



RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

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

Thème :

Conception et automatisation du chariot de changement des mats

Présenté par :

ZAROU BRAHIM

Encadré par :

-EL KHALFI AHMED

-DAHBI TARIK

Effectué à : Renault Tanger

Soutenu le :11/06/2018

Devant le jury :

• Pr. EL KHALFI AHMED	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. HARRAS BILAL	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. SEDDOUKI ABBAS	Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Année Universitaire : 2017-2018

Remerciement :

C'est avec une grande émotion que j'exprime mes profonds remerciements et ma haute reconnaissance à tous ceux qui, ont contribué à l'élaboration de ce modeste travail.

Ma profonde. Et durable gratitude et mes vifs remerciements vont tout particulièrement à mes encadrants professionnels **EL KHALFI AHMED** qui a suivi de près mon avancement avec un grand intérêt. C'est grâce à ses qualités scientifiques, professionnelles et humaines que ce travail est bien mené à terme.

Je témoigne toute ma reconnaissance à **DAHBI TARIK**, mon encadrant à Renault d'avoir accepté avec enthousiasme de m'orienter. Ses directives et sa grande expérience m'a été une aide estimable.

A tout le personnel du département PENTURE, en gros tout individus de l'usine Renault Tanger retrouvent l'expression de ma reconnaissance pour leur aide permanente.

En fin, à ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce stage.

Sommaire:

Introduction générale.....	8
chapitre 1 : Présentation de l'entreprise :.....	3
I) Présentation du groupe Renault	4
I.1) Histoire du groupe	4
I.2) Le groupe Renault	5
II) Présentation du groupe Renault Tanger :.....	7
II.1) Description du projet :	7
II.2) Fiche d'identification :.....	8
II.3) Usine ZERO REJET	8
II.4) Usine ZERO CARBONE :.....	8
II.5) Usine ZERO REJET LIQUIDE INDUSTRIEL	8
II.6) Une électricité issue des énergies renouvelables	9
III) Présentation du processus de fabrication/	9
III.1) L'emboutissage.....	9
III.2) La tôlerie	10
III.3) La peinture	10
III.4) Le montage.....	11
III.5) Contrôle.....	11
IV) Présentation d'atelier d'accueil :.....	11
IV.1) Stock brut :.....	12
IV.2) Marouflage :.....	12
IV.3) Essuyage cabine :.....	13
IV.4) Flammage.....	13
IV.5) Apprêt, base et vernis.....	14
IV.6) Zone de déchargement :.....	14
IV.7) Contrôle et finition :.....	15
IV.8) Montage bouclier AV AR :.....	15
V) Conclusion :.....	15
chapitre 2 : Contexte général du projet et génération des concepts.....	16

I) Etat actuel et problématique :	17
I.1) Introduction	17
I.2) Etat actuel du chariot :	17
I.3) Pourquoi faut-il changer les mats :	18
I.4) Les étapes de changement des mats :	18
II) Analyse fonctionnelle :	19
II.1) Analyse QQQQCP/	19
II.2) Diagramme bête à corne :	20
II.3) Diagramme de pieuvre :	21
III) Génération des concepts :	22
IV) Conception du système pignon-crémaillère :	24
V) Conclusion :	24
chapitre 3 : Etude mécanique et modélisation du système	25
I) Introduction :	26
II) Etude statique :	26
II.1) Constructions du schéma cinématique	26
II.2) Calcule du torseur statique :	28
III) Choix et dimensionnement du moteur	32
III.1) Choix du type du moteur	32
IV) Calcul de la puissance du motoréducteur	36
IV.1) Calcul basé sur la puissance	36
IV.2) Choix du motoréducteur :	37
V) Dimensionnement du système pignon crémaillère	38
V.1) Dimensionnement du pignon	38
V.2) Dimensionnement de la crémaillère	40
.....	41
VI) Conclusion :	41
chapitre 4 : Etude de la partie automatisme	42
I) Branchement du moteur	43
II) Les détecteurs de proximité inductif :	44
III) Conception du boitier de commande :	45
.....	46

IV) Programme ladder :	46
IV.1) Cahier de charge :	46
IV.2) Conclusion :	48

Listes des figures :

Figure I- 1 la présence du groupe Renault dans le monde	5
Figure I- 2 les marques du groupe	6
Figure I- 3 chiffre d'affaire du groupe	6
Figure I- 4 volume de vente	7
Figure I- 5 projet Tanger	7
Figure I- 6 processus de fabrication	9
Figure I- 7 processus emboutissages	9
Figure I- 8 processus tôlerie	10
Figure I- 9 processus de la peinture	10
Figure I- 10 processus montage	11
Figure I- 11 stockage bouclier	12
Figure I- 12 opération de marouflage	12
Figure I- 13 opération d'essuyage	13
Figure I- 14 Robot de flammage	13
Figure I- 15 les phases de peinture apprêt base vernie	14
Figure I- 16 Opération de démarouflage	14
Figure I- 17 contrôle et retouche	15
Figure I- 18 montage des pièces	15
Figure II-1 : chariot de changement de mat (en jaune)	17
Figure II- 2 Robot entrain d'application	18
Figure II- 3 mat encrassé	18
Figure II- 4 Analyse QOOQCP	20
Figure II- 5 diagramme bête à corne	21
Figure II- 6 Diagramme de pieuvre	22
Figure II- 7 concept du chariot	24

Figure III- 1 chariot de changement des mats.....	26
Figure III- 2 graphe des liaisons	27
Figure III- 3 schéma cinématique du système	28
Figure III- 4moteur synchrone	33
Figure III- 5moteur asynchrone	34
Figure III- 6 un servomoteur.....	35
Figure III- 7 liste des moteurs.....	38
Figure III- 8 modélisation d'une dent d'engrenage	38
Figure III- 9 pignon à denture droite.....	40
Figure III- 10 géométrie des dents de crémaillère	40
Figure III- 11 dimensions d'une pièce crémaillère.....	41
Figure IV- 1 principe d'inversion de sens de rotation.....	43
Figure IV- 2principe de fonctionnement d'un relais électrique.....	43
Figure IV- 3 schéma de puissance du moteur à deux sens de rotation	44
Figure IV- 4 principe de fonctionnement d'un capteur inductif.....	44
Figure IV- 5 capteur inactif.....	45
Figure IV- 6 capteur actif.....	45
Figure IV- 7 boîtier de commande.....	46
Figure IV- 8 schéma ladder.....	48

Liste des tableaux

Tableau 1 comparaison entre les concepts.....	23
Tableau 2 table de comparaison.....	35
Tableau 3 liste des variables et leur état	46

Introduction générale

L'industrie automobile est un secteur porteur au Maroc qui bénéficie, depuis toujours, d'une attention particulière des sphères 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 ce sens et sur le plan industriel, RENAULT TANGER EXPLOITATION reste l'une des grandes entreprises ayant pour activité la fabrication et la commercialisation des véhicules, ainsi elle cherche à améliorer la qualité de son produit, sa performance et son système de production dans le but d'augmenter la productivité et de conserver sa position parmi les leaders du marché de l'industrie automobile.

Le sujet de ce stage se positionne dans le cadre d'amélioration des postes de travail et de faciliter les tâches confiées au employés, le thème de ce projet de fin d'étude s'intitule *conception et automatisation du chariot de changement des mats*, en effet l'opération de changement des mats pose des difficultés pour les techniciens, car elle est manuelle et nécessite un effort physique considérable ce qui a pousser le chef d'unité de le proposer comme un sujet de fin d'études.

Le but de ce projet est de concevoir un système mécanique qui aide les techniciens à effectuer la tâche de changement des mats dans des conditions favorables et motivantes, afin d'augmenter la productivité et réduire les défauts causés si cette opération est ignorée.

L'étude de ce problème est décomposée à quatre chapitres, le premier chapitre est dédié à la présentation de l'entreprise Renault ainsi que l'atelier d'accueil Atelier Bouclier, le deuxième chapitre sera consacré à l'exposition du problème et à l'analyse fonctionnelle afin de bien visualiser l'intérêt de reconcevoir ce système et par la suite la dernière partie de ce chapitre est réservée à la proposition des solutions, en suite le troisième chapitre dans lequel une étude mécanique détaillé est réalisée à la solution adoptée, afin de déterminer la puissance du moteur nécessaire ainsi que la taille du pignon et les dimension de la crémaillère et finalement le quatrième chapitre qui abordera le coté automatisation du chariot et le choix des détecteurs et la conception du boîtier de commande .

chapitre 1 : Présentation de l'entreprise :



Ce chapitre est consacré à la présentation de
l'entreprise et l'atelier d'accueil



Introduction :

Avant d'entamer l'étude du projet il convient tout d'abord de consacrer ce premier chapitre pour la présentation de l'organisme d'accueil et de l'environnement du travail.

On va commencer tout d'abord par présenter le **Groupe Renault**, puis On va parler de l'usine **Renault Tanger Exploitation (RTE)** et de l'atelier d'accueil.

I) Présentation du groupe Renault

I.1) Histoire du groupe

L'histoire commence en 1898 lorsque les frères Renault fondent la société de construction automobile Renault Frères. Elle lance alors la voiturette et invente la première boîte de vitesses à prise directe. L'entreprise se développe aussi dans le secteur militaire en produisant des camions, des chars et des moteurs d'avions. Renault implante de nombreux centres de productions en France et à l'étranger.

En 1922, Renault devient Société Anonyme des Usines Renault (SAUR) et arrive progressivement en tête du marché français.

Après les ravages de la seconde guerre mondiale, l'entreprise est nationalisée en 1945 et prend le nom de Régie Nationale des Usines Renault (RNUR). Dans le cadre de la reconstruction nationale, elle va concentrer sa production sur la 4CV.

En 1990, Renault reprend la forme d'une société anonyme (Renault SA). Un accord de coopération est signé avec le groupe Volvo pour leurs activités automobiles et poids lourds. Le projet de fusion entre les deux entreprises sera abandonné en 1993.

En mai 1992, Louis Schweitzer est nommé Président-Directeur Général.

En 1996, l'Etat devient minoritaire dans le capital de Renault (46%). Renault est privatisé.

En 1999 : création de l'Alliance Renault-Nissan (Renault prend 36,8 % du capital de Nissan).

Un véritable succès qui a pour bénéfice la mutualisation des expertises, le partage de technologies et le développement à l'international. Cette alliance a été fondée aussi afin de constituer un groupe automobile puissant et de développer les synergies, en gardant l'identité et la culture mutuelle de chaque marque. Renault-Nissan est aujourd'hui le troisième producteur automobile mondial.

Carlos GHOSN, Directeur Général Adjoint de Renault, est nommé à la tête de Nissan. Renault prend le contrôle de Dacia (51 % du capital). L'internationalisation se poursuit : montage en Uruguay, au Brésil et au Maroc, fabrication de Clio au Brésil et de Mégane en Colombie. Création d'Auto-Châssis International.

En 2000 : Renault acquiert 70,1 % du capital du coréen Samsung Motors, qui devient Renault Samsung Motors. La participation de Renault dans Dacia passe à 80,1 %. « Renault, créateur d'automobiles » devient le nouveau slogan d'image de marque.

En 2001 : Renault et AB Volvo signent un accord, qui prévoit notamment le transfert des activités poids-lourds Renault à AB Volvo, et la prise de participation de 20 % dans le capital d'AB Volvo.

L'alliance Renault-Nissan se consolide et les synergies ne cessent de se développer. Avec les rachats de Samsung Motors et Dacia, Renault accélère son internationalisation. Le lancement de Logan est au cœur de la stratégie conquêtes des marchés émergents.

Depuis 2005, Carlos GHOSN, déjà président de Nissan, succède à Louis Schweitzer a la tête de Renault Il met en place le plan Renault Contrat 2009, qui doit positionner le groupe comme le constructeur européen le plus rentable, Renault poursuit son offensive produit avec le lancement de Nouvelle Mégane et multiplie les initiatives en faveur du véhicule électrique.

I.2)Le groupe Renault

a) La présence mondiale

Présent dans 118 pays, le groupe Renault est organisé en cinq grandes régions : Europe, Eurasie, Afrique, Moyen-Orient, Inde, Asie pacifique et Amériques. Le Groupe est représenté par 4 structures d'implantations : filiale commerciale, usine, centre de design ou centre d'ingénierie.

