

## MEMOIRE DE PROJET DE FIN D'ETUDES

*Pour l'Obtention du*

**Diplôme d'Ingénieur d'état**

**Spécialité : Conception Mécanique et Innovation**

***Amélioration de la Fiabilité du Convoyeur Aérien***

*Présenté par :*

***ABDELLAOUI Younes***

*Encadré par :*

- **EL BIYAALI Ahmed, Professeur département Génie Mécanique, FST Fès**
- **EL AMINE Saïd, Encadrant de la société**

***Effectué à : RENAULT-NISSAN TANGER***

***Soutenu le : 20/07/2022***

**Le jury :**

- **Pr. EL BIYAALI Ahmed, FST Fès**
- **Pr. ABOUCHITA Jalil, FST Fès**
- **Pr. MOUTAOUAKIL Imane, FST Fès**

**Année Universitaire : 2021-2022**

# Dédicace

*Je dédie ce modeste travail à :*

*A mes chers parents :*

*« Grâce à votre tendresse, votre encouragement et vos grands sacrifices, vous avez pu créer le climat affectueux, propice à la poursuite de mes études. Aucune dédicace ne saurait exprimer à sa juste valeur mon profond amour filial, et ma profonde reconnaissance pour tous les sacrifices, et tous les efforts que vous avez consentis pour assurer mon avenir ».*

*Je prie Dieu de vous bénir, de vous prêter une longue vie, et j'espère que vous serez toujours fiers de moi.*

*A mon Père Zouhair ABDELLOUI, Merci de me suivre et de m'encourager dans mes projets et dans mes rêves ; tu me fais toujours sentir que tu es derrière moi et que tu crois en moi et ton support fait une grande différence dans ma vie.*

*A tous les membres de ma famille : je vous souhaite plein de succès et beaucoup de bonheur dans votre vie.*

*A Mes chers amis, je vous remercie pour votre soutien moral grâce à vos mots, votre présence, vos conseils j'ai su trouver ma voie.*

*A mes chers Encadrants externe et interne : pour leur soutien et leur aide. Ce travail est pour vous remercier d'avoir me conseiller et m'encourager chaque jour pour avancer.*

*ABDELLOUI YOUNES*

# Remerciements

Les remerciements sont une marque de politesse incontournable mais toujours insuffisante. C'est à travers ces remerciements-là, qu'on témoigne toute notre reconnaissance et notre gratitude à toutes personnes qui ont contribuées, de près ou de loin, à l'aboutissement de ce projet de fin d'étude.

De la manière la plus chaleureuse, et la plus aimable qui soit, je tiens à remercier tout d'abord mon encadrant académique **Pr. Ahmed El BIYAALI** pour sa disponibilité ininterrompue pendant mon stage, son guide tout au long de la période et l'intérêt qu'il avait porté pour mon travail. Je vous remercie profondément pour votre contribution et encouragement.

Mes remerciements vont aussi aux membres du jury **Pr. ABOUCHITA Jalil** et **Pr. MOUTAOUAKIL Imane** de ma soutenance pour leur participation à l'évaluation de mon travail.

Mes remerciements vont aussi à mon parrain de Renault Monsieur **Mr. Saïd EL AMINE** et **Mr. Bouchaïb EL HOJJAJI** qui ont fait un grand effort pour m'aider, d'avoir dirigé ce stage, et qui m'a suivi et répondu régulièrement à mes questions tout au long de mon stage.

Je souhaite remercier également tout le cadre académique et administratif de la Faculté des Sciences et Techniques de Fès, mes collègues, et toutes les personnes qui par leurs paroles, leurs écrits, leurs conseils et leurs critiques ont guidé mes réflexions et ont accepté de répondre à mes questions durant mon travail.

Je tiens à remercier également tous les personnels du service mécanique pour toutes leurs gentillesse, leurs sympathies et leur transmission de savoir-faire : **Mr. Bouchaïb ELRHARSI**, **Mr. Rachid ZIDANI**, **Mr. Younes AIT-DRISS** et tous les techniciens de l'atelier de la réparation À Vous tous, Merci beaucoup.

Je n'oublierais pas d'allouer mes expressions de considération à tous ceux qui ont participé de près ou de loin à l'élaboration de ce travail et à rendre mon stage si riche et si fructueux.

# Résumé

L'industrie automobile est un secteur porteur au Maroc qui bénéficie, depuis toujours, d'une attention particulière des sphères politiques et économiques. C'est l'un des secteurs les plus structurés et les plus productifs au Maroc qui se caractérise par l'intervention de plusieurs entreprises dans différents domaines de compétence. Sur le plan international, RENAULT TANGER reste l'une des grandes entreprises ayant pour activité la fabrication et la commercialisation des véhicules, ainsi, elle cherche constamment à améliorer la qualité de son produit, sa performance et son système de production dans le but d'augmenter la productivité.

Dans le cadre de mon cursus à la FST de Fès, j'ai effectué mon stage PFE au sein du département Tôlerie à l'usine RENAULT-NISSAN de Tanger. Mon travail de stage consiste à améliorer la fiabilité de convoyeur aérien du département en réduisant le temps d'arrêt. Nous avons suivi la démarche DMAIC, Il s'agit d'une méthode d'investigation expérimentale, analytique et scientifique d'un problème en commençant par définir la problématique, ensuite, mesurer la problématique en utilisant le diagramme de Pareto pour recenser les pannes les plus pénalisantes, en conséquence nous avons effectué une analyse approfondi de ces pannes grâce au l'outil AMDEC, puis nous avons appliqué la phase de « innover », nous avons proposé les différents actions amélioratrices pour remédier aux différents pannes et pour augmenter de plus leur disponibilité, notons comme exemples : la création d'un système de lubrification pour l'élévateur, ainsi le renforcement des composants de la station d'arrêt en utilisant le logiciel Catia V5 pour l'analyse de la structure, finalement nous avons élaborer un plan de maintenance préventive dans la phase « contrôler » en se basant sur les différentes actions issues de la méthode AMDEC.

# Abstract

The automotive industry is a buoyant sector in Morocco which has always benefited from particular attention from the political and economic spheres. It is one of the most structured and productive sectors in Morocco which is characterized by the intervention of several companies in different areas of expertise. On the international level, RENAULT tangier remains one of the major companies whose activity is the manufacture and marketing of vehicles, thus, it constantly seeks to improve the quality of its product, its performance and its production system with the aim of increase productivity.

As part of my studies at Sciences and Technologies Faculty in Fez, I did my end of studies' project internship in the sheet metal department at the RENAULT-NISSAN factory in Tangier. My internship work consists of improving the reliability of the department's overhead conveyor by reducing downtime. We followed the DMAIC approach, It is an experimental, analytical and scientific investigation method of a problem, starting by defining the problem, then measuring the problem by calculating the losses in thermal cost and in thermal vehicle caused by the stoppages of the conveyor and using the Pareto diagram to identify the most penalizing failures, as a result we carried out an in-depth analysis of these failures using the AMDEC tool, then we applied the "innovate" phase, we have proposed the various improvement actions to remedy the various breakdowns and to further increase their availability, note as examples: the creation of a lubrication system for the elevator, as well as the reinforcement of the components of the station of stop using the Catia V5 software for the analysis of the structure, finally we have developed a preventive maintenance plan in the "control" phase based on the different actions resulting from the AMDEC method.

# Table de matière

Dédicace.....	1
Remerciements.....	2
Résumé .....	3
Abstract .....	4
Table de matière .....	5
Liste des abréviations .....	7
Liste des figures .....	8
Liste des tableaux .....	10
Introduction générale.....	11
Chapitre 1 : Présentation de l'organisme d'accueil.....	12
1 Présentation du groupe Renault .....	13
2 Présentation Renault-Nissan Tanger : .....	14
2.1 Historique : .....	14
2.2 Fiche signalétique :.....	15
2.3 L'organigramme de l'usine : .....	16
2.4 Processus de fabrication : .....	16
2.4.1 L'emboutissage :.....	17
2.4.2 La tôlerie : .....	18
2.4.3 La peinture :.....	18
2.4.4 Le montage :.....	19
2.4.5 Sous-ensembles et sièges : .....	19
2.4.6 Département logistique : .....	20
2.5 Département d'accueil :.....	20
Chapitre 2: DMAIC: Définir et Mesurer la problématique du projet.....	22
1 DMAIC : Définir la problématique :.....	23
1.1 Description de la problématique :.....	23
1.2 Cahier des charges .....	23
1.2.1 Projet .....	23
1.2.2 Objectif du projet .....	23
1.2.3 Périmètre du projet .....	24
1.2.4 La méthode utilisée : DMAIC.....	24
1.2.5 Planification du projet .....	25
1.3 Description du convoyeur :.....	25
1.3.1 Les types de convoyeur aérien .....	26
1.3.2 Les zones du convoyeur.....	28
1.3.3 Les composants principaux de convoyeur à chariots à service intense.....	31
2 DMAIC : Mesurer la problématique : .....	38

2.1.1	Les arrêts du convoyeur : .....	38
2.1.2	Evaluation de la performance de convoyeur aérien .....	40
<b>Chapitre 3 : DMAIC : Analyse de défaillance .....</b>		<b>43</b>
<b>1</b>	<b>Les composants critiques du convoyeur : .....</b>	<b>44</b>
<b>2</b>	<b>Etude AMDEC du convoyeur aérien.....</b>	<b>46</b>
2.1	Présentation de la méthode AMDEC.....	46
2.1.1	Définition AMDEC .....	46
2.1.2	Les étapes de l'AMDEC .....	46
2.1.3	Projection de la méthode AMDEC : .....	49
<b>Chapitre 4: DMAIC: Innover des actions amélioratrices et Contrôler par des plans de maintenance préventive.....</b>		<b>56</b>
<b>1</b>	<b>DMAIC : Actions amélioratrices :.....</b>	<b>57</b>
1.1	Méthode de résolution de problème (MRP) :.....	57
1.1.1	Définition :.....	57
1.1.2	Les étapes de la résolution du problème : .....	57
1.2	Traitement des anomalies de la station d'arrêt : .....	58
1.2.1	La déformation du pantographe et la fissuration de la came : .....	58
1.2.2	Analyse de problème du pantographe et des deux cames : .....	59
1.3	Traitement des anomalies de l'élévateur .....	71
1.3.1	Coincement et écaillage des Galets: .....	71
1.3.2	Endommagement de la courroie : .....	78
<b>2</b>	<b>DMAIC : Elaboration des plans de maintenance préventive .....</b>	<b>79</b>
2.1	Présentation du plan de maintenance préventive .....	79
2.1.1	Définition de la maintenance préventive .....	79
2.1.2	Les objectifs de la maintenance : .....	79
2.1.3	Types de la maintenance préventive .....	80
2.2	Modèles adoptés du plan de maintenance .....	81
2.3	Le plan de maintenance des équipements les plus critiques .....	81
<b>Conclusion générale.....</b>		<b>84</b>
<b>Bibliographie.....</b>		<b>86</b>
<b>Annexes .....</b>		<b>87</b>

# Liste des abréviations

**AG** : Assemblage Général.

**AGV** : Automated Guided Vehicles.

**AHT** : Arrêt Hors Tension.

**AMDEC** : Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité.

**APW** : Alliance Production Way.

**AST** : Arrêt Sous Tension.

**BM** : Body Main.

**BR** : Base Roulante.

**CDC** : Coté De Caisse.

**CUET** : Chef d'Unité Élémentaire du Travail.

**DIVD** : Direction Ingénierie des Véhicules Décentralisées.

**DMAIC** : Définir, Mesurer, Analyser, Innover (Améliorer), Contrôler.

**FM** : Floor Main.

**FOS** : Feuille d'Opérations Standards.

**FOP** : Feuille d'Opérations Process.

**FPPM** : Fréquence d'Arrêt Propre pour Panne pour 1000 Pièces.

**MEP** : Marche en Production.

**MHP** : Marche Hors Production.

**MRP** : Méthode de Résolution des Problèmes.

**QQOQCP** : Quoi, Qui, Où, Quand, Comment, Pourquoi.

**TMP** : Temps de Pannes.

**TPPM** : Temps Moyen pour 1000 Pièces.

# Liste des figures

Figure 1: Les marques commercialisées par le groupe Renault .....	13
Figure 2: Groupe Renault dans le monde.....	14
Figure 3: Vue panoramique du site Renault Tanger .....	15
Figure 4: Modèles fabriqués à Renault Tanger Exploitation .....	16
Figure 5: Structure et organigramme de l'usine.....	16
Figure 6: Processus de fabrication d'un véhicule .....	17
Figure 7: Département emboutissage .....	17
Figure 8: Département Tôlerie .....	18
Figure 9: Département Peinture .....	18
Figure 10: Département montage.....	19
Figure 11: Sous-ensembles .....	19
Figure 12: Les ateliers de la première ligne : Tanger 1 .....	20
Figure 13: Assemblage général de la caisse .....	21
Figure 14: La méthode DMAIC .....	24
Figure 15: Diagramme de Gantt .....	25
Figure 16: a) convoyeur horizontal, b) convoyeur incliné, c) convoyeur vertical .....	26
Figure 17: a) Système à service léger, b) Système à chaîne à service intense .....	27
Figure 18: Les différentes zones constituantes de convoyeur aérien.....	28
Figure 19: Zone de commande .....	28
Figure 20: Zone de chargement.....	29
Figure 21: Zone de retouche .....	29
Figure 22: Zone de stockage .....	29
Figure 23: Zone de déchargement.....	30
Figure 24: Zone de maintenance .....	30
Figure 25: Chaîne à block .....	31
Figure 26: Groupe moteur .....	31
Figure 27: Dessin d'ensemble groupe moteur (1) .....	32
Figure 28: Dessin d'ensemble groupe moteur (2) .....	32
Figure 29: Dessin d'ensemble groupe tendeur .....	33
Figure 30: Dessin d'ensemble contrepoids .....	34
Figure 31: a) Système de lubrification, b) schéma hydraulique .....	35
Figure 32: Les balancelles droite et gauche.....	35
Figure 33: Dessin d'ensemble balancelle .....	36
Figure 34: Ensemble élévateur .....	36
Figure 35: Dessin d'ensemble élévateur .....	37
Figure 36: Station d'arrêt .....	37
Figure 37: Système d'aiguillage.....	38
Figure 38: Evolution de FPPM.....	41

<b>Figure 39: Diagramme de Pareto .....</b>	<b>45</b>
<b>Figure 40: Démarche AMDEC .....</b>	<b>46</b>
<b>Figure 41: Les étapes de la MRP.....</b>	<b>57</b>
<b>Figure 42: Dessin de définition du pantographe .....</b>	<b>58</b>
<b>Figure 43: Dessin de définition des deux cames .....</b>	<b>59</b>
<b>Figure 44: Diagramme cause-effet de la déformation du pantographe et la fissuration de la came .....</b>	<b>60</b>
<b>Figure 45: Les côtes du Pantographe.....</b>	<b>61</b>
<b>Figure 46: Les côtes de : a) Came 1, b) Came 2 .....</b>	<b>62</b>
<b>Figure 47: Les modèles 3D.....</b>	<b>62</b>
<b>Figure 48: Définition du matériau des modèles .....</b>	<b>63</b>
<b>Figure 49: Les liaisons des 2 cames et le pantographe .....</b>	<b>64</b>
<b>Figure 50: La fixation des composants dans les zones rouges.....</b>	<b>64</b>
<b>Figure 51: L'application de 10Kn sur le pantographe et les deux cames .....</b>	<b>65</b>
<b>Figure 52: Le maillage des deux cames came et du pantographe.....</b>	<b>66</b>
<b>Figure 53: Les résultats de la répartition des contraintes du pantographe sur Catia V5 .....</b>	<b>67</b>
<b>Figure 54: Les résultats de la répartition des contraintes sur Catia V5 .....</b>	<b>67</b>
<b>Figure 55: Modèle proposé du pantographe .....</b>	<b>67</b>
<b>Figure 56: Résultat de la répartition des contraintes après le changement.....</b>	<b>68</b>
<b>Figure 57: Modèle proposé de la came 1 .....</b>	<b>69</b>
<b>Figure 58: Résultat de la répartition des contraintes après le changement.....</b>	<b>69</b>
<b>Figure 59: Modèle proposé de la came 2 .....</b>	<b>70</b>
<b>Figure 60: Résultat de la répartition des contraintes après le changement.....</b>	<b>70</b>
<b>Figure 61: L'emplacement des galets dans l'élévateur .....</b>	<b>71</b>
<b>Figure 62: Le dessin de définition des galets de guidage .....</b>	<b>72</b>
<b>Figure 63: Diagramme cause-effet du blocage et coincement des galets.....</b>	<b>73</b>
<b>Figure 64: Causes racine de problème.....</b>	<b>74</b>
<b>Figure 65: Dispositif de dosage pour 4 galets .....</b>	<b>76</b>
<b>Figure 66: Principe de fonctionnement de filtre à huile .....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 67: Le limiteur de pression .....</b>	<b>77</b>
<b>Figure 68: Modélisation du système de lubrification du groupe tendeur .....</b>	<b>78</b>
<b>Figure 69: Schématisation de la maintenance préventive .....</b>	<b>79</b>
<b>Figure 70: Les types de la maintenance préventive .....</b>	<b>80</b>

# Liste des tableaux

Tableau 1: Fiche signalétique .....	15
Tableau 2: Analyse QQQCP.....	23
Tableau 3: Les avantages et les inconvénients du convoyeur .....	26
Tableau 4: Les arrêts de convoyeur .....	39
Tableau 5: Résultats des calculs de TMP-TPPM-FPPM .....	41
Tableau 7: Tableau des arrêts cumulés .....	45
Tableau 8: Membre du groupe de travail.....	47
Tableau 9: Grille de cotation gravitée .....	48
Tableau 10: Grille de cotation de fréquence .....	48
Tableau 11: Grille de cotation de la détection.....	48
Tableau 13: Etude AMDEC de la station d'arrêt.....	49
Tableau 15: AMDEC de Groupe Moteur d'élévateur.....	51
Tableau 16: AMDEC d'Ensemble Panier d'élévateur .....	53
Tableau 18: Critère de criticité .....	54
Tableau 19: Résultats de l'AMDEC pour station d'arrêt .....	54
Tableau 20: Résultats de l'AMDEC pour l'élévateur.....	54
Tableau 21: Les caractéristiques du pantographe.....	58
Tableau 22: Les caractéristiques des deux cames.....	59
Tableau 23: La méthode QQCOQP des deux cames et du pantographe.....	59
Tableau 24: Les solutions proposées .....	60
Tableau 25: Résultats de maillage des modèles.....	66
Tableau 26: Les différentes caractéristiques des galets de guidage utilisé dans l'élévateur .....	72
Tableau 27: La méthode QQCOQP .....	73
Tableau 28: Plan de maintenance préventive des éléments les plus critiques .....	82

# Introduction générale

Proximité de l'Union européenne, population jeune et bien formée, coût de la main-d'œuvre adéquat, etc. Ce sont tous des facteurs qui représentent des points forts pour l'économie marocaine, qui ont poussé les multinationales, à s'installer au MAROC, et y implanter de grands projets et de lourds investissements.

Le groupe Renault n'a pas raté l'occasion, en implantant une nouvelle usine à TANGER, s'occupant non seulement de l'assemblage et du montage des véhicules, mais aussi de l'emboutissage et le matriçage de la tôle. Et pour assurer plus de productivité et de performance de ses produits, le groupe RENAULT cherche à fournir à ses clients au monde entier, le produit qu'ils souhaitent, le jour qu'ils prévoient, à moindre coût et en bonne qualité. C'est pour ça l'usine a installé le système de convoyeur aérien pour faciliter les tâches de l'acheminement de pièces lourdes ou encombrantes sur des points spécifiques de la chaîne de montage.

Ce projet de fin d'études s'inscrit dans la même perspective. En effet, ma mission consiste à mener une démarche d'amélioration et de résolution des problèmes pour diminuer le temps d'arrêt du convoyeur et augmenter le rendement opérationnel, on utilise la méthode DMAIC pour atteindre les objectifs désirés c'est une démarche très robuste dans la résolution et l'amélioration des processus industriels.

À la lumière de ce qui précède, le présent rapport de stage est structuré en Cinq grands chapitres. Le premier est consacré à la présentation de l'entreprise d'accueil et du procédé du département tôlerie. Le deuxième chapitre est réservé le première et la deuxième étape de la démarche DMAIC. Le troisième chapitre analyse de la problématique en utilise l'étude AMDEC de défaillance. Le quatrième chapitre concerne l'application de la phase d'innover par la proposition des actions amélioratrices. Finalement, le dernier chapitre contrôlé par l'élaboration des plans de maintenance préventive.

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

Ce premier chapitre a pour objectif de donner une vue générale du cadre de déroulement de mon projet de fin d'études. Il donnera une présentation du groupe RENAULT-NISSAN-MITSUBICHI, ensuite on aura une description des différentes phases du processus de fabrication. À la fin, on aura une présentation de département d'accueil TOLERIE.

## 1 Présentation du groupe Renault

Le groupe Renault est un constructeur automobile français depuis 1898. Présent dans 134 pays et il a vendu près de 3,9 millions de véhicules en 2018. Le groupe comprend aujourd'hui cinq marques : Renault, Dacia, Renault Samsung Motors, Alpine et LADA (figure 1).



Figure 1: Les marques commercialisées par le groupe Renault

Nissan et Mitsubishi constituent avec Renault un groupe de partenariat stratégique, appelé 'Renault Group', qui vivent aujourd'hui une alliance unique au monde dans l'univers automobile. En effet, Nissan a joint Renault depuis 1999. Alors que Mitsubishi a renforcé ce groupe en 2016. A partir de 2020, Renault Group s'appuie sur s'alliance pour accroître sa force de frappe en termes de produits d'activité et de technologie.

Le groupe a réalisé un chiffre d'affaires de 46,213 milliards d'euros en 2021. Par sa politique de qualité, Renault vise la conception, la fabrication et la commercialisation dans le monde entier de véhicules innovants, sûrs et respectueux de l'environnement.



Figure 2: Groupe Renault dans le monde

## 2 Présentation Renault-Nissan Tanger :

### 2.1 Historique :

En février 2008, Renault a célébré ses 80 ans de présence au Maroc, le groupe est leader du marché automobile local avec ses marques Dacia et Renault. En 2012, l'Alliance Renault-Nissan a inauguré un vaste complexe industriel situé à Tanger. Il s'ajoute à l'usine de Casablanca (SOMACA) dont Renault détient 80 %.

