

RAPPORT DE PROJET DE FIN D'ETUDES

Pour l'Obtention du

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

Thème :

La conception d'une assistance mise en place roue de secours

Présenté par :

NAKHLI Ahmed

TAIBI ALAOUI Mohamed

Encadré par :

- Pr. EL HARRAS BILAL : Département Génie Mécanique, FST Fès
-Mr. SALIH MOHAMED : Encadrant de la société A2ME

Effectué à : A2ME INDUSTRIE

Soutenu le : 13/07/2021

Devant le jury :

• Pr. B. EL HARRAS	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. A. SEDDOUKI	Faculté des Sciences et Techniques de Fès
• Pr. A. TOUACHE	Faculté des Sciences et Techniques de Fès

Année Universitaire : 2020-2021

Remerciements

Avant tout développement sur cette expérience professionnelle, il apparaît opportun de commencer ce rapport de stage par des remerciements, à ceux qui nous ont beaucoup appris au cours de ce stage, et même à ceux qui ont eu la gentillesse de faire de ce stage un moment très profitable.

Aussi, nous remercions SALIH Mohamed notre maître de stage qui nous a formé et accompagné tout au long de cette expérience professionnelle avec beaucoup de patience et de pédagogie.

Nous exprimons notre reconnaissance à Mr EL HARRAS BILAL, professeur dans notre faculté pour son aide et pour nous avoir encadré durant la réalisation de ce projet.

Nous tenons à remercier tous les enseignants du département Génie Mécanique et Productique ainsi que tout le corps pédagogique et administratif de notre faculté.

Nos vifs remerciements vont également à tous les techniciens qui nous ont accompagné durant notre période de stage et nous ont fait bénéficier de leurs expériences, de leurs conseils constructifs et de leurs grandes qualités humaines

Nous saisissons aussi l'occasion pour remercier tout le personnel d'A2ME-INDUSTRIE pour leur bonne collaboration, ainsi que pour les conseils qu'ils ont pu nous prodiguer au cours de cette expérience professionnelle.

SOMMAIRE :

INTRODUCTION.....	7
CHAPITRE 1 : ENTREPRISE D'ACCUEIL ET SON CONTEXTE.....	8
1. Présentations de l'A2ME-INDUSTRIE	9
2. Fiche de présentation de l'A2ME-INDUSTRIE :	9
3. Organigramme d'A2ME-INDUSTRIE	10
4. Organisation technique de l'A2ME-INDUSTRIE	10
CHAPITRE 2 : ANALYSE DU PROJET ET CHOIX DE LA SOLUTION « ASSISTANCE MISE EN PLACE ROUE DE SECOURS » ‘	17
1. Problématique, objectifs et originalités de travail	18
1.1 Introduction	18
1.2 Problématique et cahier de charge :	18
1.3 Développement de constat :	19
2. Cahier des charges	20
3. Planification du projet	21
4. Analyse de l'existant :	22
4.1 L'environnement :	23
4.2 Types des manipulateurs (Assistances) pneumatique pour la manutention	24
5. Analyse fonctionnelle	25
5.1 Analyse du besoin.....	25
5.2 Analyse fonctionnelle du besoin.....	27
5.3 Analyse fonctionnelle technique	30
5.3.1 Diagramme de SADT.....	30
5.3.2 Diagramme FAST	30
6. Etude cinématique de l'assistance	32
6.1 Les classes d'équivalences	32
6.2 Liaisons entre les classes	32
6.3 Schéma cinématique	32
7. Dimensionnement et choix de la solution	33
7.1 Dimensionnement de la pince de serrage	33
7.2 Dimensionnement de vérin	37
7.2.1 Critères de choix.....	37
7.2.2 Détermination de la course du vérin.....	37
7.2.3 Détermination du diamètre du vérin	39
7.3 Dimensionnement de la barre tournante :	40
7.4 Dimensionnement du bras	40
CHAPITRE 3 : CONCEPTION ET SIMULATION DE L'ASSISTANCE	

MISE EN PLACE ROUE DE SECOURS 42

Introduction 43

1. Conception 43

- 1.1 Démarche de conception 43
- 1.2 Outil de la conception..... 43
- 1.3 Règle de la conception 43

2. Conception 3D 44

- 2.1 Conception pince pneumatique 44
- 2.2 Choix de vérin pour serrer les mors : 45
- 2.3 Assemblage de la pince : 47
- 2.4 Conception du bras..... 48
- 2.5 Les composants importés 48
 - 2.5.1 Composants commercialisés 48
 - 2.5.2 Composants donnés 50
- 2.6 Assemblage..... 50
 - 2.6.1 Les étapes de l'assemblage 50
 - 2.6.2 Les différents vus de l'assemblage 52

3. Analyse des structures par éléments finis 53

- 3.1 Simulation des mors 53
 - 3.1.1 Propriétés de matériau 53
 - 3.1.2 Conditions aux limites et charges..... 53
 - 3.1.3 Maillage 53
- 3.2 Simulation des pins..... 55
 - 3.2.1 Propriétés de matériau 55
 - 3.2.3 Conditions aux limites et charges..... 55
 - 3.2.4 Maillage..... 55
 - 3.2.5 Résultats numériques..... 56
- 3.3 Simulation du bras..... 57
 - 3.3.1 Propriétés de matériau 57
 - 3.3.2 Conditions aux limites et charges..... 57
 - 3.3.3 Maillage : 58
 - 3.3.4 Résultats numériques : 58
- 3.4 Simulation de la barre 59
 - 3.4.1 Propriétés de matériau 59
 - 3.4.2 Conditions aux limites et charges..... 59
 - 3.4.3 Maillage 60
 - 3.4.4 Résultats numériques..... 61

4. Etude pneumatique 61

- 4.1 Système d'équilibrage 61
- 4.2 circuit pneumatique : 62

CONCLUSION..... 64

ANNEXES 66

Liste des figures :

Figure 1: Chaîne de production	18
Figure 2: zone de montage	19
Figure 3: Assistance mise en place roue de secours.....	20
Figure 4: Vue de la roue entrant dans le coffre	21
Figure 5 : Taches du projet.....	21
Figure 6: Diagramme de GANTT	22
Figure 7: Shema de la chaîne de montage de Renault Clio	23
Figure 8: Ligne SE6-SE8 actuelle (Le convoyeur monotrace sera remplacé par un bitrace).....	24
Figure 9 Chariot des roues.....	24
Figure 10: Manipulateur type Partner.....	24
Figure 11: Manipulateur type Posifil.....	25
Figure 12: Manipulateur type Partner.....	25
Figure 13: Diagramme bête à cornes du projet	27
Figure 14: Graphe des liaisons	32
Figure 15: Schéma cinématique sur OpenMeca	33
Figure 16: Schéma cinématique plan YZ.....	33
Figure 17: système de mandrin	34
Figure 18: Vue en coupe de système de mandrin.....	34
Figure 19: Vue en coupe roue de secours.....	35
Figure 20: Dimensions du mor sous Creo parametric	35
Figure 21: Module de Young en fonction de masse volumique (CES).....	36
Figure 22: Prix en fonction de masse volumique (CES)	37
Figure 23: Schéma de l'assistance en repos (Course rentrante).....	38
Figure 24: Schéma de l'assistance accroche ou dépose la roue (Course sortante).....	38
Figure 25: Encombrement, course et diamètre du vérin.....	38
Figure 26: Schéma de l'assistance accroche ou dépose la roue (Course sortante).....	39
Figure 27: Tableau de constructeur Festo	39
Figure 28: Repérage de l'assistance par rapport au sol.....	40
Figure 29: Dimensions du bras.....	41
Figure 30: Mor de serrage	44
Figure 31: Coque.....	44
Figure 32: Cale	45
Figure 33: Mors en état initial	45
Figure 34: Mors en état final	46
Figure 35: Distance de déplacement du mor	46
Figure 36: Pince assemblée	47
Figure 37: Pince fermée	48
Figure 38: Pince ouverte.....	48
Figure 39: Bras en 3D	48
Figure 40: Vérin Festo DSBC-63-500-PPSA.....	48
Figure 41: Vérin Festo DSBC-50-30-PPSA.....	49
Figure 42: Barre d'aluminium profile SIGMA	49
Figure 43: Articulation d'une barre de 100mm	49
Figure 44: S.141A poignée articulée	49
Figure 45: Roue de secours galette.....	50
Figure 46: Assistance assemblée	52
Figure 47: Conditions aux limites et charges appliquées sur les mors	53
Figure 48: Maillage des mors	54
Figure 49: Contrainte de Von Mises des mors	54
Figure 50: Conditions aux limites et charges appliquées sur les pins	55
Figure 51: Maillage des pins	56
Figure 52: Contrainte de Von Mises des pins	56
Figure 53: Conditions aux limites et charges appliquées sur le bras.....	57

Figure 54: Maillage du bras.....	58
Figure 55: Contrainte de Von Mises du bras.....	58
Figure 56: Conditions aux limites et charges appliquées sur la barre	59
Figure 57: Maillage de la barre	60
Figure 58: Contrainte de Von Mises de la barre.....	61
Figure 59: Vérin double effet	62
Figure 60: Schéma de commande pneumatique sous FluidSIM	63

Liste des tables

Tableau 1: Méthode QQQQCP	26
Tableau 2 : Cahier de charges fonctionnel	29
Tableau 3: Propriétés du matériau	53
Tableau 4: Propriétés du matériau.....	59

INTRODUCTION

Du 1 mars 2021 au 1 juillet 2021, nous avons effectué notre stage de fin d'études au sein de la société A2ME-INDUSTRIE Mohammedia. Au cours de ce stage, nous avons pu découvrir le monde de travail, aussi évaluer les compétences théoriques acquises durant toute notre formation universitaire et les mettre en pratiques.

Plus largement, ce stage a été l'opportunité pour nous d'obtenir l'expérience nécessaire, développer nos connaissances sur le secteur industriel et d'être au courant des nouvelles technologies adoptées par les grandes usines marocaines car elles sont en perpétuel changement.

Les raisons qui nous ont poussé à effectuer notre projet de fin d'études chez A2ME-INDUSTRIE sont multiples : d'une part, Nous souhaitons renforcer nos aptitudes en conception mécanique, que nous ne connaissions que théoriquement.

Au-delà d'enrichir nos connaissances professionnelles, ce stage nous a permis de comprendre dans quelle mesure il nous a beaucoup apporté dans notre futur parcours professionnel.

Pour vous approcher mieux aux différentes étapes que nous avons suivies durant toute la période de stage, nous vous proposons ce rapport qui est présenté sous forme de trois parties principales :

- Entreprise d'accueil et son Contexte
- Présentation du projet
- Analyse du projet et choix de la solution
- Conception et simulation

Chapitre 1 :

Entreprise d'accueil et son Contexte

- Présentations de l'A2ME-INDUSTRIE
- Fiche de présentation de l'A2ME-INDUSTRIE
- Organigramme d'A2ME-INDUSTRIE
- Organisation technique de l'A2ME-INDUSTRIE

1. Présentations de l'A2ME-INDUSTRIE

Située à la Z.I de Mohammedia à 24 km de Casablanca la capitale économique du Maroc, la Société A2ME-INDUSTRIE a été créée en 2000 par M. Khalid Bénis Ingénieur Ecole Centrale de Nantes.

Elle concrétise le fruit d'une longue expérience dans le domaine de la conception et de la réalisation de machines et équipements spéciales destinés pour les différents secteurs industriels : automobile ; aéronautique ; ferroviaire ; ameublement ; centres techniques

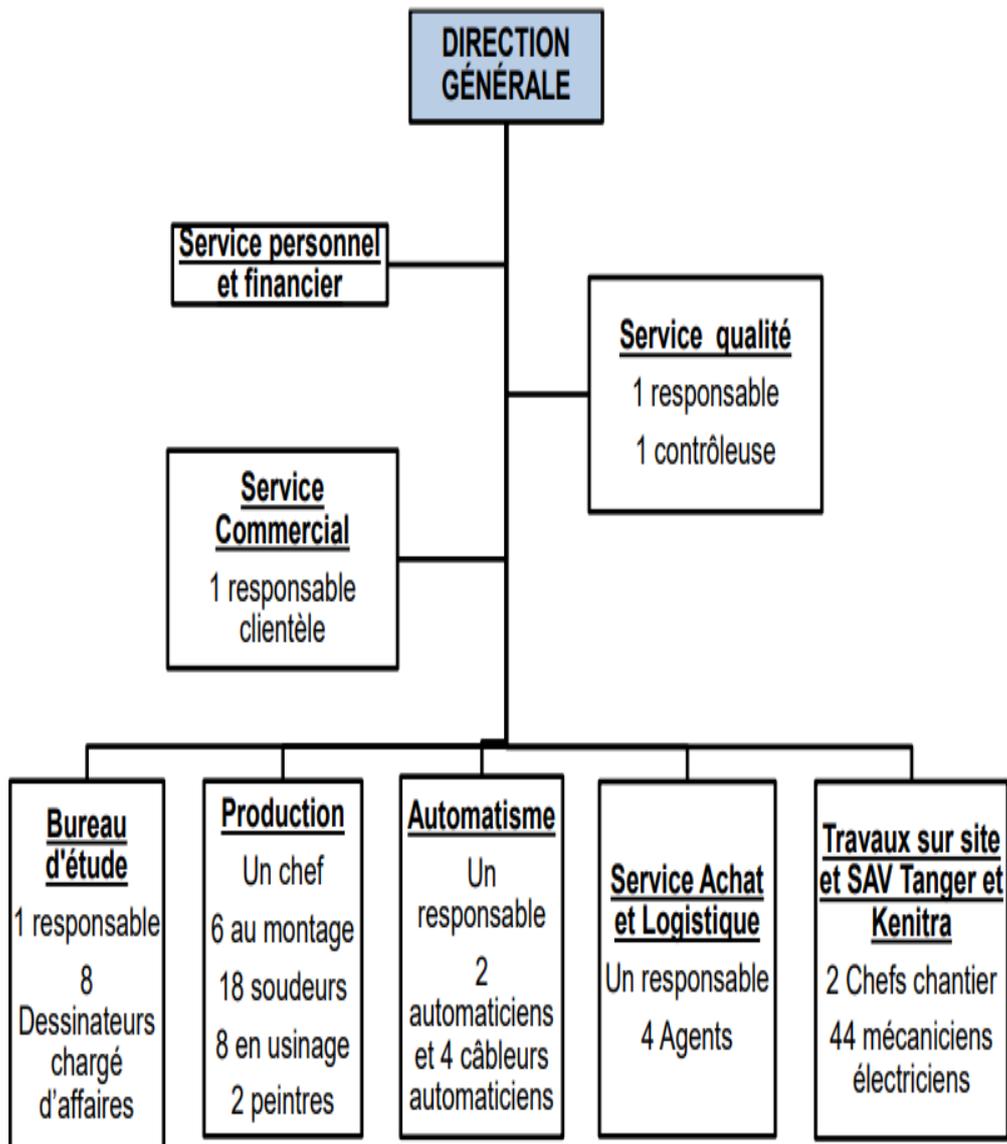
L'atout majeur de la société est la maîtrise de l'ensemble des prestations, qui vont de l'étude à la mise au point, et de la fabrication au montage. Accompagnement des clients dans l'ensemble des différentes étapes d'industrialisation de leurs produits, de la rédaction de cahier des charges à l'implantation dans leurs locaux.