- Asie pacifique.
- Amériques
- Eurasie
- Europe
- Afrique, Moyen-Orient, Inde

Le groupe Renault est engagé dans une stratégie dynamique d'internationalisation. Celle-ci s'accompagne de la nécessité de produire au plus près des marchés. Aussi, pour répondre à la multiplicité des attentes des clients et aux caractéristiques très différentes des marchés, le groupe

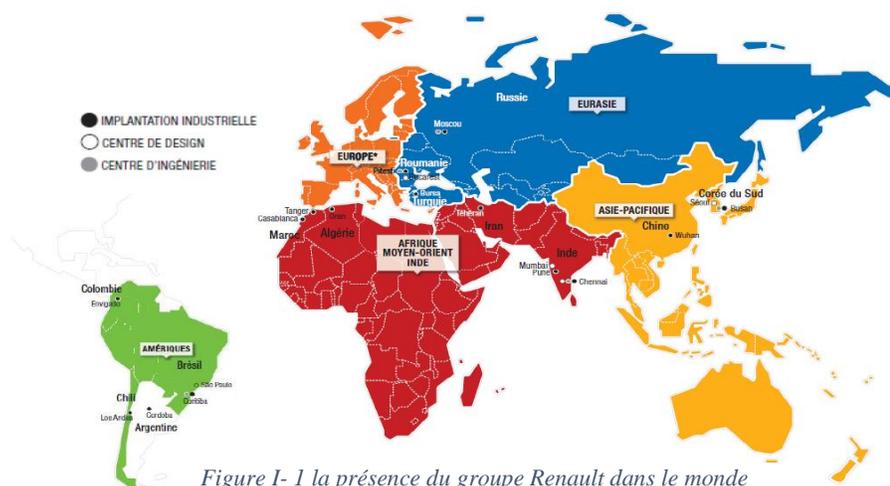


Figure I- 1 la présence du groupe Renault dans le monde

s'appuie sur ses centres de design, d'ingénierie, ses sites de production, et son réseau commercial.

b) Marques du groupe

Le groupe produit cinq marques Principales dans le monde entier Renault, Dacia, Lada, Renault Samsung Motors et Alpine :

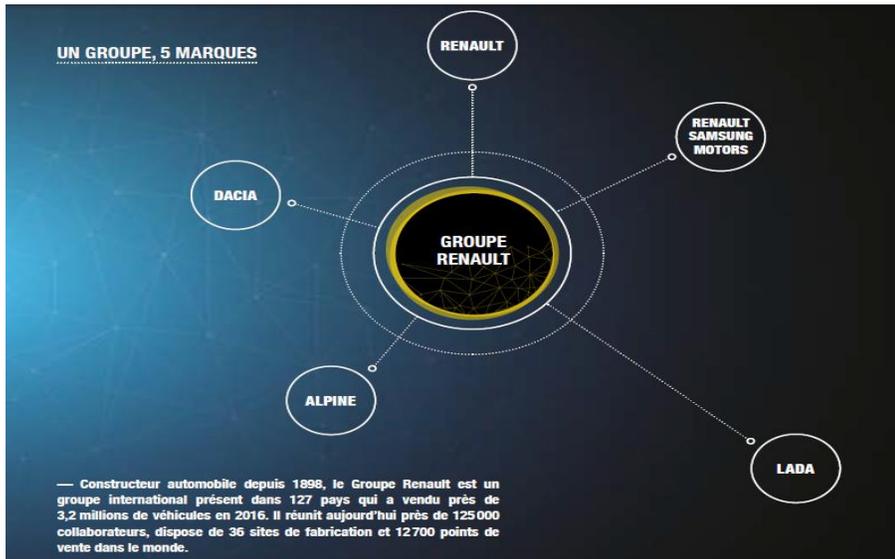


Figure I- 2 les marques du groupe

c) Chiffre d'affaire

Renault connaît un succès incroyable dans le monde elle demeure un acteur majeur dans le secteur d'automobile :



Figure I- 3 chiffre d'affaire du groupe

d) Volume de vente par région :

Le groupe a vendu en 2016 plus de trois millions de voiture partout dans le monde, 300 000 véhicules a été vendus en Afrique :



Figure I- 4 volume de vente

II) Présentation du groupe Renault Tanger :

II.1) Description du projet :

Projet Greenfield Carbone 0 En zone franche (90% réexportation)			
Capacité	Investissement	Emploi et montée en compétence	Surface
360 000 Vh. /an	1,1Mds €	6000 Renault + 30 000 indirects	280 Ha
30 Vh. /h 2012 60 Vh. /h 2014	Usine low cost	750 000 h de formation	30 km du port

Figure I- 5 projet Tanger

II.2) Fiche d'identification :

- ❖ **Date de création** : 16 janvier 2008.
- ❖ **Forme juridique et répartition du capital** : S.A. Caisse de Dépôt et de Gestion 47,6 %, Renault SAS 52,4 % du capital de Renault Tanger Méditerranée.
- ❖ **Activité** : Carrosserie-montage, mécanique, pièces de Rechange
- ❖ **Effectifs** : 6 333 employés au MAI 2015.
- ❖ **Lignes de production** : 2 ligne, Tanger 1 et Tanger 2.
- ❖ **Modèles produit** : LODGY, DOKKER, SANDERO.
- ❖ **Superficie** : 300 hectares
- ❖ **Adresse** : Renault Tanger Exploitation, Zone Frenche de MELLOUSSA, Tanger, Maroc

II.3) Usine ZERO REJET

. Rien n'a été laissé au hasard dans la conception et construction du site industriel, et surtout pas l'environnement, puisqu'il s'agit de la première usine automobile qui allie les zéro émissions carbonées et le zéro rejet d'eaux industrielles. C'est en juin 2010 que l'Alliance Renault-Nissan a annoncé au grand public le projet de Tanger est une usine de développement durable. Grâce au partenariat entre Renault, le Royaume du Maroc, et Veolia Environnement, les émissions de CO2 de l'usine seront réduites de 98%, un niveau jamais atteint pour une usine de carrosserie montage. Aucun rejet d'eaux usées d'origine industrielle ne sera émis dans le milieu naturel et le prélèvement des ressources en eau pour les processus industriels baissera de 70%.

II.4) Usine ZERO CARBONE :

Les émissions de CO2 de l'usine de Tanger seront réduites de 98%, soit à 135 000 tonnes de CO2 évitées par an, grâce à l'optimisation des consommations d'énergie et l'utilisation des énergies renouvelables. Les quelques tonnes restantes seront compensées soit par l'achat de crédit carbone, soit par la production d'énergie renouvelable sur site.

II.5) Usine ZERO REJET LIQUIDE INDUSTRIEL

L'usine de Tanger n'émette aucun rejet industriel liquide et réduit de 70% ses prélèvements en eau pour les processus industriels par rapport à une usine de capacité de production équivalente. Pour cela Renault a travaillé sur l'optimisation des processus industriels (réduction des besoins en eau et minimisation des rejets correspondants) ainsi que sur le recyclage intégral des effluents industriels grâce à l'utilisation de technologies de pointe conçues par Veolia Environnement. Plusieurs étapes de traitement permettent de transformer les effluents en eau purifiée (deminéralisée). Cette eau, répondant aux exigences de qualité des processus, est ensuite réutilisée pour la fabrication des véhicules. Au total, cela permettra d'économiser en eau l'équivalent de 175 piscines olympiques par an.

II.6) Une électricité issue des énergies renouvelables

Grâce au développement des énergies renouvelables au Maroc, l'Office National d'Electricité (ONE) du Maroc assurera 100% des besoins en électricité du site en énergie éolienne, hydraulique...

III) Présentation du processus de fabrication/

Le processus de fabrication passe par quatre étapes principales : emboutissage, tôlerie, peinture et finalement le montage :

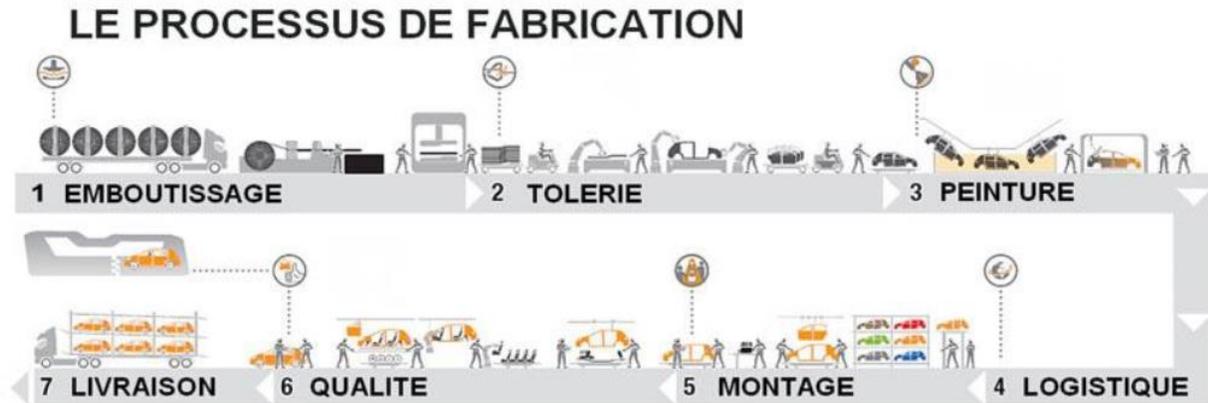


Figure I- 6 processus de fabrication

III.1) L'emboutissage

A l'emboutissage, point de départ du processus, la matière première arrive sous forme de bobines d'acier. Celles-ci sont déroulées puis coupées 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 embouties, détournées, poinçonnées et calibrées. 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...).

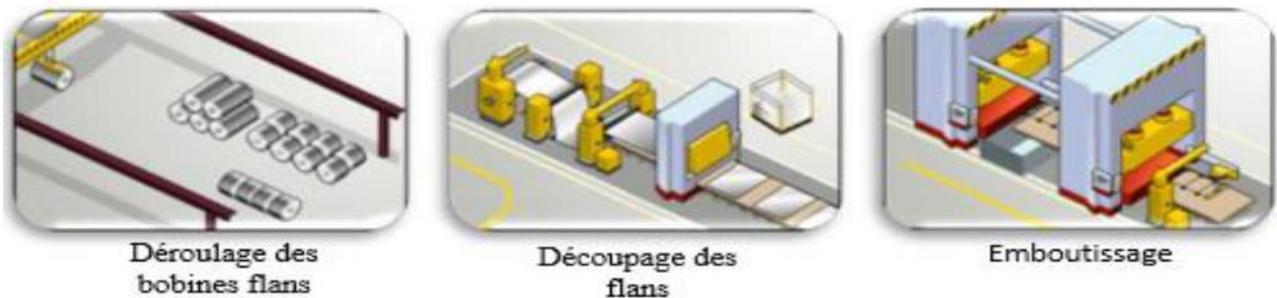


Figure I- 7 processus emboutissages

III.2) La tôlerie

La tôlerie a pour rôle d'assembler les pièces embouties pour former la carrosserie de la caisse. Il y a deux types de pièces ; celles en tôle comme : les côtés de caisse, les pavillons, les portes, les portes de coffres et les capots. Et celles en plastique comme les ailes. Cette opération se fait par plusieurs technologies de soudure : la soudure par point, par laser, par flux gazeux ou le rivetage. La carrosserie prend ainsi forme sur les lignes d'assemblage grâce à environ 5000 points de soudure dont la majorité est réalisée par robots.



Figure I- 8 processus tôlerie

III.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.

Etape 1 : traitement de surface



Etape 2 : application de la peinture



Figure I- 9 processus de la peinture

III.4) Le montage

Le montage 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 de 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.

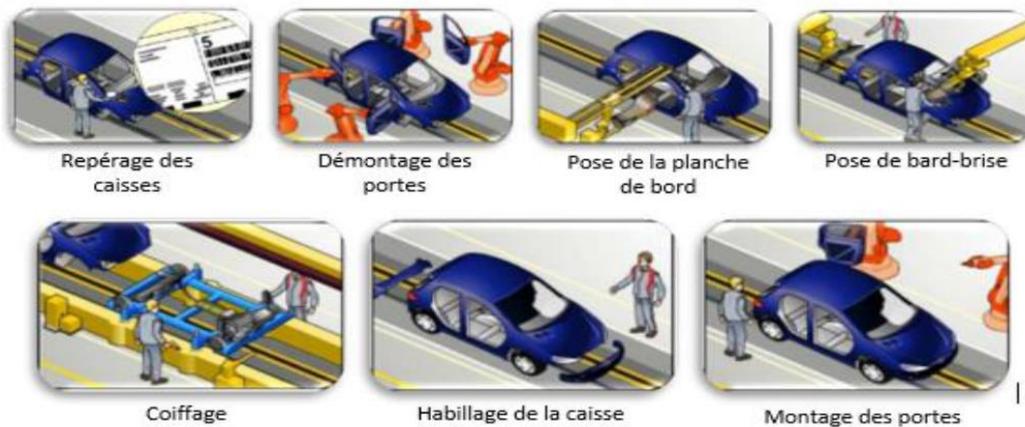


Figure I- 10 processus montage

III.5) Contrôle

Le véhicule subit d'abord un contrôle complet de ses équipements électroniques (réglages des phares, vérification du fonctionnement des voyants, systèmes d'alerte, de sécurité, de confort...). Les véhicules déclarés conformes sont ensuite testés sur bancs de roulage ou sur pistes pour vérifier le bon fonctionnement de tous leurs organes mécaniques. A chacune de ces étapes, les éventuels défauts sont aussitôt corrigés. Une fois contrôlés, les véhicules seront livrés à leurs clients tout en respectant les trois points coût, qualité, délais.

IV) Présentation d'atelier d'accueil :

A l'extrême nord, se trouve le bâtiment peinture boucliers d'une superficie de 6000 m² et une hauteur allant de 10 à 16 m, dans ce bâtiment seront peints les boucliers plastiques des véhicules.

Le processus peinture bouclier passe par plusieurs étapes, à savoir :

IV.1) Stock brut :

Les boucliers sont reçus et stockés dans la zone de stockage dans des centaines.



Figure I- 11 stockage bouclier

IV.2) Marouflage :

il consiste à cacher une partie du bouclier en utilisant des rubans adhésifs et papier marouflage. Cette partie a pour but de protéger la partie qui ne doit pas être peinte.