- 1er Septembre 2007 : Signature du protocole d'intention pour la création de l'usine Renault Tanger Méditerranée en présence de SM le Roi Mohamed VI.
- 16 Janvier 2008 : Création de Renault Tanger Méditerranée.
- 18 Janvier 2008 : Signature de l'accord-cadre avec le gouvernement marocain.
- 30 Octobre 2008 : Signature d'une convention entre le ministère du commerce de l'industrie et des nouvelles technologies, le ministère de l'économie et des finances, le ministère de l'emploi et de formation professionnelle et Renault Tanger méditerranée pour la création d'un centre de formation aux Métiers de l'automobile.
- 30 Octobre 2009 : Cérémonie officielle de pose de la première pierre de l'usine Renault Tanger Méditerranée.
- 12 Avril 2011 : Prix de la production lors de la cinquième édition des « SUSTAINABLE ENERGY EUROPEAN AWARDS 2011 ».
- 09 Février 2012 : La visite du Roi SM Mohamed VI.



Figure 3: Vue panoramique du site Renault Tanger

## 2.2 Fiche signalétique :

Raison sociale	Renault Tanger Exploitation
<b>Objectif social</b>	Fabrication d'automobile
<b>Statut juridique</b>	Société anonyme
<b>Secteur d'activité</b>	Industrie automobile
<b>Date de création</b>	16/01/2008
<b>Directeur général</b>	Mohamed BACHIRI
<b>Chiffre d'affaires</b>	5.5 milliards d'euros.
<b>Forme juridique et répartition du capital</b>	S.A. Caisse de Dépôt et de Gestion 47,6% Renault SAS 52,4% du capital de Renault Tanger Méditerranée
<b>Capacité de production</b>	340 000 véhicules par an
<b>Lignes de fabrication</b>	Tanger 1 et Tanger 2
<b>Effectif</b>	6 482 employés au 31 décembre 2020
<b>Superficie</b>	300 hectares, dont 220 hectares de bâtiments couverts
<b>Siège social</b>	Zone Franche, Melloussa, Province Fahs Anjra – Tanger
<b>Produits fabriqués</b>	- Lodgy (J92) - Sandero et Sandero Stepway - Dokker (F/K67) - Logan 2 MCV
<b>Certifications</b>	Usine 100% zéro émission, ISO 9001, ISO 14 001, RHP label (Risque hautement protégé)
<b>TEL / FAX</b>	+ 212 22 34 97 00 / + 212 22 34 98 81

Tableau 1: Fiche signalétique



Modèles produits : Lodgy, Sandero 3, Dokker, Renault Express

#### Production 2020

- **Lodgy** : 26 937 unités
- **Sandero 2** : 95 383 unités
- **Sandero 3** : 8 627 unités
- **Dokker** : 72 062 unités
- **Logan 2 MCV** : 6 769 unités
- **Renault Express** : 228 unités

Figure 4: Modèles fabriqués à Renault Tanger Exploitation

### 2.3 L'organigramme de l'usine :

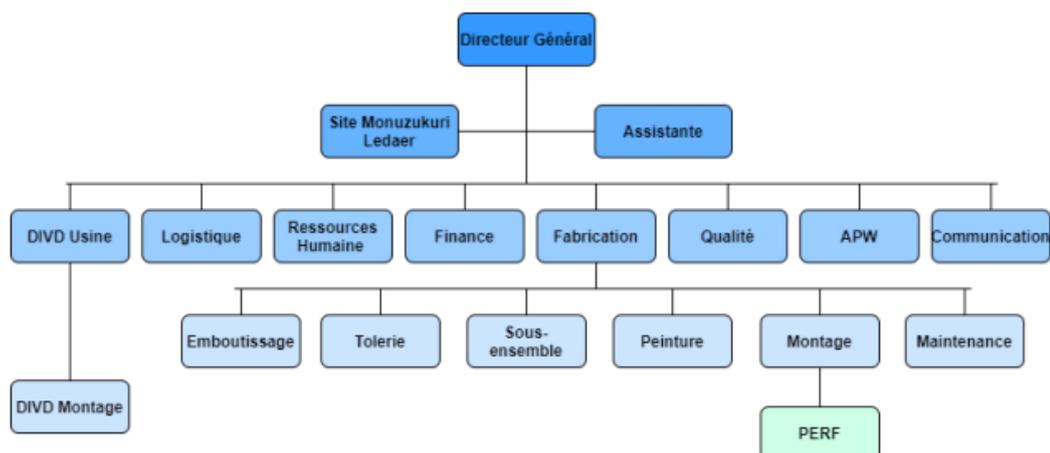


Figure 5: Structure et organigramme de l'usine

⇒ Mon stage a été effectué dans le département tôlerie.

### 2.4 Processus de fabrication :

Le site Renault Tanger Méditerranée est une usine complète réalisant l'emboutissage, la tôlerie, la peinture et le montage. Chaque phase se fait d'une manière indépendante dans un bâtiment et la liaison entre elles est assurée par la logistique. Avec un accès direct à la plateforme portuaire du port de Tanger Med, les véhicules qui sortiront des ateliers seront à 90 % destinés au marché international.

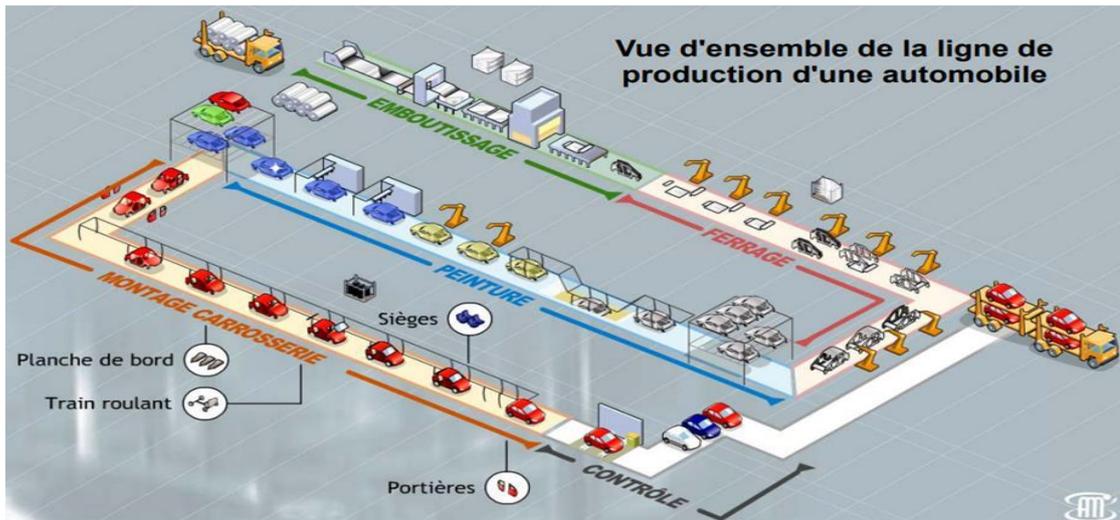


Figure 6: Processus de fabrication d'un véhicule

### 2.4.1 L'emboutissage :

C'est le point de départ de processus, la matière première arrive sous forme de bobines d'acier. Celles-ci sont déroulées puis découpées et frappées pour obtenir des pièces embouties. En effet, les bobines de tôles sont livrées à l'emboutissage par voie ferrée ou par camion avant d'être découpées en flancs puis passent sur une ligne de presses pour être emboutis, détournés, poinçonnés et calibrés. A la suite de ces opérations, les pièces sont prêtes à être utilisées en tôlerie en tant que composants de la caisse (côtés de caisse, capot, ...).



Figure 7: Département emboutissage

### 2.4.2 La tôlerie :

En utilisant la soudure, rivetage et d'autres techniques, ce département est chargé de la fabrication des caisses nues. Les pièces de tôle embouties précédemment sont assemblées entre elles pour former la carrosserie du véhicule, prête à peindre



Figure 8: Département Tôlerie

### 2.4.3 La peinture :

La peinture se fait dans un environnement clos où la caisse nettoyée passe dans différents bains protecteurs et subit plusieurs traitements avant de recevoir sa teinte définitive. En effet, le département peinture a pour mission de protéger la caisse contre la corrosion et de lui donner son aspect final. Après le traitement anticorrosion par immersion, le mastic est appliqué sur les jonctions de tôle. Une couche d'apprêt, de base colorée et de vernis est appliquée sur la caisse afin d'obtenir sa teinte avant l'injection de la cire dans les corps creux.



Figure 9: Département Peinture

#### 2.4.4 Le montage :

C'est la dernière étape du processus de fabrication où la caisse peinte reçoit ses composants intérieurs et son groupe motopropulseur. Tous les éléments mécaniques sont assemblés lors de cette étape, en plus de la miroiterie, le poste de conduite et l'habillage intérieur, en parallèle, des ateliers de préparation permettent l'assemblage des sous éléments, comme les châssis et les roues, la finition et les retouches sont aussi prévues lors de cette dernière phase.



Figure 10: Département montage

#### 2.4.5 Sous-ensembles et sièges :

Ces deux départements représentent un support au processus principal en assurant la disponibilité des sièges véhicules, et les supports d'échappement pour la partie motorisation.



Figure 11: Sous-ensembles

## 2.4.6 Département logistique :

Elle se concrétise dans les ponts, tunnels et toute forme de transport interne que ce soit au sein du département ou pour assurer le déroulement du cycle entre les différents départements de façon fluide et rapide. Au niveau du montage, elle s'occupe de l'alimentation par les différentes pièces nécessaires pour l'assemblage des véhicules.

## 2.5 Département d'accueil :

Comme nous avons déjà indiqué le département tôlerie représente la 2ème étape du processus de fabrication d'une voiture. Il a pour rôle d'assembler les pièces embouties pour former la carrosserie de la caisse, avant de passer à la peinture. La tôlerie est constituée par deux sous-départements selon la gamme produite, chacune composée de cinq ateliers : Sous-Bassement, Côté de caisse, Assemblage général, Ouvrants, Ferrage, ils ont un processus de fabrication symétrique :

- Tanger 1 : la production du Renault express
- Tanger 2 : la production du Dacia Sandero et Sandero STEPWAY

Les éléments de la carrosserie, reçus du département emboutissage, sont assemblés en utilisant plusieurs techniques d'assemblage tels que : Soudage par points ou soudage par résistance, Soudage sous flux gazeux, Soudage goujons et rivetage, Encollage, Sertissage des ouvrants et Rivetage.

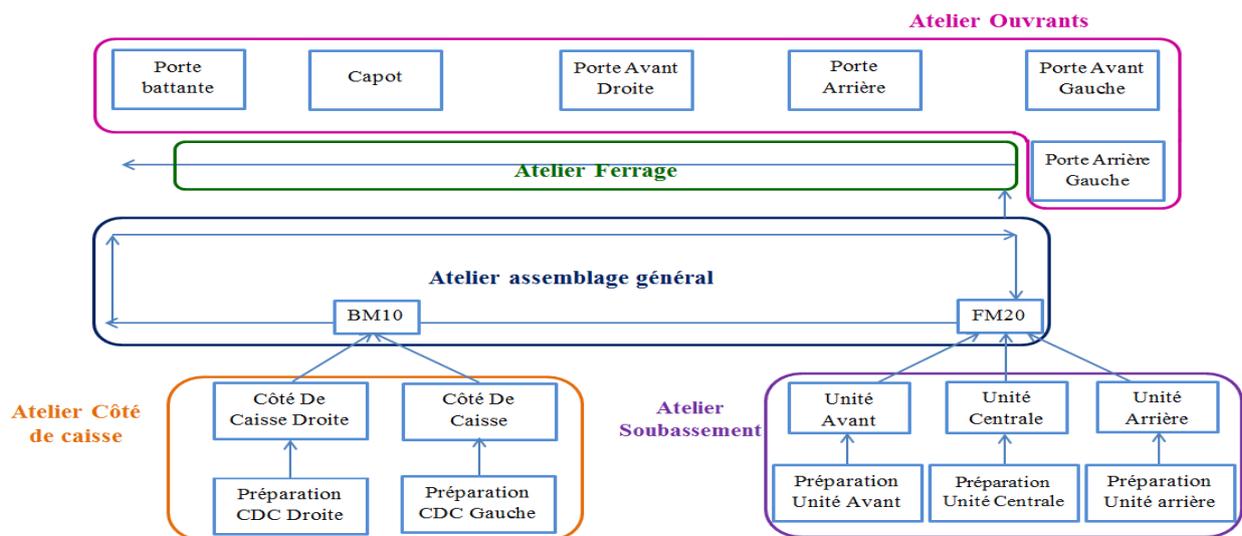


Figure 12: Les ateliers de la première ligne : Tanger 1

Dans un premier temps, des sous-ensembles (unit avant, unit centrale, unit arrière) sont réalisés dans l'atelier soubassement pour former la base roulante de la caisse. C'est la première étape de construction de la caisse (FM).

Ensuite les côtés de caisses, le pavillon et différentes pièces (traverses, jupe arrière, façade avant) sont montés dans la deuxième partie de la ligne assemblage général (BM). A la fin de la ligne ferrage, des contrôles et d'éventuelles retouches sont effectués afin de s'assurer de la conformité de la caisse ferrée.

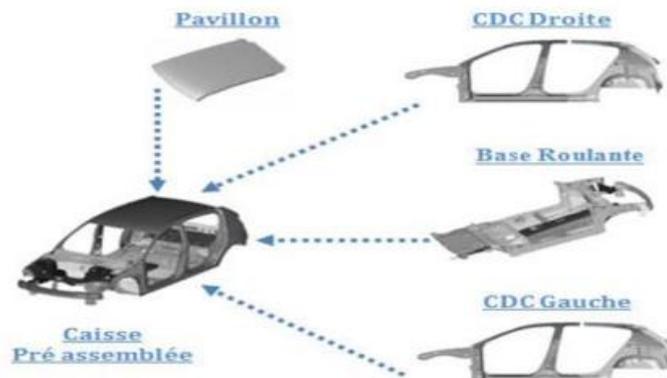


Figure 13: Assemblage général de la caisse

Savoir les procédés de l'usine est un grand atout pour développer notre culture générale à propos de l'industrie automobile. Cette présentation étant conclue, pour commencer le deuxième chapitre dans lequel nous allons définir le cahier de charge, la problématique, ces causes racines et les analyser.

# **Chapitre 2: DMAIC: Définir et Mesurer la problématique du projet**

L'objectif de ce chapitre est de définir le contexte du projet, je présenterai d'une part la démarche suivie pour la réalisation de ces objectifs, d'autre part la problématique et le cahier des charges ainsi que les objectifs à atteindre. Et à la fin une mesure prévisionnelle du projet.

## 1 DMAIC : Définir la problématique :

### 1.1 Description de la problématique :

Afin de mieux suivre l'ensemble du projet, il est nécessaire de définir le problème avant d'entamer toute autre opération.

À cette fin, QQQQCP (Qui, Quoi ? Où ? Quand ? Comment ? Pourquoi ?) A été mis en œuvre afin de déterminer la portée du projet, les acteurs majeurs et essentiels, ainsi de rendre le problème factuel et détaillé en termes de description.

Quoi ?	Améliorer la fiabilité de convoyeur aérien.
Qui ?	Service de maintenance
Où ?	Département tôlerie
Quand ?	Lorsque l'équipement fait arrêter la production dans la zone
Comment ?	A travers des plans de maintenances préventives.
Pourquoi ?	Diminuer les pannes

Tableau 2: Analyse QQQQCP

### 1.2 Cahier des charges

#### 1.2.1 Projet

" Amélioration de la fiabilité de convoyeur aérien du département Tôlerie "

#### 1.2.2 Objectif du projet

Le département Tôlerie est souvent confronté à des problèmes au niveau du convoyeur aérien. Ils sont siège à plusieurs pannes qui affectent la productivité de cet atelier.

Notre objectif étant d'assurer une production en continue, en réduisant le nombre de pannes du convoyeur aérien d'où l'augmentation de leurs disponibilités, cela nous pourra être réalisé que par l'étude des différents dysfonctionnements observés de cet équipement, et puis par la proposition des mesures soient amélioratrices ou préventives pour augmenter la disponibilité.

### 1.2.3 Périmètre du projet

Nous nous concentrons sur le convoyeur aérien.

### 1.2.4 La méthode utilisée : DMAIC

La méthode DMAIC est le squelette de notre étude, il permet la résolution d'un problème pour atteindre les objectifs désirés.

La démarche DMAIC agit, avec ses boîtes à outils, comme un filtre qui permet de passer d'un problème complexe comprenant de nombreuses variables non maîtrisées à une situation où la qualité est maîtrisée.

Cette approche est basée sur cinq démarches suivantes :

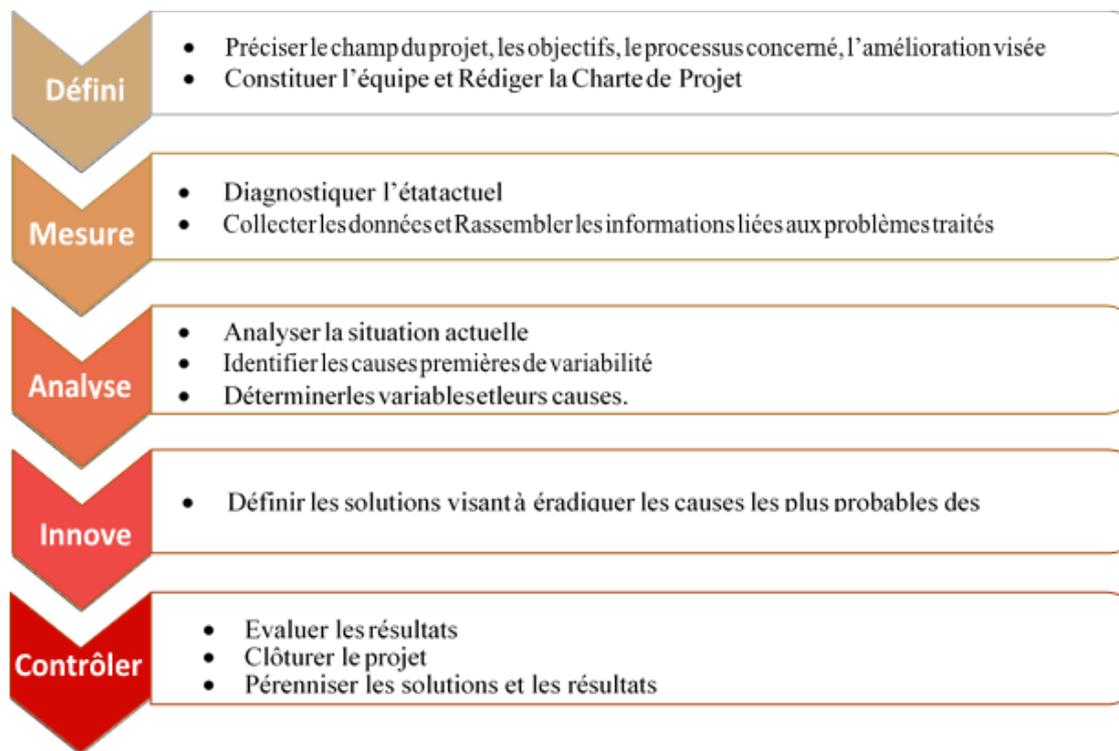


Figure 14: La méthode DMAIC

Donc les étapes de réalisation de projet sont :

#### 1- Définir :

- Descriptif fonctionnel du convoyeur aérien.

#### 2- Mesurer :

- Montrer que le convoyeur aérien est le plus critique.
- Calcul de fiabilité du convoyeur aérien.

### 3- Analyser :

- Faire une étude AMDEC des composants critiques du convoyeur aérien.

### 4- Innover :

- Proposition des améliorations de certains composants afin d'augmenter la disponibilité du convoyeur aérien.

### 5- Contrôler :

- Elaboration du plan de maintenance.

## 1.2.5 Planification du projet

Afin de réaliser le projet dans les délais établis par la convention de stage, il fallut définir les étapes essentielles et estimer le temps à consacrer pour chacune. Pour cela, j'ai utilisé le logiciel GANTT Project afin de représenter les différentes tâches et visualiser le planning à prévoir.

Voici donc le détail du travail à effectuer ainsi que son organisation :

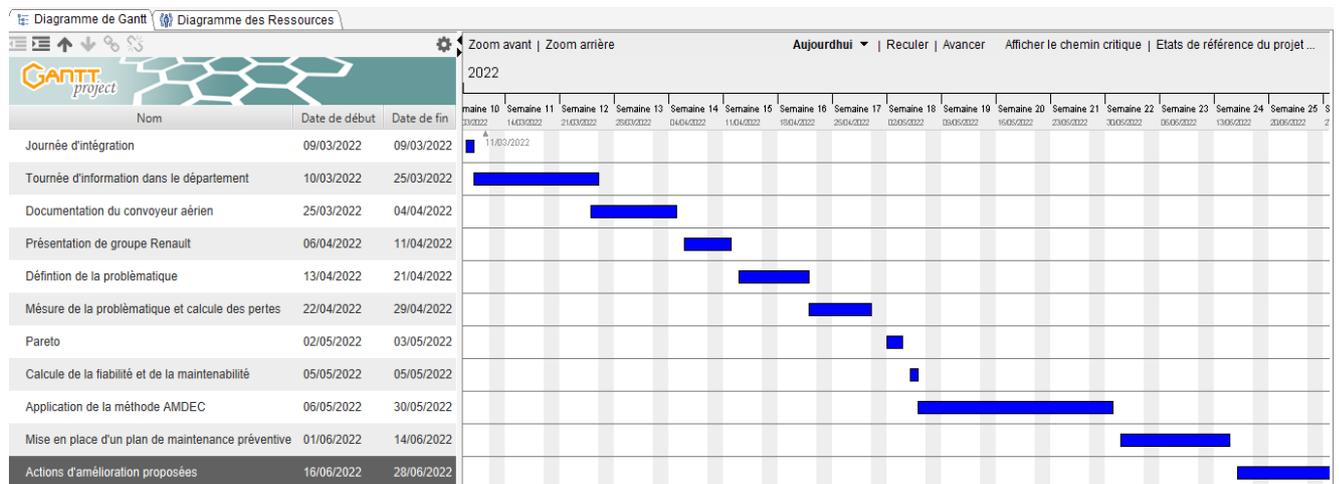


Figure 15: Diagramme de Gantt

## 1.3 Description du convoyeur :

Le convoyeur à chaînes complète avantageusement la gamme des transporteurs à courroie. On le rencontre dans tous les types d'industrie. Facilement adaptable, sa conception est généralement très dépouillée, robuste. Il a beaucoup de qualités.

### 1.3.1 Les types de convoyeur aérien

- **Convoyeur Horizontal :** Les convoyeurs horizontaux sont proposés pour tout transport horizontal, des longueurs et capacités plus importantes.
- **Convoyeur incliné:** Les convoyeurs inclinés sont une excellente solution économique pour transporter des matériaux et pour une capacité très élevées.
- **Convoyeur vertical:** Est omniprésent dans la grande majorité des installations de manutention des produits en vrac car il est capable de tous les transporter à quelques exceptions comme la manutention des produits très fins.