La société assure la conception, la fabrication, la livraison, l'installation, la mise au point, la mise en route et la production, la garantie, le service après-vente, et la maintenance de ses réalisations.

2. Fiche de présentation de l'A2ME-INDUSTRIE :

- **Effectif** : 110 avec une compétence multidisciplinaire réparties sur trois sites.
- **Chiffre d'affaires** : 50 Million DH (4,8 Million €) dont 70% à l'export
- **Certification** : renouvellement en cours ISO 9001 Version 2008.
- **Secteurs** : Automobile, Aéronautique, Agro-alimentaire, énergie, Ameublement, plastique, mécanique, BTP...
- **Références** : Renault, PSA, Thales, Siemens, VALEO, ABB, Kraft, DHL, FCBA...
- **Réalisations** : ligne de production, convoyeurs, manutention, moyens géométriques, bases roulantes, bancs d'essais, sous-ensembles mécaniques, gabarits.

3. Organigramme d'A2ME-INDUSTRIE



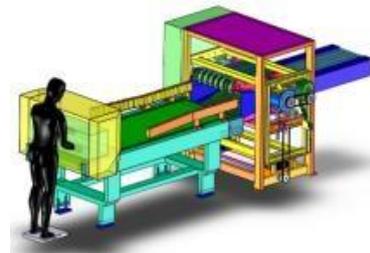
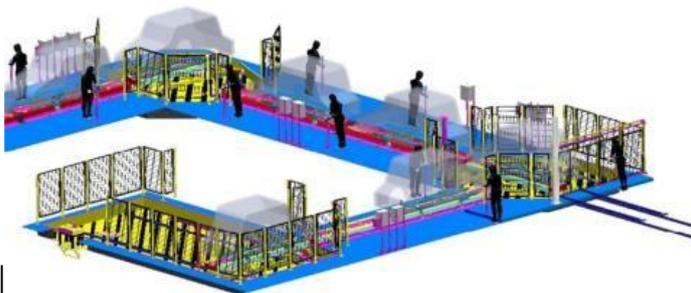
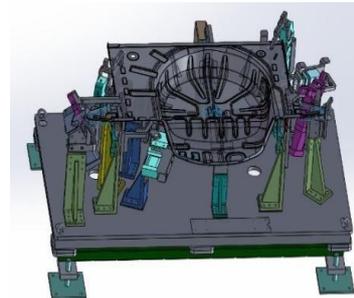
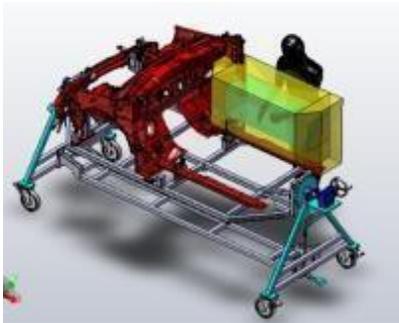
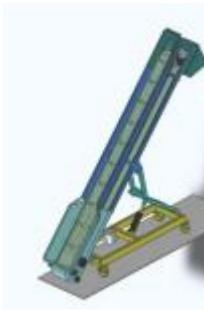
4. Organisation technique de l'A2ME-INDUSTRIE

A2ME-INDUSTRIE se constitue de plusieurs services qui contribuent au bon déroulement des procédés de production, de contrôle et d'exportation ce qui entraîne ainsi un bon fonctionnement de l'entreprise ; parmi ces services on discerne :

BUREAU D'ETUDES :

**8 stations de travail
SOLIDWORKS**

**Mécanique
Hydraulique
Pneumatique**

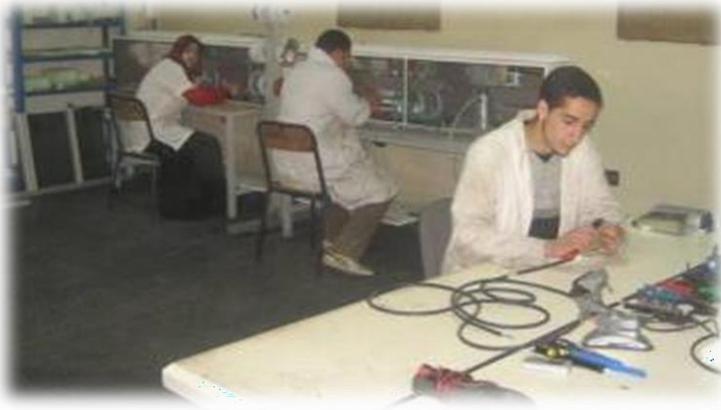


DEPARTEMENT MECANIQUE :

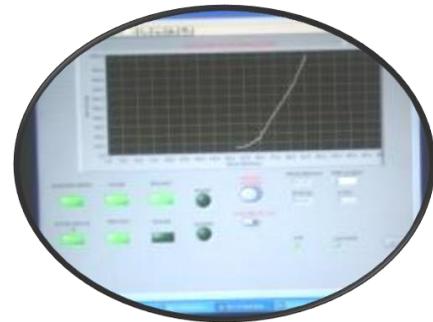


- **Equipements Mécanique :**
 - Deux Centre d'usinage VICTOR Vcenter-P76 et Vcenter-55
 - Deux Centre d'usinage commande numérique MORI SEIKI
 - 5 Tours conventionnels et 5 Fraiseuses universelles
 - Rectifieuse plane et Perceuses à colonne dia40
- **Equipements construction métallique :**
 - Cisaille guillotine AMADA
 - Poinçonneuse
 - 8 postes de soudage TIG - 12 postes de soudage à l'arc Marbre de soudage 3x3m et - Chalumeaux oxycoupage
- **Equipements de contrôle :**
 - Machine de contrôle 3D TESA MicroHIT
 - Bras de mesure 3D ROMER
 - Marbre de contrôle
 - Colonne de mesure
 - Coulisses jusqu'à 1 mètre ; pieds à coulisse digital ; micromètres
 - Luxmètres ; balances électroniques ; duromètres ;multimètres

- DEPARTEMENT ELECTRIQUE :



- Programmation automates Siemens, Schneider ...
- Réalisation des armoires électriques conformes aux normes internationales
- Axes linéaires d'entraînement et de manipulation
- Travaux d'instrumentation, asservissement et régulation
- Travaux de rénovation et d'amélioration



Travaux sur site

A2me dispose de moyens humains expérimentés et moyens matériels importants, parmi les travaux effectués dans ce domaine :

- **Travaux réalisés dans le cadre du contrat cadre depuis 2011 :**

- Déplacement des moyens et poste de travail
- Mise en place des rails et palans avec fer suiveurs
- Extension de structure porteuse hauteurs 4,6 mètres longueur 100x2 m
- Mise en place de portique avec moyens de manutention
- Modification de moyens
- Mise au point et Accompagnent des intégrateurs automobiles exemple : ABB pour le projet de Renault Tanger II avec ; Une équipe de 32 techniciens (chef de chantiers ; électriciens ; mécaniciens ; et soudeurs,) avec une durée de 6 mois et intégrateur ferrage PSA 30 techniciens pendant 8 mois

- **Equipements et engins de manutention :**

- 1 Chariot élévateur TCM / GRUE
- 2 Nacelles à bras articulé électrique PINGUEL Y- HAULOTTE 15 mètres
- 2 Nacelles à ciseau électrique ITECO 9 mètres
- 1 Chariot élévateur LIND 2 tonnes E20P-335LX
- 1 Tracteur électrique LIND Type : P60 Z-126- 1 Chariot élévateur électrique LINDE 2 tonnes 5,47 mètres
- 3 Nacelles à ciseau électrique HAULOTTE ; 12 mètres 12SN;
- 1 Nacelle à bras articulé GENIE 11,5 mètres ; type : Z30-20N
- 1 Nacelle à bras articulé MANITOU ; 15metres : 150AET2



Secteurs d'activités

✚ **AUTOMOBILE** (A2ME est reconnu au Maroc comme le partenaire de

référence dans le secteur automobile, ses équipes pluridisciplinaires, et fortes d'une expérience opérationnelle solide, répondent à l'ensemble des besoins de ces clients)

-  **AMEUBLEMENT**
-  **AÉRONAUTIQUE**
-  **AGRO-ALIMENTAIRE**
-  **FERROVIAIRE**

Exemple de réalisation par secteurs d'activités

I- Secteur Aéronautique	
Cabines de simulation de conduite pour char (étude et réalisation 8 cabines)	
II – Secteur automobile	
1- ligne de manutention, tables à rouleaux, transbordeurs, rotatifs	14- gabarits de soudage châssis, ouvrants, de véhicule électrique
2- moyen manuel de soudage	15- bases roulantes, chariots kitting
3- bases roulantes	16- chariots de manutention luges peinture
4- Aménagement poste de bord atelier peinture bouclier	17- chariots maquetté
5- Podium de contrôle atelier tôlerie	18- Convoyeur Gravitaires aérien inter poste
6- moyens dextérité	19- Convoyeur Gravitaires soudure essieu et berceau
7- Table élévatrice avec plateau rotatif	20- Modification circuit de manutention pavillon rails électrifié
8- Table préparation tuyaux carburant; pédale frein, radiateur, Bouclier, ABS, calendre...	21- Manutention Aérienne de la linges soudure essieu; montage essieu, et berceau
9- Vireurs pour assemblage siège avant et arrière,	22- Banc de contrôle d'étanchéité pot d'échappement
10- moyens d'assemblage tôlerie	23- travaux sur site aménagement, déplacement postes, optimisation flux
11- chariots spécifique inter poste	24- Banc d'essai de pédale : essai de durabilité dynamique
12- serrurerie (rambarde légères; Lourde, protection, passerelles,,)	25- installation d'étanchéité montage
13- Préhenseurs (ouvrants, CDC, berceaux, essieux...)	26- étude et installation Zone d'éclairage zébrage
III – Secteur agro-alimentaire	
1- Machine de remplissage automatique cafés soluble	7- Convoyeur élévateur INOX
2- Convoyeur inox 50x500 mm	8- Divers Convoyeurs en aluminium et INOX
3- Rôtissoire automatique au Charbon de Bois pour coquelet	9- machine de détection fuite
4- divers Matériel de laiterie et fromagerie	10- automatisation machine de production
5- moules pour tartelettes	11- convoyeur aérien
6- transporteur à rouleau	12- convoyeur CLINCHE USE
IV- Secteur énergétique	
1- Outillage de montage pour éolienne	2- Outillage de contrôle alignement
V – Secteur ferroviaire	
étude et réalisation des interfaces locomotives et radars, balise, tab commande ,,,,	montage et installation et câblage sur site des composant électrique électronique embarqué
VI –secteur BTP	
1- ligne de chauffage de poutrelle	3- remise en état d'une unité de production HOURDIS
2 - Automatisation unité de production HOURDIS	4- gabarits de soudage Treillis

III - SECTEUR D'AMEUBLEMENT

- | | |
|---|---|
| 1- Installation de sérigraphie des blocs | 13- Machines d'écrasement cellule mousse |
| 2- Installation d'agflo de longueur 16 m hauteur 11 m | 14- Magasin vertical MV3B |
| 3- Machine à chanfreiner les blocs de mousse | 15- Presse pour enfonçage coussins et dossier L90 |
| 4- Machine de matelassage | 16- Système complet de coupe pour machine de coupe |
| 5- Bordeuse matelas | 17- Système d'affûtage en continue de lame de coupe |
| 6- Broyeur | 18- Tampographie des articles en continue |
| 7- Cadreuse pour accoudoir | 19- Convoyeur 42 mètres largeur 2 mètres |
| 8- Système de basculement matelas | 20- Convoyeur verticale longueur 22 mètres |
| 9- Tables de montage pour accoudoir et dossier | 21- Convoyeur sortie outil presse |
| 10- Machine de remplissage coussin | 22- Convoyeur a chaîne rapide |
| 11- Machine dépilage bloc | 23- Convoyeur renvoi d'angle |
| 12- Machine d'habillage banquette | 24- Convoyeur à motorisation ventrale |

IV - SECTEUR PLASTIQUE

- | | |
|--|---|
| 1- Encrier pour offset | 7- Système d'aménage |
| 2- Machine de dépliage du rouleau plastique | 8- Tables de refroidissement avec plaque en alu et vérins |
| 3- Machine de marquage a chaud | 9- Convoyeur 1250 forte charge pour presse |
| 4- Robot d'alimentation seau pour offset | 10- Convoyeur a tasseau pour moulin a légume |
| 5- Robot de pose étiquettes IML et déchargement de pièces pour presse d'injection, | 11- Convoyeur incliné à tasseau sortie presse d'injection |
| 6- Robots de déchargement pour presse d'injection cadence 4 secondes | 12- Convoyeur pour machine de rétraction |
| | 13- Convoyeur rotatif montée/descente |
| | 14- Convoyeur de bouchons avec trémie |

V- SECTEUR METALURGIQUE

- | | |
|---|---|
| 1- Machine transfert à tronçonner les masselottes des | 7- Tables élévatrices double ciseaux |
| 2- Machine transfert d'usinage à 6 têtes MT-H6 | 8- Convoyeur avec table rotatif |
| 3- Machine transfert d'usinage MT-5 | 9- Machine à sertir les anneaux |
| 4- machine transfert MT-H7 | 10- Machine pour roulage fil brochette |
| 5- machine tronçonneuse | 11- Système de pulvérisation pour Forge |
| 6- Table d'oxycoupage | 12- Convoyeur à coupeau |

XI - MACHINE DE CONTRÔLE ET BANC D'ESSAI

- | | |
|--|---|
| 1- Banc d'essai : roue de dégradation accélérée | 8- Banc d'essai des barre par-cycliste |
| 2- Banc d'essai de charge statique sur la roue | 9- Banc d'essai enfonçage mousse |
| 3- Banc d'essai de choc mou horizontal | 10- Banc d'essai fatigue mousse |
| 4- Banc d'essai de choc mou vertical | 11- Banc d'essai siège |
| 5- Banc pour immersion porte | 12- Banc d'essai tiroir et matelas |
| 6- Dispositif de mesures dimensionnelles des matelas | 13- Bac à immersion |
| 7- Banc d'essai traction tissu | 14- Patins et accessoires suivant les normes pour ameublement |

Conclusion : Dans ce chapitre nous avons présenté la société, ses activités, ses différents services et ses différents produits dans chaque secteur d'activité.

Chapitre 2 :

Analyse du projet et choix de la solution « Assistance mise en place roue de secours » ‘’

- Problématique, objectifs et originalités de travail :
- Analyse de l'existant
- Analyse fonctionnelle
- Etude cinématique
- Dimensionnement et Choix de la solution

1. Problématique, objectifs et originalités de travail

1.1 Introduction

Les entreprises industrielles travaillent constamment à l'amélioration de la productivité et de la rentabilité. Sur des opérations de manutention, positionnement, montage, à faible cadence, l'automatisation à outrance et les cellules robotisées ne sont pas rentables...



Figure 1: Chaîne de production

Les systèmes d'aide à la manutention sont un compromis intéressant. En effet l'employeur maintient une activité humaine (conservation d'emploi) tout en limitant la pénibilité donc en améliorant les conditions de travail, pour des coûts d'investissement modestes.

Il existe différentes familles de systèmes d'aide à la manutention :

- Potence,
- Pont roulant,
- Bras manipulateur...

C'est ce dernier type de système d'aide à la manutention que l'on se propose d'étudier.