Figure I- 12 opération de marouflage

IV.3) Essuyage cabine :

Elle s'effectue manuellement par un chiffon non tissé qui est le **TAGRAG**, c'est une étape très simple est très importante et la plus essentielle dans le procès car elle enlève toutes sorte de



Figure I- 13 opération d'essuyage

poissière et les impuretés afin d'avoir une surface propre pour qu'elle soit prête à l'étape suivante.

IV.4) Flammage

C'est le premier traitement robotisé du processus, il a pour objectif d'assurer l'adhérence de la couche peinture à l'aide d'une flamme de 800°C. la flamme délatte les micro-trous sur le bouclier ce qui aide à l'adhésion de la peinture.'



Figure I- 14 Robot de flammage .

IV.5) Apprêt, base et vernis

cette phase consiste à appliquer la peinture intermédiaire (apprêt), la teinte colorée (base) et la peinture brillante (le vernis).



Figure I- 15 les phases de peinture apprêt base vernis

IV.6) Zone de déchargement :

C'est une étape de déchargement des boucliers et les mettre sur les deux barres parallèles afin de les préparer pour le Démarouflage total et les mettre sur un support pour la retouche lors de détection de défauts.



Figure I- 16 Opération de démarouflage

IV.7) Contrôle et finition :

Le but est de contrôler l'aspect et d'apporter les rectifications et les corrections si nécessaires pour rendre la pièce conforme aux exigences de la qualité.



Figure I- 17 contrôle et retouche

IV.8) Montage bouclier AV AR :

C'est la dernière étapes au niveau de l'atelier bouclier, elle s'agit d'équiper les boucliers par les différents composants à titre d'exemple phares antibrouillard, guides d'air, les absorbeurs, etc.



Figure I- 18 montage des pièces

V) Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présenté le contexte général du projet, et nous avons exposé le cadre global de la société, son processus de fabrication et l'atelier d'accueil.

chapitre 2 : Contexte général du projet et génération des concepts



Ce chapitre est dédié à l'exposition du sujet de stage et à la présentation de la problématique et finalement à la proposition des solutions.



I) Etat actuel et problématique :

I.1) Introduction

Ce projet se situe dans le cadre d'amélioration des postes de travail et d'assurer un bon environnement adapté à son utilisateur, ce sujet vise à faciliter les conditions de travail et d'augmenter la productivité.

En effet, le thème de ce projet est : La *conception et l'automatisation du chariot de changement des mats à Tanger 1*, son but est de concevoir un mécanisme qui permet de faciliter la tâche de changement des mats et qui minimise l'effort fourni par l'opérateur, à travers un système mécanique simple et rigide guidé par une automatisation souple et efficace.

I.2) Etat actuel du chariot :

Le chariot est un moyen qui permet de changer manuellement les mats afin de les nettoyer, *les mats* sont des supports sur lesquels le bouclier (le pare-chocs) est monté, sur chaque mat sont mis deux boucliers, bouclier avant (pare-chocs avant) et bouclier arrière (pare-chocs arrière), ils sont entraînés par une chaîne et passent par les différentes étapes durant le processus de peinture de bouclier



Figure II-1 : chariot de changement de mat (en jaune)

Le chariot se translate horizontalement à l'aide d'une glissière fixé au sol, la course totale du chariot est de 1m.

I.3) Pourquoi faut-il changer les mats :

Les mats circulent dans la chaîne de production, et traversent les cabines de peinture. Lorsque le robot applique la peinture sur les boucliers on obtient la cumulation de la peinture sur les mats après chaque cycle.



Figure II- 2 Robot entrain d'application

Ce phénomène est appelé **encrassement**, et peut causer des défauts de peinture sur bouclier sous forme des grains de peinture qui tombent sur le pare choc à cause des vibrations du convoyeur



Figure II- 3 mat encrassé

I.4) Les étapes de changement des mats :

L'opération de changement des mats est confiée aux techniciens, ils doivent changer six (6) mats quotidiennement, la procédure se compose de 3 étapes principales :

1. La préparation du mat nettoyé

Le technicien examine le mat et contrôle sa géométrie à l'aide d'un gabarit afin d'éviter les problèmes de déformation des mats lors du nettoyage et du transport.

2. *Dégagement du mat*

Après avoir déterminé le mat le plus encrassé visuellement, le technicien se prépare à arrêter le convoyeur lorsque le mat est en bonne position dans le chariot.

Ensuite il demande l'aide d'un opérateur ou à un autre technicien pour tirer le chariot manuellement en exploitant leur effort physique, puis il extrait le mat encrassé.

3. *Engagement du mat nettoyé :*

Le technicien positionne le mat dans le chariot et pousse le chariot à l'aide d'un personnel, et en suite il redémarre la chaîne.

➡ L'action de tirer et de pousser le chariot gêne les techniciens et les rend démotivés pour l'effectuer surtout qu'elle nécessite un effort physique considérable et un assistant.

II) Analyse fonctionnelle :

II.1) Analyse QQQQCP/

Toute entreprise est confrontée à des problèmes aussi variés, Certains ont des solutions évidentes. D'autres sont plus complexes, et nécessitent une grande compréhension de la situation, la méthode QQQQCP permet d'avoir sur toutes les dimensions du problème, des informations élémentaires suffisantes pour identifier ses aspects essentiels, elle adopte une démarche d'analyse critique constructive basée sur le questionnement systématique :

Cette méthode consiste à se poser toutes les questions suivantes :

- **Qui** ? Personne concernée par le problème.
 - Qui a constaté le problème ?
 - Sur quelle personne le problème a-t-il un impact ?
- **Quoi** ? La nature et les conséquences du problème.
 - Quelle est l'activité/processus concerné par le problème ?
 - Quel est l'état de la situation ?
 - Quelle sont les caractéristiques ? Quelles sont les conséquences ?
- **Où** ? Localiser le problème.
 - Ou le problème a-t-il des conséquences ?
 - Quelles sont les secteurs concernés ?
- **Quand** ? Caractéristique temporelle du problème, moment de l'occurrence.
 - Depuis quand vous avez ce problème ? Quand cela apparaît-il ?
 - Quand le problème a-t-il découvert ? Quelle est sa fréquence ?
 - Quand se produit le risque ?
- **Comment** ? Mode d'occurrence du problème.
 - Comment se produit le problème ? de quelle manière ?
 - Dans quelles conditions ou circonstances ?

- Comment procède-t-on ? Avec quelles méthodes, quels moyens ?
- questions :

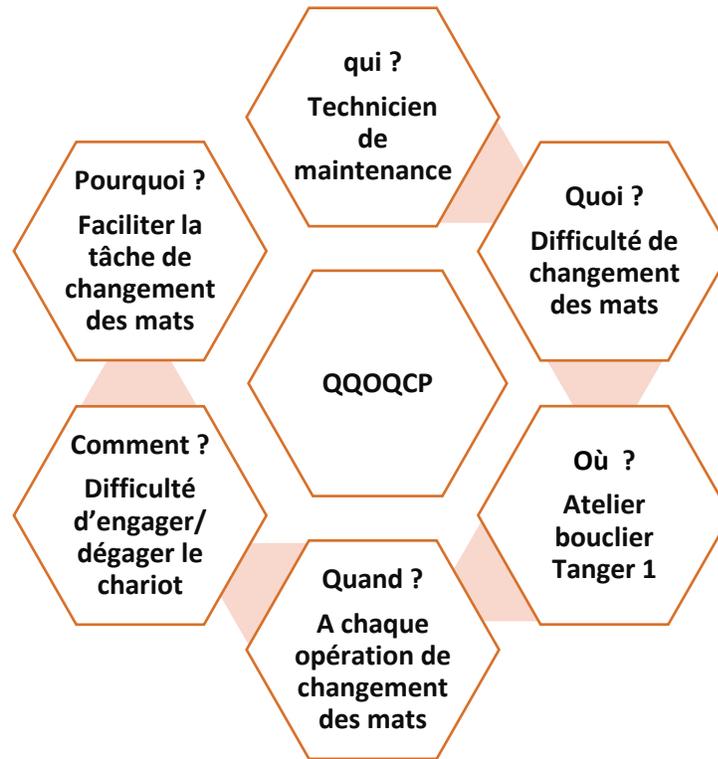


Figure II- 4 Analyse QQQQCP

Pourquoi : Définir le besoin d'une telle étude, pourquoi le problème doit être résolu

II.2) Diagramme bête à corne :

La bête à cornes est un outil graphique d'analyse du besoin qui permet de répondre à trois

1/ **A qui ou quoi** le produit rend-il service ?

2/ **Sur qui** ou quoi agit-il ?

3/ **Dans quel but** ?

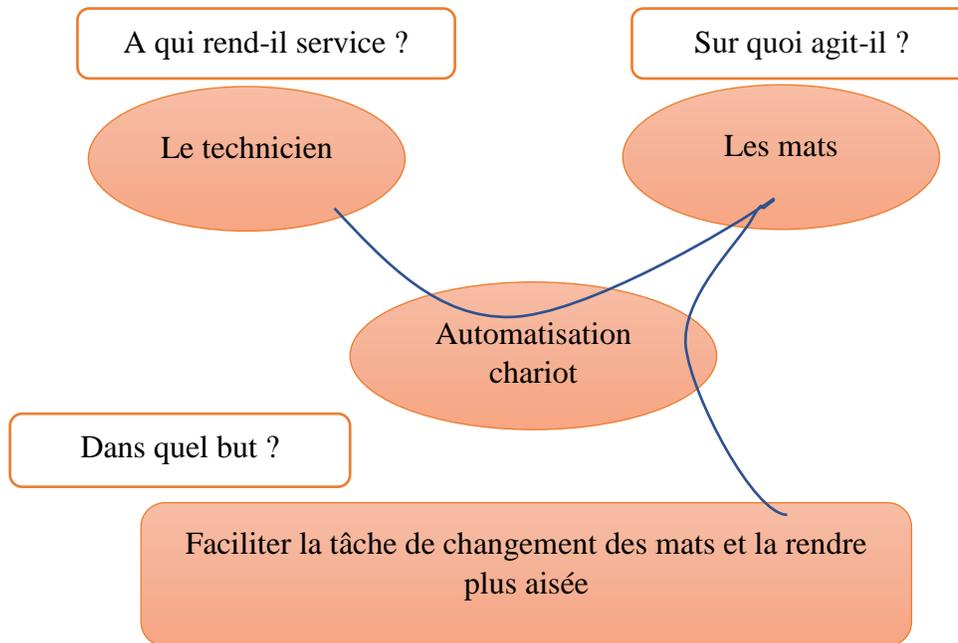


Figure II- 5 diagramme bête à corne

II.3) Diagramme de pieuvre :

Le diagramme pieuvre est la représentation graphique des interactions d'un produit avec son environnement. Le diagramme pieuvre est composé :

- Du produit (au centre du diagramme),
- Des éléments du milieu extérieur (**E.M.E**)
- Des relations d'interaction ou d'adaptation entre le produit et les E.M.E.
- Des repères des fonctions principales (FP1, FP2, ...) et des fonctions contraintes (FC1, FC2 ...).

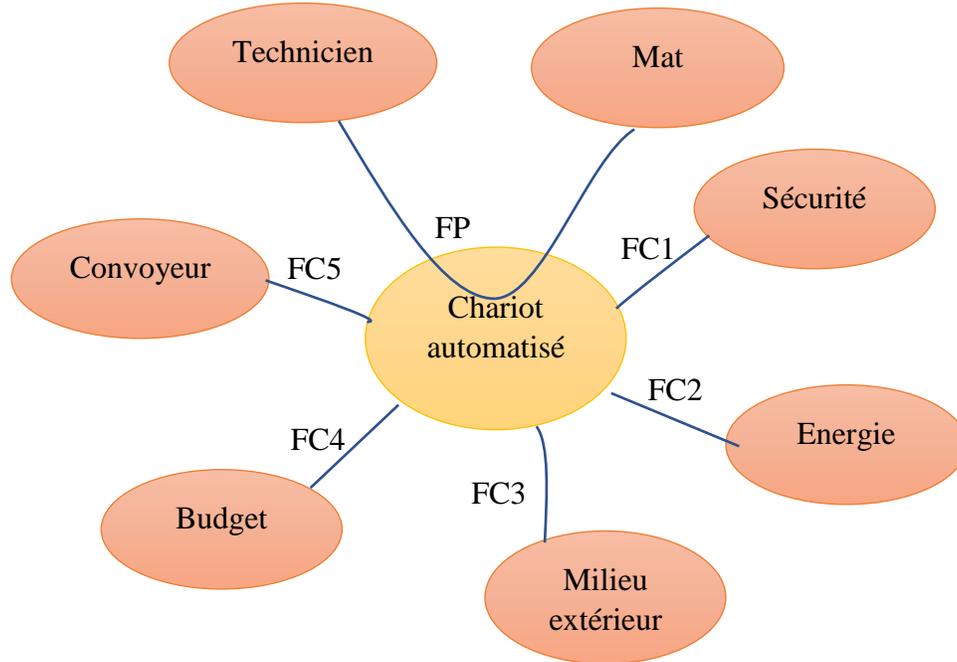


Figure II- 6 Diagramme de pieuvre

Expression des fonctions :

FP : changer les mats.

