteur} = 12 \times 30000 = 360000 \text{ DH}$

1.2 Gain en termes du temps:

D'après notre objectif qui consiste à augmenter la vitesse d'automoteur, variation d'hauteur d'automoteur, nous avons proposé une nouvelle implantation qui sera illustrée dans la figure suivante :

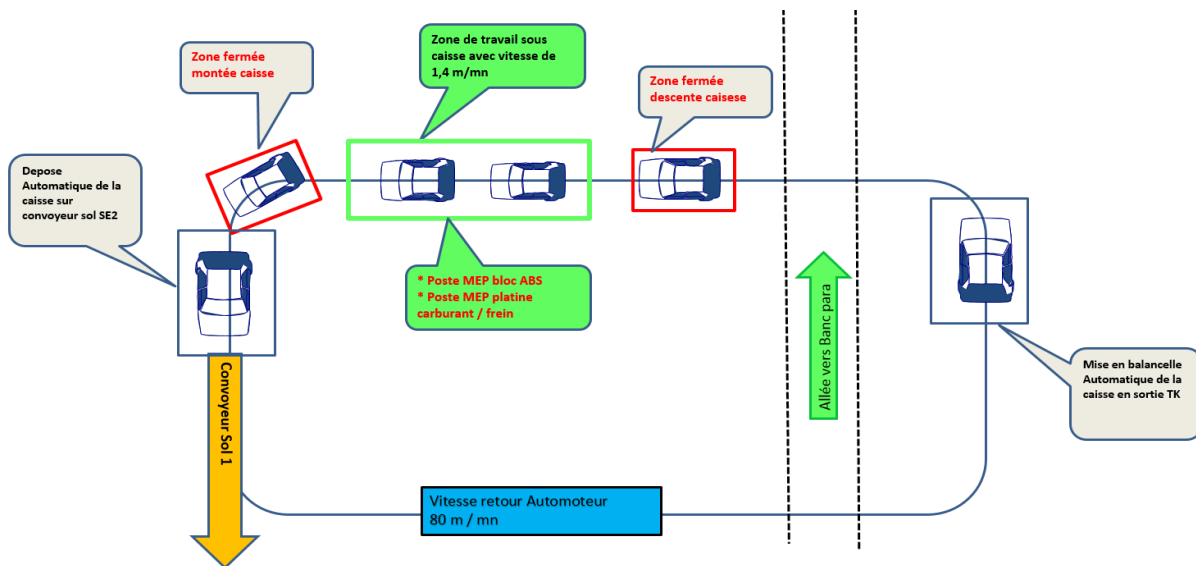


Figure 35:nouvelle implantation

L'implantation proposée consiste à exiger une zone de travail de 3 mètre à une vitesse d'automoteur ne dépasse pas 1,4 m/min car c'est une vitesse assez suffisante pour que l'opérateur exécute ses tâches, par la suite l'automoteur retour à la zone de chargement avec une vitesse de 80m/min.

-D'où d'après la nouvelle implantation que nous avons proposée on peut réduire le nombre d'automoteur à 8 ainsi le temps de recyclage de chaque automoteur.

Cout d'investissement= $8 \times 90000 = 720000 \text{ DH}$

-Nous allons comparer durant ce paragraphe entre le temps de recyclage de l'ancien système et le nouveau afin de calculer la cadence de chacun.

Le temps de recyclage de l'ancien système = 3,75 min

Le temps de recyclage de nouveau système = 2,5 min

-Finalement d'après le gain du temps gagné, on va augmenter la cadence de production

II. Conclusion:

Durant ce chapitre, et pour valoriser le travail, nous avons mené une étude économique, afin de quantifier les gains réalisés sur terrain.

Conclusion général

Au terme de ce travail, mon projet de fin d'études a été en tout point une expérience bénéfique et très enrichissante. En effet, ce stage m'a permis non seulement d'approfondir mes connaissances mais aussi d'acquérir une expérience extrêmement valorisante d'un point de vue personnel et professionnel.

Ce travail a été présenté en deux parties, la première consacrée au cadre général du projet par le biais d'une présentation de la société et la fixation du cahier des charges, son analyse et le planning du projet puis la deuxième partie réservée à la pratique, se basant sur les problèmes existents pour une meilleure implantation de la zone TK/SE2.

Durant ce travail, nous avons procédé à une conception fondée sur une démarche globale et progressive prenant en compte le système lui-même ainsi que son environnement physique et humain.

Cette démarche débute par la définition du cahier des charges fonctionnel issue d'une étude détaillée de l'analyse fonctionnelle, pour pouvoir tirer les différentes solutions technologiques et choisir la conception la plus optimale, tout en respectant un ensemble de contraintes.

L'implantation de la zone TK/SE2 est l'intégration du nouveau système nous a permis de gagner une marge de temps assez importante sous une réduction du nombre d'automoteur avec un revenu provisionné qui consiste à augmenter la cadence.

Pour conclure, tout au long de mon travail, j'ai touché de près quelques problèmes que l'ingénieur pourra rencontrer, c'est une expérience intéressante tant sur le plan scientifique et technique que sur le plan relationnel. Mon projet a donc constitué une étape importante dans le processus de la formation d'ingénieur, c'est en quelque sorte le tremplin vers la vie professionnelle.