1.2 Problématique et cahier de charge :

La chaîne de production des automobiles au sein de Renault contient plusieurs opérations ; et pour rendre cette fabrication facile et flexible ; cette chaîne se basait généralement sur des assistances, ces dernières ont un grand rôle sur :

- Le développement de la productivité.
- L'amélioration de la qualité des produits.
- L'augmentation de l'efficacité des tâches.
- La réduction de leur pénibilité.

1.3 Développement de constat :



Figure 2: zone de montage

Dans la zone de montage et spécifiquement ligne SE6/SE8 « travail au défilé », nous avons été assignés de faire << la conception d'une assistance mise en place roue de secours >> au 'pas 24''

a- Principe :

La charge est suspendue en bout de bras à un système de préhension ou préhenseur. Le poids de la charge à manutentionner est équilibré par le bras, l'utilisateur accompagne la charge dans son déplacement... dans la limite des courses disponibles. Les seuls efforts à fournir sont ceux nécessaires à vaincre les frottements et les effets d'inertie. Lorsque l'utilisateur lâche la charge, elle doit rester stable en position dans l'espace.

b- Utilisation et schéma de principe :

Un cycle type d'utilisation du système d'aide à la manutention peut se décomposer de la manière suivante :

- Assister l'utilisateur pour le déplacement du préhenseur (suspendu en bout de bras) à vide jusqu'à proximité de la charge,
- Assister l'utilisateur pour le positionnement et l'orientation du préhenseur pour saisir la charge,
- Prendre la charge avec le préhenseur,
- Assister l'utilisateur pour le déplacement de la charge maintenue par le préhenseur,
- Assister l'utilisateur pour le positionnement et l'orientation de la charge pour la dépose,
- Dépose de la charge,
- Assister l'utilisateur pour le retour du préhenseur à vide pour le cycle suivant.

Certains mouvements de prise, de dépose ou d'orientation au niveau du préhenseur peuvent être motorisés, les autres étant provoqués par l'utilisateur.

Schéma de principe :

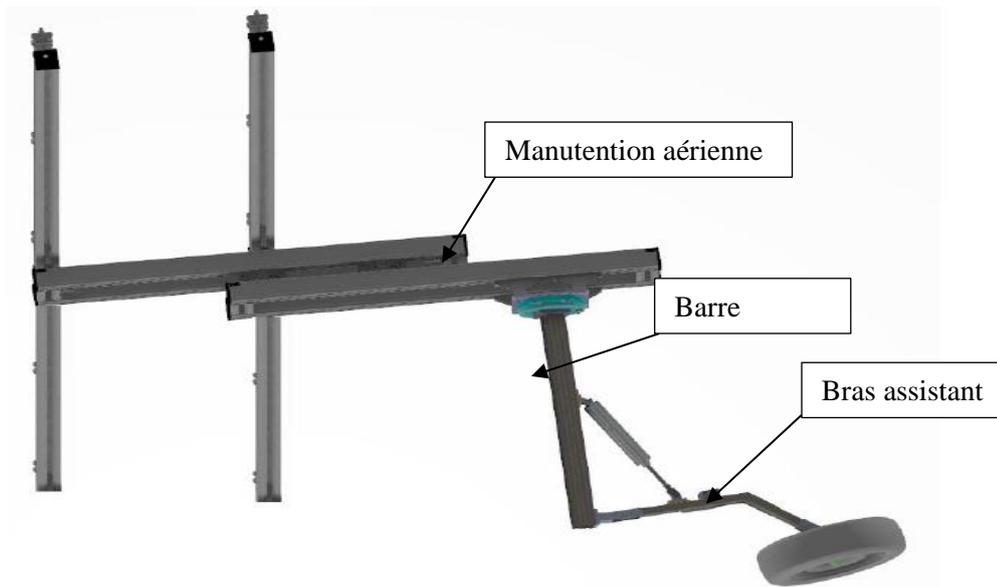


Figure 3: Assistance mise en place roue de secours

2. Cahier des charges

L'assistance, par définition, est un système qui comporte des rails de déplacement, un manipulateur ainsi qu'une pince.

a- Installation

- Sur ligne existante SE6/SE8 « travail au défilé »
- Poste de travail : au Pas 24 à confirmer en phase d'étude.

b- Fixation

L'assistance RDS sera montée sur un chariot assurant un mouvement en Y sur un cadre mobile fixé sur 2 rails fixes. Les 2 rails seront accrochés sous le portique grill de chaîne existant (hauteur 4 m Par rapport au sol).

Caractéristiques des rails :

- Longueur des 2 rail fixe : 7m
- Longueur cadre mobile supportant l'assistance RDS : 4m
- Le poids du moyen ne doit pas excéder 250 Kg rail mobile compris
- Les mouvements X et Y de l'assistance sur les rails sont manuels.

c- Process et contrainte

- Impossibilité de poser à la verticale la RDS
- Extrémité bras assistance spécifique pour éviter l'interférence avec le hayon
- Besoin d'incliner la RDS pour l'introduction (voir photos ci-dessous)
- Besoin d'incliner manuellement la RDS (installation de 2 poignées sur l'extrémité bras assistance)
- Contrainte avec la Caisse, à ce jour l'ouverture de la porte du coffre a un angle d'ouverture de 96°.

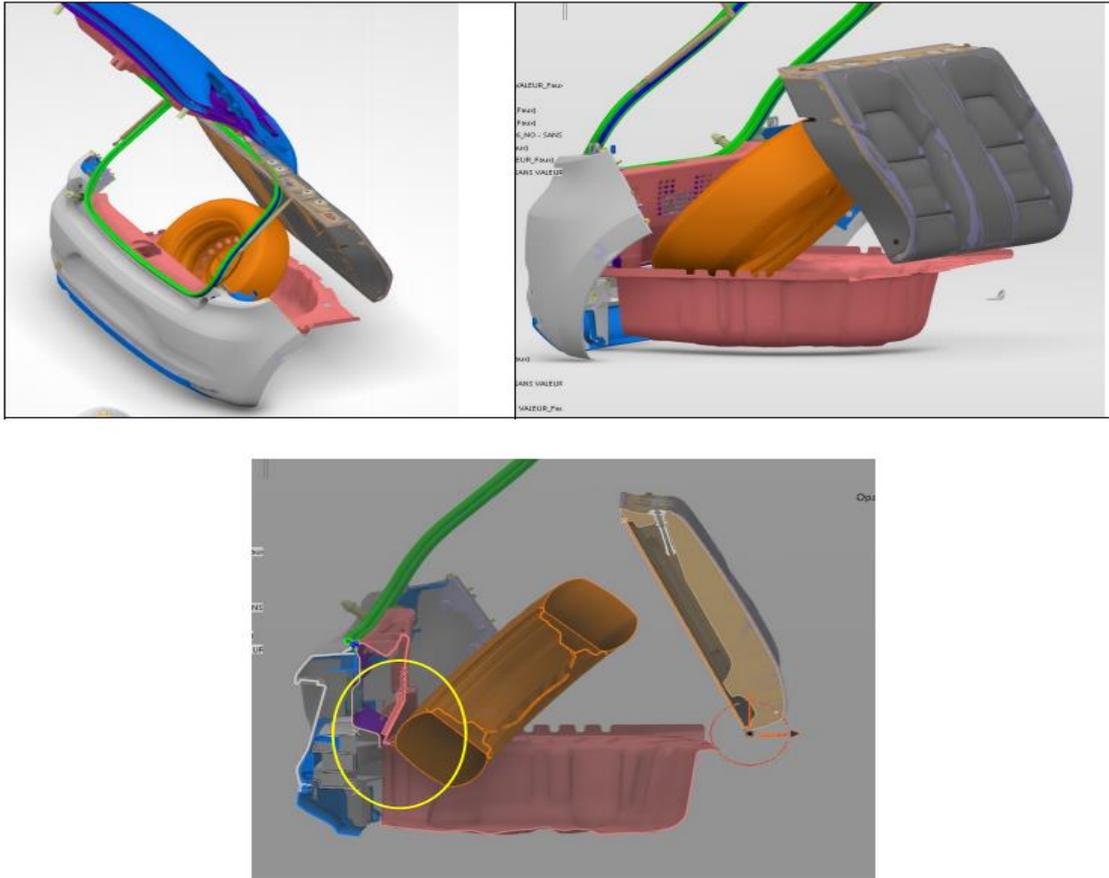


Figure 4: Vue de la roue entrant dans le coffre

3. Planification du projet

À l'aide du logiciel MS PROJECT nous avons pu planifier les tâches que nous devons effectuer afin de réussir notre PFE, en résumant ces étapes sous forme d'un diagramme GANTT.

		Nom de la tâche	Durée	Début	Fin
1		problematique et cahier de charge	3 jours	Jeu 25/03/21	Lun 29/03/21
2		analyse de l'existant	3 jours	Mar 30/03/21	Jeu 01/04/21
3		analyse fonctionnelle	6 jours	Ven 02/04/21	Ven 09/04/21
4		choix de la solution	5 jours	Lun 12/04/21	Ven 16/04/21
5		dimensionnement	10 jours	Lun 19/04/21	Ven 30/04/21
6		autoformation solidworks	7 jours	Lun 03/05/21	Mar 11/05/21
7		conception	10 jours	Mer 12/05/21	Mar 25/05/21
8		calcul MEF et simulation	3 jours	Mer 26/05/21	Ven 28/05/21

Figure 5 : Taches du projet

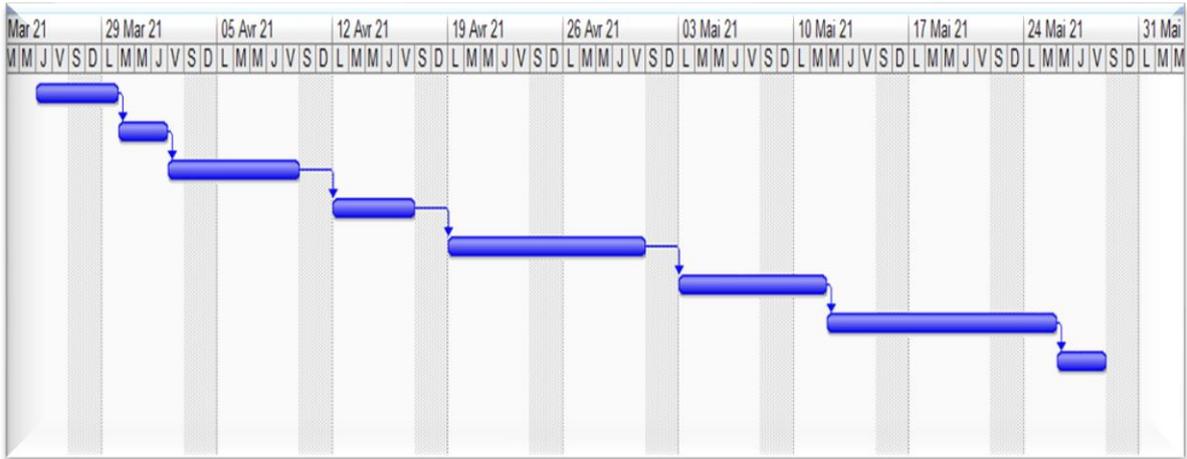


Figure 6: Diagramme de GANTT

Lors de la planification d'un projet dans le milieu industriel, on utilise un outil nommé "charte de projet" permettant de définir les objectifs et contraintes principales du projet. La charte du présent projet est détaillée ci-dessous.

Pourquoi lancer le projet ?

Afin de rendre la ligne de montage de la voiture plus flexible

Objectifs du projet :

Réaliser une assistance sert à aider l'opérateur pour positionner les roues de secours

Date :

Début : 1 mars 2021

Fin : 1 juillet 2021

Livrables :

Modèle CAO

Rapport de stage

Présentation PowerPoint.

Contraintes :

Utilisation du logiciel SolidWorks.

Documents de référence confidentiels.

Temps : 4 mois

4. Analyse de l'existant :

Après avoir définir le cahier des charges, nous allons par la suite entamer l'analyse de la situation existante tout en présentant l'environnement ainsi que nous allons exposer quelques types existants :

4.1 L'environnement :

- L'assistance RDS sera montée sur un chariot assurant un mouvement en Y sur un cadre mobile fixé sur 2 rails fixes. Les 2 rails seront accrochés sous le portique grille de chaîne existant (hauteur 4 m Par rapport au sol)

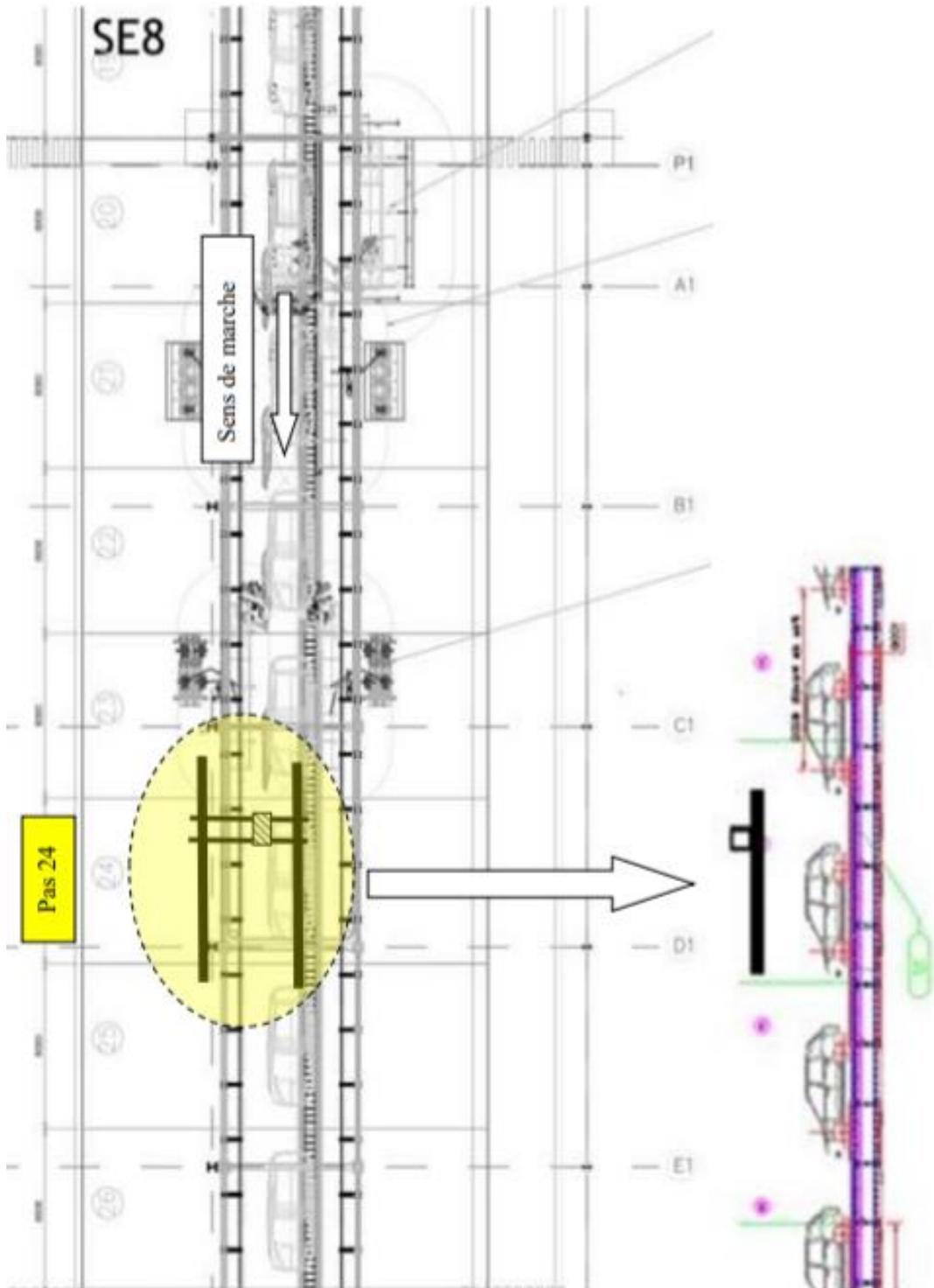


Figure 7: Shema de la chaine de montage de Renault Clio

- L'approvisionnement se fera du côté droit de la chaîne où le véhicule est sur roues au sol



Figure 8: Ligne SE6-SE8 actuelle (Le convoyeur monotrace sera remplacé par un bitrace)

- les dimensions de la voiture « voir annexe »
- Les roues arrivent sur un chariot



Figure 9 Chariot des roues

4.2 Types des manipulateurs (Assistances) pneumatique pour la manutention

Manipulateur type Partner d'un dispositif de prise à mandrin, nous avons obtenu un manipulateur industriel spécialement conçu pour la manutention et le dépôt des roues sur le hayon du véhicule.