Type	Avantage	Inconvénient
Horizontal	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Qualité industrielle de la galvanisation</li> <li>- Etanche pour installation extérieure</li> <li>- Augmente la durée de vie, et diminue le bruit</li> <li>- Entraînement par motoréducteur, faible encombrement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motorisation unique pour transport horizontal</li> <li>- Bruit</li> </ul>
Incliné	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Répond à de nombreuses solutions de transport</li> <li>- Qualité industrielle de galvanisation</li> <li>- Entraînement par courroie ou motoréducteur</li> <li>- Protection moteur</li> <li>- Encombrement d'entrée très basse</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Motorisation unique pour transport incliné</li> <li>- bruit</li> </ul>
Vertical	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Entraînement par courroie ou motoréducteur</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Bruit</li> </ul>

Tableau 3: Les avantages et les inconvénients du convoyeur

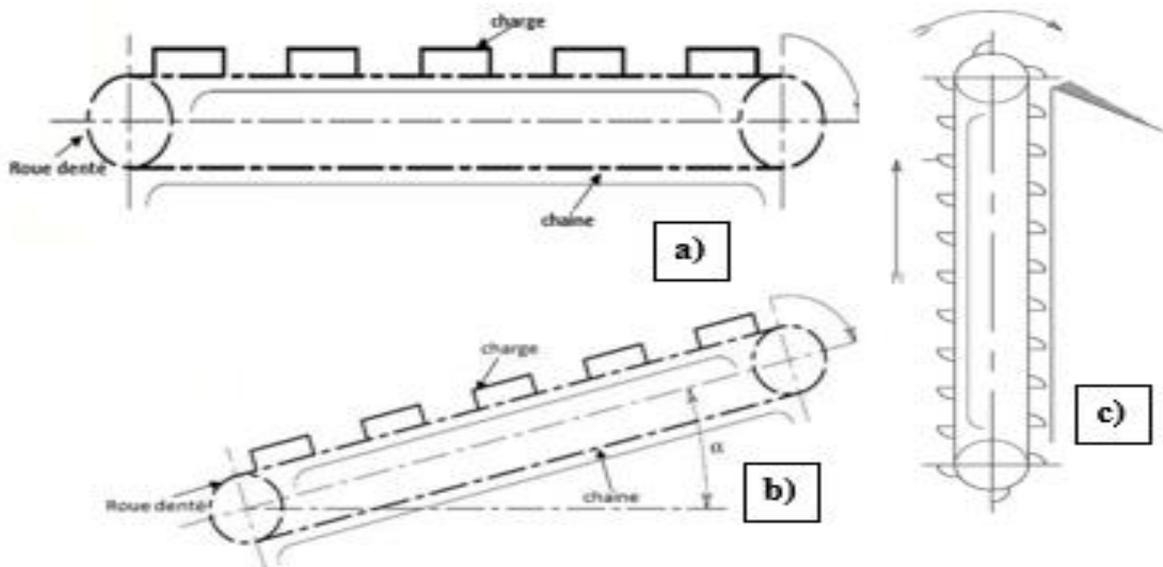


Figure 16: a)convoyeur horizontal, b) convoyeur incliné, c) convoyeur vertical

– **Convoyeurs aériens à chariots et à chaîne:**

Deux types de convoyeurs aériens à chariots et à chaîne sont d'usage courant dans la plupart des installations.

Il s'agit de convoyeurs aériens à chariots à service intense et moyen qui consistent en des chariots raccordés par une chaîne circulant sur une poutre (**Figure 16 : a**)), et de systèmes aériens à service léger dans lesquels le chariot et la chaîne d'entraînement se déplacent sur un rail à créneaux fermé (**Figure 16 : b**)). Dans les deux cas, des crochets spéciaux ou des transporteurs suspendus à la chaîne sont utilisés pour transporter la charge. Il peut s'agir de systèmes simples utilisés pour transporter des produits d'un poste de travail à un autre ou de systèmes complexes pouvant acheminer les produits dans des voies multiples, assurer des opérations intermittentes et l'accumulation. Ces systèmes peuvent également assurer le stockage aérien du produit entre deux activités de production.

Les systèmes à service intense et moyen sont d'usage courant dans l'industrie automobile et d'autres industries de fabrication pour acheminer les produits vers différents postes de travail, comme les bains de trempe et les cabines de peinture au pistolet.

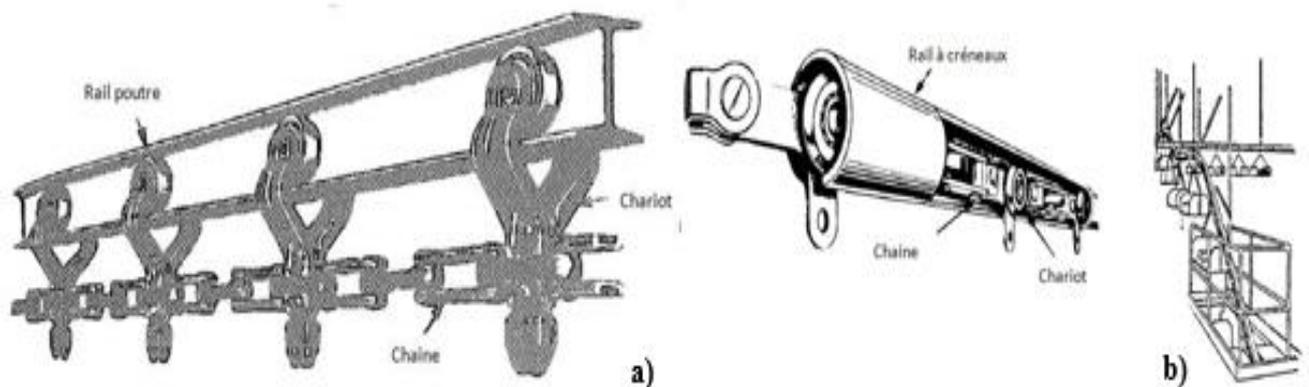


Figure 17: a)Système à service léger, b) Système à chaîne à service intense

→ **L'usine Renault de Tanger utilise le convoyeur aérien à chariots à service intense dans le département tôlerie et dans le département Montage.**

### 1.3.2 Les zones du convoyeur

Le convoyeur aérien a chariot se décompose en 6 zones essentielle ce qui montre la figure suivante :

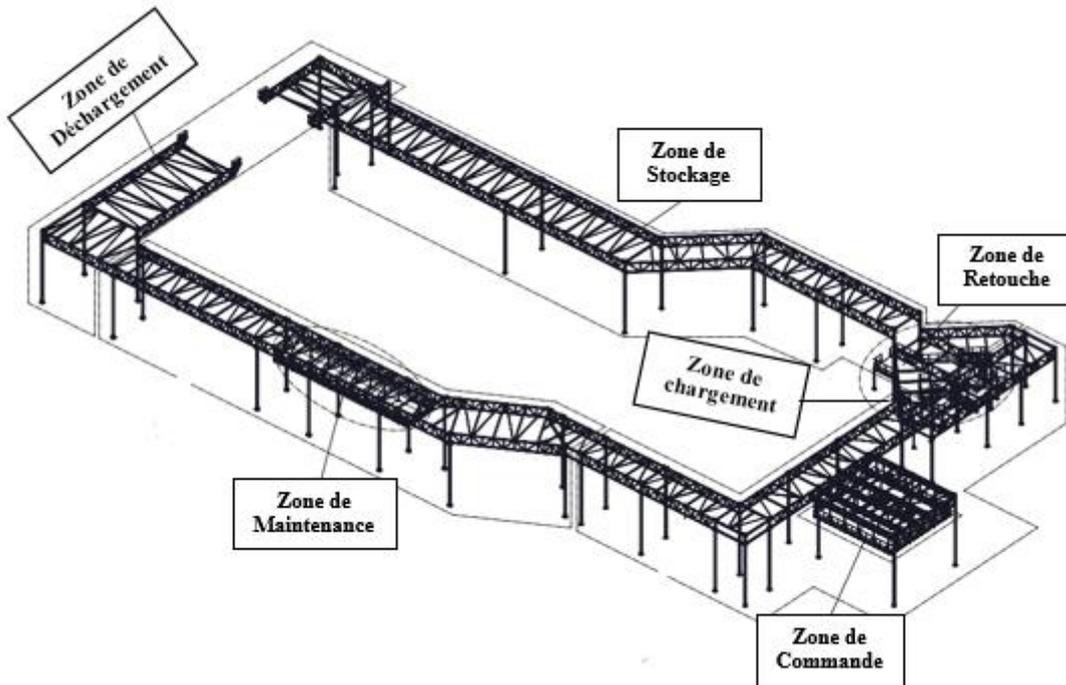


Figure 18: Les différentes zones constituantes de convoyeur aérien

- 1- **Zone de commande** : contient le groupe moteur et le group tendeur et le système de lubrification, c'est la partie commande du convoyeur.

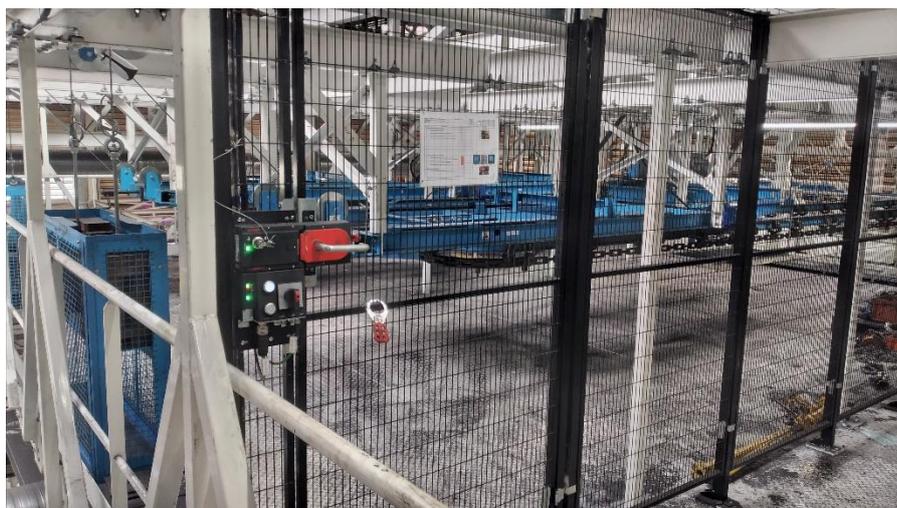


Figure 19: Zone de commande

2- **Zone de chargement** : où les côtés de caisse se chargent aux balancelles par des robots.



Figure 20: Zone de chargement

3- **Zone de retouche** : les opérateurs vérifient l'état de la surface des côtés de caisse.



Figure 21: Zone de retouche

4- **Zone de stockage** : capacité de stockage presque 14 côtés de caisse.



Figure 22: Zone de stockage

- 5- **Zone de déchargement** : les deux côtés de caisse se déchargent pour les assembler avec la base roulante de la caisse.

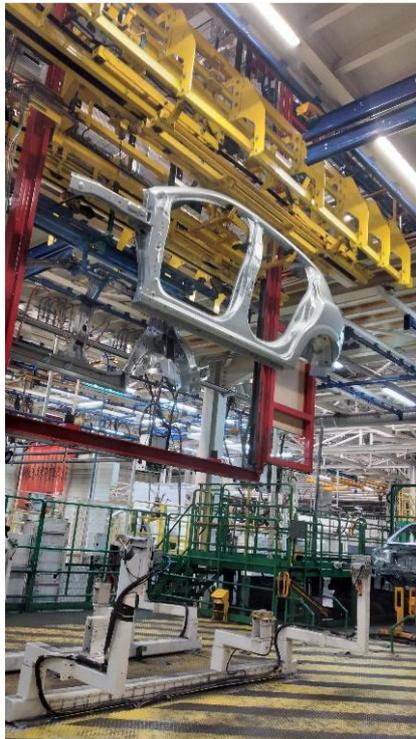


Figure 23: Zone de déchargement

- 6- **Zone de maintenance** : permet de maintenir les problèmes des balancelles.



Figure 24: Zone de maintenance

### 1.3.3 Les composants principaux de convoyeur à chariots à service intense

#### 1.3.3.1 La chaîne à bloc

La chaîne a deux fonctions générales : La transmission de puissance et le transport sur convoyeur. Les principales industries utilisant la chaîne a bloc surtout l'industrie automobile. Les qualités recherchées pour une chaîne sont : la résistance à la tension, à la fatigue, à l'abrasion et à l'environnement, la facilité de maintenance et exercer un effort important de traction.



Figure 25: Chaîne à bloc

#### 1.3.3.2 Ensemble groupe moteur

Le groupe moteur est un élément propre dans le système de convoyeur aérien permet de convertir l'énergie électrique en Energie mécanique voulu.



Figure 26: Groupe moteur

Ce système se compose de:

- 1- /2 Châssis : Cadre destiné à maintenir le groupe moteur et la chaîne CATERPILLAR.
- 3- Sous ensemble groupe tension : transmet la puissance à la chaîne CATERPILLAR.
- 4- /7- Sous ensemble limiteur de couple : permet d'éviter les dommages consécutifs à un blocage de la chaîne ou un enrayement du moteur.
- 5- Sous ensemble rail 4 équipé : ensemble des profils qui permettent le guidage de la chaîne CATERPILLAR du convoyeur.
- 6- Sous ensemble batterie rouleaux : assure le contact entre la chaîne du convoyeur et sous ensemble groupe tension (3).
- 8- Sous ensemble régulation chaîne : un système qui permet de tendre la petite chaîne pour assurer le contact entre les deux chaînes.

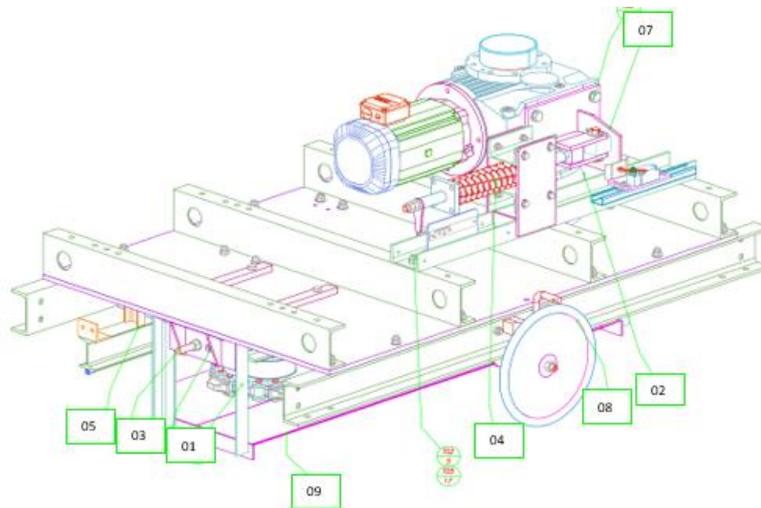


Figure 27: Dessin d'ensemble groupe moteur (1)

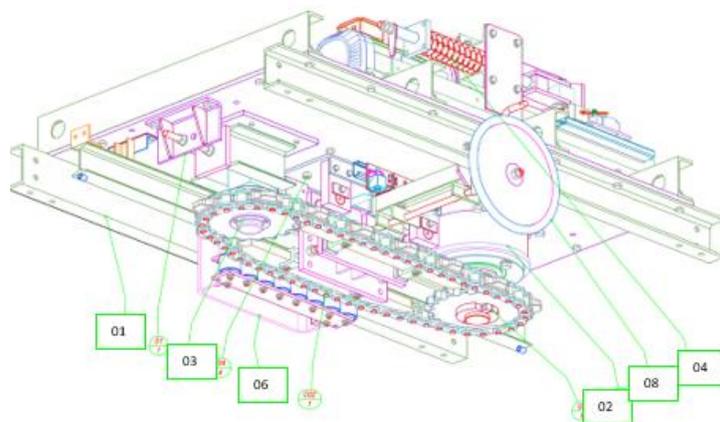


Figure 28: Dessin d'ensemble groupe moteur (2)

### 1.3.3.3 Ensemble groupe tendeur

Le tendeur de chaîne est installé à côté du groupe moteur. Son rôle est de retenir la chaîne dans sa position de travail, évitant ainsi son relâchement, ou la détend pour faciliter aux techniciens sa maintenance.

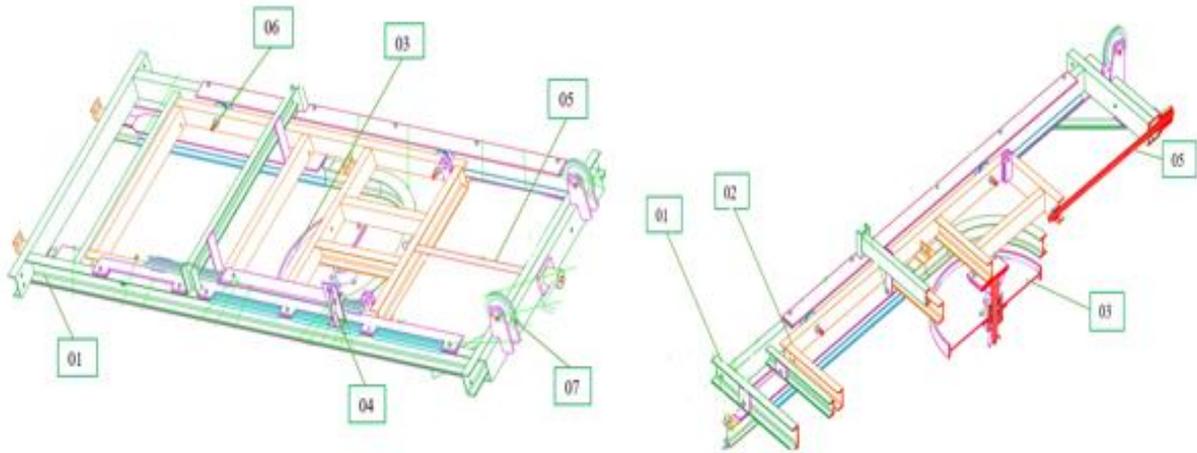


Figure 29: Dessin d'ensemble groupe tendeur

01- Châssis fixe

02- Châssis mobile

03- Ensemble Roue.

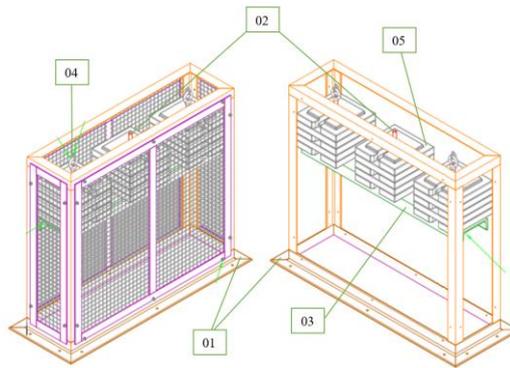
04- Support détecteur : permet la détection d'un allongement de la chaîne ou un relâchement pour donner l'information au moteur pour arrêter le système du convoyeur.

05- Support proche tendeur.

06- Ensemble roue permet le guidage tendeur

07- Poulie contreponds : lier au contreponds

S'il y a un allongement de la chaîne ou un relâchement, le détecteur de fin de course (04) donne l'information au moteur pour arrêter le système convoyeur, et pour régler le problème, on ajoute des contreponds qui sont liés aux ensemble groupe tendeur par des câbles qui ont attaché par les poulies (07).



**Figure 30: Dessin d'ensemble contrepoids**

- 01- Châssis du contrepoids.
- 02- Tige filtré.
- 03- Traverse contrepoids.
- 04- Protecteur du câble du contrepoids.
- 05- Les contrepoids.

#### **1.3.3.4 Système de lubrification :**

Sur toutes les chaînes, le frottement le plus important se produit entre l'éclisse de chaîne et les tourillons, au point de transmission des forces. Un manque de lubrification entraîne une usure précoce de la chaîne et sa rupture. Le résultat est une perte de production liée à d'importants coûts. La condition essentielle à un fonctionnement optimal et une longue durée de vie de la chaîne est une lubrification adéquate et efficace.

L'installation de lubrification automatique de chaîne apporte une quantité de lubrifiant avec précision et la déposer exactement à l'endroit de la chaîne qui doit être lubrifié.

Les composants de système sont :

- 01- Réservoir de l'huile.
- 02- Système hydraulique : transmet l'huile de réservoir vers la chaîne CATERPILLAR.
- 03- Groupe pignon chaîne : a pour objectif à déterminer la position des articulations de la chaîne CATERPILLAR pour les lubrifier.
- 04- Vérin : monte ou descend le composant 03.

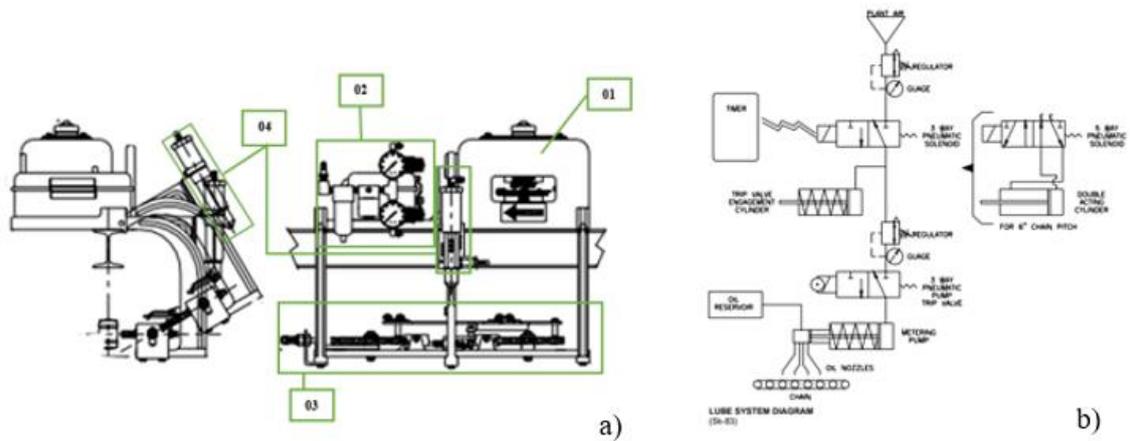


Figure 31: a)Système de lubrification, b) schéma hydraulique

### 1.3.3.5 Ensemble balancelle :

La balancelle a pour objectif de transporter les côtés de caisse de la zone de chargement vers la zone de déchargement.