FC 1 : ne représente pas des risques sur les opérateurs.

FC 2 : économie d’Energie.

FC 3 : résiste au milieu extérieur.

FC 4 : cout de réalisation est le plus faible possible.

FC 5 : ne perturbe pas le fonctionnement du convoyeur.

III) Génération des concepts :

Afin de résoudre ce problème on propose trois solutions probables qui va remplacer l’effort physique fourni par le technicien :

1. Système vérin pousseur.
2. Chaîne de transmission
3. Système pignon-crémaillère.

Pour bien visualiser les avantages et les inconvénients de chaque système on prend ce tableau suivant :

Mécanismes	Vérin pousseur	Chaîne de transmission	Système Pignon-crémaillère
Avantages :	<ul style="list-style-type: none"> • Ne consomme pas beaucoup de l'énergie • Mouvement précis • Robuste 	<ul style="list-style-type: none"> • Robuste • Puissance transmissible importante • Rendement élevé 	<ul style="list-style-type: none"> • Puissance transmissible importante • Rendement élevé • Maintenance facile • Longue durée de vie • Système moins volumineux
Inconvénients :	<ul style="list-style-type: none"> • Difficulté de contrôler la vitesse • Equipement relativement cher • Occupe de l'espace • Nécessite un circuit pneumatique et électrique. 	<ul style="list-style-type: none"> • Très bruyante • Faible rapport de Vitesse • La chaîne représente un risque pour l'opérateur • Occupe de l'espace • Entretien délicat 	<ul style="list-style-type: none"> • Lubrification nécessaire • Maintenance régulière

Tableau 1 comparaison entre les concepts

D'après le tableau précédent on remarque que le système **pignon-crémaillère** a plus d'avantage que les deux autres concepts d'où on choisit ce système.

IV) Conception du système pignon-crémaillère :

On propose d'empaler la crémaillère au milieu du chariot fixé sur une barre rigide et le moteur est fixé au sol. La conception est faite à l'aide du CATIA ;

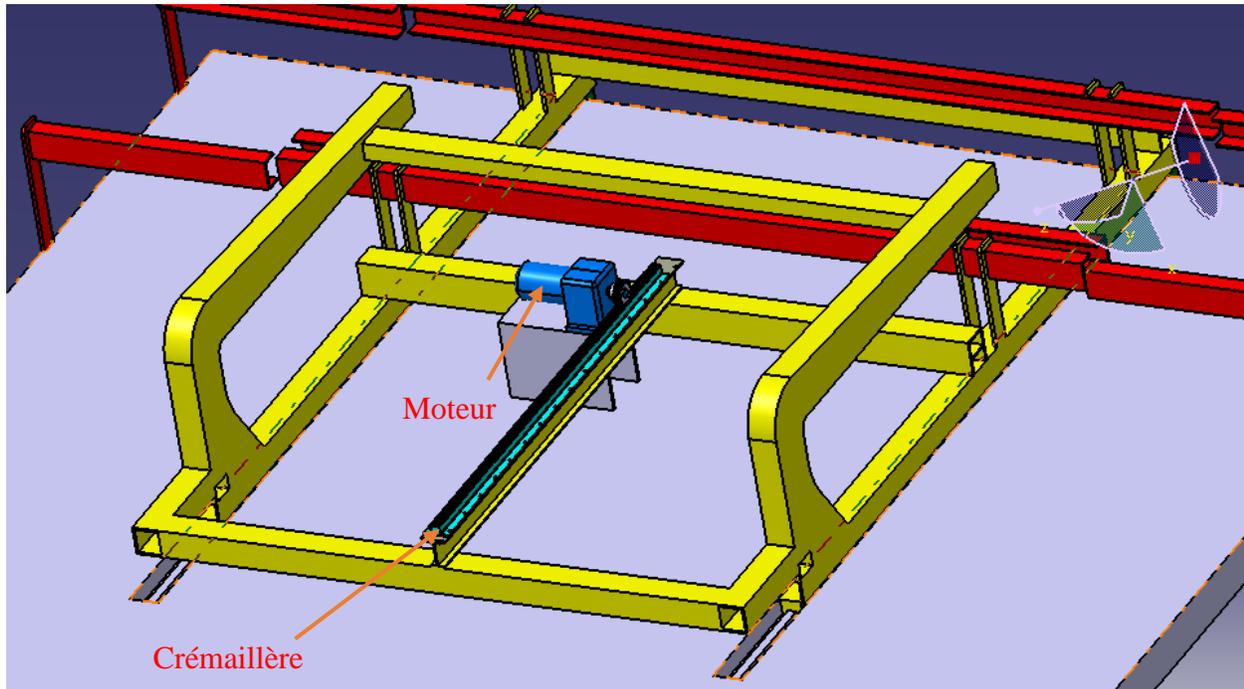


Figure II- 7concept du chariot

V)Conclusion :

Après avoir bien analyser l'état actuelle et bien comprendre le besoin l'aide d'une étude fonctionnelle en exploitant la démarche QQQCP et les diagramme de bête à corne et de pieuvre nous avons proposé trois solution et après une comparaison entre les trois concept nous avons choisi le mécanisme pignon crémaillère .

chapitre 3 : Etude mécanique et modélisation du système



Ce chapitre est réservé à l'étude
mécanique et au choix et
dimensionnement du système



I) Introduction :

Le chariot se translate à l'aide d'une glissière, il est entraîné par un système pignon-crémaillère, le pignon est fixé sur l'arbre du moteur, lorsque le moteur tourne, il fait tourner le pignon, ce dernier fait translater la crémaillère qui est fixée sur le chariot comme le montre la figure ci-dessous :

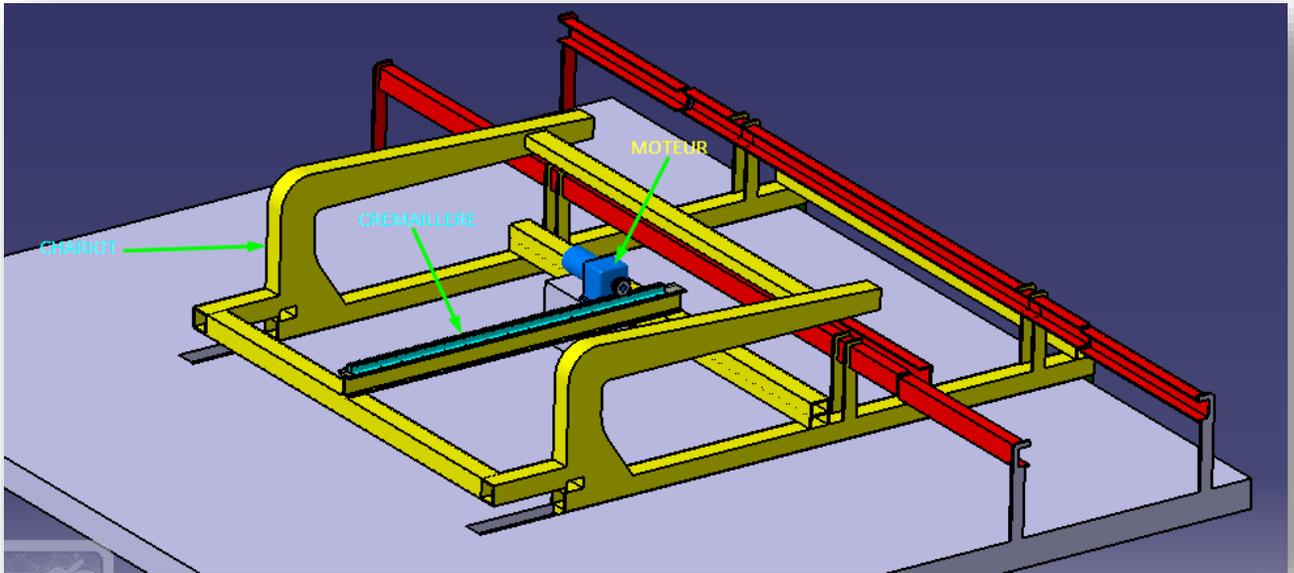


Figure III- 1 chariot de changement des mats

II) Etude statique :

Afin de déterminer les efforts qui s'interagissent entre les différents composants du système on applique une étude statique du mécanisme.

II.1) Constructions du schéma cinématique

a) Les groupes cinématiques :

On appelle classe d'équivalence cinématique (ou groupe cinématique), un ensemble de solides n'ayant aucun mouvement relatif, ce mécanisme se compose de quatre classes d'équivalences principales

- Gr0 : le sol.
- Gr1 : partie inférieure de la glissière.
- Gr2 : partie supérieure de la glissière + chariot crémaillère.
- Gr3 : pignon + arbre moteur.
- Gr4 : châssis moteur.

b) Les liaisons cinématiques :

Les liaisons cinématiques qui relient les classes d'équivalences cinématiques sont :

- L (1/2) : liaison glissière
- L (2/3) : liaison ponctuelle.
- L (3/4) : liaison pivot d'axe.
- L (4/0) : encastrement.
- L (0/1) : encastrement.

c) Graphe des liaisons :

Le graphe des liaisons est une représentation graphique d'un système dynamique physique qui représente les liaisons cinématiques qui rassemblent les groupes cinématiques du système.

Le graphe de liaison minimale se caractérise par le nombre cyclomatique qui définit le nombre des cycles indépendants que constitue le graphe, il se calcule comme suit :

$$\gamma = N_{liaisons} - N_{solides} + 1$$

Dans notre cas le nombre cyclomatique est :

$$\gamma = 5 - 5 + 1$$

$$\gamma = 1$$

➡ Comme le montre le graphe ci-dessus le système est fermé et se compose d'un seul cycle indépendant :

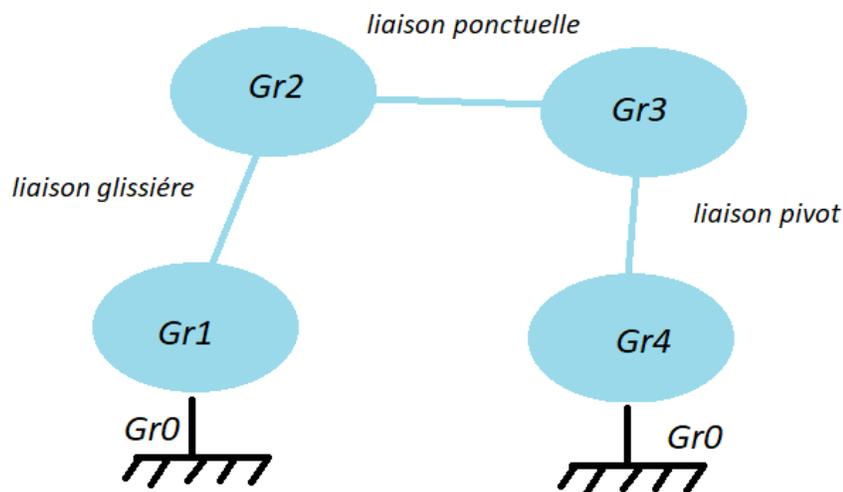


Figure III- 2 graphe des liaisons

d) Schéma cinématique :

Le schéma cinématique est une représentation graphique dans laquelle les groupes cinématiques décrivent les liaisons et les lignes qui représentent les solides du mécanisme, il aide le concepteur à comprendre le fonctionnement du système mécanique et de visualiser sont paramétrage.

Le schéma cinématique du chariot est représenté dans la figure suivante :

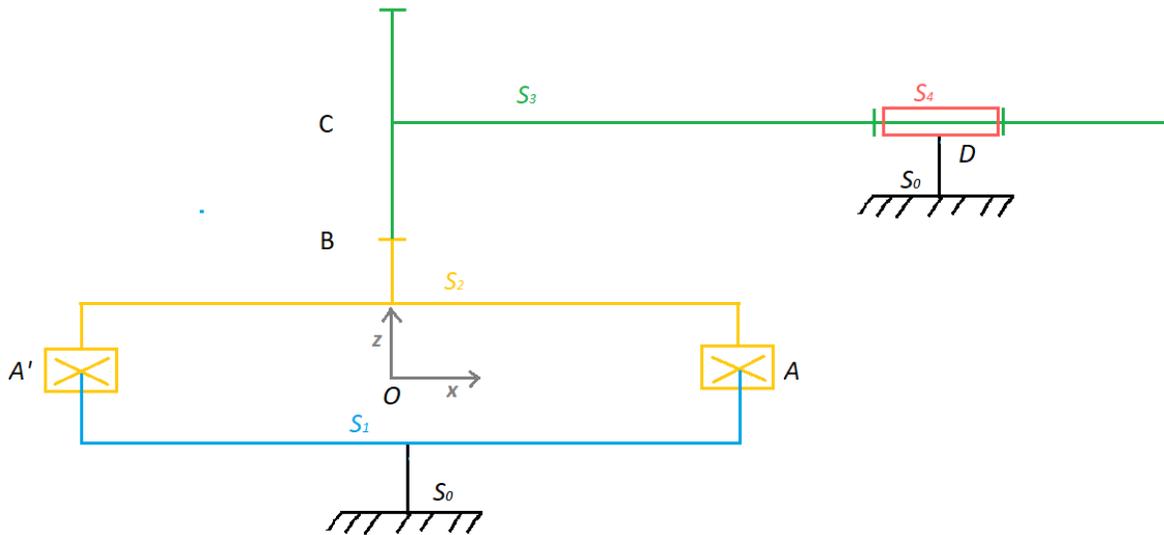


Figure III- 3 schéma cinématique du système

II.2) Calcule du torseur statique :

a) Données du problème :

Afin de déterminer le choix du moteur convenable pour ce mécanisme on applique une étude statique qui va nous permettre de calculer les efforts générés par ce système :

On considère les données géométriques et mécaniques suivantes :

$$OA=OA'=l= 890\text{mm} ; OB=h= 100 \text{ mm} ;BC=a=30\text{mm}$$

La masse du chariot :

$$M=140 \text{ kg et } g=10 \text{ ms}^{-2}$$

Le coefficient de frottement de la glissière :

$$f=0.19$$

b) Equilibre du solide S2 :

A l'équilibre le solide S2 est soumis à :

- L'action du solide S1 sur S2.
- L'action du solide S3 sur S2.
- L'action du poids de S2.