Figure 10: Manipulateur type Partner

Manipulateur type Posifil en version aérien fixe équipé d'un dispositif de prise à pinces concentriques approprié pour la prise et la manipulation des roues – pneus.



Figure 11: Manipulateur type Posifil

Manipulateur type Partner d'un dispositif de prise par fourches approprié pour la prise et la manipulation des roues – pneus.



Figure 12: Manipulateur type Partner

De cette étude comparative, nous avons déjà connu la géométrie disponible ainsi que le procédé de travail et quelques types de manipulateurs qui existent ce qui va faciliter la tâche pour avoir la solution la plus optimale en analyse fonctionnelle.

5. Analyse fonctionnelle

5.1 Analyse du besoin

- **QOQCP du projet**

Afin de bien décortiquer le projet, il est nécessaire de mettre une place des questions qui vont bien expliquer l'idée générale.

Tableau 1: Méthode QQQQCP

Qui ? Qui est concerné par le projet ?	-Le constructeur automobile client d'AM2E
Quoi ? De quoi s'agit-il ?	-Assistance Mise en Place Roues de Secours
Où ? Où aura lieu le projet ?	-Chez le client
Quand ? Quelle est la date de livraison ?	-4 mois
Comment ? Comment on se rend compte du problème ?	-Etudes, réalisation et montage
Pourquoi ? Pourquoi réaliser ce projet ?	-Rendre la ligne de montage de la voiture plus flexible

- **La verbalisation du besoin :**

« **A qui** le produit rend-il service ? » à l'**opérateur**

« **Sur quoi** le produit agit-il ? » Sur **la roue de secours**

« **Dans quel but** ? » Pour : Aider l'opérateur à mettre en place la roue de secours dans le coffre de la voiture Clio.

- **Schéma du besoin :**

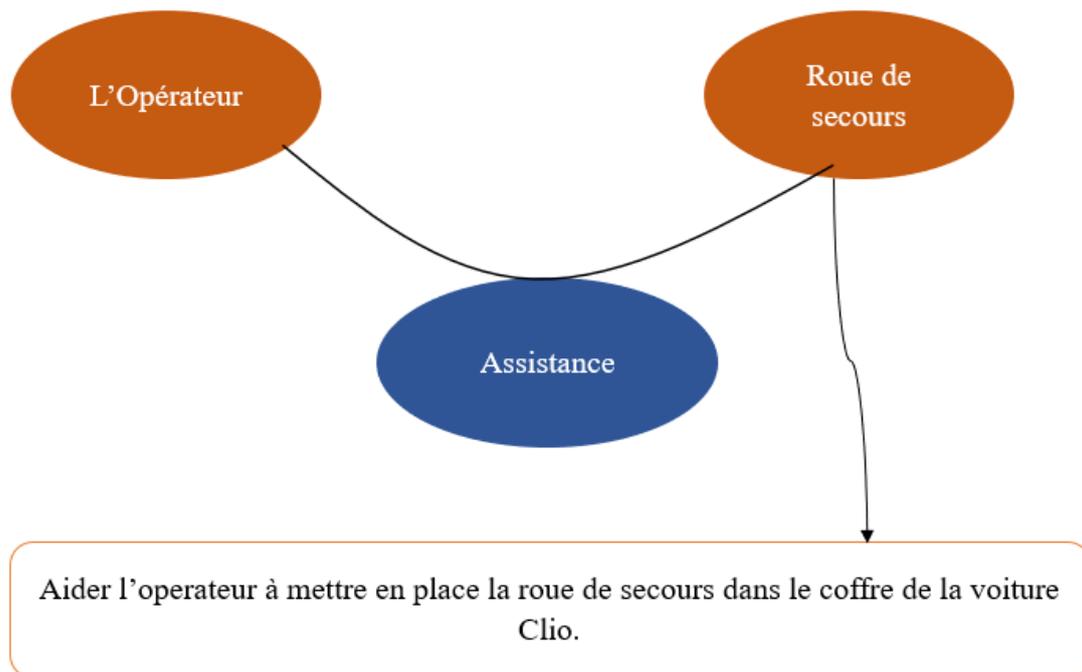


Figure 13: Diagramme bête à cornes du projet

5.2 Analyse fonctionnelle du besoin

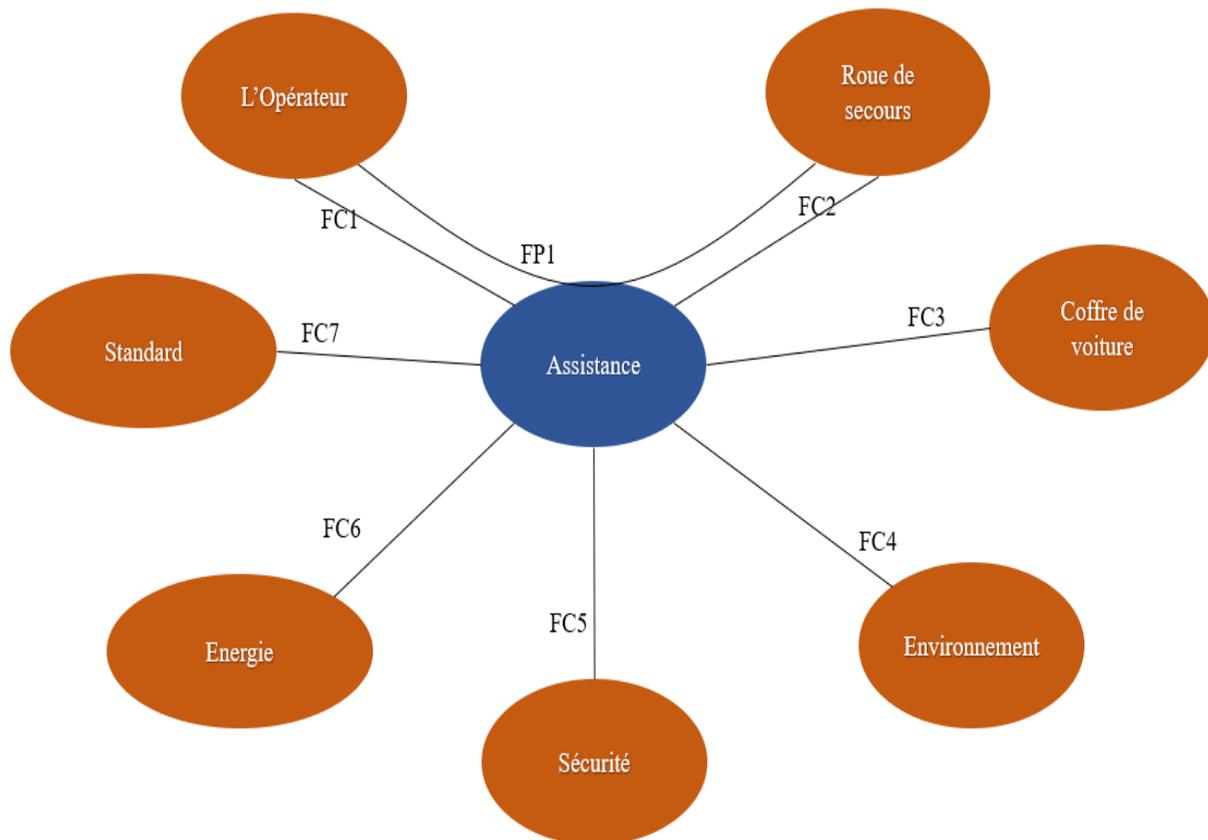
Dans la pratique, le manipulateur est conçu pour satisfaire un besoin correspondant à son utilisation principale. Mais chaque phase du cycle de vie du manipulateur ajoute des contraintes, et sa conception prend nécessairement la forme d'un compromis, source d'écart entre le besoin satisfait et le besoin rêvé.

- **Identification des éléments de milieu externe. E.M.E**

On identifie les Fonctions de Service grâce à un outil graphique : le graphe des interacteurs, ou graphe fonctionnel le « Diagramme Pieuvre » :

Les éléments du milieu externe qui sont en contact avec le fonctionnement de l'assistance sont :

- L'opérateur,
- Roue de secours
- Coffre de voiture
- Environnement
- Sécurité
- Energie
- Standard



Identification des F.S :

FP1 : Aider l'opérateur à mettre en place la roue de secours dans le coffre.

FC1 : Être facile à manipuler par l'opérateur.

FC2 : Supporter le poids de la roue de secours et la positionner à sa place.

FC3 : Éviter l'interférence avec le hayon.

FC4 : Être adapté à son environnement d'utilisation et respecter celui-ci.

FC5 : Respecter les normes et les règles (à la fois mécanique et électriques, des personnes et du matériel).

FC6 : consommer l'énergie.

FC7 : Être semblable avec les autres assistances dans la ligne de montage.

- **Le cahier de charges fonctionnel**

Le Cahier des Charges Fonctionnel (CDCF) est le document qui récapitule la démarche et les résultats de l'Analyse Fonctionnelle du Besoin. Il porte donc essentiellement sur les Fonctions de service.

Tableau 2 : Cahier de charges fonctionnel

Fonction de Services	Critères	Niveau	Flexibilité
FC1	-Nombre	-un seul opérateur	F0
FC2	-Position de la roue -Poids de la roue -Diamètre du trou moyen	-position verticale -22kg -60mm	F3
FC3	-Angle d'ouverture	- 96°	F3
FC4	-Surface disponible -Hauteur sous Portique -Température min/max.	-Plan des zones allouées -4m -5°C – 45°C	F3
FC5	-Norme	-Norme client	F3
FC6	-Pression d'utilisation -Masse eau/volume air	- 5 bar - 0,8 g/l	F3
FC7	-Couleur et affectation -Qualité de la peinture	-Guide GE43-001R et spécifications usine -Protection antirouille -1 couche de peinture Glycérophtalique -brunissage	F2

Avec :

F0 : Faible

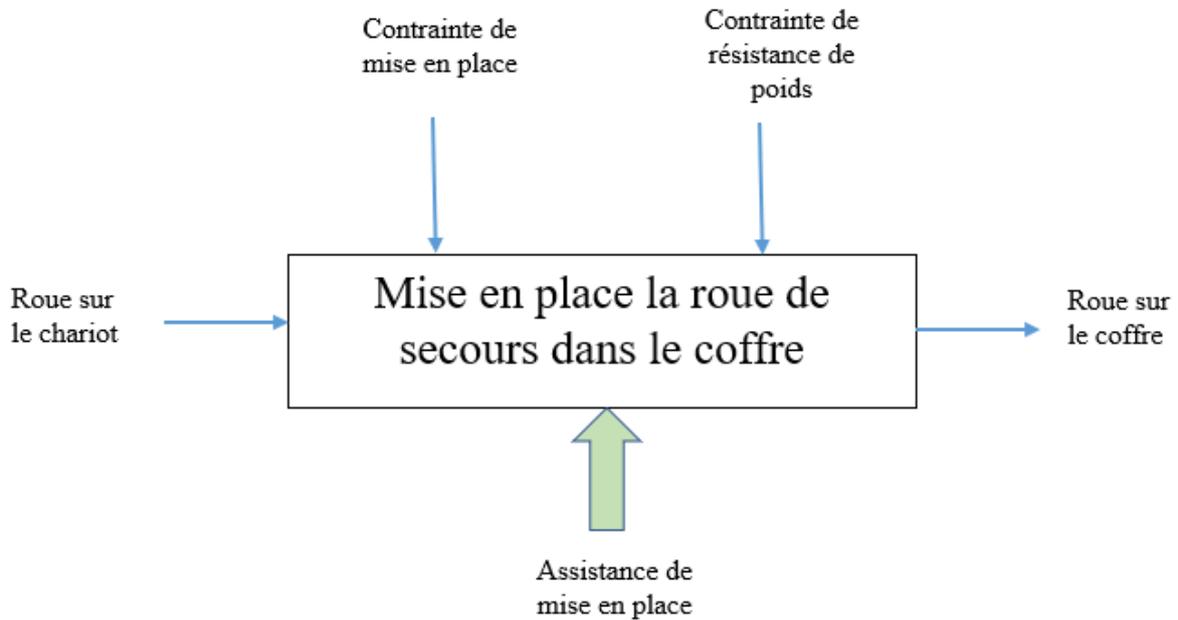
F2 : Moyenne

F3 : Forte

5.3 Analyse fonctionnelle technique

L'Analyse Fonctionnelle Technique (A.F.T.) permet de faire la transition entre l'Analyse Fonctionnelle du Besoin (qui reste étrangère aux préoccupations d'ordre technologiques) et la conception détaillée, qui entre de plain-pied dans les considérations technologiques.