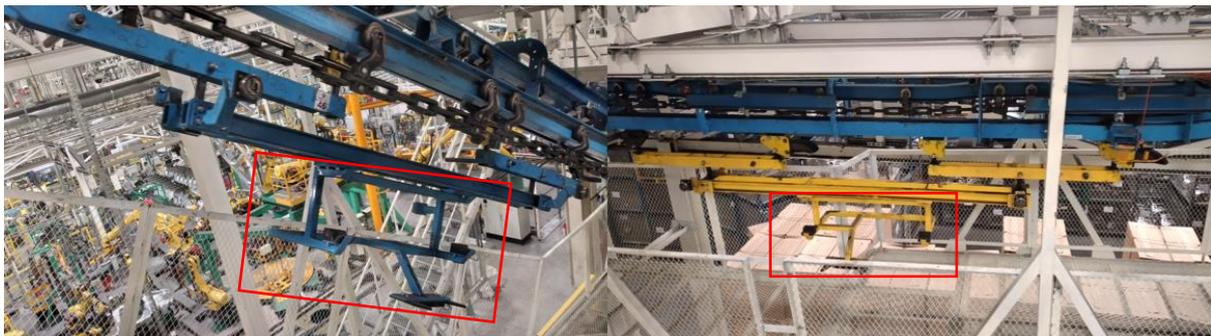


Figure 32: Les balancelles droite et gauche

Les composants de la balancelle :

- 01- Sous ensemble barre transport : glisse dans le profil de convoyeur et elle a une tête de chien où la station d'arrêt peut la bloquer.
- 02- Sous ensemble structure balancelle.
- 03- Sous ensemble balancelle côtés de caisse droite (bleu) : cet ensemble est différent de celle de l'ensemble CDC gauche (jaune), pour aider le système d'aiguillage de diriger les CDC à ces positions exacts vers la zone de déchargement.

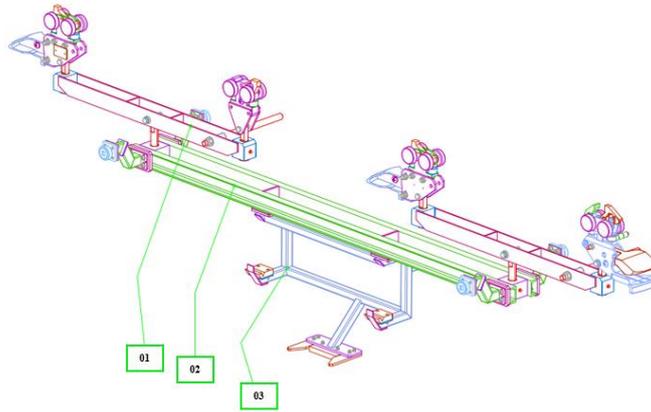


Figure 33: Dessin d'ensemble balancelle

### 1.3.3.6 Ensemble élévateur :

L'ensemble élévateur est un équipement existe dans la zone de déchargement, et sa fonction est : descendre les côtés de caisse vers deux opérateurs pour les assembler avec la base roulante de la caisse.



Figure 34: Ensemble élévateur

Les composants principaux de l'ensemble élévateur :

- 01- Ensemble panier : détecte la présence de la balancelle en suite la positionner au milieu.
- 02- Ensemble groupe moteur : monte ou descende l'ensemble panier.

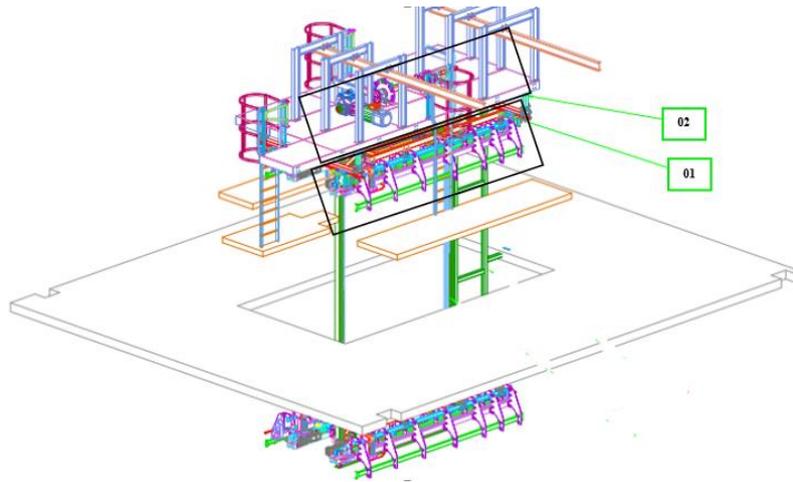


Figure 35: Dessin d'ensemble élévateur

### 1.3.3.7 Ensemble station d'arrêt :

L'ensemble station d'arrêt c'est l'équipement qui organise le mouvement des balancelles.

01- Cadre

02- Pantographe : détecte l'existence de la balancelle.

03- Vérin double effet : assurer le mouvement de la came.

04- La came : permet de bloquer ou débloquer le mouvement de la balancelle.

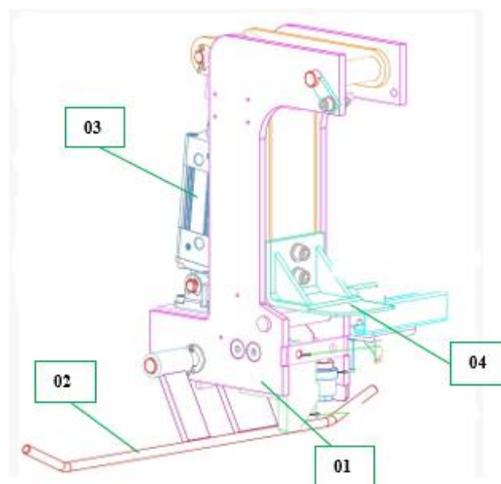


Figure 36: Station d'arrêt

### 1.3.3.8 Système d'aiguillage

Son rôle est de contrôler le passage des balancelles sur la bonne voie.



Figure 37: Système d'aiguillage

## 2 DMAIC : Mesurer la problématique :

Cette étape permet de mesurer les entrées et les sorties clefs du processus, définir les performances de base et déterminer où sont les opportunités d'actions.

Cette étape se décompose deux parties :

- Critère du choix de la problématique, on calcule les pertes en terme cout et en terme véhicules à cause des arrêts du convoyeur.
- Deuxièmement on va évaluer la performance du convoyeur.

### 2.1.1 Les arrêts du convoyeur :

En se basant sur les données de 01/01/2022 à 30/04/2022 concernant les arrêts des convoyeurs, une étude des pertes a été effectuée par la société et les résultats se présentent dans le tableau :

Effet	Nombre d'arrêt	Somme de Durée
B09 Défaut Butée	152	04:04:26
B22 Défaut Butée	145	02:12:14
TR01 Défaut variateur	100	05:38:19
B12 Défaut Butée	58	01:40:39
EL01 Défaut variateur	52	00:16:00
B06 Défaut lecture étiquette RFID	33	02:04:29
B21 Défaut Butée	19	00:07:48
B25 Défaut lecture RFID	18	00:16:08
M01 Défaut Détecteur M01FPP2	15	00:12:52
B11 Défaut déverrouillage zone droite	13	00:30:04
B19 Défaut Butée	13	00:17:48
M02 Défaut Détecteur M02FPP2	11	00:02:39
M01 Défaut Détecteur M01FPP1	10	00:06:43
B20 Défaut Butée	9	00:24:38
B11 Défaut Butée	9	01:14:52
B19 Défaut Photocellule Crochet Droit	8	00:02:04
B25 Défaut identification crochet	8	00:15:30
CH01 Défaut Contrôle Allongement Chaîne	7	01:02:49
B02 Défaut Identification Crochet	7	00:58:12
CH02 Défaut Contrôle Allongement Chaîne	7	00:44:55
B17 Défaut Butée	7	00:09:57
M01 Défaut Appuis	6	00:18:23
B27 Défaut Butée	5	00:06:05
Déf. Bus PROFINET	5	00:22:02
M02 Défaut Détecteur M02FPP1	4	00:00:50
CH01 Défaut Contrôle Surcharge	4	00:24:36
Perte marche AUTO zone	3	00:11:10
M02 Défaut Appuis	3	00:00:40
B11 Défaut Aiguillage entrée stock en EPI	3	01:02:01
B06 Défaut Retraçage	3	00:36:25
B18 Défaut Butée	2	00:11:53
Perte marche AUTO zone	2	00:15:33
B24 Défaut Butée	2	00:00:08
Déf. Carte de sécurité élévateur EL01	2	00:01:46
Perte marche cycle zone	1	00:10:57
B05 Défaut identification crochet	1	00:02:35
CH02 Défaut Contrôle Surcharge	1	00:07:46
Déf. Evacuation Crochet en trop entre B00 et B01	1	00:36:13
Déf. Sécurité air	1	00:02:10
TR01 Défaut Transfert	1	00:07:54
B35 Défaut Butée	1	00:08:41
B00 Défaut Butée	1	00:00:04
AG3 Défaut Aiguillage	1	00:00:32
<b>Total</b>	<b>761</b>	<b>27 :11 :30</b>

Tableau 4: Les arrêts de convoyeur

Chaque **1,75** minutes un véhicule sort de l'usine, chaque véhicule tire **5000** euros de bénéfice.

Les pertes en véhicules :  $(1631,5 \text{ min}/1.75(\text{min}/\text{véhicule})) = \mathbf{933 \text{ véhicules}}$ .

Les pertes en euro lors de ces arrêts  $5000*933 = \mathbf{4.665.000 \text{ Euros}}$  à cause de convoyeur.

Les pertes en dirham **46.650.000 DH**, avec 27 h : 11 min : 30 s = 1631,5 min.

### 2.1.2 Evaluation de la performance de convoyeur aérien

Pour évaluer la performance de convoyeur de la ligne de production, nous allons calculer le FPPM, TMP et le TPPM qui sont des indicateurs de performance utilisés dans le standard Renault pour atteindre d'objectif voulu par semaine.

Le calcul de ces éléments sera effectué à partir de l'historique des pannes pour les débuts de l'année 2022.

→ **Fréquence d'arrêt propre pour panne pour 1000 pièces : FPPM**

$$FPPM = \frac{NP}{NPR} \times 1000 = \frac{\text{nombre de pannes}}{\text{nombre de pièces réalisées pendant le temps requis}} \times 1000$$

→ **Temps moyenne de panne : TMP = MTTR**

$$TMP = \frac{TP}{NP} = \frac{\text{Temps de panne ou temps d'arrêt propre pour panne}}{\text{Nombre de pannes}}$$

- Unité : min

→ **Temps de pannes pour 1000 pièces : TPPM**

$$TPPM = \frac{TP}{NPR} \times 1000 = FPPM \times TMP$$

→ **L'objectif de l'usine c'est que la fréquence d'arrêt propre pour 1000 pièce doit être approchée de 10.**

**Résultats obtenus :**

On a les résultats suivants depuis 01/01/2022 à 30/04/2022 (S03-S21)

Convoyeur CDC	FPPM	TMP	TPPM
S03	40	2,77	110,8
S04	30	2,43	72,9
S06	11	1,06	11,66
S07	46	0,754	34,684
S08	39	0,958	37,362
S09	25	1,08	27
S10	14	1,062	14,868
S11	13	0,262	3,406
S12	31	0,213	6,603
S13	27	0,906	24,462
S14	37	1,328	49,136
S15	67	1,413	94,671
S16	8	1,938	15,504
S17	12	1,481	17,772
S18	55	0,662	36,41
S19	71	0,727	51,617
S20	10	0,76	7,6
S21	45	1,794	80,73

Tableau 5: Résultats des calculs de TMP-TPPM-FPPM

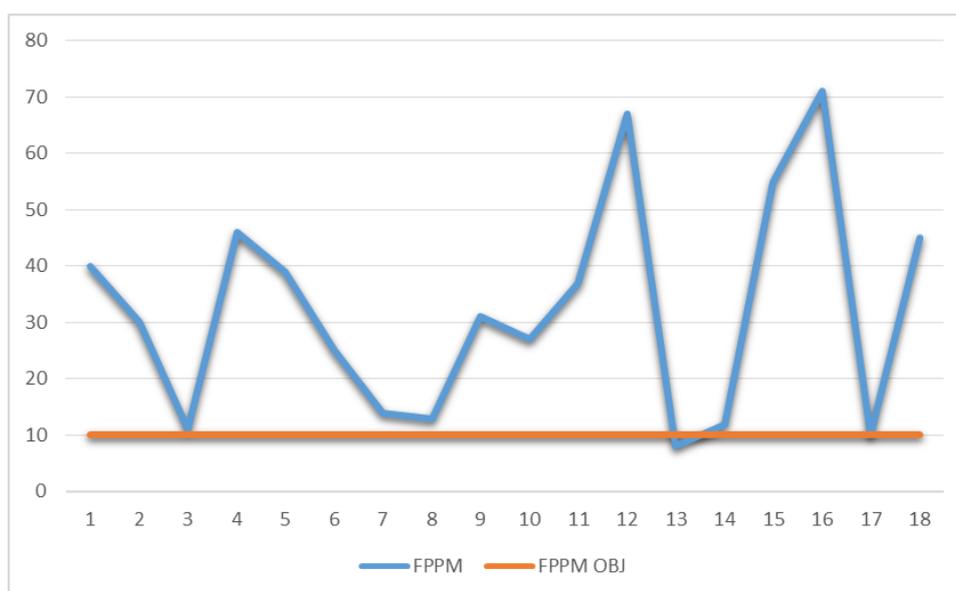


Figure 38: Evolution de FPPM

Après le diagramme de l'évolution de FPPM la fréquence d'arrêt propre pour 1000 pièce devient plus loin de 10 dans les dernières semaines (15, 16 et 18). Alors notre objectif c'est d'atteindre l'objectif de l'usine et d'approcher le FPPM de 10.

→ **C'est à cause de ces pertes (46.650.000 DH) et la diminution de sa performance que mon projet a été mis en place.**

Lors de ce chapitre j'ai pu définir, le contexte du projet et cerner sa problématique afin de déterminer des objectifs atteignables durant la période du stage, de décomposer le projet dans des tâches à accomplir en se basant sur un plan de travail.

# **Chapitre 3 : DMAIC : Analyse de défaillance**

Dans une installation industrielle, le niveau de maintenance fourni à un équipement est lié directement à la disponibilité fixée comme objectif. Ainsi, tous les équipements critiques ne doivent pas tomber en panne ou, au moins la défaillance doit être détectée et corrigée rapidement.

Ce chapitre a pour objectif de déterminer les composants du convoyeur les plus tombent en pannes et les modes de défaillances de ces équipements en utilisant la méthode AMDEC qui vise à garantir la fiabilité, la disponibilité et la sécurité de ces composants par la maîtrise des causes de défaillances.

## **1 Les composants critiques du convoyeur :**

Le diagramme de Pareto est un graphique représente l'importance de différentes causes d'un problème. Ce diagramme permet de mettre en évidence les causes les plus importantes sur le nombre total d'effet et ainsi de prendre des mesures ciblées pour améliorer une situation.

Il permet aussi de choisir visuellement le problème à traiter en travaillant sur des données factuelles chiffrées. Il est basé sur la loi des 80/20 : 80 % des problèmes dans une entreprise sont occasionnés par 20 % des causes.

Ce diagramme se présente sous la forme d'une série de colonnes triées par ordre décroissant. Elles sont généralement accompagnées d'une courbe des valeurs cumulées de toutes les colonnes.

Ce diagramme est construit en quatre étapes :

- Collecte des données
- Classement des données au sein de catégories
- Calcul du pourcentage de chaque catégorie par rapport au total
- Tri des catégories par ordre d'importance

Le tableau suivant représente le pourcentage cumulé des arrêts du convoyeur de 01/01/2022 à 30/04/2022 :

D'où le tableau suivant :

Composant	Nombre d'arrêt	%cumulé
<b>Station d'arrêt</b>	522	69%
<b>Élévateur</b>	204	95%
<b>Groupe Tendeur</b>	20	98%
<b>Sécurité</b>	9	99%
<b>Automate</b>	5	100%
<b>Aiguillage</b>	1	100%
<b>Total</b>	761	

Tableau 6: Tableau des arrêts cumulés

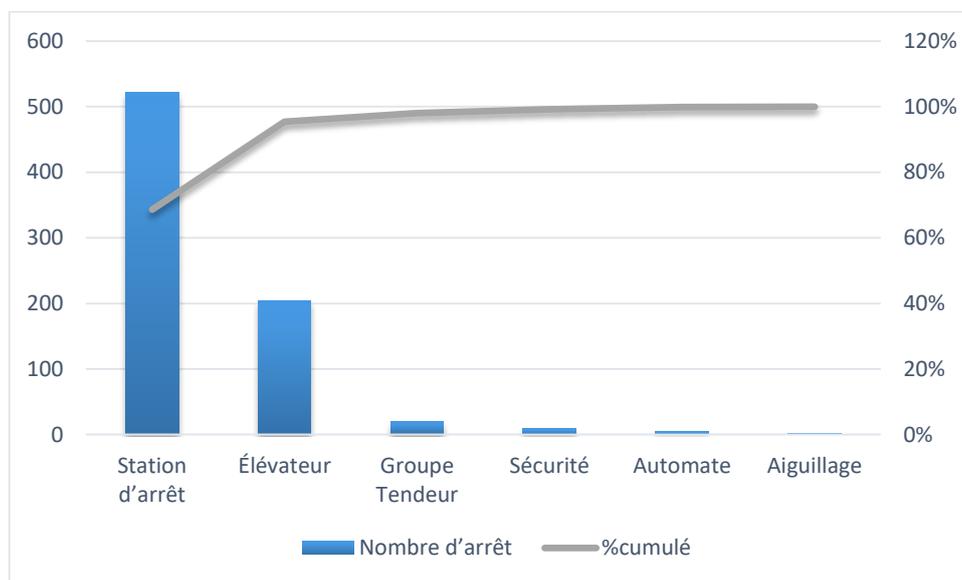


Figure 39: Diagramme de Pareto

- Classe A : représente 95% de la cumule: la station d'arrêt et l'élévateur.
- Classe B : représente 5% de la cumule : groupe tendeur, les composants de la sécurité, les automates et l'aiguillage mécanique.

D'après le graphe on remarque que les pannes les plus critiques sont reliées aux composants suivants :

- La station d'arrêt.
- L'élévateur.

Les pannes de ces composants consomment plus de 80% du temps d'arrêt total donc on va baser sur ces composants dans notre analyse du convoyeur.

## 2 Etude AMDEC du convoyeur aérien

### 2.1 Présentation de la méthode AMDEC

#### 2.1.1 Définition AMDEC

AMDEC est l'acronyme de « Analyse des Modes de Défaillances, de leurs Effets et de leur Criticité ». Cette technique a pour but d'étudier, d'identifier, de prévenir ou au moins de réduire les risques de défaillances d'un système, d'un processus ou d'un produit. L'association française de normalisation (AFNOR) définit l'AMDEC comme étant « une méthode inductive (aller de la défaillance (cause) vers les effets) qui permet de réaliser une analyse qualitative et quantitative de la fiabilité ou de la sécurité d'un système ».

La méthode AMDEC consiste à examiner méthodiquement les défaillances avérées ou potentielles d'un système, leurs causes et leurs effets sur le fonctionnement de l'ensemble.

#### 2.1.2 Les étapes de l'AMDEC



Figure 40: Démarche AMDEC

#### – Etape 1 : Initialisation et constitution du groupe de travail :

Il s'agit en premier temps de cadrer notre étude c'est-à-dire de définir les limites de l'étude, les résultats attendus et le groupe de travail. L'AMDEC étant une méthode prédictive, elle repose fortement sur l'expérience. Il est donc nécessaire de faire appel à des expériences d'horizons divers afin de neutraliser l'aspect subjectif des analyses.

Nous avons essayé de constituer notre groupe de travail à partir de deux services : maintenance et DVID pour avoir des résultats plus fiables. Les membres de notre groupe sont représentés dans le tableau suivant :

Membres	Responsabilités
SAID EL AMINE	CUET maintenance
Bouchaib ELRHARSI	Technicien supérieur
Younes AIT-DRISS	SMP
Bouchaib EL HOUJJAJI	Ingénieur DVID
Younes ABDELLAOUI	Etudiant en 3 <sup>ème</sup> année cycle d'ingénieur

Tableau 7: Membre du groupe de travail

– **Etape 2 : Analyse fonctionnelle**

L'application de la méthode AMDEC nécessite une connaissance précise du système et de son environnement. Ces informations sont généralement les résultats de l'analyse fonctionnelle. L'analyse fonctionnelle a pour but d'identifier les différentes fonctions que devra assurer le système.

– **Etape 3 : Analyse des défaillances**

Pour chaque composant de l'équipement, nous allons identifier les différents modes de défaillance qui peuvent l'affecter. Pour chaque mode de défaillance, nous allons identifier ses effets sur le système ainsi que les causes possibles qui ont menées à ce mode de défaillance.

– **Etape 4 : Mesure de la criticité et hiérarchisation**

Il s'agit d'une estimation de l'indice de criticité du trio mode-cause-effet de la défaillance étudiée selon certains critères. Plusieurs critères peuvent être utilisés pour déterminer cet indice. Dans la pratique on attribue trois notes pour chaque trio mode-cause-effet :

- 1- **La note G** : la gravité des effets de la défaillance.
  - Pertes de productivité (arrêt de production, défaut de qualité)
  - Coût de la maintenance.
  - Sécurité, environnement
- 2- **La note F** : la probabilité d'occurrence de la défaillance.

3- **La note D** : le critère de détection de la défaillance.

L'indice de **criticité C** s'obtient en multipliant ces trois notes :  $C = G \times F \times D$

Classe	Niveau de gravité	Conséquence
<b>G=1</b>	Effet mini	Pas d'arrêt de la production
<b>G=2</b>	Effet significatif	Peut critique : < 1 heure d'arrêt
<b>G=3</b>	Effet moyen	Critique : 1 heure < arrêt < 1 jour
<b>G=4</b>	Effet catastrophique	Très critique : arrêt > 1 jour

Tableau 8: Grille de cotation gravité

Classe	Niveau de gravité	Description
<b>F=1</b>	Fréquence très faible	Défaillance rare : 1 défaillance maxi par an
<b>F=2</b>	Fréquence faible	Défaillance possible : 1 défaillance maxi par trimestre
<b>F=3</b>	Fréquence moyenne	Défaillance fréquente : 1 défaillance maxi par mois
<b>F=4</b>	Fréquence forte	Défaillance très fréquente : 1 défaillance maxi par semaine

Tableau 9: Grille de cotation de fréquence

Classe	Niveau de gravité	Description
<b>D=1</b>	Détection évidente	Existence d'un dispositif de détection automatique
<b>D=2</b>	Détection possible	Signe existe mais nécessite une action particulière de l'opérateur (contrôle visuel, visite et inspection)
<b>D=3</b>	Détection improbable	Signe avant-coureur existe mais difficilement décelable ou nécessitant une action ou des moyens complexes (démontage, appareillage)
<b>D=4</b>	Détection impossible	Aucun signe coureur n'existe ou n'est pas décelable

Tableau 10: Grille de cotation de la détection

#### – Etape 5 : Recherche des solutions et mise en œuvre du plan d'actions

Après le classement des modes de défaillances potentielles, nous allons chercher des actions préventives afin de réduire le nombre d'occurrence, réduire la probabilité de non détection et la réduction de la gravité de l'effet de défaillance.

#### – Etape 6 : Appliquer et suivre

Dans cette étape il faut mettre en place les solutions proposées puis il faut faire un suivi continu pour vérifier leur efficacité.