A l'équilibre on a :

$$\{\tau_{S1 \rightarrow S2}\}_M + \{\tau_{S3 \rightarrow S2}\}_M + \{\tau_{Poids \rightarrow S2}\}_M = \{\vec{0}\} \quad (\text{M est un point quelconque})$$

Déterminant le torseur $\{\tau_{S1 \rightarrow S2}\}_M$:

Chaque glissière du solide S1 applique au centre de leur liaison sur S2 deux forces :

- Force de réaction R suivant x :

$$\vec{R}_{(1,2)z} = \frac{1}{2} * M * g \vec{z} \quad (\text{Pour chaque glissière})$$

- Force liée aux frottements :

$$\vec{R}_{(1,2)y} = \frac{1}{2} * M * g * f \vec{y} \quad (\text{Pour chaque glissière})$$

Torseur de la glissière 1 au centre de sa liaison A' :

$$\tau_1 = \begin{pmatrix} R_{1x} & M_{1x} \\ R_{1y} & M_{1y} \\ R_{1z} & M_{1z} \end{pmatrix}_{A'}$$

On écrit τ_1 dans le point de réduction C :

Ecrivons le moment au point C à l'aide de la loi de distribution des moments

$$\vec{M}_C = \vec{M}_{A'} + (R_{1x}\vec{x} + R_{1y}\vec{y} + R_{1z}\vec{z}) \wedge \vec{A'C}$$

Avec :

$$\vec{A'C} = l\vec{x} + (h + a)\vec{z}$$

$$\vec{M}_C = \vec{M}_{A'} + (R_{1x}\vec{x} + R_{1y}\vec{y} + R_{1z}\vec{z}) \wedge (l\vec{x} + (h + a)\vec{z}) \quad \vec{M}_{A'} = M_{1x}\vec{x} + M_{1y}\vec{y} + M_{1z}\vec{z}$$

D'où

$$\vec{M}_C = (M_{1x} + (h + a)R_{1y})\vec{x} + (M_{1y} + lR_{1z} - (h + a)R_{1x})\vec{y} - lR_{1y}\vec{z}$$

Donc τ_1 devient :

$$\tau_1 = \begin{pmatrix} R_{1x} & M_{1x} + (h + a)R_{1y} \\ R_{1y} & M_{1y} + lR_{1z} - (h + a)R_{1x} \\ R_{1z} & M_{1z} - lR_{1y} \end{pmatrix}_C$$

Torseur de la glissière 2 au centre de sa liaison A :

On procède par la même méthode pour τ_1

$$\tau_2 = \begin{pmatrix} R_{2x} & M_{2x} \\ R_{2y} & M_{2y} \\ R_{2z} & M_{2z} \end{pmatrix}_A$$

On écrit τ_1 dans le point de réduction C :

Ecrivons le moment au point C à l'aide de la loi de distribution des moments

$$\vec{M}_C = \vec{M}_A + (R_{2x}\vec{x} + R_{2y}\vec{y} + R_{2z}\vec{z}) \wedge \vec{AC}$$

Avec :

$$\vec{AC} = -l\vec{x} + (h+a)\vec{z}$$

$$\vec{M}_C = \vec{M}_A + (R_{2x}\vec{x} + R_{2y}\vec{y} + R_{2z}\vec{z}) \wedge (-l\vec{x} + (h+a)\vec{z}) \quad \vec{M}_A = M_{2x}\vec{x} + M_{2y}\vec{y} + M_{2z}\vec{z}$$

D'où

$$\vec{M}_C = (M_{1x} + (h+a)R_{1y})\vec{x} + (M_{1y} - lR_{1z} - (h+a)R_{1x})\vec{y} + lR_{1y}\vec{z}$$

Donc τ_2 devient :

$$\tau_2 = \begin{pmatrix} R_{2x} & M_{2x} + (h+a)R_{1y} \\ R_{2y} & M_{2y} - lR_{2z} - (h+a)R_{2x} \\ R_{2z} & M_{2z} + lR_{2y} \end{pmatrix}_C$$

Finalement le torseur $\{\tau_{S1 \rightarrow S2}\}_M$:

$$\{\tau_{S1 \rightarrow S2}\}_C = \tau_1 + \tau_2$$

Ou bien :

$$\{\tau_{S1 \rightarrow S2}\}_C = \begin{pmatrix} R_{1x} & M_{1x} + (h+a)R_{1y} \\ R_{1y} & M_{1y} + lR_{1z} - (h+a)R_{1x} \\ R_{1z} & M_{1z} - lR_{1y} \end{pmatrix}_C + \begin{pmatrix} R_{2x} & M_{2x} + (h+a)R_{1y} \\ R_{2y} & M_{2y} - lR_{2z} - (h+a)R_{2x} \\ R_{2z} & M_{2z} + lR_{2y} \end{pmatrix}_C$$

Et puis que les deux glissières son identiques et que le poids est distribué uniformément on peut écrire :

$$R_x = R_{1x} = R_{2x}$$

$$R_y = R_{1y} = R_{2y}$$

$$R_z = R_{1z} = R_{2z}$$

Donc :

$$\{\tau_{S1 \rightarrow S2}\}_C = \begin{pmatrix} 2R_x & M_{1x} + M_{2x} + 2(h+a)R_y \\ 2R_y & M_{1y} + M_{2y} - 2(h+a)R_x \\ 2R_z & M_{1z} + M_{2z} \end{pmatrix}_C$$

On donne le torseur de la liaison ponctuelle entre le pignon et la crémaillère :

$$\{\tau_{S3 \rightarrow S2}\}_B = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ R & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_B = \begin{pmatrix} 0 & aR \\ R & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_C$$

Déterminons le torseur $\{\tau_{Poids \rightarrow S2}\}_M$:

$$\{\tau_{Poids \rightarrow S2}\}_G = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -Mg & 0 \end{pmatrix}_G$$

Puisque \vec{P} et \vec{GC} sont parallèles donc $\{\tau_{Poids \rightarrow S2}\}_G$ ne va pas changer

$$\{\tau_{Poids \rightarrow S2}\}_C = \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -Mg & 0 \end{pmatrix}_C$$

Donc l'équilibre de S2 sera :

$$\{\tau_{S1 \rightarrow S2}\}_C + \{\tau_{S3 \rightarrow S2}\}_C + \{\tau_{Poids \rightarrow S2}\}_C = \{\vec{0}\}$$

$$\text{On déduit alors : } \begin{pmatrix} 2R_x & M_{1x} + M_{2x} + 2(h+a)R_y \\ 2R_y & M_{1y} + M_{2y} - 2(h+a)R_x \\ 2R_z & M_{1z} + M_{2z} \end{pmatrix}_C + \begin{pmatrix} 0 & -aR \\ -R & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_C + \begin{pmatrix} 0 & 0 \\ 0 & 0 \\ -Mg & 0 \end{pmatrix}_C = \{\vec{0}\}$$

Pour faciliter le calcul on pose :

$$M_{1x} + M_{2x} = M_x$$

$$M_{1y} + M_{2y} = M_y$$

$$M_{1z} + M_{2z} = M_z$$

L'équation d'équilibre sera donc :

$$\begin{pmatrix} 2R_x & M_x + 2(h+a)R_y - aR \\ 2R_y - R & M_y - 2(h+a)R_x \\ 2R_z - Mg & M_z \end{pmatrix}_C = \{\vec{0}\}$$

Et d'après le principe fondamental du statique appliqué au chariot en équilibre :

$$\sum \overrightarrow{F_{ext}} = \vec{0}$$

Et puisque le chariot est soumis à la force de son poids et la réaction de la glissière on peut écrire :

$$\overrightarrow{2R_z} + \vec{P} = \vec{0}$$

$$\overrightarrow{2R_z} + M\vec{g} = \vec{0}$$

$$2R_z - Mg = 0$$

Donc

$$R_z = Mg/2$$

Finalement on peut déduire les inconnus statique :

$$M_z = 0$$

$$R_x = 0 \quad \text{et} \quad M_x = -ha$$

$$M_z = 0$$

Et R_y est liée au frottement de la glissière $2R_y = fMg = R$ avec f est le coefficient de frottement

Et on a $2R_1 = Mg$ donc :

$$\{\tau_{S2 \rightarrow S3}\}_C = \begin{pmatrix} 0 & aR \\ R & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_C$$

Sachant que la liaison entre S2 et S3 est une liaison pignon crémaillère donc le moteur doit fournir un moment supérieur à aR afin que le chariot puisse bouger.

III) Choix et dimensionnement du moteur

III.1) Choix du type du moteur

Il existe trois types principaux de moteur : les moteurs synchrones, les moteurs asynchrones et les servomoteurs, chaque moteur à ses atouts et ses inconvénients :

a) Les moteurs synchrones :

Le moteur synchrone est une machine dont la vitesse du rotor est la vitesse du champ magnétique du stator sont égales car il n'y a pas de glissement entre la rotation du rotor et le champ magnétique tournant, il est utilisé en cas de besoin d'une vitesse précise et bien stable.

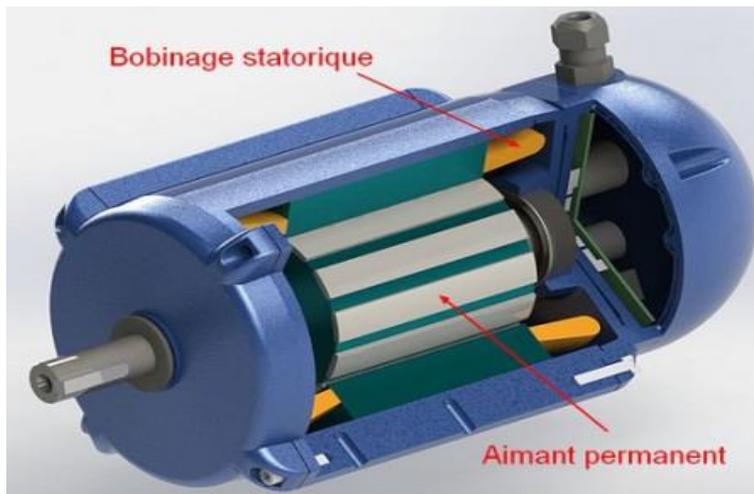


Figure III- 4moteur synchrone

- Les avantages du moteur synchrone sont :
 - Rotation à vitesse constante
 - La vitesse ne dépend pas du chargé exercé sur le moteur.
 - Efficace et robuste
 - Un rendement élevé
- Les inconvénients :
 - Il nécessite un courant continu supplémentaire qui alimente la bobine du rotor.
 - Couteux
 - La maintenance est moins facile que le moteur asynchrone
 - Moins utilisé dans le domaine d'industrie

b) Les moteurs asynchrones :

Le moteur asynchrone est une machine dont la vitesse de rotation est inférieure à celle du champ magnétique tournant, ce phénomène est appelé le glissement.

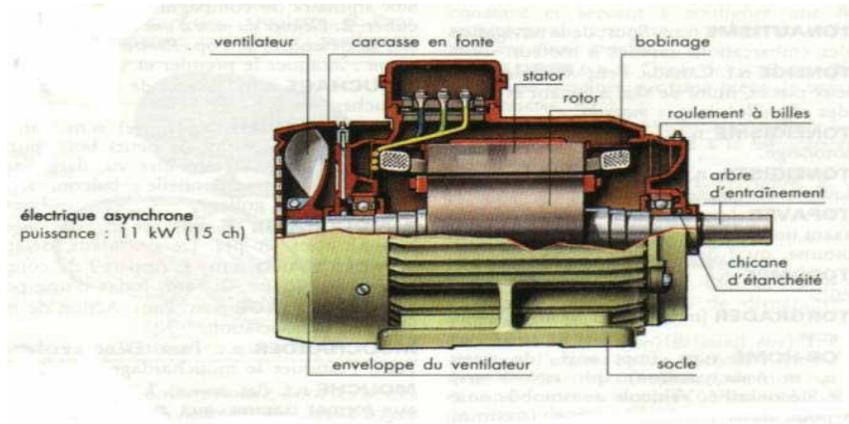


Figure III- 5moteur asynchrone

- Les avantages de ce type de moteur sont :
 - Facile à installer et à commander
 - Ne nécessite pas de courant supplémentaire
 - Maintenance et réparation moins délicate que le moteur synchrone
 - Moins chers et économique
 - Durable et ne nécessite pas beaucoup d'entretien
 - Plus utilisé dans l'industrie
- Les inconvénients :
 - Phénomène de glissement
 - Rendement moins que celui de l'asynchrone
 - La vitesse du moteur diminue avec la charge croissante

c) Les servomoteurs



Figure III- 6 un servomoteur

Les servomoteurs est un moteur qui permet de produire un mouvement précis en repense à une commande externe, il est capable d'attendre des positions prédéterminées dans les instructions qui lui on été donné, puis de les maintenir. Les atouts du servomoteur :

- Vitesse réglable
 - Déplacement précis
 - Commande avec la vitesse angulaire
 - Bonne manutention de la position
 - Ne nécessite pas un système de freinage
- Les désavantages :
- Branchement délicat
 - Nécessite un automate programmable
 - Très couteux
 - Moins robuste

Pour visualiser mieux les points forts et faible de chaque moteur on établit un tableau de pondération en se basant sur les critères suivants :

Critères Moteur	Resistance au milieu de travail	Facilité de maintenance	Coûts	Rendement	Facilité de montage	Performance	Total	Classe- ment
Moteur synchrone	1	2	2	1	2	1	9	2
Moteur asynchrone	1	1	1	2	1	1	7	1
Servomoteur	2	3	3	3	3	2	17	3

Tableau 2 table de comparaison

Tenant en compte les caractéristiques de chaque type de moteur, leurs points forts et leurs faiblesses on opte pour **un moteur asynchrone**, vu son coût minimal et son efficacité.