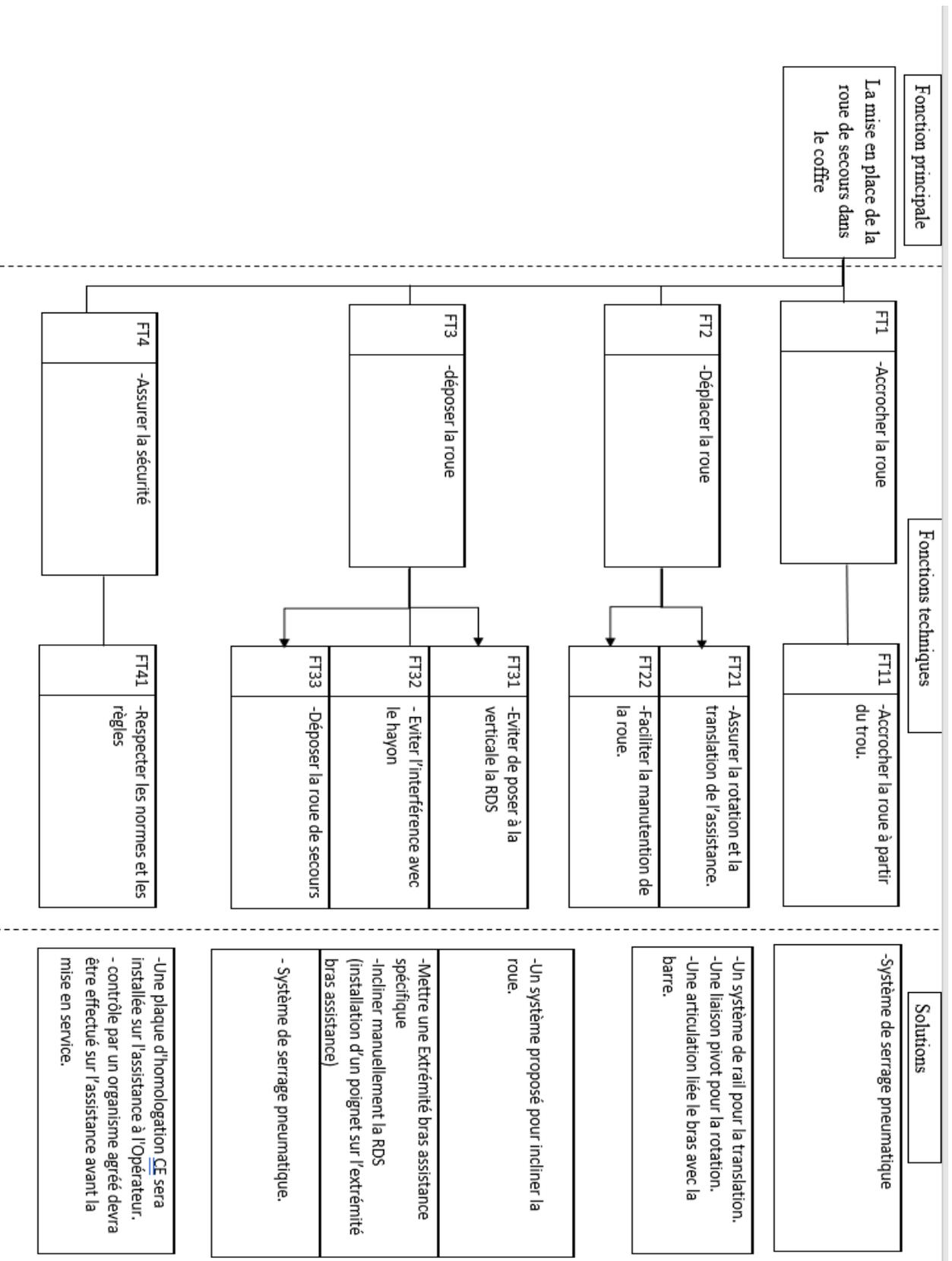
5.3.1 Diagramme de SADT



5.3.2 Diagramme FAST

Les fonctions que nous pouvons dégager de la fonction principale sont les suivantes :

- Accrocher la roue
- Déplacer la roue
- Déposer la roue



6. Etude cinématique de l'assistance

6.1 Les classes d'équivalences

Classe1 : rail

Classe2 : platine tournante

Classe3 : barre d'aluminium

Classe4 : bras

Classe5 : pince

6.2 Liaisons entre les classes

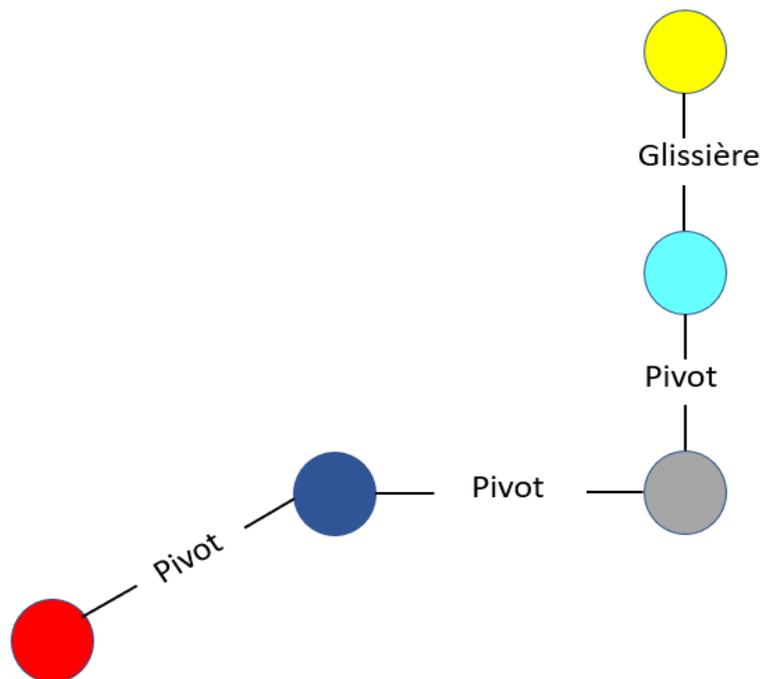


Figure 14: Graphe des liaisons

6.3 Schéma cinématique

En utilisant le logiciel Open Meca, nous avons dessiné le schéma cinématique du système illustré dans les figures suivantes :

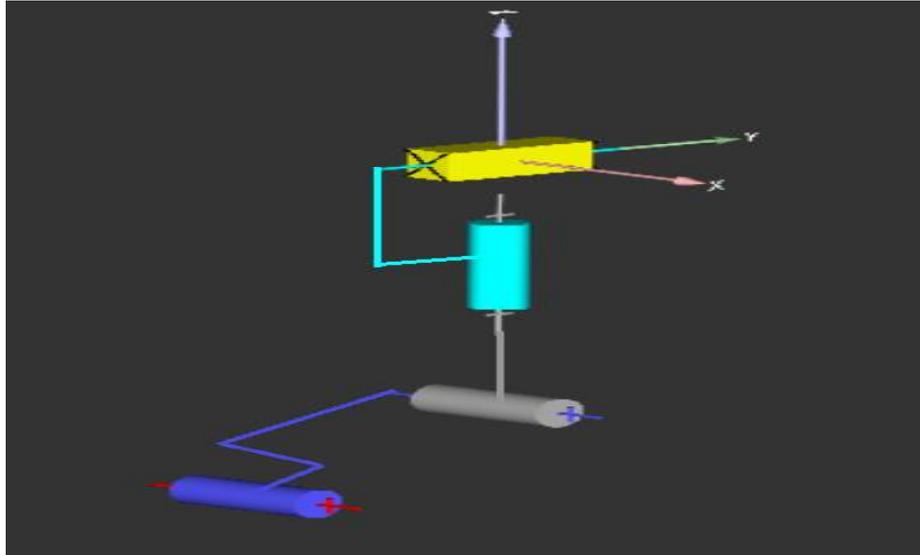


Figure 15: Schéma cinématique sur OpenMeca

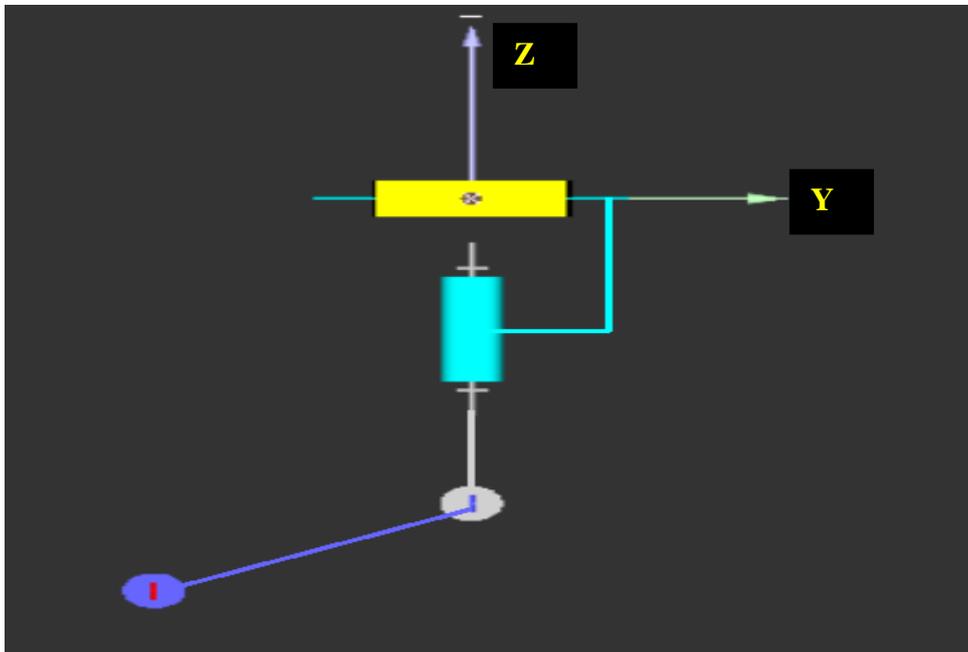


Figure 16: Schéma cinématique plan YZ

7. Dimensionnement et choix de la solution

En construction et dans différents domaines de la mécanique, le dimensionnement est l'étape qui consiste à donner les dimensions physiques les plus appropriées à une chose en considération d'aspects techniques, économiques ou réglementaires particuliers.

7.1 Dimensionnement de la pince de serrage

- **Principe de la pince**

Pince de serrage est un sous-type de mandrin qui forme un collier autour d'un objet à maintenir et exerce une force de serrage sur l'objet quand il est serré. De plus, il peut être utilisé pour tenir une pièce ou un outil.

- **Composants**

Pour pouvoir prendre les roues du chariot, l'extrémité de l'assistance doit avoir ce système de mandrin (commande pneumatique) qui permettra de s'élargir une fois passée dans le trou moyen de la roue.

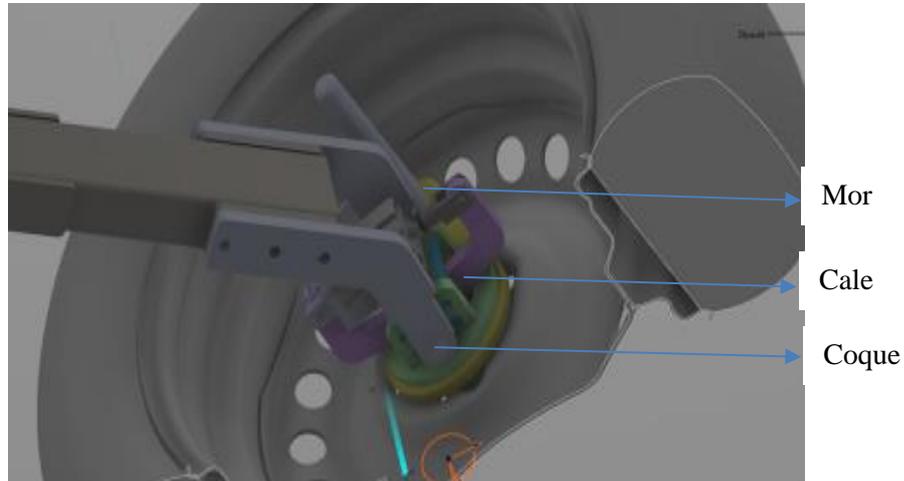


Figure 17: système de mandrin

- L'extrémité de la pince doit prévoir à l'intérieur du mandrin un trou pour pouvoir centrer la RDS dans le coffre du véhicule.

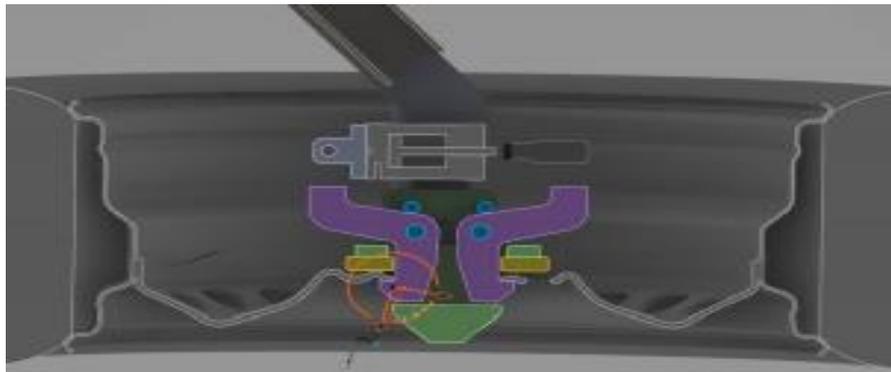


Figure 18: Vue en coupe de système de mandrin

- Deux mors spécifiés qui ont une structure adaptable avec la structure de la voile de la roue (où ils vont accrocher).
- Une cale qui va se positionner à une distance qui permet à accrocher la roue sans sa chute.
- Une coque pour centrer la pénétration de la pince et regrouper les deux mors avec la cale et le vérin pneumatique.

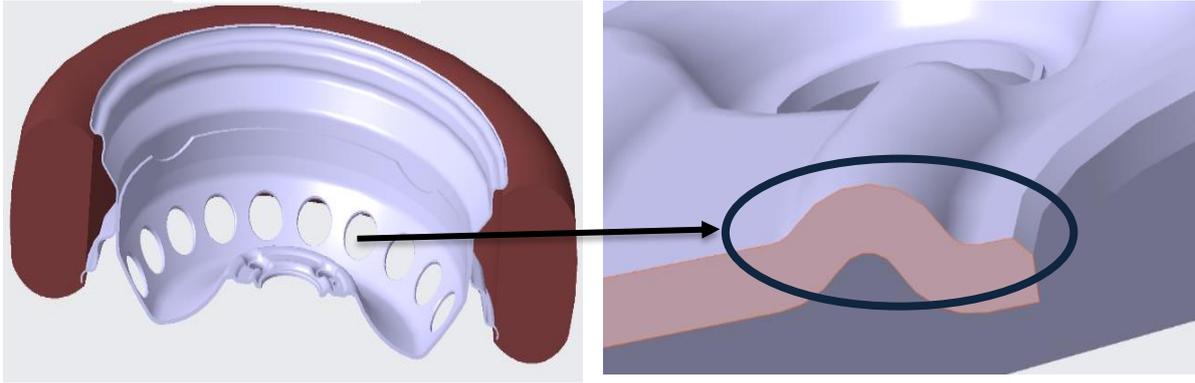


Figure 19: Vue en coupe roue de secours

Selon le modèle de la pince donné dans le cahier des charges, nous avons conçu des mors adaptables avec la structure de la roue de secours :

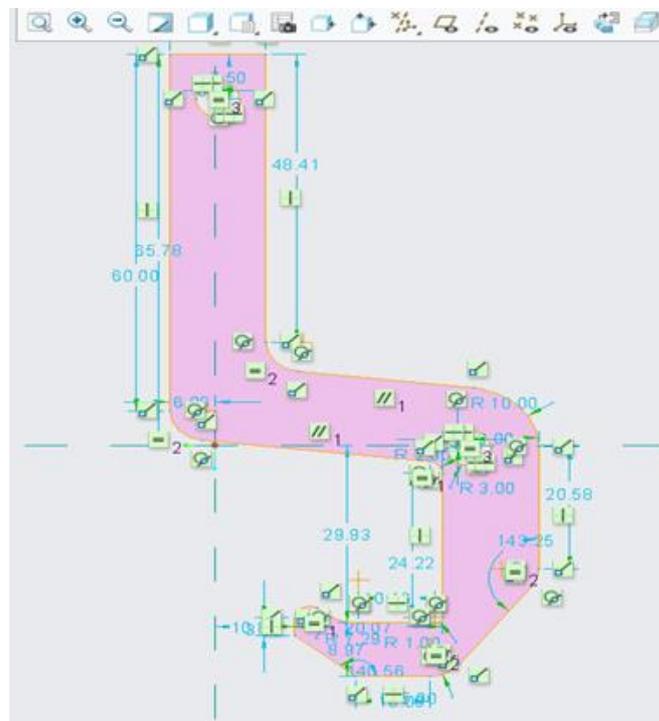


Figure 20: Dimensions du mor sous Creo parametric

- **Choix du matériau des mors (logiciel CES)**

Choix d'un matériau, un compromis entre plusieurs critères (technique, économique, ...)