## 2.1.3 Projection de la méthode AMDEC :

### 2.1.3.1 Etude de l'AMDEC de la station d'arrêt :

#### 2.1.3.1.1 Etude AMDEC de la station d'arrêt :

Composant	Mode de défaillance	Cause	Effet	Détection	Criticité				Actions
					F	G	D	C	
<b>Cadre</b>	Fissuration	Vibrations exagérés	Mauvaise fonctionnement de la station d'arrêt	Inspection de travail	1	3	2	<b>6</b>	- Contrôle et suivit systématique le niveau de vibrations. - Contrôle périodique de tous les châssis de la station d'arrêt.
		Défaut de montage	Mauvaise fonctionnement de la station d'arrêt	Inspection de travail	1	1	1	<b>1</b>	- Respect des instructions de montage des fabricants - Renforcement du châssis
<b>Pantographe</b>	Cisaillement d'axe de fixation	Vibration exagérée	Arrêt du convoyeur	Automatique	1	3	2	<b>6</b>	- Changement d'axe de fixation. - Contrôle systématique de réglage. - Mesure de vibratoire.
		Fatigue	Arrêt du convoyeur	Inspection de travail	1	1	2	<b>2</b>	- Changement d'axe de fixation. - Contrôle périodique.
	déformation de pantographe	Choc avec la balancelle	Arrêt du convoyeur	Inspection de travail	4	4	1	<b>16</b>	- Renforcement du Pantographe. - Contrôle périodique.
<b>Vérin</b>	Usure de la tige	Frottement de tige avec flasque	Arrêt du convoyeur	Inspection de travail	1	3	2	<b>6</b>	- Changement de vérin
	Le vérin avance plus lentement que la normale ou avance avec saccades.	Joints usés ou endommagés	Arrêt du convoyeur	Automatique	4	3	1	<b>12</b>	- Vérifier la présence des fuites. - Changement de vérin. - Graissage systématique.
<b>Came</b>	Fissuration	Fatigue	Arrêt du convoyeur	Inspection de travail	1	3	1	<b>3</b>	- Changement de came. - Contrôle périodique de came.
		Vibration exagérée	Arrêt du convoyeur	Inspection de travail	1	3	1	<b>3</b>	- Contrôle et suivit systématique le niveau de vibrations.
		Dégradation	Arrêt du convoyeur	Inspection de travail	4	4	1	<b>16</b>	- Contrôle de la surcharge. - Renforcement de came. - Réparation ou changement si nécessaire.
<b>Détecteur</b>	Endommagement du détecteur.	Dégradation	Arrêt du convoyeur	Automatique	4	2	1	<b>8</b>	- Changement du détecteur.

Tableau 11: Etude AMDEC de la station d'arrêt

## 2.1.3.2 Etude de l'AMDEC de l'élévateur :

### 2.1.3.2.1 AMDEC de Groupe Moteur d'élévateur:

Composant	Mode de défaillance	Causes	Effet	Détection	Criticité				Actions
					F	G	D	C	
<b>Moteur</b>	Echauffement anormal	Surcharge	Arrêt de l'élévateur	Automatique	5	3	1	<b>15</b>	- Utiliser un moteur plus performant.
		Roulements non graissés	Frottement	Auditive et sensorielle	1	4	3	<b>12</b>	- Suivi de la température. - Graissage systématique des roulements. - Contrôle de la quantité et la qualité de la graisse.
		Mauvais serrage au niveau de la boîte à bornes	Vibration exagérée	Inspection de travail	2	2	3	<b>12</b>	- Contrôle de l'état de la boîte à bornes
	Bruit exagérée	Jeu au niveau de l'arbre	Arrêt de l'élévateur	Inspection de travail	1	4	3	<b>12</b>	- Contrôle systématique du jeu
<b>Réducteur</b>	Echauffement	Manque de lubrification	Mauvaise transmission de puissance	Auditive	1	3	3	<b>9</b>	- Lubrification adéquate et systématique.
		Endommagement des roulements	Chute de performance	Auditive	1	4	3	<b>12</b>	- Graissage systématique - Contrôle systématique de la température et de la surcharge. - Contrôle d'état de la graisse. - Changement des roulements.
<b>Système de sécurité</b>	Endommagement des vérins de sécurité	Fissure da la tige	Arrêt de l'élévateur	Inspection de travail	1	4	1	<b>4</b>	- Changement de vérin
		Joints usés ou endommagés	Arrêt de l'élévateur	Automatique	1	4	1	<b>4</b>	- Vérifier la présence des fuites. - Changement de vérin. - Graissage systématique.
	Endommagement de la roue de codage	Mauvaise fixation des vis	Arrêt de l'élévateur	Automatique	1	4	1	<b>4</b>	- Contrôle systématique de la roue de sécurité. - Respect des instructions de réglage des fabricants.

<b>Accouplement</b>	Bruit et vibration	Désalignement	Mauvaise transmission	Inspection de travail	1	3	2	<b>6</b>	- Contrôle systématique d'alignement de la chaîne cinématique
	Rupture des éléments élastiques	Usure des tampons	Frottement métal- métal	Auditive	2	2	2	<b>8</b>	- Contrôle et changement si nécessaire des tampons. - Changement des éléments élastiques
<b>Détecteur</b>	Endommagement	Dégradation	Arrêt de l'élèveur	Automatique	4	2	1	<b>8</b>	- Changement du détecteur.
<b>Galets</b>	Coincement	Endommagement des roulements	Arrêt de l'élèveur	Visuelle et auditive	3	4	2	<b>24</b>	- Graissage systématique - Contrôle du jeu interne des roulements. - Contrôle systématique de température. - Changement des roulements.
	Ecaillage et usure	Mauvaise graissage	Broutement	Visuelle et auditive	3	3	2	<b>18</b>	- Contrôle de la quantité et de l'état de la graisse - Graissage systématique des roulements - Utilisation d'une graisse adéquate
<b>Courroie</b>	Endommagement	Rupture irrégulière	Arrêt de l'élèveur	Visuelle	2	4	2	<b>16</b>	- Changement de courroie - Contrôle le niveau d'usure des poulies.
<b>Rail de guidage</b>	Désalignement des rails	Mauvaise installation	Arrêt de l'élèveur	Visuelle	1	4	3	<b>12</b>	- Respect des instructions de montage des fabricants.
		Fatigue	Arrêt de l'élèveur	Visuelle	1	4	1	<b>4</b>	- Contrôle périodique et changement si nécessaire.
<b>Arbre de transmission</b>	Désalignement d'arbre de transmission	Usure de l'arbre de transmission	Arrêt de l'élèveur	Visuelle	1	3	3	<b>9</b>	- Réparation de l'arbre ou changement si nécessaire. - Contrôle systématique.

Tableau 12: AMDEC de Groupe Moteur d'élèveur

### 2.1.3.2.2 AMDEC d'Ensemble Panier d'élévateur :

Composant	Mode de défaillance	Causes	Effet	Détection	Criticité				Actions
					F	G	D	C	
<b>Motoréducteur</b>	Echauffement	Surcharge	Arrêt du d'élévateur	Automatique	4	3	1	<b>12</b>	- Utiliser un moteur plus performant.
		Roulements non graissés	Frottement	Auditive et sensorielle	1	4	3	<b>12</b>	- Suivi de la température. - Graissage systématique des roulements. - Contrôle de la quantité et la qualité de la graisse.
		Mauvais serrage au niveau de la boîte à bornes	Vibration exagérée	Inspection de travail	2	2	3	<b>12</b>	- Contrôle de l'état de la boîte à bornes
	Bruit exagérée	Jeu au niveau de l'arbre	Arrêt du convoyeur	Inspection de travail	1	4	3	<b>12</b>	- Contrôle systématique du jeu
<b>Châssis</b>	Fissuration	Vibration exagérée	Arrêt du d'élévateur	Mesure vibratoire	1	4	2	<b>8</b>	- Contrôle et suivi systématiques du niveau de vibration - Contrôle de la surcharge - Renforcement du châssis
		Surcharge	Arrêt du d'élévateur	Automatique	2	4	1	<b>8</b>	- Contrôle de la surcharge
		Mauvais Montage	Arrêt du d'élévateur	Inspection de travail	1	4	1	<b>4</b>	- Respect des instructions de montage des fabricants - Renforcement du châssis
<b>Accouplement</b>	Rupture des éléments élastiques	Usure des tampons	Frottement métal-métal	Auditive	1	3	2	<b>6</b>	- Contrôle et changement si nécessaire des tampons. - Changement des éléments élastiques
	Cisaillement des boulons de fixation des tampons	Vibration exagérée	Arrêt du d'élévateur	Visuelle et auditive	2	2	2	<b>8</b>	- Mesure vibratoire. - Contrôle d'alignement de la chaîne cinématique. - Changement des boulons.
<b>Détecteur</b>	Endommagement	Dégradation	Arrêt de l'élévateur	Automatique	4	2	1	<b>8</b>	- Changement du détecteur.

<b>Rail de guidage</b>	Désalignement	Mauvaise installation	Arrêt du convoyeur	Visuelle	1	4	3	<b>12</b>	- Respect des instructions de montage des fabricants.
		Fatigue	Arrêt du convoyeur	Visuelle	1	4	1	<b>4</b>	- Contrôle périodique et changement si nécessaire.
<b>Poulie</b>	Coincement	Endommagement des roulements	Arrêt de l'élévateur	Visuelle	3	2	2	<b>12</b>	- Graissage systématique - Changement des roulements.
<b>Courroie</b>	Endommagement	Rupture irrégulière	Arrêt de l'élévateur	Inspection de travail	2	4	2	<b>16</b>	- Changer la courroie - Contrôler le niveau d'usure des poulies.
		Détachement / Arrachement des dents	Arrêt de l'élévateur	Inspection de travail	1	3	1	<b>3</b>	- Changer la courroie. - Contrôle périodique de la courroie.
<b>Came</b>	Fissuration	Fatigue	Arrêt de l'élévateur	Automatique	1	3	1	<b>3</b>	- Changement de came. - Contrôle périodique de came.
		Vibration exagérée	Arrêt de l'élévateur	Automatique	1	3	1	<b>3</b>	- Contrôle et suivit systématique le niveau de vibrations.
		Dégradation	Arrêt de l'élévateur	Automatique	4	4	1	<b>16</b>	- Contrôle de la surcharge. - Renforcement de came. - Réparation ou changement si nécessaire.
<b>Pantographe</b>	Cisaillement d'axe de fixation	Vibration exagérée	Arrêt de l'élévateur	Automatique	1	3	2	<b>6</b>	- Changement d'axe de fixation. - Contrôle systématique de réglage. - Mesure de vibratoire.
		Fatigue	Arrêt de l'élévateur	Auditive	1	1	2	<b>2</b>	- Changement d'axe de fixation. - Contrôle périodique.
	déformation de pantographe	Choc avec la balancelle	Arrêt de l'élévateur	Automatique	4	4	1	<b>16</b>	- Renforcement du Pantographe. - Contrôle périodique.

Tableau 13: AMDEC d'Ensemble Panier d'élévateur

Afin de pouvoir prendre décision à partir de l'étude AMDEC, nous allons utiliser le critère C selon le tableau suivant :

Criticité	Action entreprendre
<b>C &lt; 8</b>	Ne pas tenir compte
<b>8 &lt; C &lt; 16</b>	Mise sous préventif à fréquence élevée
<b>16 &lt; C</b>	Recherche d'amélioration

Tableau 14: Critère de criticité

### 2.1.3.2.3 Résultats de l'étude

L'AMDEC nous a permis de dénombrer les causes des défaillances et de les hiérarchiser suivant leur criticité.

Résultats de l'AMDEC pour station d'arrêt :

Composant	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet	C
Pantographe	Déformation de pantographe	Choc avec la balancelle	Arrêt du convoyeur	16
Came	Fissuration	Dégradation	Arrêt du convoyeur	16

Tableau 15: Résultats de l'AMDEC pour station d'arrêt

Résultats de l'AMDEC pour l'élèveur :

Composant	Mode de défaillance	Cause de défaillance	Effet	C
Galet	Coincement des galets	Endommagement des roulements	Arrêt de l'élèveur	<b>24</b>
	Ecaillage et usure des galets	Ecaillage et usure des galets	Broutement	<b>18</b>
Pantographe	Déformation de pantographe	Choc avec la balancelle	Arrêt de l'élèveur	<b>16</b>
Came	Fissuration	Dégradation	Arrêt de l'élèveur	<b>16</b>
Courroie	Endommagement	Rupture irrégulière	Arrêt de l'élèveur	<b>16</b>

Tableau 16: Résultats de l'AMDEC pour l'élèveur

Dans les deux tableaux ci-dessus représentent les défaillances les plus critiques de l'élèveur et la station d'arrêt. En effet ces défaillances entraînent l'arrêt du convoyeur qui implique l'arrêt de la production.

Dans ce chapitre, nous avons montré que la stations d'arrêt et l'élévateur sont des équipements stratégiques dans la ligne du convoyeur, puis nous avons déterminé les trois mode-cause-effet de défaillances critiques, à l'aide de l'analyse détaillée de chaque équipement. Tout cela, va nous aider à élaborer des plans de maintenance préventive et proposer des solutions adéquates pour lutter contre les causes racines avant qu'ils engendrent des défaillances majeures.

**Chapitre 4: DMAIC: Innover  
des actions amélioratrices et  
Contrôler par des plans de  
maintenance préventive**

Après avoir mis le point sur les faiblesses des équipements névralgiques au sein du département on va essayer dans cette partie de proposer un ensemble de plan d'action des améliorations techniques au niveau des deux équipements : station d'arrêt et l'élévateur pour surmonter ces points faibles cités dans les chapitres précédents. Ainsi l'élaboration d'un plan de maintenance préventive et mettre en œuvre pour corriger ou bien pour réduire les effets de ses modes de défaillances critiques.

## **1 DMAIC : Actions amélioratrices :**

### **1.1 Méthode de résolution de problème (MRP) :**

#### **1.1.1 Définition :**

La démarche de résolution du problème est un ensemble de techniques structurées pour éliminer définitivement et d'une manière efficiente les problèmes en supprimant les causes racines, avec le moins de ressources et de temps possibles. Elle est réalisée sur les problèmes répétitifs et fréquents.

#### **1.1.2 Les étapes de la résolution du problème :**

Le chantier de résolution des problèmes se fait selon la démarche suivante :

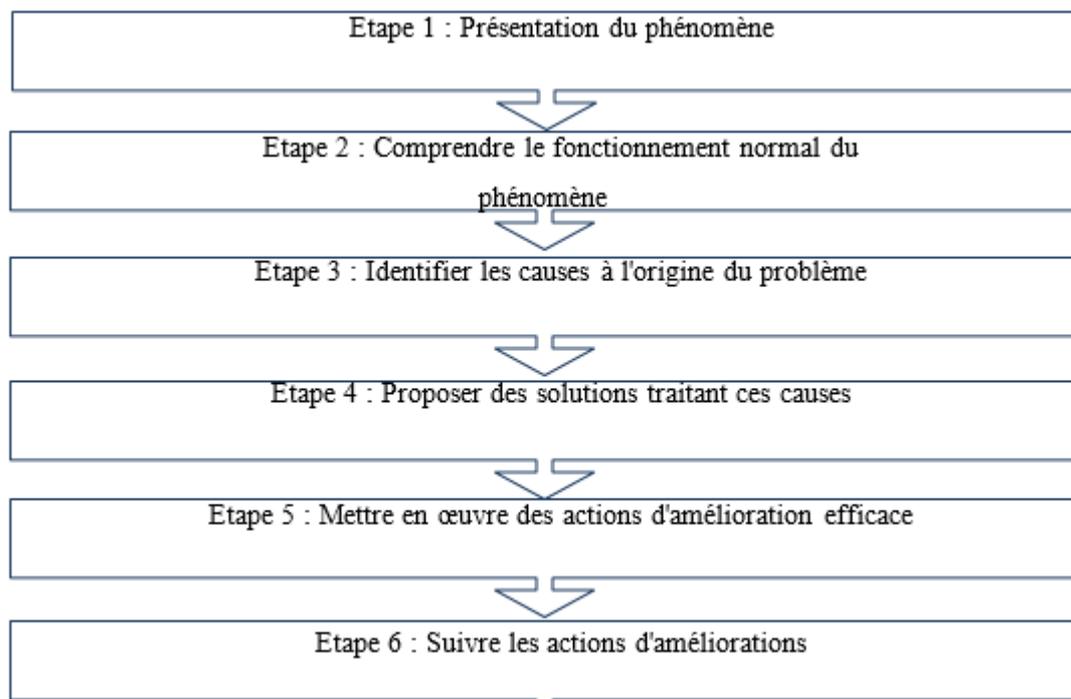


Figure 41: Les étapes de la MRP

## 1.2 Traitement des anomalies de la station d'arrêt :

### 1.2.1 La déformation du pantographe et la fissuration de la came :

Le pantographe et la came constituent des organes les plus importants de la station d'arrêt, le premier a pour rôle d'assurer la présence de la balancelle et la deuxième de bloquer ou débloquer le mouvement de la balancelle. D'après les résultats d'AMDEC de la station d'arrêt, la déformation du pantographe et la fissuration de la came du revêtement constituent d'une part les défaillances les plus fréquentes. D'autre part, ils sont les plus pénalisantes, car ces défaillances entraînent l'arrêt de la production.

#### 1.2.1.1 Description du pantographe :

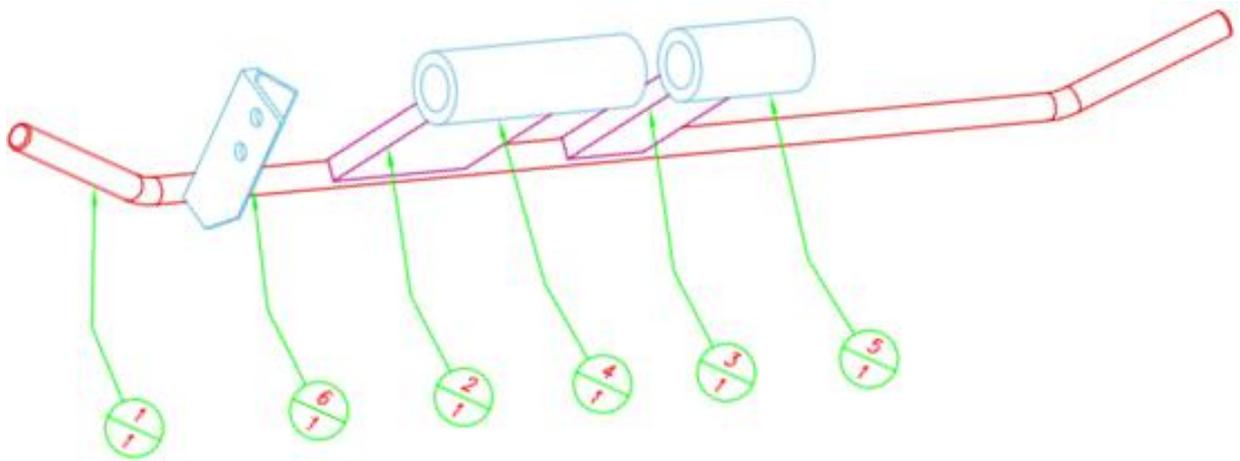


Figure 42: Dessin de définition du pantographe

Position	Nom	Dimension en (mm)	Matériau	Masse (kg)
1	Round Stratif	$\varnothing 12 \times 657$	Acier	0.583
2	Tôle	$10 \times 70 \times 94$	Acier	0.517
3	Tôle	$10 \times 40 \times 94$	Acier	0.296
4	Tube	$\varnothing 32 \times \varnothing 20.5 \times 81$	Acier	0.376
5	Tube	$\varnothing 32 \times \varnothing 20.5 \times 60$	Acier	0.224
6	LPN	$35 \times 3 \times 75$	Acier	0.110

Tableau 17: Les caractéristiques du pantographe

### 1.2.1.2 Description de la came

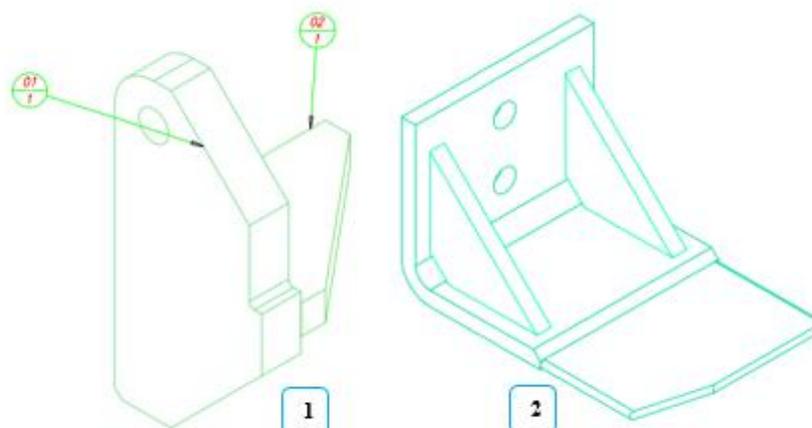


Figure 43: Dessin de définition des deux comes

Came	Position	Nom	Dimension (mm)	Matériau	Masse (kg)
1	1	Plate	120 × 60 × 16	Acier	0.695
	2	Plate	70 × 60 × 12	Acier	0.255
2	1	Plate	210 × 100 × 8	Acier	1.102
	2	Plate	85 × 35 × 8	Acier	0.220

Tableau 18: Les caractéristiques des deux comes

## 1.2.2 Analyse de problème du pantographe et des deux comes :

### 1.2.2.1 QQQQCP :

<b>Quoi ?</b>	<b>Déformation du pantographe / Fissuration de la came</b>
<b>Quand ?</b>	Avant atteinte de la périodicité du changement systématique
<b>Comment ?</b>	Frottement avec la balancelle
<b>Où ?</b>	À la station d'arrêt
<b>Qui ?</b>	Equipe de maintenance da l'unité de Tôlerie
<b>Pourquoi ?</b>	Choc contre la balancelle

Tableau 19: La méthode QQCOQP des deux comes et du pantographe

### 1.2.2.2 Diagramme Cause-Effets

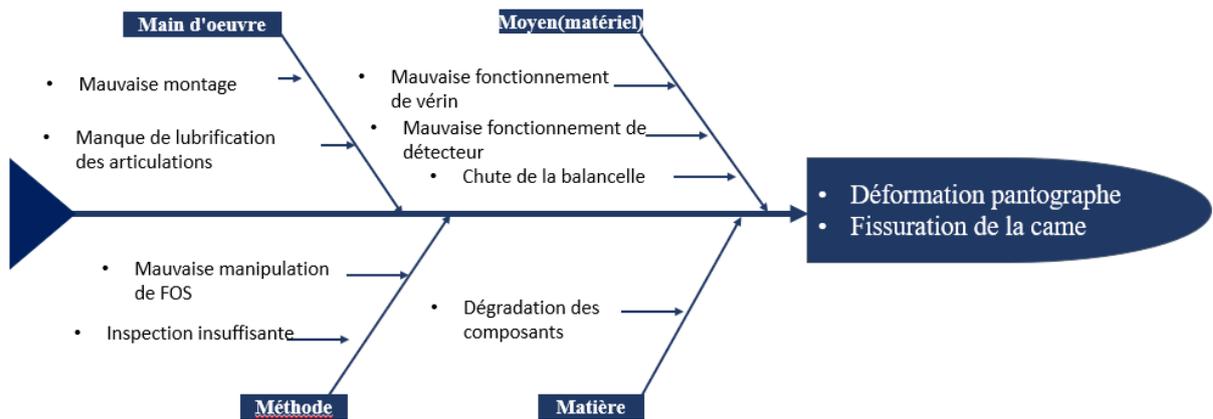


Figure 44: Diagramme cause-effet de la déformation du pantographe et la fissuration de la came

D'après le diagramme Ichikawa, les causes racines de la déformation du pantographe et de la fissuration des cames qui se répètent plusieurs fois sont :

- Mauvaise fonctionnement de vérin ou détecteur.
- Chute de la balancelle.
- Manque de lubrification des articulations de la station d'arrêt.