IV) Calcul de la puissance du motoréducteur

IV.1) Calcul basé sur la puissance

On rappelle que l'arbre du moteur est soumis au torseur suivant :

$$\{\tau_{S2 \rightarrow S3}\}_C = \begin{pmatrix} 0 & aR \\ R & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_C$$

Avec $\vec{R} = M * g * f$ et $a=30 \text{ mm}$ et $h = 100\text{mm}$ et $f=0.19$ et $M=140 \text{ kg}$

AN :

$$\{\tau_{S2 \rightarrow S3}\}_C = \begin{pmatrix} 0 & aR \\ R & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_C$$

$$\{\tau_{S2 \rightarrow S3}\}_C = \begin{pmatrix} 0 & 8 \\ 266 & 0 \\ 0 & 0 \end{pmatrix}_C$$

La puissance du moteur est donnée par la relation suivante :

$$P = C * \omega$$

Avec :

ω : la vitesse angulaire du moteur (rd. s⁻¹)

C : couple du moteur (N.m)

La vitesse ω est extraite de la vitesse de la translation du chariot $V=0.2\text{m. s}^{-1}$

Et puisque le rayon de pignon est 30mm on peut écrire :

$$P = C * \frac{V}{R}$$

AN :

$$P = 8 * \frac{0.2}{30 * 10^{-3}}$$

$$P = 53 \text{ Watt} = 0.053 \text{ KW}$$

Pour s'assurer du bon fonctionnement du mécanisme on ajoute un facteur de sécurité qui prend en compte les situations non considérés à titre d'exemple un mauvais graissage de la glissière.

On se réfère au tableau suivant pour choisir le facteur de sécurité :

Coefficient de sécurité (s)	Conditions générales de calculs (sauf réglementation particulière)
1,5 à 2	Cas exceptionnels de grande légèreté. Hypothèses de charges surévaluées.
2 à 3	Construction où l'on recherche la légèreté (aviation). Hypothèses de calcul la plus défavorable (charpente avec vent ou neige, engrenages avec une seule dent en prise ...).
3 à 4	Bonne construction, calculs soignés, haubans fixes.
4 à 5	Construction courante (légers efforts dynamiques non pris en compte. Treuils.)
5 à 8	Calculs sommaires, efforts difficiles à évaluer (cas de chocs, mouvements alternatifs, appareils de levage, manutention).
8 à 10	Matériaux non homogènes. Chocs, élingues de levage.
10 à 15	Chocs très importants, très mal connus (presses). Ascenseurs.

On a choisi $F_s=5$ car les efforts dynamiques du système sont négligés

$$P = 5 * 53 \text{ Watt} = 0.27 \text{ Kw}$$

Donc la puissance du motoréducteur est

IV.2) Choix du motoréducteur :

L'usine Renault Tanger utilise les motoréducteurs de la société allemande **SEW** spécialiste mondial des systèmes d'entraînement, elle est connue pour ses produits robustes et efficaces de plus elle offre une gamme très variée qui satisfait les exigences de ses clients :

L'application sur son site web facilite la tâche du choix du motoréducteurs en introduisant les paramètres principaux comme la puissance et le couple ainsi que le facteur de réduction ou la vitesse de sortie du motoréducteur...

Après l'introduction de ces paramètres la liste suivante s'affiche

R07DRS71S4	IE1	0.37	63	56	21.73	0.9	1380	S1-100%
R07DR63L4	-	0.25	78	31	16.73	1.65	1300	S1-100%
R17DR63L4	-	0.25	54	44	24.07	1.9	1300	S1-100%
R17DR63L4	-	0.25	52	46	25.23	1.85	1300	S1-100%
R17DR63L4	-	0.25	56	43	23.15	2	1300	S1-100%
R17DRS71S4	IE1	0.37	60	59	23.15	1.45	1380	S1-100%
R07DRS71S4	IE1	0.37	75	47	18.31	1.05	1380	S1-100%

Figure III- 7 liste des moteurs

On choisit le premier motoréducteur ayant une puissance de 0.37 Kw et une vitesse de sortie de 63 tr /min

V) Dimensionnement du système pignon crémaillère

V.1) Dimensionnement du pignon

Un engrenage se caractérise par son diamètre primitif D_p , son nombre de dents Z et son module m . Le diamètre primitif est déjà déterminé vu les contraintes géométriques du système il est égal à $D_p=60$ mm

Afin de déterminer le module du pignon on fait le calcul RDM suivant :

Hypothèses :

1. La dent est supposée comme une poutre encastrée.
2. La résultante \vec{F} , l'action de dent voisine en A et verticale.
3. Les effets dynamiques, le choc sont négligés.

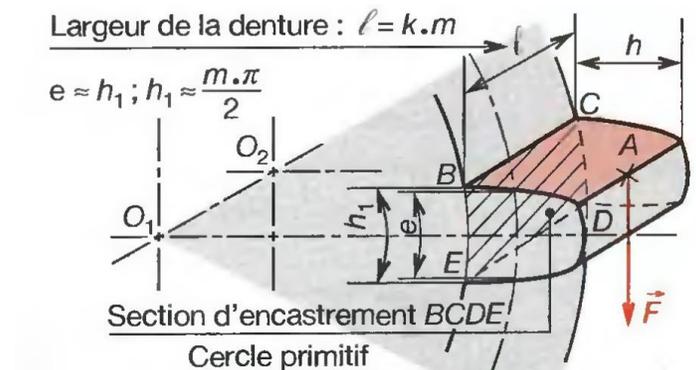


Figure III- 8 modélisation d'une dent d'engrenage

La valeur de la contrainte maximale est :

$$\sigma_{max} = \frac{Mf * y_{max}}{I}$$

le moment de flexion maxima

$$Mf = h * F$$

Le moment quadratique :

$$I = \frac{l * e^3}{12}$$

largeur de la dent $l = k * m$

k : coefficient de largeur de la denture

largeur de la dent $h = 2.25m$

$$y_{max} = \frac{e}{2} \text{ avec } e \simeq \pi \frac{m}{2}$$

Donc la contrainte maximale devient :

$$\sigma_{max} = \frac{Mf * y_{max}}{I} = \frac{F \cdot h \cdot \frac{e}{2}}{l \cdot \frac{e^3}{12}} = \frac{6Fhe}{kme^3} = \frac{24 * 2,25 * F}{\pi^2 * k * m^2}$$

Afin que la dent puisse résister la contrainte maximale doit être inférieure à la contrainte d'écoulement Re , autrement dit la condition suivante sera respectée :

$$\sigma_{max} < Re \quad \frac{24 * 2,25 * F}{\pi^2 * k * m^2} < Re$$

Ou bien :

$$m > 2,34 \sqrt{\frac{F}{k * Re}}$$

AN :

Pour notre cas on a :

$$F = 266 \text{ N}$$

$$m > 2,34 \sqrt{\frac{266}{6 * 200}}$$

$$m > 1,10 \text{ mm}$$

➡ D'après le résultat ci-dessus le module devra être supérieur à 1,10 pour que la dent résiste aux efforts, donc on choisit un module égal à $m=2$ mm

Tenant compte de ces paramètres (module, diamètre primitif, angle de pression) et prenant en considération le diamètre de l'arbre du motoréducteur et les dimensions de la clavette, on construit le dessin technique du pignon

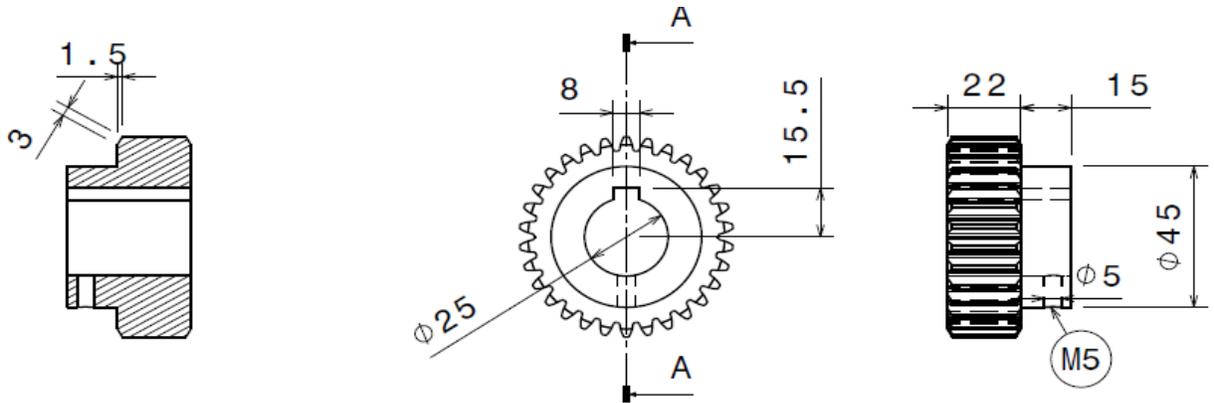


Figure III- 9 pignon à denture droite

V.2) Dimensionnement de la crémaillère

La crémaillère doit aussi avoir un module m égale à celui du pignon, la longueur totale de la crémaillère est de 130 cm, elle est répartie sur 3 pièces identiques pour faciliter le montage et le démontage et aussi en cas de défaillance (dent cassée par exemple) on ne change que la pièce défectueuse au lieu de changer toute la crémaillère.

Les dimensions et la forme les dents de la crémaillère pour un angle de pression de 20° sont représentés dans la figure ci-dessous :

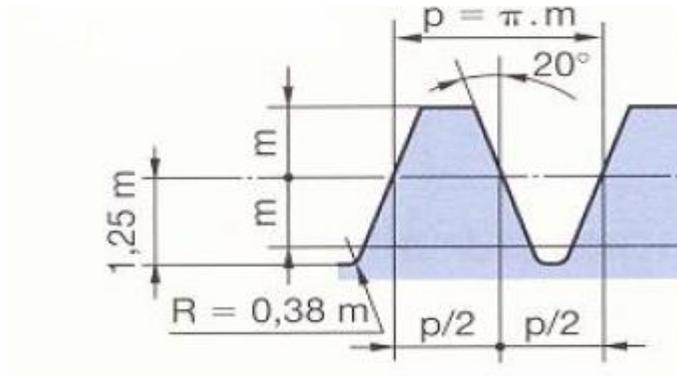


Figure III- 10 géométrie des dents de crémaillère

Les dimensions d'une pièce de crémaillère figurent dans le dessin suivant :

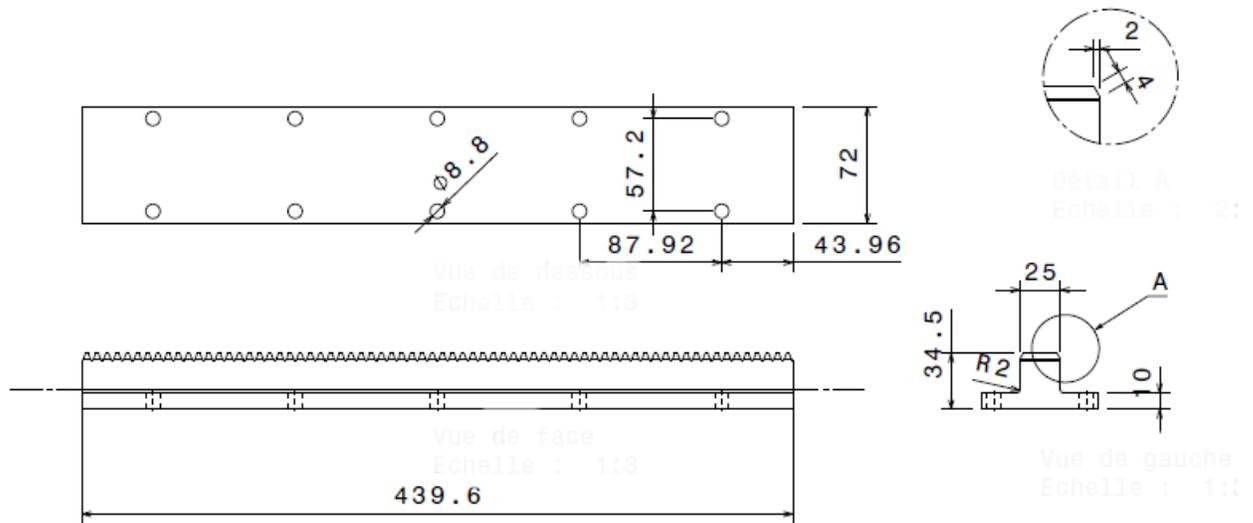


Figure III- 11 dimensions d'une pièce crémaillère

VI) Conclusion :

Dans ce chapitre on a effectué le choix convenable du motoréducteur en termes de puissance, de couple et de vitesse de sortie du réducteur, en effet on a choisi un motoréducteur de puissance de 0.55 kw qui tourne à 60 tr/min générant un couple de 56 Nm.