- **Les critères techniques**

Ils peuvent intégrer, en fonction du CDC de la pièce, et des contraintes en fonctionnement :

- Les caractéristiques mécaniques (R_m , $R_{p0.2}$, allongement, limite d'endurance en fatigue)
- La densité (recherche d'allègement)
- La résistance à l'usure
- La conductivité ou la diffusivité thermique (ou électrique)
- La tenue à la corrosion (brouillard salin pour l'automobile)

➤ Les critères économiques

Sous le critère économique, nous pouvons intégrer plus généralement la maîtrise des approvisionnements, la disponibilité des sources ou l'évolution prévisible des prix.

Il est donc nécessaire de prendre en compte :

- ✓ La limite élastique du matériau
- ✓ Comportement à la corrosion
- ✓ Le prix matière (et son évolution possible)
- ✓ La facilité de trouver un fournisseur

En utilisant le logiciel CES nous avons fait le choix du matériau en se basant sur les critères mécaniques comme c'est illustré dans la figure ci-dessous (module de Young en fonction de la masse volumique). Ce premier filtrage nous a permis de choisir les matériaux encadrés :

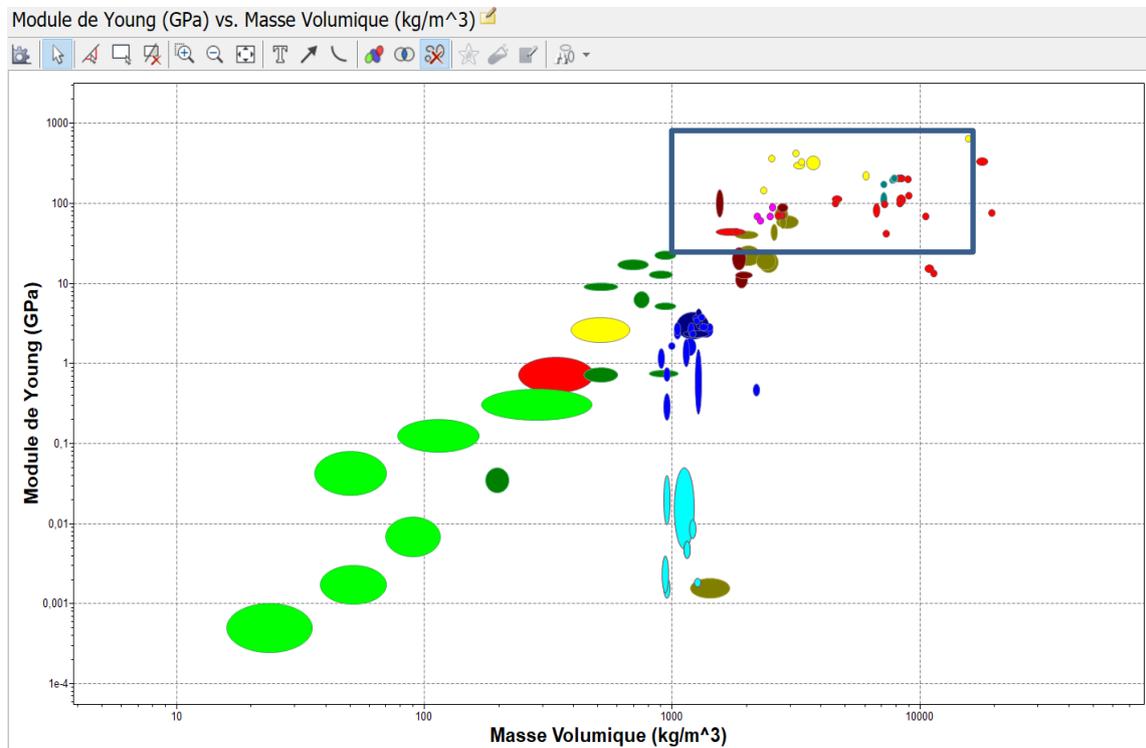


Figure 21: Module de Young en fonction de masse volumique (CES)

Nous avons tranché avec le coût, c'est pour cela nous avons pu choisir trois matériaux :

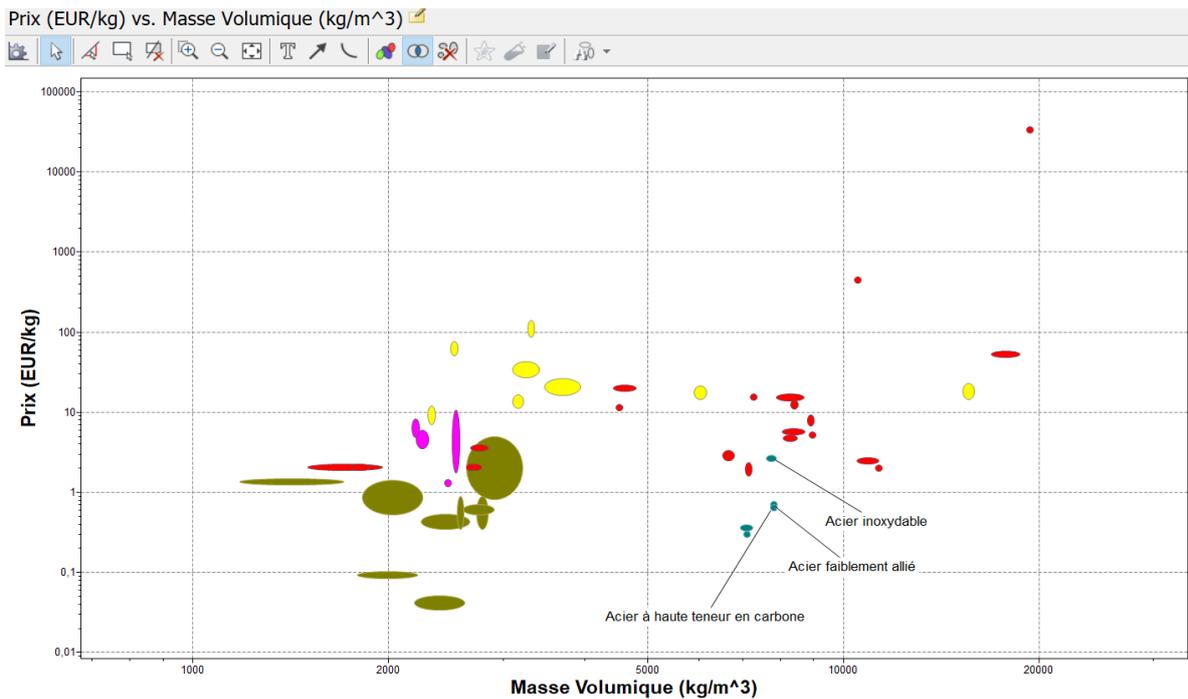


Figure 22: Prix en fonction de masse volumique (CES)

Pour contrer la corrosion nous avons choisi **l'acier inoxydable** : »

- ✓ Par raison mécanique, nous avons trouvé que l'acier inoxydable peut supporter une grande force dû à son module de Yong élevé, d'une part économique notre choix il est le moins couteux.

7.2 Dimensionnement de vérin

7.2.1 Critères de choix

Il faut connaître :

- Longueur de la course.
- L'effort de poussée et de rentrée à exercer qui est fonction de la pression disponible pour déterminer le diamètre du vérin.
- Le mode de fixation : sur le corps (bride, patte, équerre, ...) ; sur la tige (rotule, vis-écrou, ...)

7.2.2 Détermination de la course du vérin

La course est choisie en fonction du déplacement à réaliser. La longueur de course du vérin doit au moins être égale à la course souhaitée.

Le déplacement à réaliser :

- Position (1) : L'assistance en repos (Course rentrante)

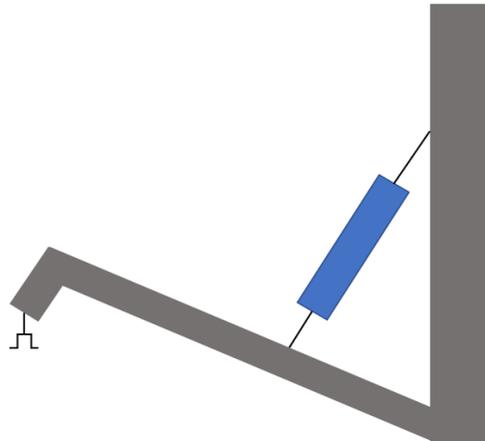


Figure 23: Schéma de l'assistance en repos (Course rentrante)

- Position (2) : L'assistance accroche ou dépose la roue (Course sortante)
- On positionne le vérin sur les deux barres avec un angle d'ouverture de 90° au minimum :

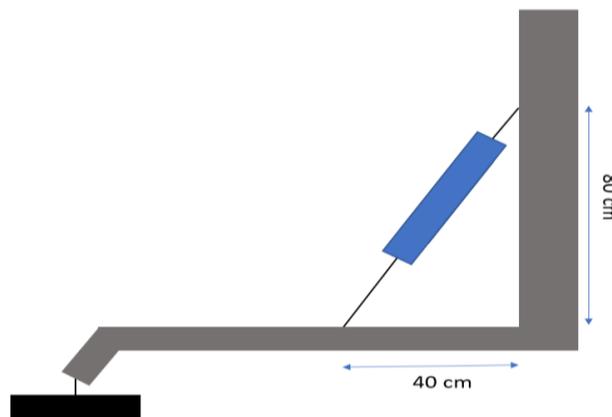


Figure 24: Schéma de l'assistance accroche ou dépose la roue (Course sortante)

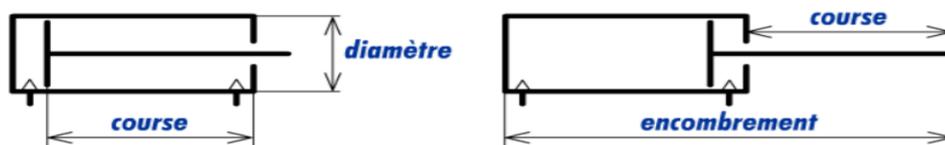


Figure 25: Encombrement, course et diamètre du vérin

L'encombrement du vérin doit être égale à 90cm (calculé par Pythagore).

$$Course \approx \frac{1}{2} \times Encombrement$$

Donc la longueur de **la course doit être supérieure ou égale à 45cm** .

7.2.3 Détermination du diamètre du vérin

- P est le poids que la tige du vérin doit supporter.
- P_x s'oppose directement à la sortie de la tige.
- P_x est la charge de traction appliquée sur la tige.
- P_y va essayer de « plier » la tige, nous parlons alors de la flexion. Elle est totalement indépendante de la force axiale et elle n'influence pas directement dans l'augmentation du pression dans les chambres du vérin.

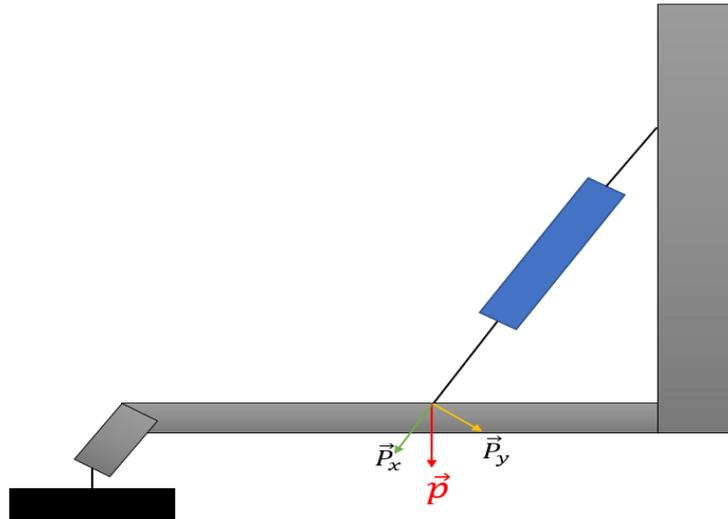


Figure 26: Schéma de l'assistance accroche ou dépose la roue (Course sortante)

- $P = (\text{Masse du pince} + \text{Masse de la barre} + \text{Masse de la roue}) \times g$
- $P = (22 + 7 + 1.5) \times 10 = 305 \text{ N}$
- $P_x = P \cos(\alpha) = 305 \times \cos(27) = 271.75 \text{ N}$
- $P_y = P \sin(\alpha) = 305 \times \sin(27) = 138.5 \text{ N}$

Tableau de constructeur Festo :

Alésage mm	Courses standard mm	Courses min.-max. mm	Courses min.-max. mm	Poussée sous 6 bar		Force de rappel sous 6 bar	
	Type DNC	Type DNC	Type DNC *	N	=kp	N	=kp
32	25, 40, 50, 80,	10 à 2000	10 à 300	482	(48,2)	415	(41,5)
40	100, 125, 160,	10 à 2000	10 à 400	753	(75,3)	633	(63,3)
50	200, 250, 320,	10 à 2000	10 à 500	1178	(117,8)	990	(99,0)
63	400, 500	10 à 2000	10 à 500	1870	(187,0)	1682	(168,2)
80		10 à 2000	10 à 600	3015	(301,5)	2720	(272,0)
100		10 à 2000	10 à 600	4712	(471,2)	4418	(441,8)
125		10 à 2000	-	7360	(736,0)	6880	(688,0)

Figure 27: Tableau de constructeur Festo

Le vérin de course 500 et alésage 63, supporte une force en poussé (Course sortante) de 1870

N et une force en traction (Course rentrante) de 1682 N donc il va supporter P.

Alors on choisit **un vérin de course 500 et alésage 63.**

7.3 Dimensionnement de la barre tournante :

- L'assistance RDS sera montée sur un cadre mobile fixé sur 2 rails fixes de 3m hauteur par rapport au sol.
- La barre est en liaison pivot d'axe z par rapport aux rails.
- Le coffre de la voiture est positionné de 0.76 m par rapport au sol, et pour manipuler facilement le bras doit être positionné de 1.5m par rapport au sol.