### 1.2.2.3 Amélioration proposée :

En collaboration avec le service de maintenance au département tôlerie nous avons choisi de travailler sur l'augmentation de la durée de vie du Pantographe et la came de la station d'arrêt du convoyeur, c'est notre problématique dont nous avons proposé des solutions groupées selon le tableau suivant :

	Proposition	Validité	Cause
<b>Solution sans arrêt du convoyeur</b>	Exiger à la production de diminuer le débit	Refus	Les commandes de la clientèle exigent un débit bien définit.
<b>Solution avec arrêt du convoyeur</b>	Changer la forme du Pantographe et des cames	Admis	-Cela demande une étude conceptuelle. -Exploiter le stock existant.
	Renforcer le pantographe et les cames	Admis	-Cela demande moins d'investissement.

Tableau 20: Les solutions proposées

La solution admise par le département de maintenance mécanique a été de « Renforcer le pantographe et les cames ». Par la suite nous allons faire une analyse de structure, en exploitant

l'atelier « Generative Analysis » du logiciel CATIA V5, pour savoir les points critiques et essayer de les renforcer afin de solutionner racialement la problématique.

### 1.2.2.4 Démarche de l'analyse d'une structure

Pour analyser la structure du pantographe et les cames dans le logiciel Catia V5 on doit appliquer les étapes suivantes :

1. Création d'un modèle 3D.
2. Définition des matériaux.
3. Définition de l'environnement.
4. Maillage du modèle.
5. Visualisation des résultats.

Nous allons introduire le pantographe et les came dans le logiciel CATIA selon les côtes définit dans la figure ci-dessous :

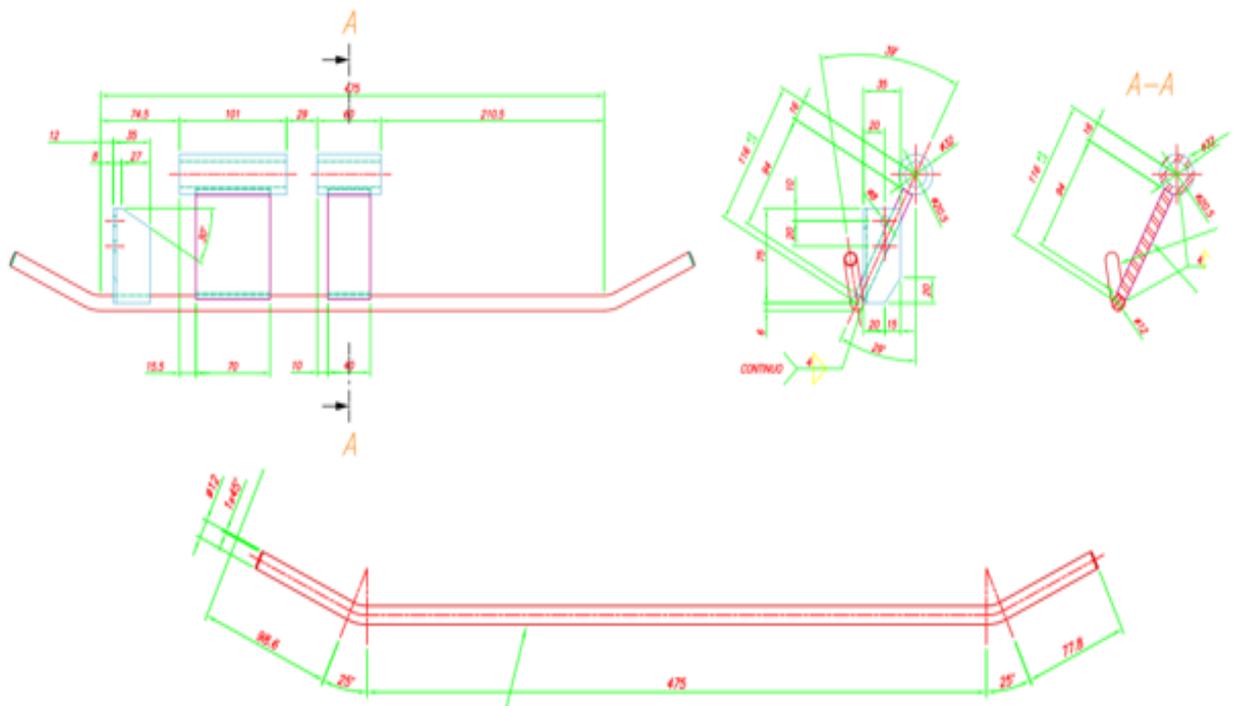


Figure 45: Les côtes du Pantographe

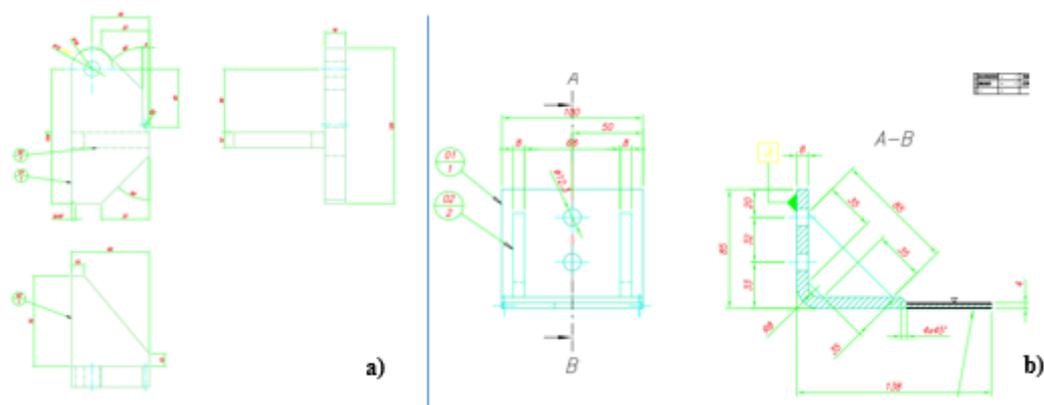


Figure 46: Les côtes de : a) Came 1, b) Came 2

### – Création d'un modèle 3D

A l'aide du logiciel Catia V5 nous obtenons nos modèle 3D dans le logiciel prêt à analyser dans l'atelier « GenerativeAnalysis », comme montre la figure suivante :

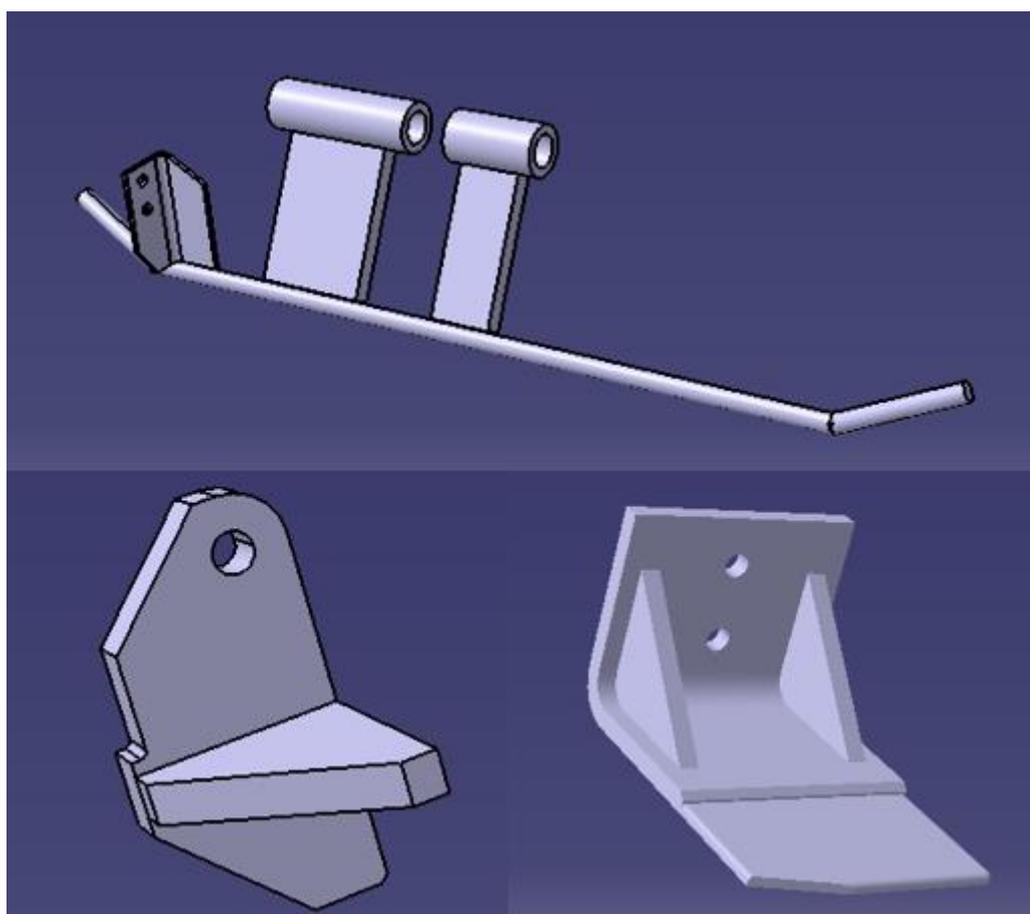


Figure 47: Les modèles 3D

## – Définition des matériaux

Le matériau utilisé dans le Pantographe et les came est l'acier E24 (la lettre E suivie de la valeur Résistance élastique en daN/mm<sup>2</sup>), acier doux à usage général. Ces aciers sont inaptes au traitement thermique et leur soudabilité n'est pas garantie.

Ces caractéristiques :

- Résistance à la traction = 350 à 510 MPa.
- Limite d'élasticité minimale = 235 MPa.
- Densité = 7800 kg/m<sup>3</sup>.
- Point de fusion = 1370 à 1400 °C.
- Module de YOUNG = 2,1 . 10<sup>5</sup> MPa.
- Coefficient de Poisson = 0,3.

Nous allons introduire le type de matériau dans le logiciel CATIA comme montre la figure ci-dessous :

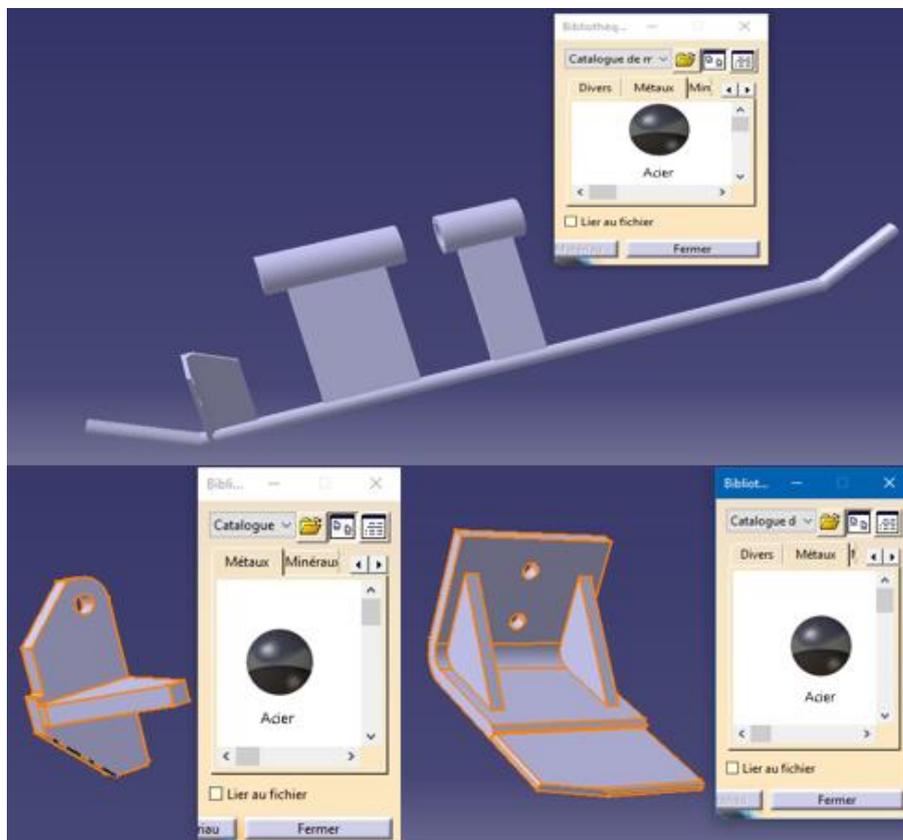


Figure 48: Définition du matériau des modèles

– **Définition de l'environnement**

Pour définir l'environnement, il faut introduire les conditions aux limites ainsi que les différentes sollicitations.

– **Définition des conditions aux limites :**

Le pantographe a une liaison pivot avec châssis et la came 1 et 2 sont fixés sur le levier (couleur orange).

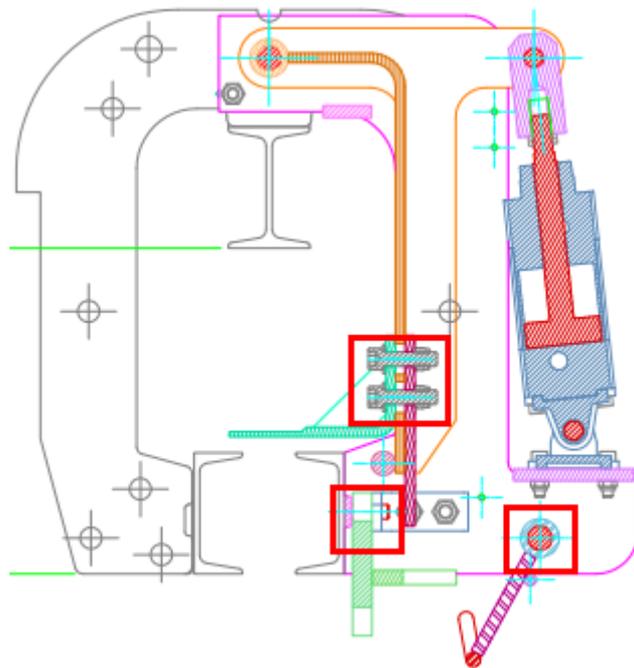


Figure 49: Les liaisons des 2 comes et le pantographe

Pour cela, nous allons fixer les parties de fixations ce qui montre la figure suivante :

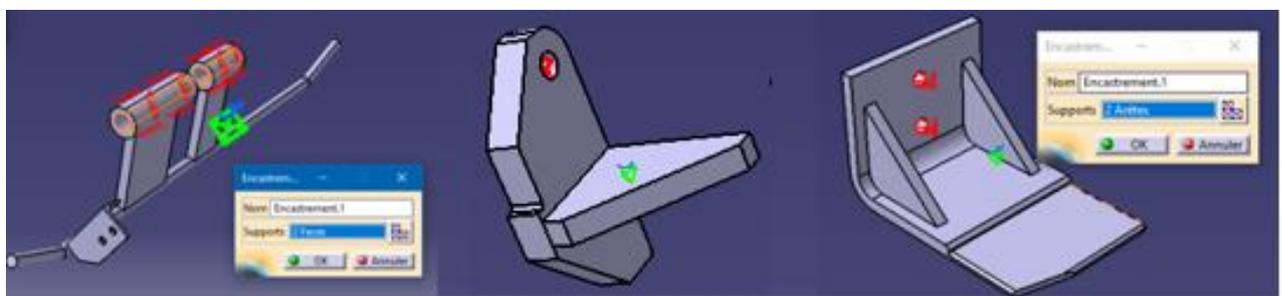


Figure 50: La fixation des composants dans les zones rouges

– Définir les sollicitations :

La balancelle applique une force sur le pantographe et les came et le poids de balancelle est égale 223 kg. La vitesse de convoyeur est égale 16,6 m/s = 0,72 km/h.

D'après la deuxième loi de Newton : **Force = masse \* accélération**

L'accélération est la variation de vitesse par rapport au temps entre deux points, pour notre cas la vitesse initiale égale 0 et le temps initial égale 0.

La distance entre deux stations d'arrêt est égale 12.752 m, on peut passer cette distance en 1.1 minutes. Alors :

$$F = m \times \frac{\Delta v}{\Delta t} = m \frac{v - v_{initial}}{t - t_{initial}}$$

$$\text{Application numérique : } F = 223 \text{ kg} \times \frac{0.72 \text{ km/h}}{\frac{1.01}{60} \text{ h}} = 8,757 \text{ kN}$$

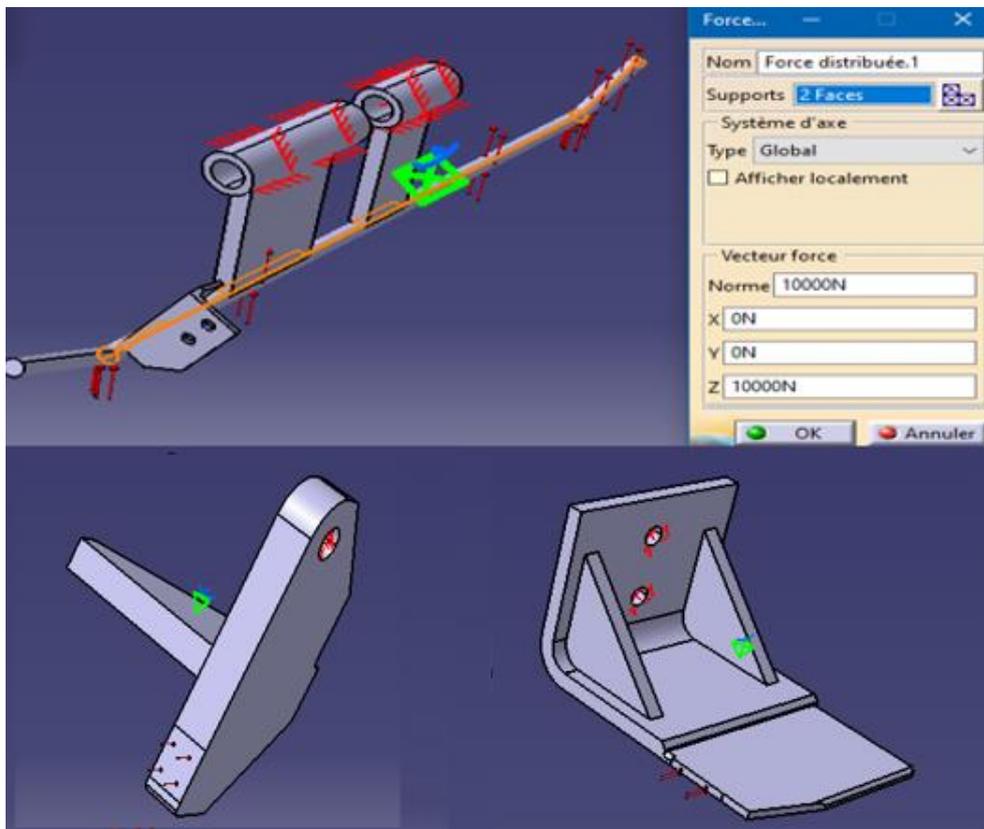


Figure 51: L'application de 10Kn sur le pantographe et les deux came

– **Création du maillage :**

Cette étape est très importante pour savoir la répartition des contraintes au long des modèles ainsi que pour déterminer les zones à renforcer par la suite. La figure suivante montre le maillage approprié :

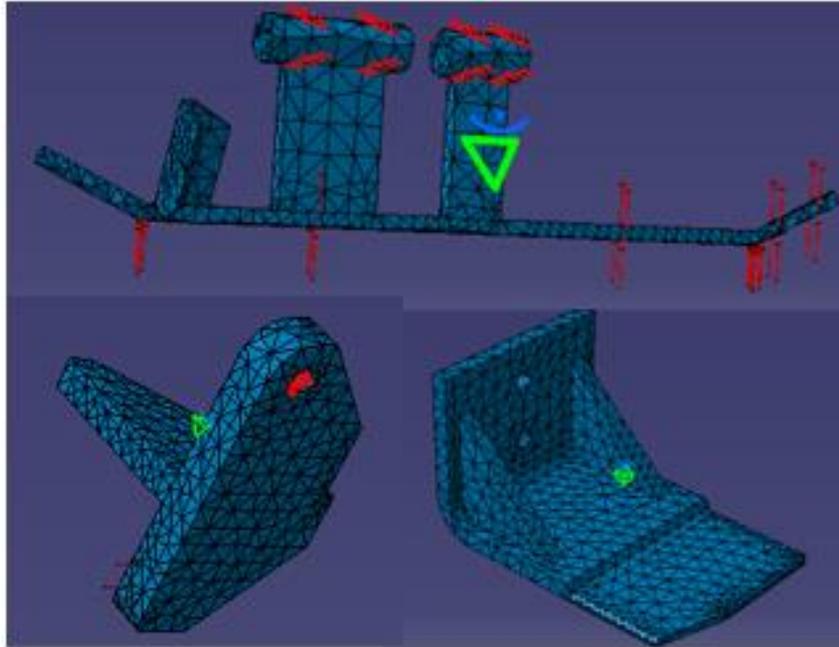


Figure 52: Le maillage des deux comes et du pantographe

Le mailler tétraédrique de CATIA permet très aisément d'obtenir un maillage d'une pièce massive. Ce maillage est généré automatiquement lors de l'ouverture de l'atelier de calcul.