D'autre part on a dimensionné le système pignon crémaillère, calculé le module m à l'aide d'une étude RDM et déterminer la longueur totale de la crémaillère qui est constituée de 3 pièces identiques et faciles à assembler.

chapitre 4 : Etude de la partie automatisme



Dans cette partie on abordera le côté d'automatisation du chariot et le choix des capteurs.



I) Branchement du moteur

On a choisi un moteur triphasé de puissance 1 kw, le moteur doit être capable d'inverser son sens de rotation pour effectuer les opérations d'engagement et de déengagement du chariot, cette inversion s'effectue en permutant deux phases du moteur comme le montre la figure suivante :

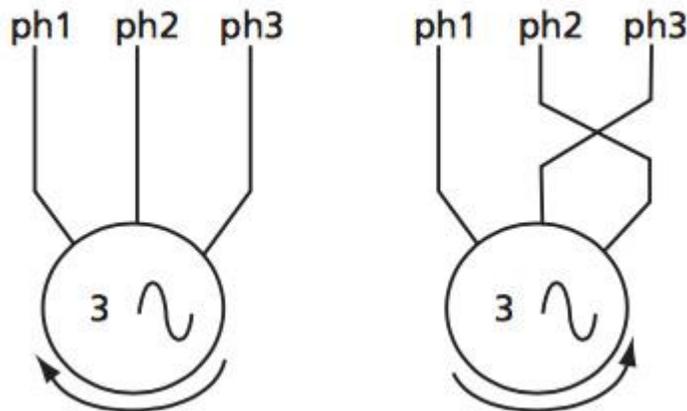


Figure IV- 1 principe d'inversion de sens de rotation

Pour réaliser cette opération on aura besoin de deux relais électriques à trois contacteurs normalement ouvert (NO), un relais électrique ou contacteur de puissance et un interrupteur qui se commande avec une tension continue de faible puissance (12 -24 V) et qui pilote une installation de grande charge arrivant jusqu'à 10 A. Il se compose d'une bobine et un intercepteur lorsque la bobine est excitée elle crée un champ magnétique qui change l'état de l'interrupteur :

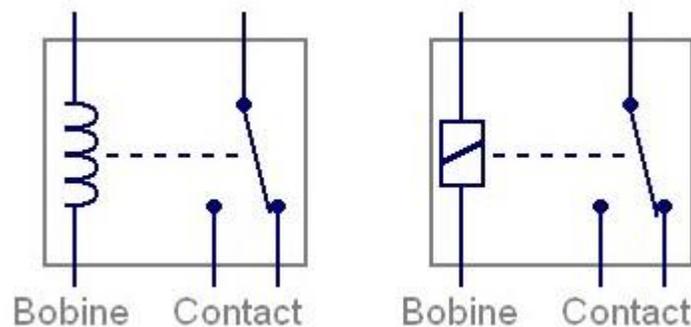


Figure IV- 2 principe de fonctionnement d'un relais électrique

Le schéma de puissance du circuit est le suivant :

Lorsqu'on veut faire sortir le chariot le contacteur KM1 est fermé et le contacteur KM2 est ouvert, et lorsqu'on veut introduire le chariot le contacteur KM1 est ouvert et le contacteur KM2 est fermé :

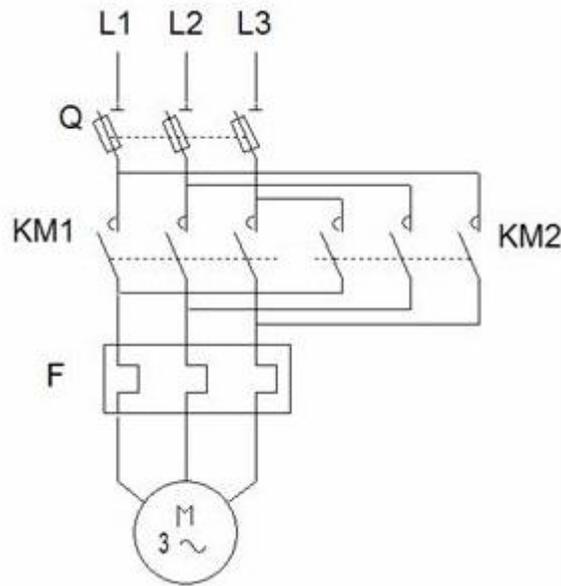


Figure IV- 3 schéma de puissance du moteur à deux sens de rotation

II) Les détecteurs de proximité inductif :

Les détecteurs de proximité inductifs permettent de détecter sans contact des objets métalliques à une distance de 0 à 60 mm, ils se retrouvent dans des applications très variées telles que la détection de position des pièces de machines (cames, butées, ...), le comptage de présence d'objets métalliques, ...

Un détecteur inductif détecte exclusivement les objets métalliques, il est essentiellement composé d'un oscillateur dont les bobinages constituent la face sensible.

Principe de fonctionnement :

Les oscillants : Ce champ est généré par une inductance et un condensateur monté en parallèle.

Lorsqu'un corps conducteur métallique est placé dans ce champ, des courants de Foucault prennent naissance dans la masse du métal ; il y a perturbation de ce champ qui entraîne une réduction de l'amplitude des oscillations au fur et à mesure de l'approche de l'objet métallique, jusqu'à blocage complet, cette variation est exploitée par un amplificateur qui délivre un signal de sortie.

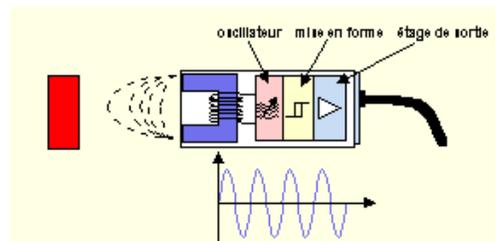


Figure IV- 4 principe de fonctionnement d'un capteur inductif

Les capteurs inductifs produisent à l'extrémité de leur tête de détection un champ magnétique, lorsque le détecteur est activé par l'effet de présence d'un objet conducteur métallique, un



Figure IV- 5 capteur inactif



Voyant

Objet métallique

Figure IV- 6 capteur actif

voyant jaune est allumé :

Pour notre cas on aura besoin de 3 détecteurs inductifs :

1. **Détecteur présence mat dans le chariot D.P.M** : ce détecteur assure la présence du mat dans le chariot est dans la position correcte pour éviter l'encombrement du mat avec la chaîne.
2. **Détecteur chariot engagé D.C.E**: ce détecteur permet de détecter la fin de la course du chariot pour arrêter le moteur.
3. **Détecteur chariot dégagé D.C.D**: il permet de détecter la fin de la course lorsque le chariot est dégagé .

III) Conception du boîtier de commande :

Le boîtier de commande doit contenir quatre boutons poussoirs et un arrêt d'urgence, les quatre boutons poussoirs sont :

1. **Arrêt urgence A.U** : arrêter l'installation en cas d'urgence.
2. **Arrêt mat A.M** : ce bouton permet d'arrêter la chaîne lorsque le mat est dans la position correcte pour le retirer , cette opération s'effectue actuellement manuellement par le technicien qui arrête la chaîne lorsqu'il constate que le mat est dans la position convenable.
3. **Sortir mat S.M** :qui permet de faire sortir le mat.
4. **Introduire mat I.M** : ce bouton permet d'introduire le mat.
5. **Réarmement R** : pour redémarrer la chaîne.

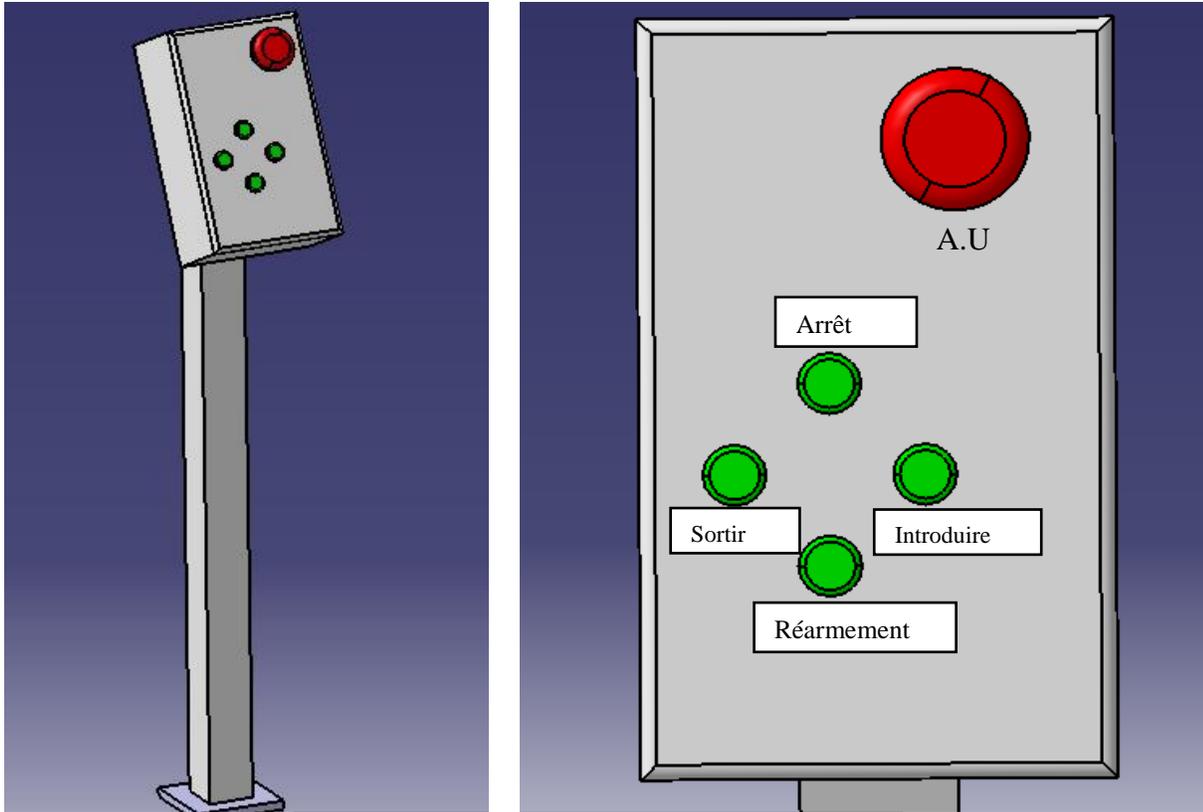


Figure IV- 7 boîtier de commande

IV) Programme ladder :

IV.1) Cahier de charge :

On considère la liste des variables suivante :

Variables	Description	=1	=0
D.P.M	Détecteur présence mat dans le chariot	Fermé	Ouvert
D.C.E	Détecteur chariot engagé	Fermé	Ouvert
D.C.D	Détecteur chariot dégagé	Fermé	Ouvert
A.U	Arrêt urgence	Pressé	Relâché
A.M	Arrêt mat	Fermé	Ouvert
S.M	Sortir mat	Fermé	Ouvert
I.M	Introduire mat	Fermé	Ouvert
R	Réarmement	Fermé	Ouvert

Tableau 3 liste des variables et leur état

Si le technicien appuie sur arrêt mat (**A.M**), un automaintient se déclenche, la chaîne reste fonctionnelle, mais lorsqu'un mat traverse le chariot et arrive à la position appropriée, un

détecteur de présence de mat dans le chariot (**D.P.M**) s'active ce qui engendre un arrêt immédiat de la chaîne.

Si l'opérateur appuie en continue sur sortir mat (**S.M**) et que le détecteur (**P.M.C**) est activé, le moteur tourne dans le sens de dégagement du chariot jusqu'à qu'il arrive à sa fin, le détecteur mat dégagé (**M.D**) s'excite et le moteur s'arrête, si le technicien relâche le bouton (**S.M**) avant que le chariot arrive à sa fin le moteur s'arrête.

Le technicien change le mat et le remplace par un autre nettoyé et appui sur introduire mat (**I.M**) le moteur tourne dans l'autre sens et s'arrête lorsque le détecteur mat engagé est activé (**M.E**), si le bouton (**I.M**) est relâché le moteur s'arrête.