Alors on choisit **une barre de longueur 1.5m d'aluminium profilé 100*100.**

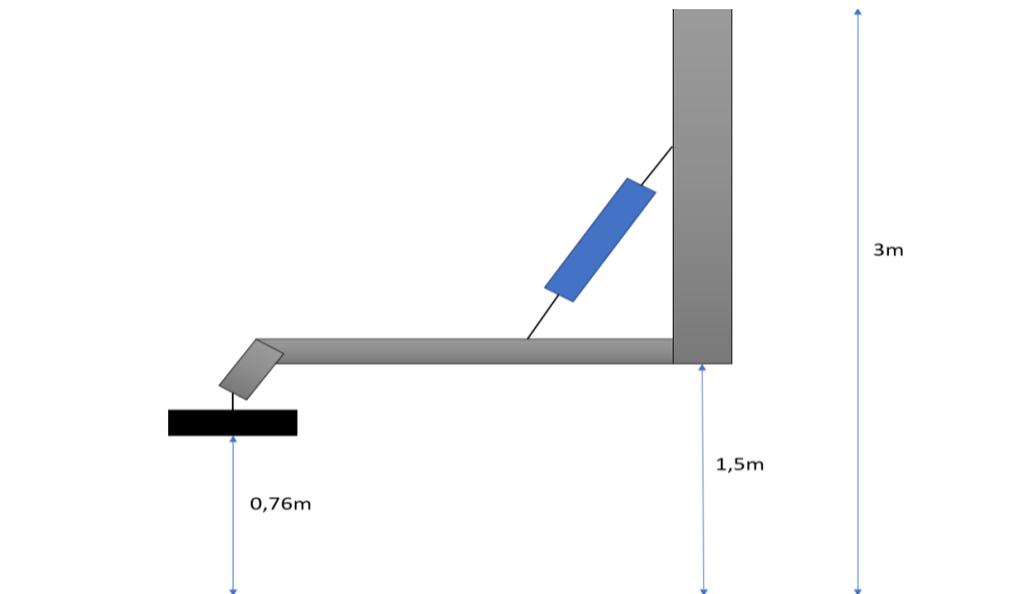


Figure 28: Repérage de l'assistance par rapport au sol

7.4 Dimensionnement du bras

- Les roues arrivent sur un chariot en position verticale
- Le chariot se positionne à une distance de 1m par rapport à la barre.
- Extrémité bras doit être inclinée pour éviter l'interférence avec le hayon.

On choisit un tube d'acier rectangulaire 60*40 de dimensions suivantes :

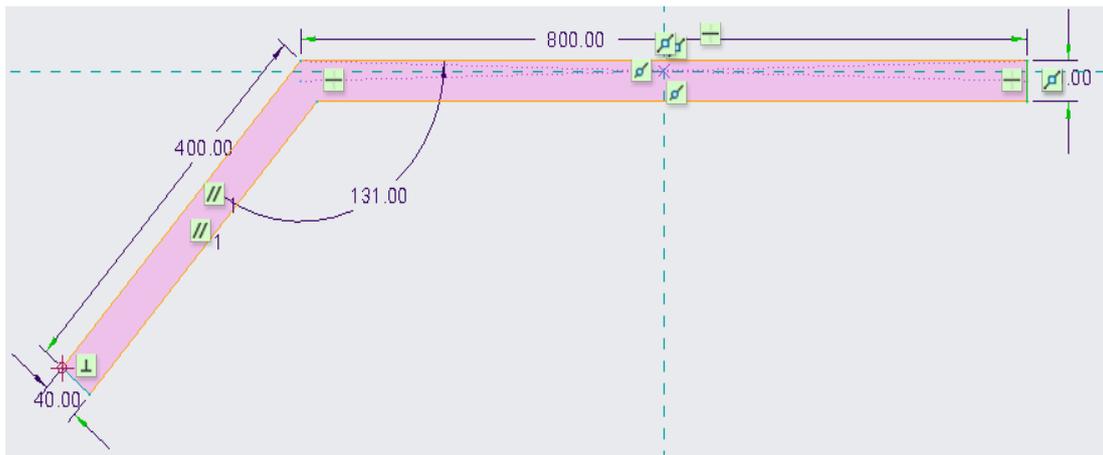


Figure 29: Dimensions du bras

Chapitre 3 :

Conception et simulation de
l'assistance mise en place
roue de secours

- Conception et simulation de l'assistance mise en place roue de secours.
- Calcul éléments finis.
- Simulation.

Introduction

Après avoir choisi la solution envisagée dans le chapitre précédent ainsi le matériau de fabrication, nous allons nous focaliser dans ce chapitre sur la partie de la conception à l'aide de logiciel Creo, la simulation de la solution finale en conception et la vérification de contrainte de von mises, expliquant la démarche suivie pour ces trois axes.

1. Conception

La conception d'un produit est un processus itératif. La première étape est de savoir évaluer ses performances, la deuxième de faire évoluer sa définition pour que ses performances correspondent aux objectifs de conception.

Un manipulateur mis en place roue de secours est un produit au but d'aider l'opérateur dans sa tâche fonctionnelle. Il se décompose d'un groupe des liaisons mécanique qui participent aux fonctionnements de l'assistance : accrocher, déplacer et déposer la roue (structure et mécanique). Pour réaliser la conception d'un produit on se basera sur le retour d'expérience, la capitalisation et la documentation d'A2ME.

1.1 Démarche de conception

La méthodologie de conception définit l'organisation des étapes de conception. Elle dicte l'enchaînement des tâches suivant une organisation logique devant permettre d'aboutir à une solution qui satisfasse le cahier des charges du produit dans un délai et des coûts acceptables. Son influence est primordiale sur l'optimalité et la robustesse de la solution.

- Objectif :
 - ✓ Concevoir et développer dans les règles de l'art les solutions techniques.
 - ✓ Garantir le respect des règles métier, la qualité de construction CAO.

1.2 Outil de la conception

Creo parametric 6.0.2.0 :

PTC Creo est un logiciel de CAO intégré, c'est-à-dire comportant à la fois des modules de conception pure mais aussi la possibilité d'effectuer des calculs de dimensionnement, des animations cinématiques, d'intégrer des circuits hydrauliques ou électriques, de concevoir la partie fabrication. Il est développé par la société Parametric Technology Corporation, et succède à Pro/ENGINEER, du même auteur.

Pro/ENGINEER est à l'origine de la conception paramétrique et fonctionnelle ainsi que de l'associativité entre les modèles : Chaque opération (ou fonction) est définie par un comportement mécanique et des paramètres (longueurs, angles...) qui peuvent être modifiés facilement. En cas de modification de ces paramètres, la géométrie du modèle est automatiquement recalculée et tous les documents associés sont instantanément mis à jour : mises en plan, assemblages, outillages ...

1.3 Règle de la conception

Plan et objectifs :

- Vérification des exigences de cahier de charge qui relie l'assistance mise en place RDS avec son environnement.

- Se baser sur les politiques techniques et Orientations de notre client.
- Garantir le respect des règles métier, la qualité de construction CAO.
- La conception de la pince pneumatique avec des mores spécifiée ; adaptable avec les roues ; respectant les contraintes de fonctionnement.
- La conception des barres avec les dimensions proposer.
- Importer la conception des vérins choisis.

2. Conception 3D

2.1 Conception pince pneumatique

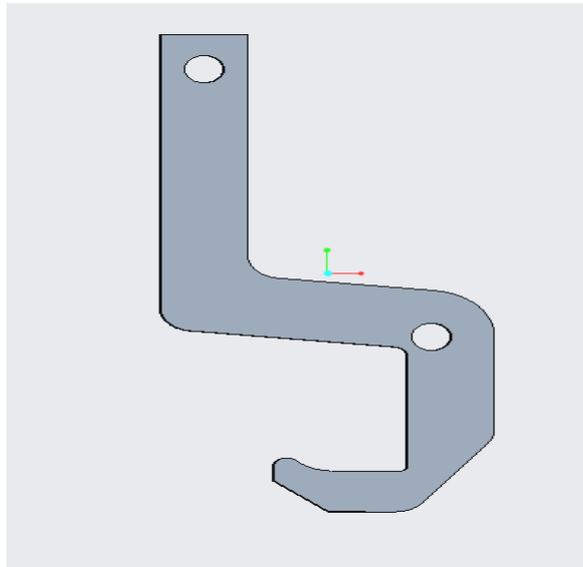


Figure 30: Mor de serrage

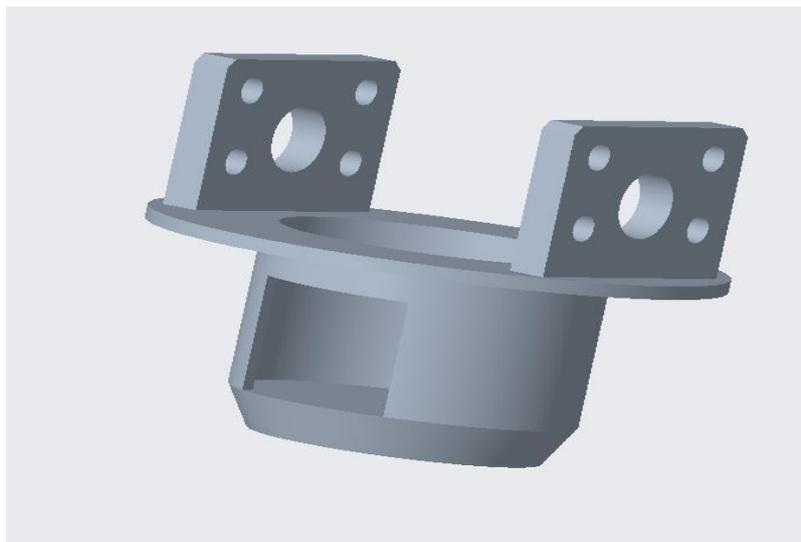


Figure 31: Coque

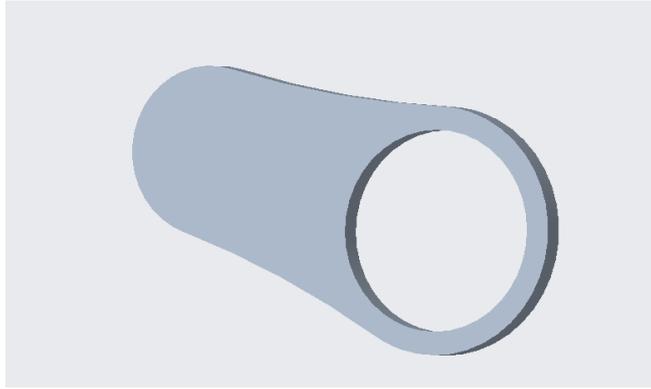


Figure 32: Cale

2.2 Choix de vérin pour serrer les mors :

Critères de choix :

Il faut connaître :

- Longueur de déplacement des mors (de l'état initial vers l'état final).

Choix :

- Le vérin sert à serrer les mors
- Longueur de course
 - Pour déterminer la longueur de course il faut savoir la distance entre l'état initial et l'état final des mors

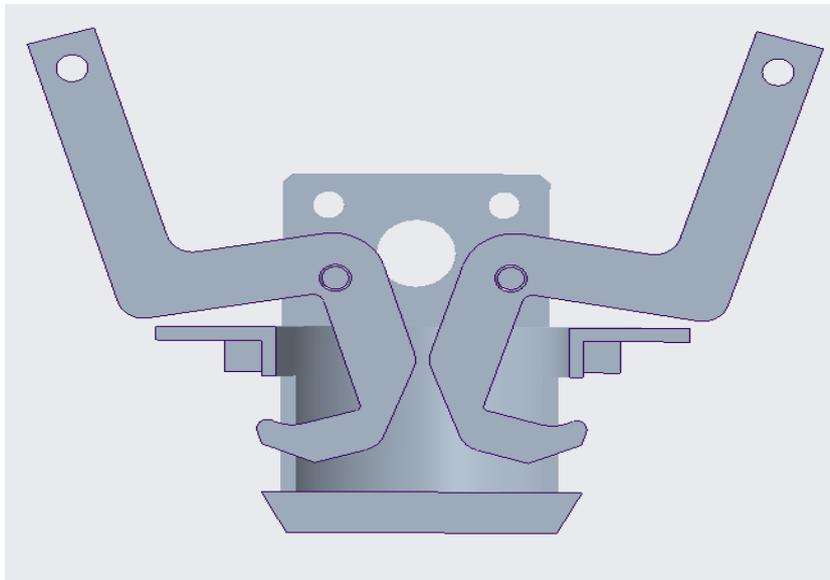


Figure 33: Mors en état initial

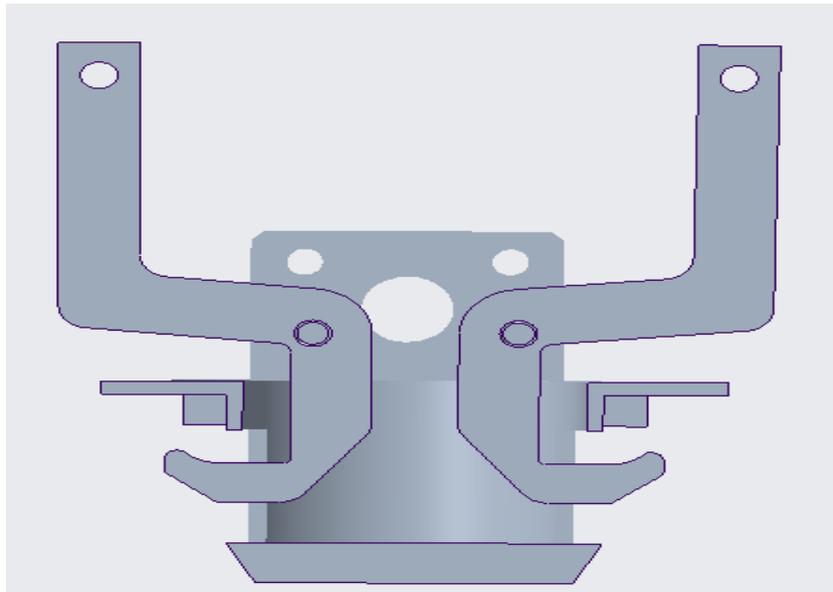


Figure 34: Mors en état final

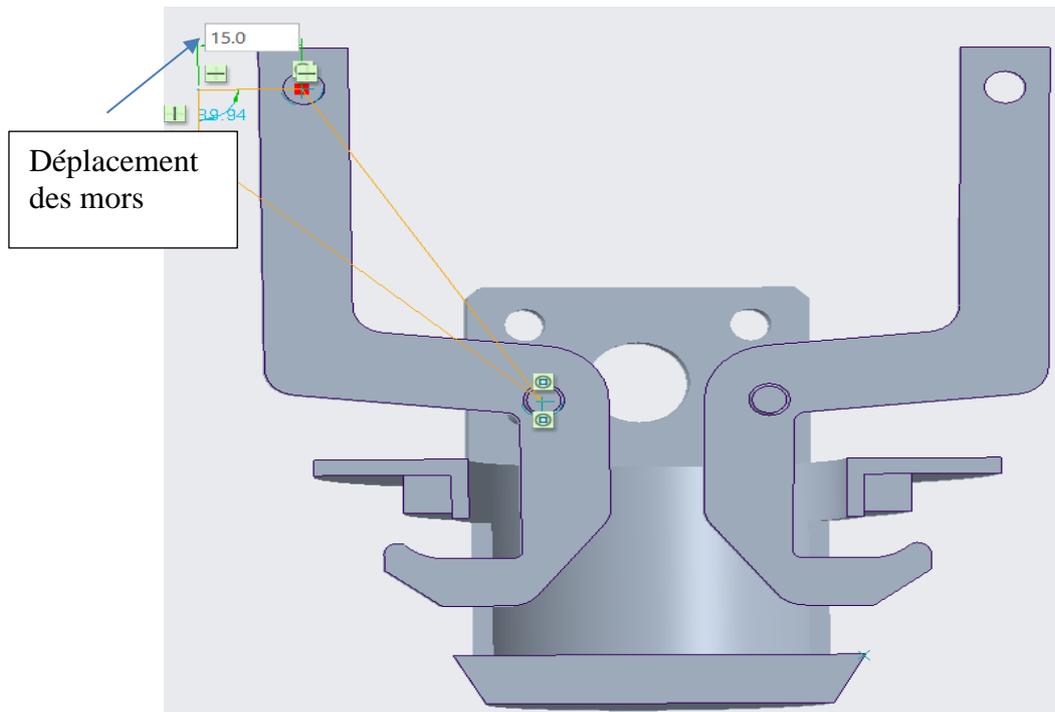


Figure 35: Distance de déplacement du mor

Le déplacement d'un seul mor égale à 15 mm , Alors le déplacement des deux deux égale à 30mm.