Maillage	Pantographe	Came 1	Came 2
Nœuds	709	807	1024
Éléments	1594	2745	2843

Tableau 21: Résultats de maillage des modèles

– **Visualisation des résultats :**

Après avoir introduire tous les paramètres pour le logiciel CATIA, maintenant nous allons lancer les calculs afin de voir la répartition des contraintes au long du Pantographe et les come. CATIA a fourni les résultats suivants dans les deux figures ci-dessous :

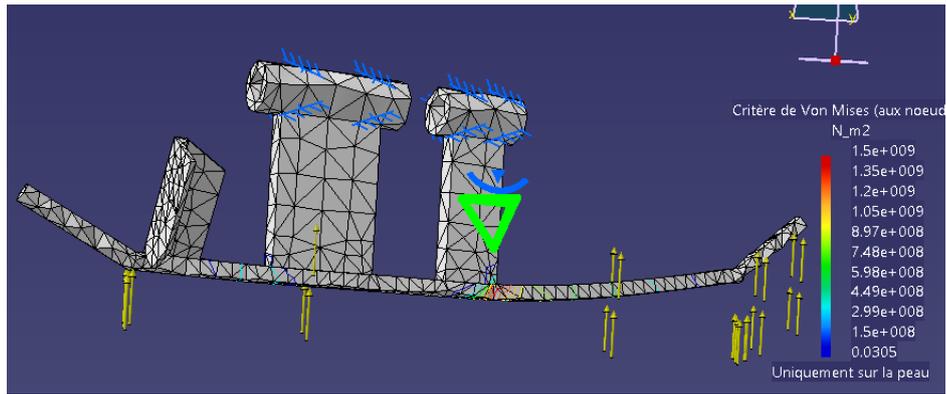


Figure 53: Les résultats de la répartition des contraintes du pantographe sur Catia V5

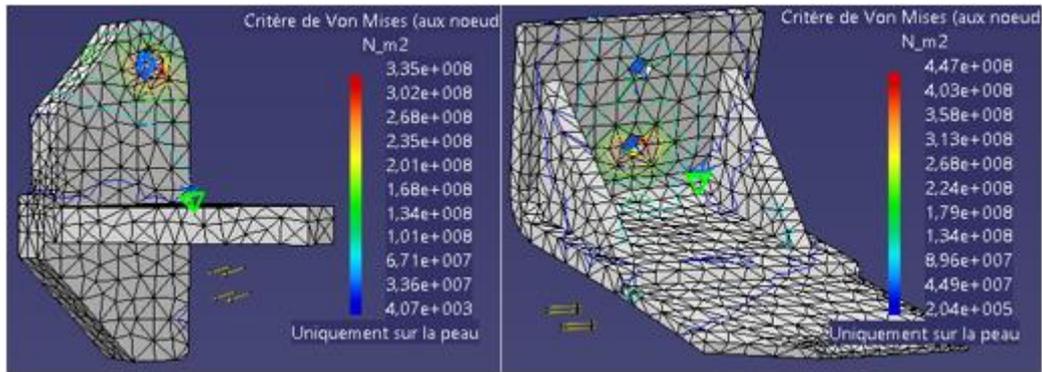


Figure 54: Les résultats de la répartition des contraintes sur Catia V5

### 1.2.2.5 Modèles proposés :

#### – Pour le pantographe

Après plusieurs expériences faites sur CATIA afin de trouver des solutions. Nous avons abouti à ce modèle que montre la figure suivante :

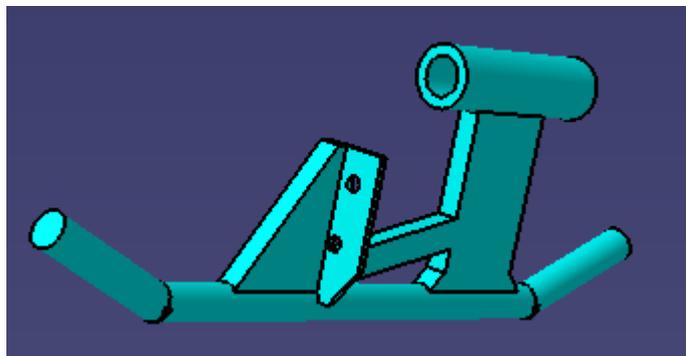


Figure 55: Modèle proposé du pantographe

L'état normal de la station d'arrêt est fermée, et l'ouverture de cette station suit 3 conditions : la première est l'autorisation d'ouverture donner par la station suivante, la deuxième et la troisième est la présence de taquet et la balancelle. Si la première condition a vérifié, l'ouverture de la station est renforcée. D'où les changements suivants :

Le diamètre de la tige a changé de 6 mm à 9 mm pour la renforcer et sa longueur a changé de 475 mm à 260 mm et pour optimiser car elle n'a aucun rôle d'après ces études. La position de la plaque de détection a changé à l'autre côté et nous avons ajouté ente cette plaque et la plaque principale une tige comme un jarret pour plus renforcer la tige. Ce changement a été suite à plusieurs expériences faites sur CATIA jusqu'à ce que nous sommes arrivés à un bon résultat. Nous avons appliqué les mêmes étapes de l'analyse de structure pour valider ce modèle.

Et on a les résultats suivants :

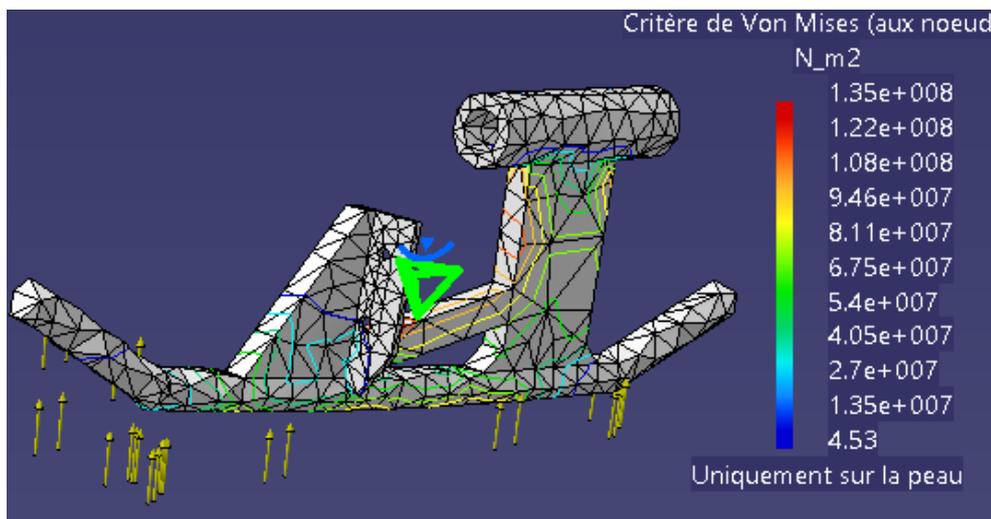


Figure 56: Résultat de la répartition des contraintes après le changement

La contrainte maximale figurant dans le modèle ancien est presque 11,11 fois plus grande que celle de ce modèle ( $1,5 \cdot 10^9 \text{ N/m}^2 > 1,35 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ ) et  $135 \text{ MPa} < 235/1,5 = 157 \text{ MPa}$  donc la résistance est vérifiée (1,5 coefficient de sécurité).

Le renforcement proposé permet de résister plus aux sollicitations, par suite sa durée de vie va augmenter.

– **Pour la came**

Après plusieurs expériences faites sur CATIA afin de trouver des solutions. Nous avons abouti à ce modèle que montre la figure suivante

– Came 1

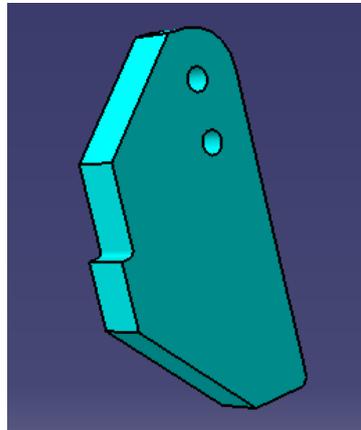


Figure 57: Modèle proposé de la came 1

On a supprimé la plaque horizontale, ainsi nous avons met deux trous avec un diamètre égale à 8 mm.

Et on a les résultats suivants :

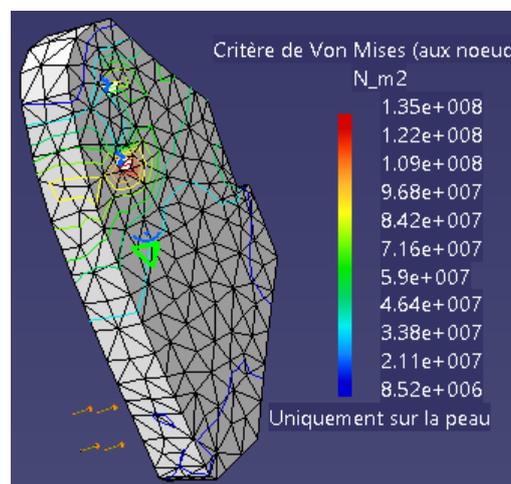


Figure 58: Résultat de la répartition des contraintes après le changement

**Comparaison avec l'ancien modèle :**

La contrainte maximale figurant dans le modèle ancien est presque 2,62 fois plus grande que celle de ce modèle ( $3,55 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2 > 1,35 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ ) et  $135 \text{ MPa} < 235/1,5 = 157 \text{ MPa}$  donc la résistance est vérifiée (1,5 coefficient de sécurité).

Le renforcement proposé permet de résister plus aux sollicitations, par suite sa durée de vie va augmenter.

– Came 2

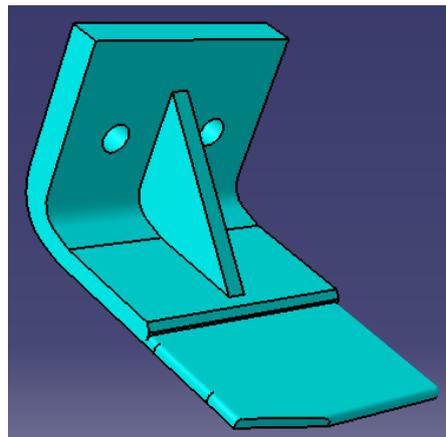


Figure 59: Modèle proposé de la came 2

On a changé la position des trous et conservé un raidisseur au milieu.

Et on a les résultats suivants :

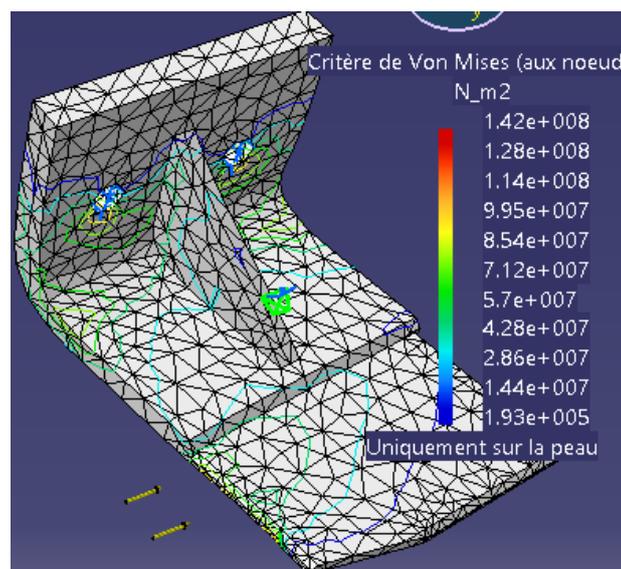


Figure 60: Résultat de la répartition des contraintes après le changement

## Comparaison avec l'ancien modèle :

La contrainte maximale figurant dans le modèle ancien est presque 3,14 fois plus grande que celle de ce modèle ( $4,47 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2 > 1,42 \cdot 10^8 \text{ N/m}^2$ ) et  $142 \text{ MPa} < 235/1,5 = 157 \text{ MPa}$  donc la résistance est vérifiée (1,5 coefficient de sécurité).

Le renforcement proposé permet de résister plus aux sollicitations, par suite sa durée de vie va augmenter.

## 1.3 Traitement des anomalies de l'élévateur

### 1.3.1 Coincement et écaillage des Galets:

L'élévateur est l'un des organes les plus importants, il a pour rôle de descendre les côtés de caisse vers les opérateurs pour les assembler avec la base roulante de la caisse, et les galets permettent le mouvement de translation du châssis des paniers par rapport au rail de guidage. D'après les résultats d'AMDEC d'élévateur, la dégradation et le coincement des galets est parmi les défaillances la plus fréquente.

#### 1.3.1.1 Description du problème

Les galets garantissent le bon fonctionnement de système, ils sont très essentiels si l'un d'entre eux est endommagé ou bloquer, une panne qui est très importante peut subvenir. L'élévateur comporte quatre galets. Afin de régler le jeu de fonctionnement, deux des quatre galets sont montés sur les deux axes qui sont en parallèle.

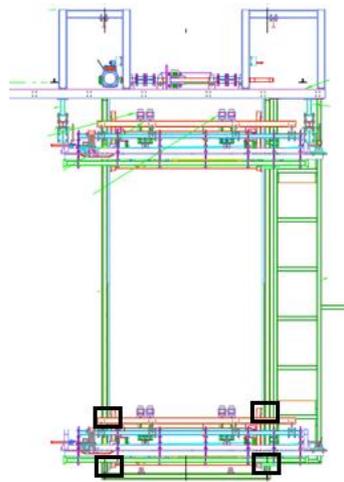


Figure 61: L'emplacement des galets dans l'élévateur

Les galets de roulement sont des ensembles à une ou deux rangées d'éléments roulants, montés sur axe. Ils sont composés d'une bague extérieure épaisse avec une bande de roulement profilée et de cages à aiguilles ou de rouleaux jointifs ou d'aiguilles jointives.

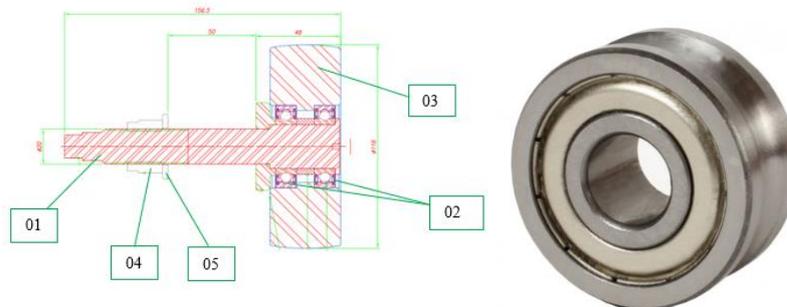


Figure 62: Le dessin de définition des galets de guidage

Galets de guidage	
<b>Constitué de</b>	01 : Axe - 02 : Roulement - 03 : Roue de guidage plan tendeur - 04 : Rondelle – 05 : Ecrou auto freiné M20
<b>Diamètre extérieur du galet</b>	116 mm
<b>Diamètre intérieur du galet</b>	25 mm
<b>Langueur du galet</b>	156,5 mm
<b>Nombre de roulement</b>	Deux roulements
<b>La fixation dans le châssis mobile</b>	Par écrou auto freiné de diamètre 20 mm et la rondelle B, l'axe de longueur 156mm et de diamètre 20mm traverse le châssis mobile pour la fixation des galets
<b>Vitesse de rotation</b>	La vitesse de rotation maximale envisageable pour les galets de roulement est essentiellement déterminée par la température de fonctionnement admissible des roulements.
<b>Moment résistant</b>	$M_R = f \cdot F_R \cdot \frac{d_M}{2}$ <p> <math>M_R</math> : Moment résistant du galet de roulement En N.mm  <math>f</math> : Coefficient de frottement  <math>F_R</math> : Charge radiale En N.  <math>d_M</math> : Diamètre moyen En mm </p>
<b>Température</b>	Utilisés de -30 °C à +125 °C

Tableau 22: Les différentes caractéristiques des galets de guidage utilisés dans l'élévateur

### 1.3.1.2 Analyse du problème

#### 1.3.1.2.1 QQQQCP

<b>Quoi ?</b>	<b>Coincement ou écaillage des galets d'élévateur</b>
<b>Quand ?</b>	Avant atteinte de la périodicité du changement systématique
<b>Où ?</b>	Dans l'élévateur
<b>Qui ?</b>	Equipe de maintenance da l'unité de production
<b>Comment ?</b>	Le manque d'un système de graissage
<b>Pourquoi ?</b>	Diminuer le temps d'arrêt

Tableau 23: La méthode QQCOQP

#### 1.3.1.2.2 Diagramme cause effet

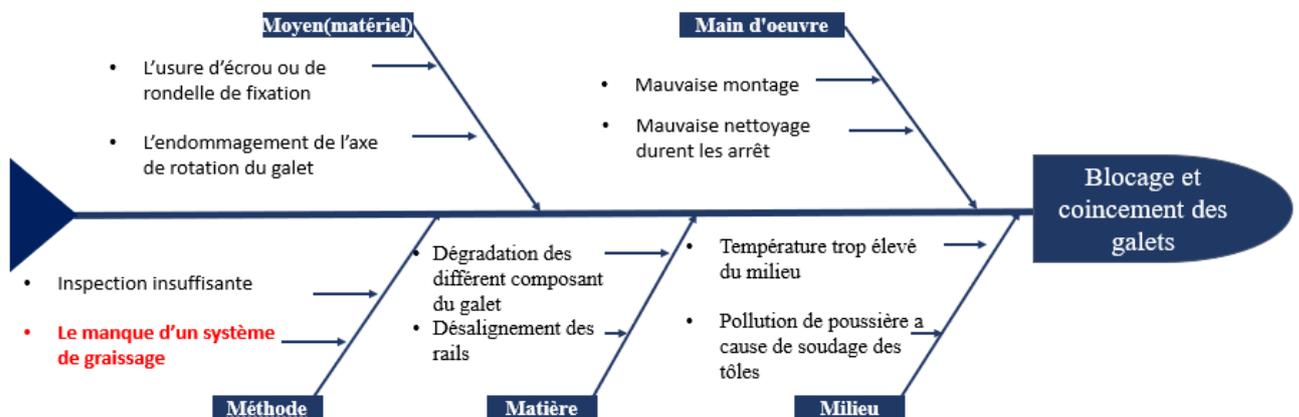


Figure 63: Diagramme cause-effet du blocage et coincement des galets

#### 1.3.1.2.3 Méthode des 5 Pourquoi

Cet outil d'analyse permet de rechercher les causes d'une situation problème, d'un dysfonctionnement. C'est un outil de questionnement systématique destiné à remonter aux causes premières possibles d'une situation, d'un phénomène observé. C'est une version simplifiée de l'arbre des causes qui consiste à se poser plusieurs fois de suite la question : « Pourquoi ? » et à répondre à chaque question en observant les phénomènes physiques.

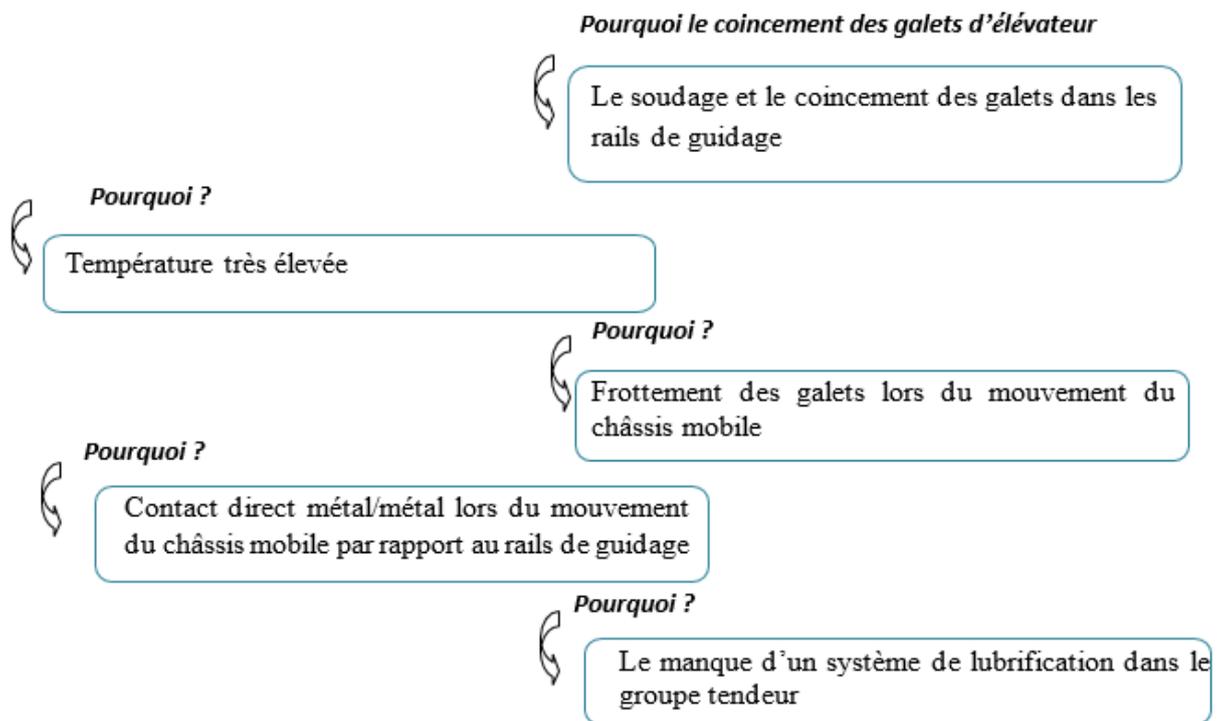


Figure 64: Causes racine de problème

D'après le diagramme Ichikawa et la méthode des 5P la cause racine de blocage et de coincement des galets est :

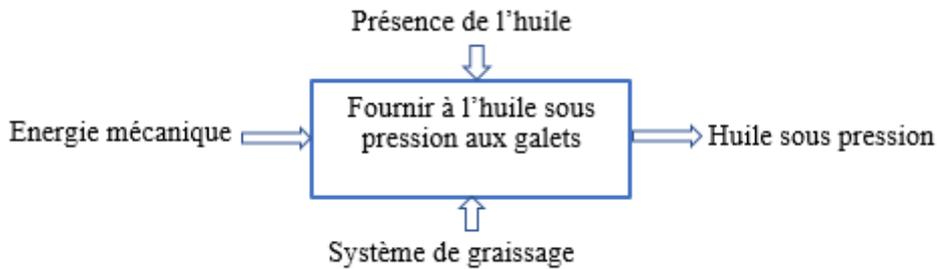
- Le manque d'un système de graissage.

### 1.3.1.3 Amélioration proposée

En collaboration avec le service de maintenance du département tôlerie et d'après les résultats obtenus par l'étude AMDEC d'élévateur nous avons choisi de travailler sur l'installation d'un système de graissage pour éviter le coincement et le blocage des galets.

#### 1.3.1.3.1 Principe de fonctionnement d'un système de graissage

Le système de graissage permet d'interposer un film de graisse entre les pièces en mouvement afin de limiter l'usure et le blocage des composants mécaniques et réduire les pertes d'énergie.



Les systèmes de lubrification automatique fournissent une lubrification régulière à intervalles plus rapprochés. Trop ou pas assez de lubrification entraîne des frottements et une production de chaleur, d'où une résistance exercée sur le roulement et un endommagement de ses joints. De plus, le meilleur moment pour lubrifier un roulement, c'est pendant que l'équipement fonctionne. Ce qui en fait une tâche risquée et quasiment impossible à exécuter pour les opérateurs. La lubrification automatique fournit une solution des plus sûres pour délivrer la quantité exacte de lubrifiant aux roulements, bagues et autres points de graissage lorsque cela est nécessaire.