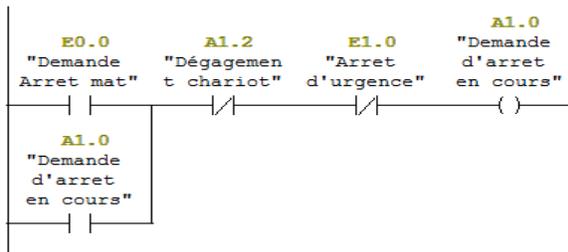
Lorsque le bouton réarmement (**R**) est appuie et que le chariot est engagé la chaîne tourne.

Si le technicien presse l'arrêt d'urgence (**A.U**) dans n'importe quel temps le moteur s'arrête ainsi que la chaîne.

Le schémas ladder qui représente cette situation est :

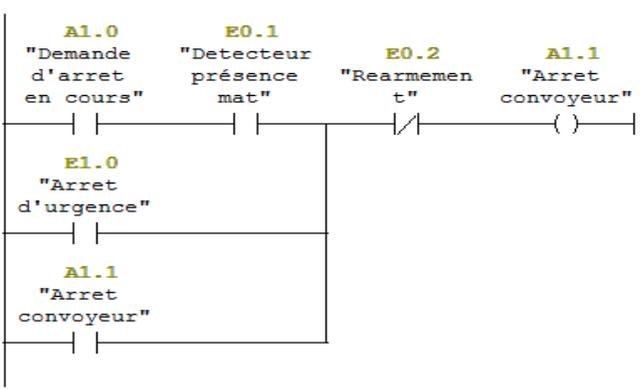
Réseau 1 : Titre :

DEMANDE D'ARRET



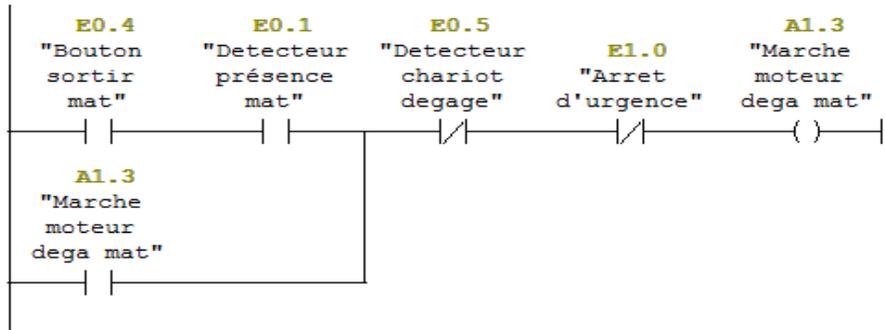
Réseau 2 : Titre :

arret convoyeur



Réseau 3 : Titre :

marche moteur degagement mat



Réseau 4 : Titre :

marche moteur engagement mat

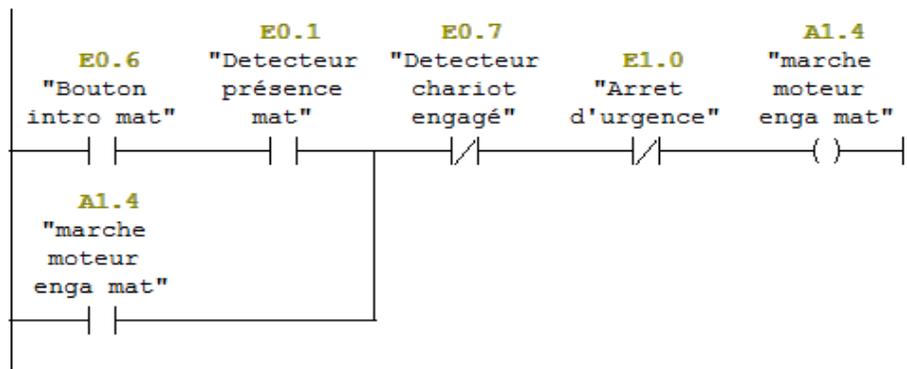


Figure IV- 8 schéma ladder

IV.2) Conclusion :

L'automatisation du chariot a passé par trois étapes principales :

La première étape est celle du branchement du moteur à deux sens de rotations et installation des détecteurs de présence de mat et de la fin de course en engagement et en dégagement.

La deuxième phase consiste à concevoir le boîtier de commande et l'emplacement des boutons poussoirs et l'arrêt d'urgence.

Et finalement pour la programmation ladder, dans cette étape on a donné le schéma ladder qui obéit au cahier de charge proposé.

Conclusion générale

Le travail sur ce projet a été une expérience très enrichissante, j'ai pu mettre en pratique mes connaissances que j'ai acquies durant ma formation à l'FST de Fès.

En effet le problème de difficulté de changement des mats représente un souci pour les techniciens, et pour cela j'ai engagé à proposer une solution fiable et efficace pour les aider et les motiver à réaliser cette tâche.

J'ai commencé par une analyse fonctionnelle qui m'a permis d'extraire les besoins et le but de ce projet en exploitant des outils méthodiques comme le QQQQCP et le diagramme de bête à corne et le diagramme de pieuvre, en suit j'ai proposé trois solutions probables pour résoudre ce problème :

- Un vérin pousseur
- Une chaîne de transmission
- Un système pignon crémaillère

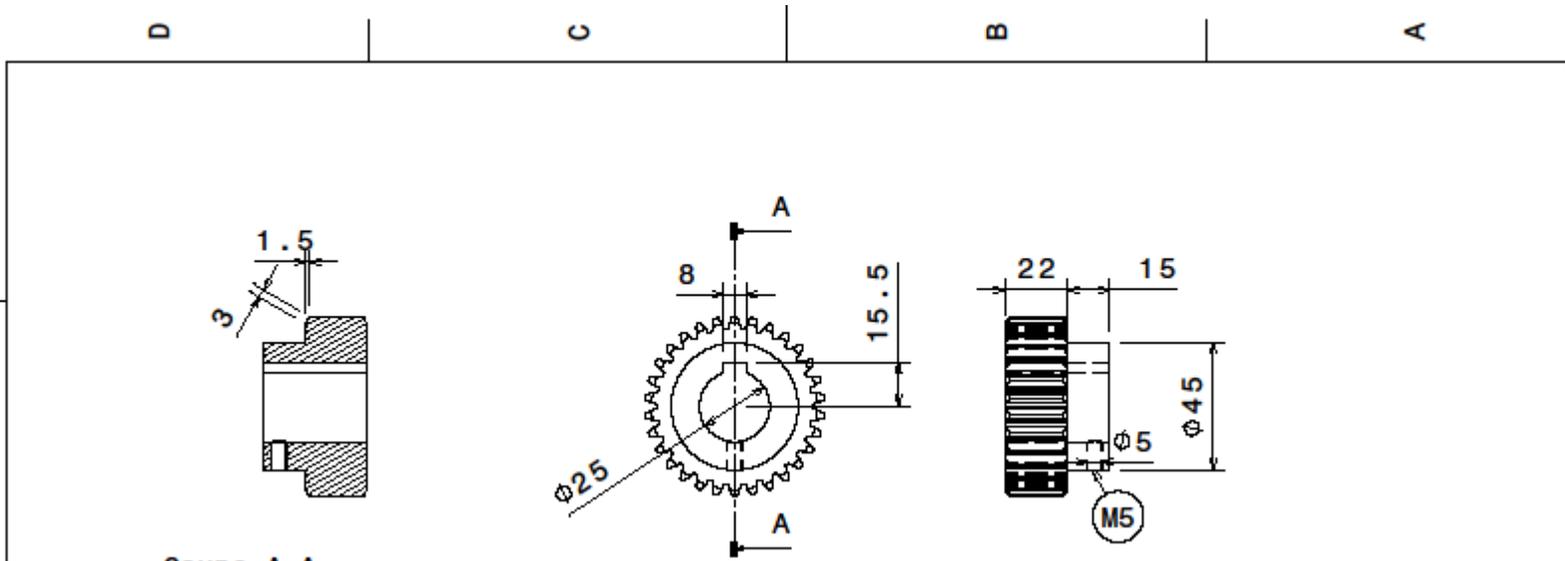
Après une comparaison entre les trois systèmes j'ai choisi le système pignon crémaillère.

En suite j'ai construit le schémas cinématique du nouveau système pour calculer le torseur appliqué sur le pignon qui m'a permis par la suite de calculer le couple et la puissance du moteur qui égale à 0.37 kW, puis j'ai déterminé les dimensions du pignon à l'aide d'une étude RDM afin de déterminer le module qui vaut 2mm ,

En ce qui concerne la crémaillère je l'ai décomposé la crémaillère à trois pièces identiques de longueur 44cm au lieu d'une seule ayant une longueur de 130 cm , cette décomposition a pour objectif de changer une seule partie de la crémaillère au lieu de la changer complètement en cas de défaillance , une cassure de dent par exemple .

Et finalement j'ai choisi les détecteurs de présence pour l'automatisation du chariot et j'ai conçu le boîtier de commande qui doit contenir quatre boutons poussoirs et un arrêt d'urgence, le programme Ladder permet de dégager et engager le chariot automatiquement sans effort physique du technicien.

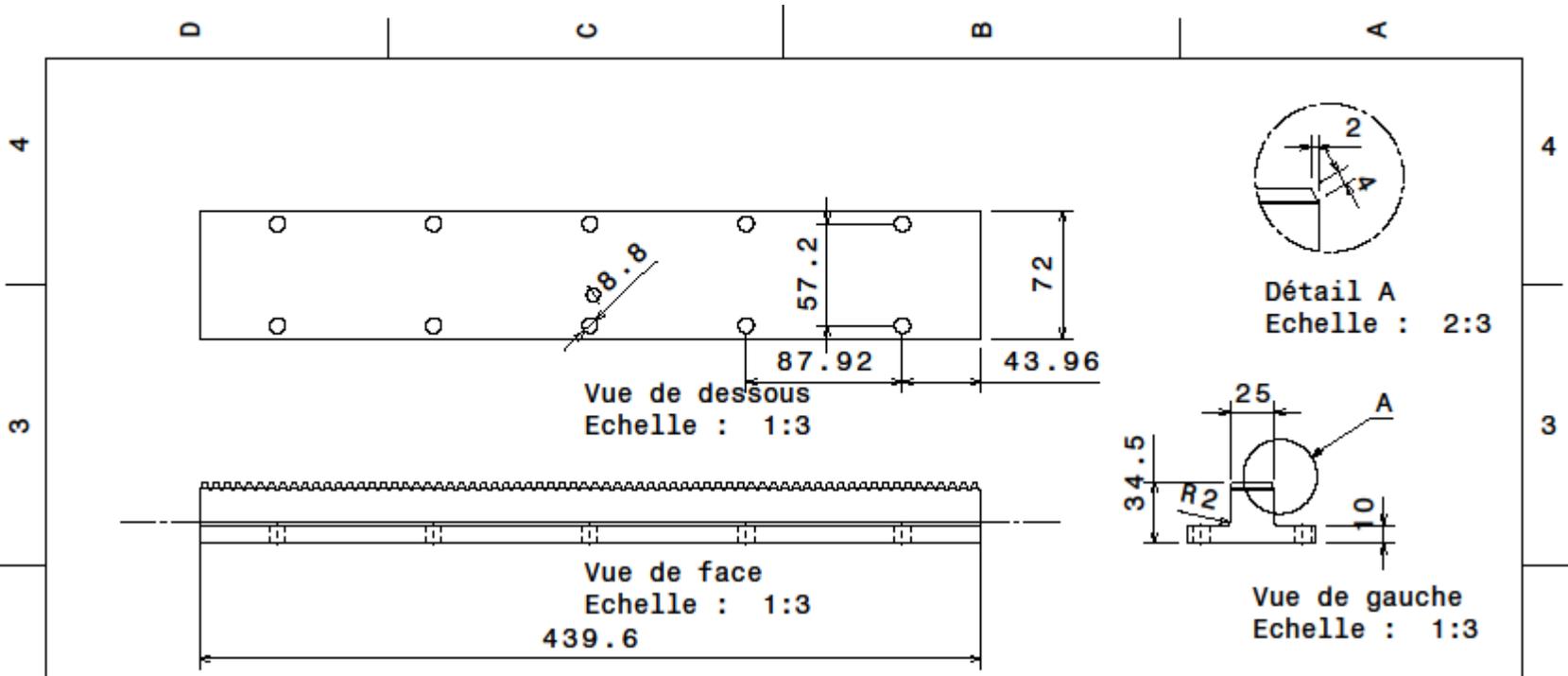
Annexe :



Coupe A-A
Echelle : 1:2

Module: 2mm
 N= 30 dents
 Diametre premitif= 60 mm
 Diametre tete= 64 mm
 Diametre pied= 55 mm
 Angle de pression= 20°

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.		Renault Tnager		
		DRAWING TITLE		
DRAWN BY Zarou Brahim	DATE 23-Apr-18			
CHECKED BY XXX	DATE xxx	SIZE A4	DRAWING NUMBER cremallère	REV X
DESIGNED BY XXX	DATE xxx	SCALE 1:1	WEIGHT(kg) 0.86	SHEET 1/1



module : 2mm
 angle de pression : 20°

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.		Renault Tanger			
		DRAWING TITLE			
DRAWN BY Zarou Brahim		DATE 13-May-18		crémaillère	
CHECKED BY XXX		DATE XXX		SIZE A4	DRAWING NUMBER XXX
DESIGNED BY XXX		DATE XXX		SCALE 1:1	REV X
		WEIGHT(kg) XXX		SHEET 1/1	