### 1.3.1.3.2 Les composants de notre système de lubrification

Éléments de base des systèmes de lubrification automatique sont les suivants :

#### – Pompe et réservoir

La pompe fournit de l'huile sous pression afin d'actionner les dispositifs de dosage. Les différentes pompes présentent diverses plages de débit et de pression, et sont compatibles avec différentes sources d'alimentation. Le choix d'une pompe sera donc basé sur les besoins du système et le type de sources d'alimentation disponibles. Certaines pompes assurent également le dosage, comme les pompes à piston utilisées dans les boîtiers de lubrification, mais la plupart du temps les pompes sont des unités séparées.

Pour la pompe de notre installation on a choisi une pompe à engrenage. Elle est constituée de deux roues dentées qui s'engrènent l'une dans l'autre. Cette pompe a également un débit constant. Elle fonctionne à des pressions comprises en général entre 50 et 210 bars. La pompe à engrenage est une pompe fonctionne avec les vitesses les plus élevées, soit jusqu'à 3000-6000 tr/min.

En collaboration avec le service de maintenance au département tôlerie nous avons choisi une pompe de  $P=50$  bars, de volume  $V=15 \text{ cm}^3=0,015 \text{ l}$  de vitesse  $N=3000\text{tr}/\text{min}$ . alors le débit de la pompe est  $Q = N \times V(l) = 45\text{l}/\text{min}$ .

Le réservoir de l'huile à un volume de 1litre.

– **Dispositif de dosage.**

La sortie d'huile de pression de la pompe de lubrification pousse le piston intégré dans la partie de dosage pour agir. Lorsque la pompe à huile s'arrête de fonctionner, la partie de dosage est réinitialisée par la force du ressort, c'est-à-dire que le dosage et le stockage d'une quantité fixe d'huile sont effectués. La décharge d'huile est précise, et la partie doseuse ne décharge l'huile qu'une fois dans un cycle d'alimentation en carburant. Dans le système de lubrification, l'installation distante, proche, haute, basse, horizontale ou verticale n'a aucun effet sur le déplacement de la partie doseuse. Décharge d'huile forcée, sensible à l'action. Et deux joints sont utilisés pour empêcher l'huile déchargée de refluer. Les parties doseuses et le corps de liaison sont de structure séparée. Selon la demande d'huile de chaque point de lubrification, les pièces de dosage correspondantes peuvent être sélectionnées arbitrairement, et elles peuvent être librement combinées avec le corps de système, et peut être utilisé en série ou en parallèle.

Le diamètre du tuyau de sortie d'huile de la partie de dosage est de  $\varnothing 4$



Figure 65: Dispositif de dosage pour 4 galets

## – Filtre à huile

Le filtre hydraulique nettoie l'huile hydraulique par rétention des contaminants qui peuvent endommager les composants. Comme l'huile hydraulique passe à travers l'élément filtrant, les contaminants seront piégés et l'huile propre continuera de traverser le circuit.

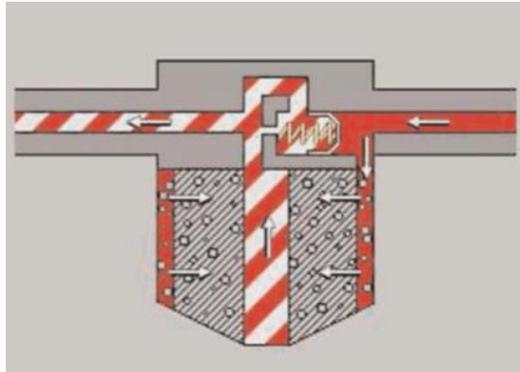


Figure 66: Principe de fonctionnement de filtre à huile

## – Limiteur de pression

Le limiteur de pression est placé en dérivation dès la sortie de refoulement de pompe. Il a pour rôle de limiter la pression de refoulement et de protéger la pompe dans un circuit hydraulique.

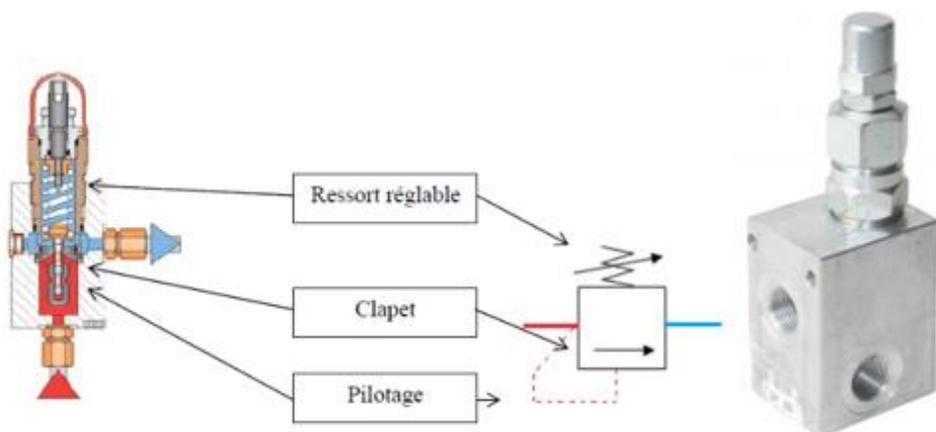


Figure 67: Le limiteur de pression

### 1.3.1.3.3 Conception du système de lubrification

La création d'un système de lubrification dans l'élève est admirée par le département de maintenance tôlerie. Par la suite nous allons faire une modélisation mécanique à l'aide du logiciel CATIA V5 ce qui montre la figure suivante :

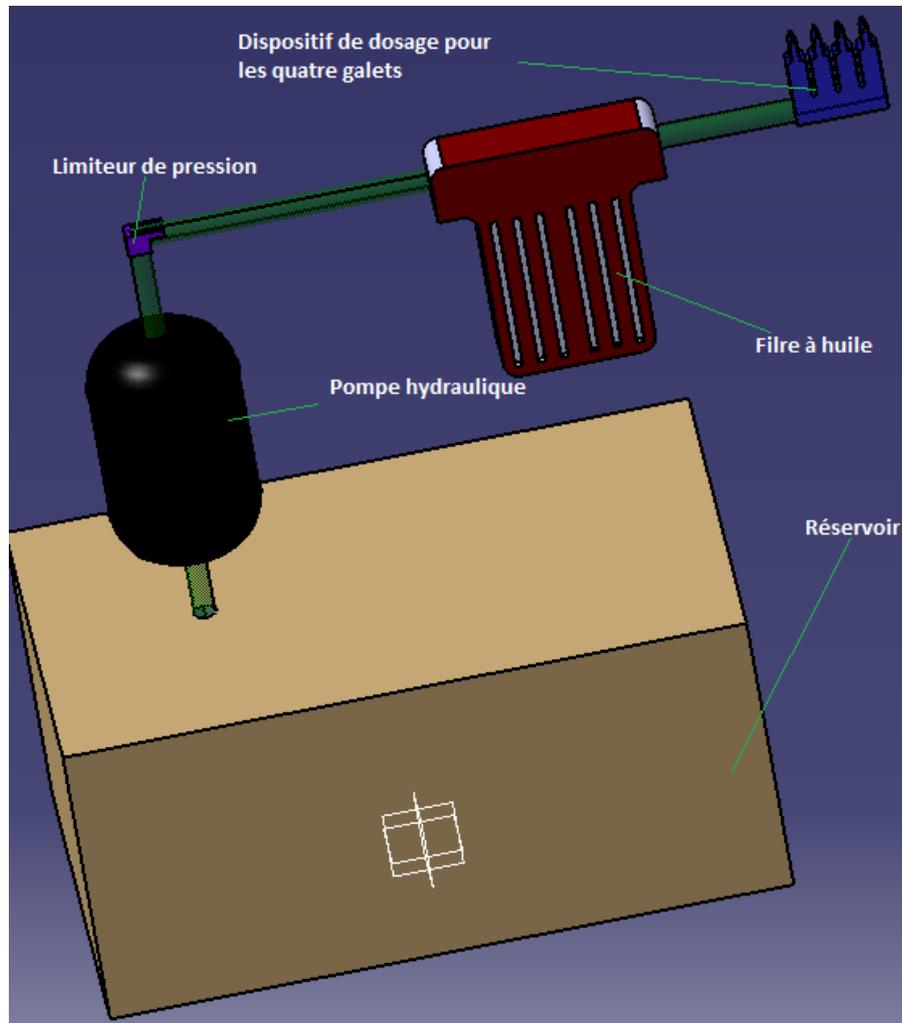


Figure 68: Modélisation du système de lubrification du groupe tendeur

### 1.3.2 Endommagement de la courroie :

Le désalignement, la mauvaise combinaison courroie/poulies et le mauvais fonctionnement des galets sont responsables de l'usure de la courroie. Il faut assurer le bon mouvement des galets de guidage et les poulies, les monter comme il faut et les graisser périodiquement. Si la courroie a endommagé il faut la changer et la monter correctement.

## 2 DMAIC : Elaboration des plans de maintenance préventive

### 2.1 Présentation du plan de maintenance préventive

#### 2.1.1 Définition de la maintenance préventive

La maintenance exécutée à des intervalles prédéterminés ou selon des critères prescrits et destinée à réduire la probabilité de défaillance ou la dégradation du fonctionnement d'un bien.

La maintenance préventive se fonde sur l'adage "mieux vaut prévenir que guérir", sur la connaissance des machines, la prise en compte des signes précurseurs et le réalisme économique. Comme le montre la figure 26, les visites préventives permettent de visualiser le niveau de performance d'un équipement en vue de prévoir une intervention préventive.

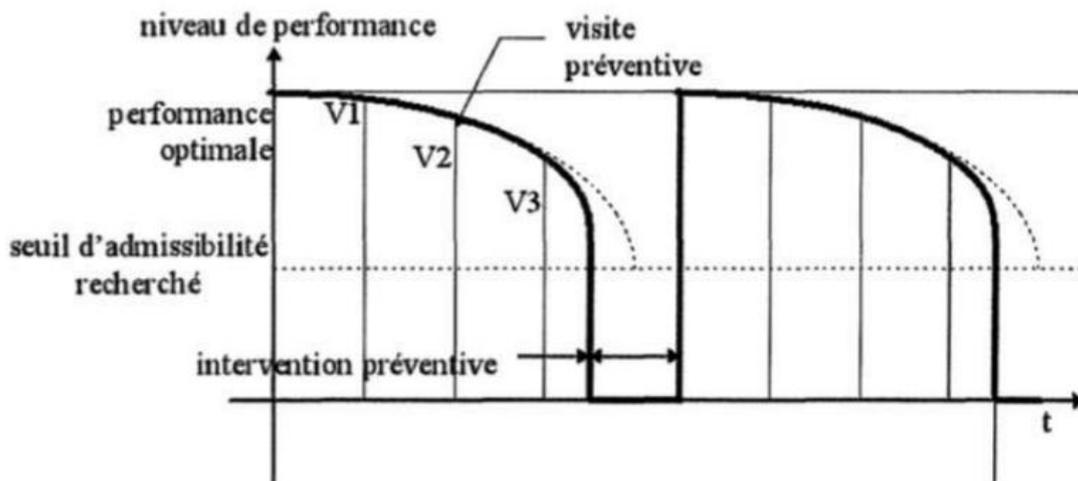


Figure 69: Schématisation de la maintenance préventive

#### 2.1.2 Les objectifs de la maintenance :

La maintenance doit se faire de telle sorte que l'outil de production soit disponible et en bon état de fonctionnement ; elle est, de ce fait, intimement liée à la production et à la qualité. Les objectifs de la maintenance, se greffent à ceux de la production tels que la qualité, le coût et le délai.

De ce point de vue, les objectifs de la maintenance réalisés à travers son organisation, sa gestion et ses interventions, sont nombreux :

- Garantir une continuité de service ;
- Garantir un niveau de disponibilité connu à un coût global maîtrisé ;
- Maintenir une qualité de service contractuelle ;

- Prévenir les risques.

### 2.1.3 Types de la maintenance préventive

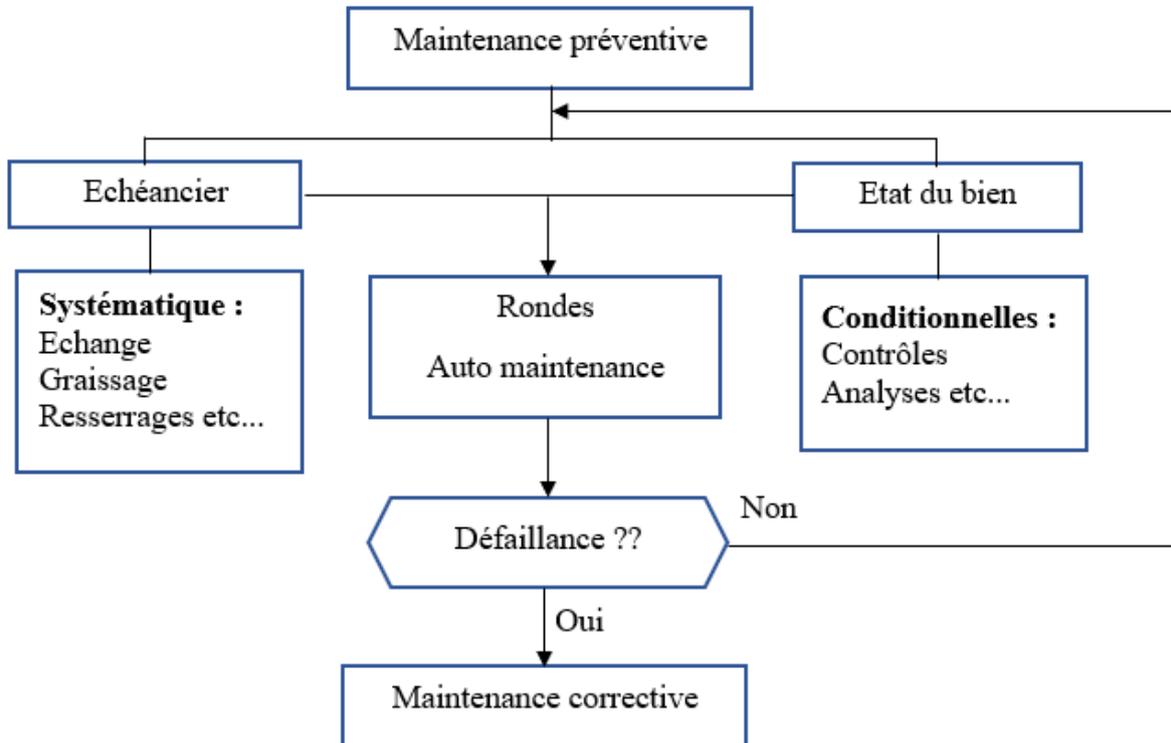


Figure 70: Les types de la maintenance préventive

#### – Maintenance préventive systématique :

Maintenance préventive exécutée à des intervalles de temps préétablis ou selon un nombre défini d'unités d'usage mais sans contrôle préalable de l'état du bien. (Norme NF EN 13306)

La maintenance préventive systématique inclut les actions de maintenance requises par les dispositions réglementaires, elle inclut la planification formelle, la description claire et précise du travail à effectuer (lubrification, changement de filtres, changement des roulements, etc.), elle s'applique à des mécanismes de dégradation dont l'évolution est globalement connue.

#### – Maintenance préventive conditionnelle

Maintenance préventive basée sur une surveillance du fonctionnement du bien et/ou des paramètres significatifs de ce fonctionnement intégrant les actions qui en découlent. (Norme NF EN 13306)

La maintenance conditionnelle permet d'assurer le suivi continu du matériel en service, et la décision d'intervention est prise lorsqu'il y a une évidence expérimentale de défaut imminent ou d'un seuil de dégradation prédéterminé

## 2.2 Modèles adoptés du plan de maintenance

Pour l'élaboration du plan de maintenance préventive on utilise le modèle suivant :

Elément	Opération à effectuer	Temps prévu (hh:mm:ss)	Périodicité	Etat machine	Outils	Syst. /Condi.	Numéro MABEC	Spécialité
---------	-----------------------	---------------------------	-------------	-----------------	--------	------------------	-----------------	------------

- Elément : l'organe de l'équipement sur lequel l'intervention doit être effectuée.
- Temps prévus : le temps pour réaliser l'intervention.
- Périodicité : la durée entre deux contrôles.
- Etat de machine : Etat de l'équipement lors de l'exécution de l'intervention. Les quatre cas possibles sont : MEP (marche en production), AHT (arrêt hors tension), AST (Arrêt sous tension) et MHP (marche en production).
- Condi. /Systè : maintenance préventive conditionnel ou systématique.
- Numéro MABEC : numéro de référence standardisé par Renault du changement des pièces.
- Spécialité : Technicien mécanique, Electromécanicien, Conducteur d'installation.

## 2.3 Le plan de maintenance des équipements les plus critiques

Dans le tableau ci-dessous, nous avons essayé d'élaborer un plan de maintenance préventive qui contient toutes les informations concernant les actions à faire lors d'une intervention qui porte sur les défaillances critiques déjà cité, nous avons relevé ainsi les références des pièces de rechange dont nous allons avoir besoin, et la périodicité de chaque élément.

Nous nous sommes basés sur les résultats de l'analyse AMDEC et les dossiers de constructeurs ainsi que le retour d'expérience des agents de Renault. Ce tableau comprend les personnes chargées de ce travail ainsi que les différentes opérations à effectuer :

Plan de Maintenance Préventive								
Élément	Opération à effectuer	Temps prévu (hh:mm:ss)	Périodicité	Etat machine	Outils	Syst. /Condi.	Numéro MABEC	Spécialité
<b>Pantographe</b> <b>(Station d'arrêt+ Elévateur)</b>	Contrôler état, déformation et fixation.	00:05:00	Intervention toutes les 12 semaines	AHT	Visuel	S	E839586596	Technicien mécanique
<b>Came</b> <b>(Station d'arrêt+ Elévateur)</b>	Contrôler état, usure et fixation	00:05:00	Intervention toutes les 12 semaines	AHT	Visuel	S	E839586084	Technicien mécanique
<b>Vérin</b> <b>(Station d'arrêt)</b>	Contrôle fuite d'air tuyau de raccordement, distributeur	00:02:00	Intervention toutes les 12 semaines	MEP	Visuel	S	E839586730	Technicien mécanique
<b>Galet</b> <b>(Groupe Tendeur+ Elévateur)</b>	Contrôler état des galets, rotation, serrage des axes	00:02:00	Intervention toutes les 12 semaines	MEP	Visuel	S	E839586211	Technicien mécanique
	Graissage des galets	00:10:00	Intervention toutes les 2 semaines	AHT	Pinceau	S	E839586211	Technicien mécanique
<b>Courroies</b> <b>(Elévateur)</b>	Contrôler état des courroies	00:02:00	Intervention toutes les 24 semaines	AHT	Visuel	C	E839586760	Technicien mécanique
	Contrôler alignement et tension	00:02:00	Intervention toutes les 24 semaines	AHT	Visuel	C	E839586760	Technicien mécanique

Tableau 24: Plan de maintenance préventive des éléments les plus critiques

Dans ce chapitre nous avons proposé des actions d'amélioration qui ont permis, après avoir discuté avec notre groupe de travail, de mettre les modes-causes de défaillances critiques sous le seuil de criticité, et finalement nous avons élaboré le plan de maintenance préventive des deux équipements névralgiques (la station d'arrêt et l'élévateur) d'augmenter leur fiabilité.

# Conclusion générale

L'industrie automobile est devenue un secteur important dans l'industrie marocaine. Cela a été possible grâce à l'implantation de l'usine Renault-Nissan à Tanger et par l'attraction de fournisseurs et de sous traitement automobile. L'usine Renault-Nissan de Tanger a pour but d'arriver à une cadence de production de 400.000 véhicules en 2022. Pour arriver à cet objectif, tous les départements constituant le site de production doivent travailler en alliance et augmenter la fiabilité de leurs équipements.

Dans ce projet nous avons étudié la fiabilité de convoyeur aérien au sein du département tôlerie afin d'améliorer la fiabilité et diminuer le temps d'arrêt de la chaîne de fabrication du département. Ce projet a nécessité tout d'abord, une recherche théorique qui a été indispensable pour approfondir la connaissance autour du sujet de recherche, afin de pouvoir procéder à la construction de la problématique.

Nous avons procédé dans un premier temps à choisir la démarche pour la résolution du problème, la méthode DMAIC a été choisie comme démarche dans ce projet de fin d'études. Cette démarche permet de passer d'un problème complexe comprenant de nombreuses variables non maîtrisées à une situation où la qualité est maîtrisée. Notre projet s'inscrit dans le but d'étudier la fiabilité du convoyeur aérien département Tôlerie. Cela a été réalisé en recherchant les pertes de temps et prévenir les arrêts longs qui nuisent à la performance de l'atelier et durant la durée du stage nous avons pu identifier les équipements les plus critiques de convoyeur, à l'aide de la méthode d'AMDEC pour étudier la criticité des différents composants du convoyeur.

En effet, à partir d'une analyse précise du cahier des charges, nous avons bâti notre raisonnement sur la méthodologie DMAIC bien structurée en suivant les étapes suivantes :

1. Description fonctionnelle de convoyeur aérien utilisé dans l'usine Renault.
2. Mesurer l'effet de la problématique en calculant les pertes en Dirhams d'après les pannes du convoyeur et en évaluant sa performance en calculant l'indicateur de fiabilité FPPM qui nous ont permis de montrer que le convoyeur est l'équipement le plus critique d'unité de tôlerie.

3. Analyse de défaillance en utilisant Pareto qui nous montre que la station d'arrêt et l'élévateur sont les plus tombés en pannes, et finalement une étude AMDEC pour analyser les modes de défaillance possibles et tirer les plus critiques de ces deux composants.
4. Mise en œuvre des actions amélioratrices contre les points de faiblesse de la station d'arrêt et d'élévateur.
5. Elaboration d'un plan de maintenance préventive systématique et conditionnelle de la station d'arrêt et d'élévateur en se basant sur les résultats d'AMDEC.

Ces actions aboutiront à la réduction des pertes et à la diminution du temps d'arrêt causée par le convoyeur ces qui permettront d'atteindre l'objectif fixé à travers l'optimisation de temps perdu. Ce résultat influencera implicitement et positivement sur la cadence horaire de la production.

En perspectives, notre vision est de projeter la même démarche d'analyse sur le département montage vu l'influence de ce composant su la productivité du département tôlerie.

# Bibliographie

- [1] - Document interne à Renault-Nissan.
- [2] - L'historique des pannes du convoyeur de département de tôlerie, les dessins des ensembles des composants du convoyeur.
- [3] - « Galets de roulement », Schaeffler Group Industrial. Page 11-12
- [4] - Cours de 'gestion de maintenance'. Pr. TOUACHE Abdelhamid, année universitaire 2021/2022.

# Annexes

- Annexe 1 : Ensemble station d'arrêt
- Annexe 2 : Ensemble élévateur