Donc la course nécessaire pour le serrage doit être égale à 30 mm.

D'où on choisit un vérin double effet de course 30 mm.

2.3 Assemblage de la pince :

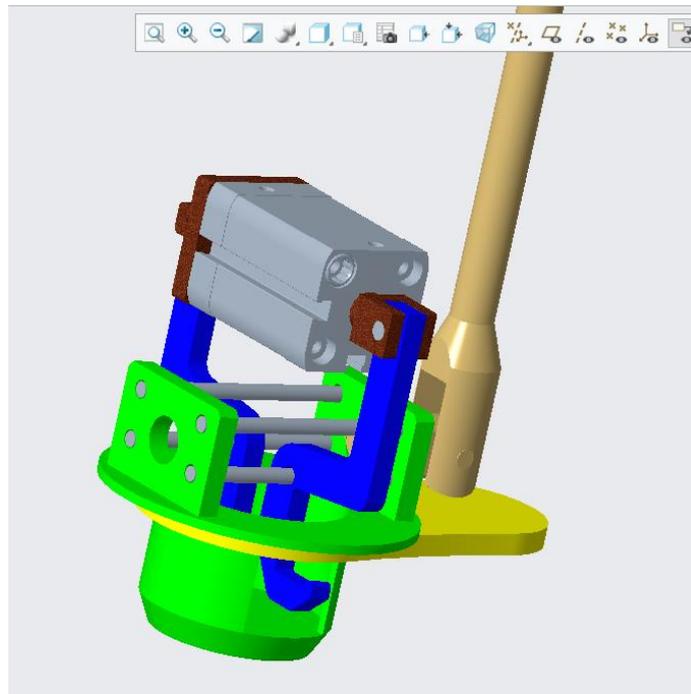


Figure 36: Pince assemblée

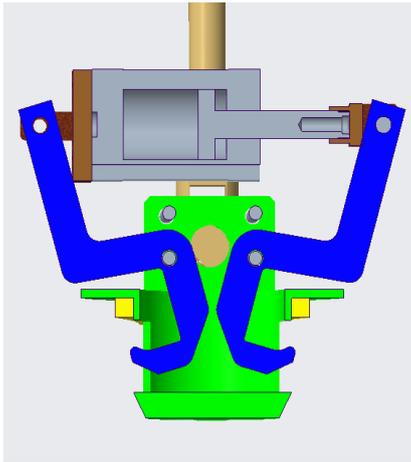


Figure 37: Pince fermée

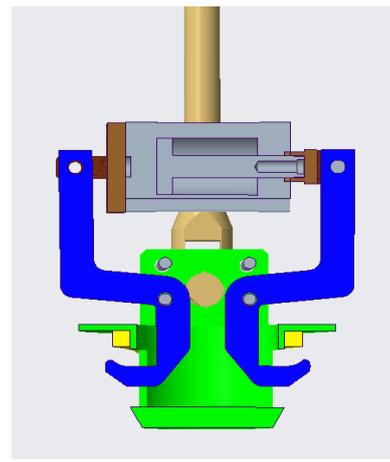


Figure 38: Pince ouverte

2.4 Conception du bras

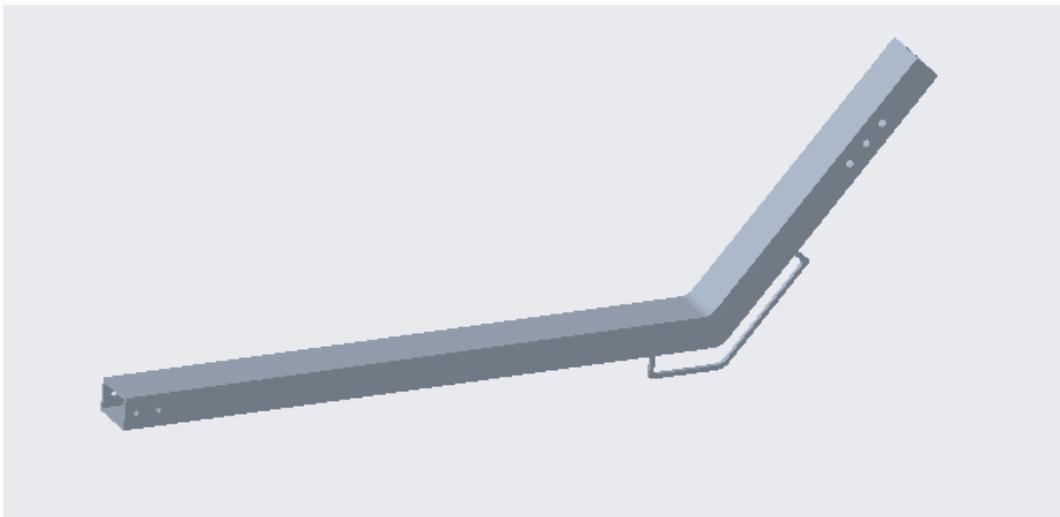


Figure 39: Bras en 3D

2.5 Les composants importés

2.5.1 Composants commercialisés

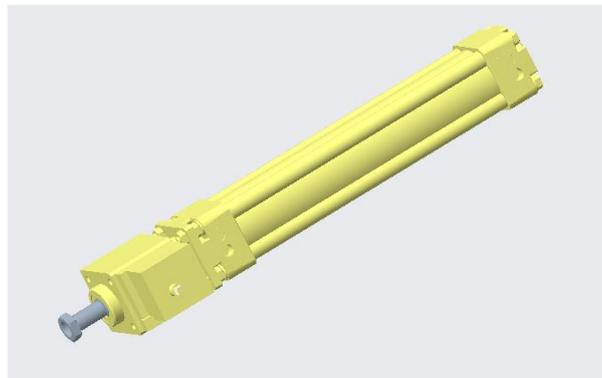


Figure 40: Vérin Festo DSBC-63-500-PPSA

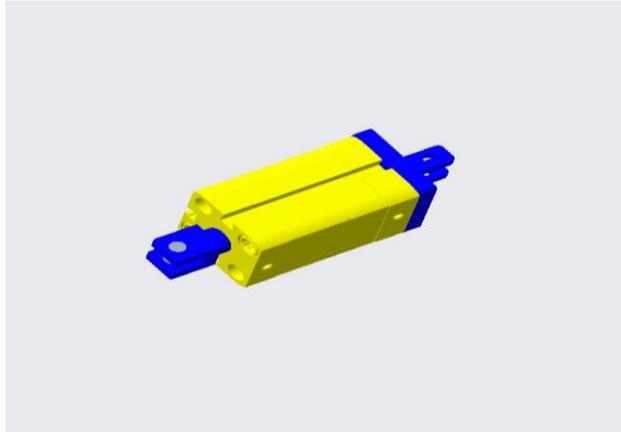


Figure 41:Vérin Festo DSBC-50-30-PPSA

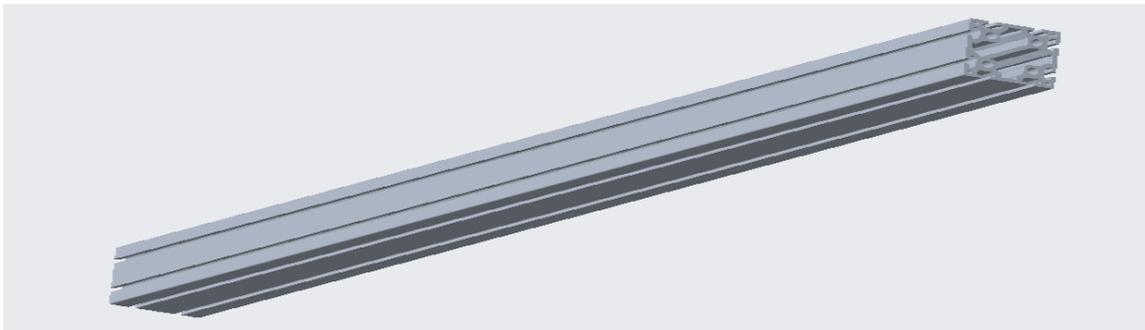


Figure 42:Barre d'aluminium profile SIGMA

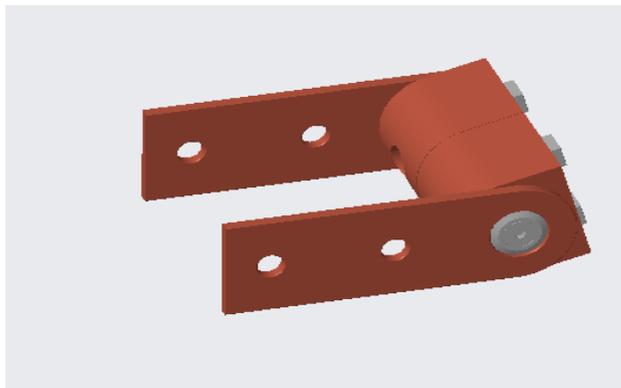


Figure 43:Articulation d'une barre de 100mm



Figure 44:S.141A poignée articulée

2.5.2 Composants donnés

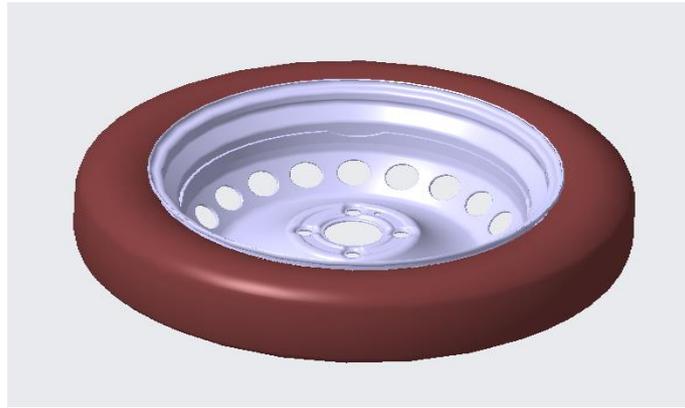
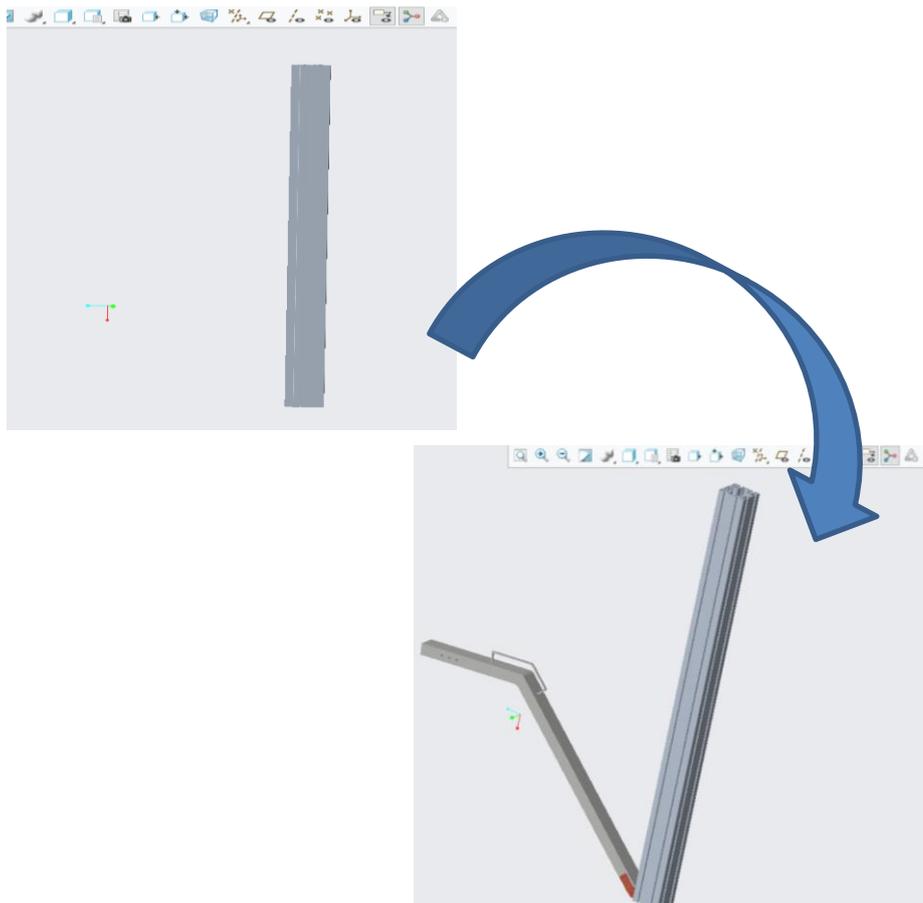


Figure 45:Roue de secours galette

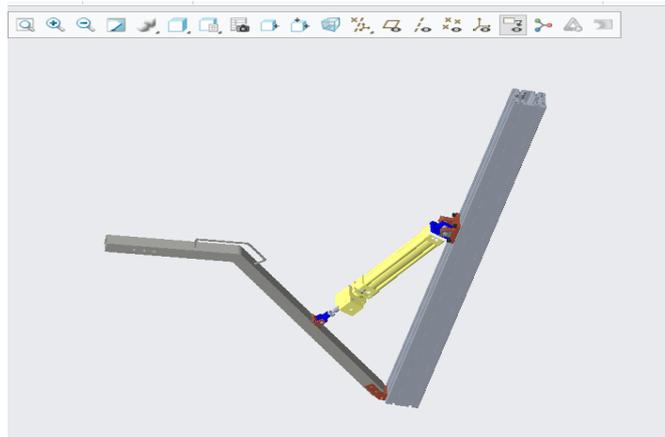
2.6 Assemblage

2.6.1 Les étapes de l'assemblage

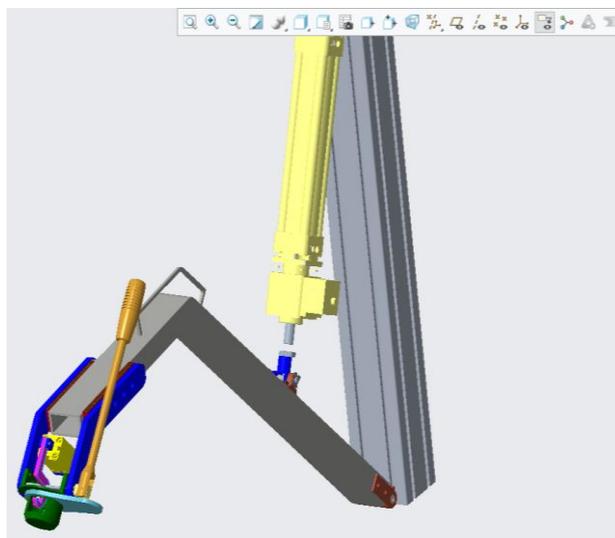
Dans l'atelier de l'assemblage on importe la barre d'aluminium et on ajoute le bras de l'acier avec l'articulation.



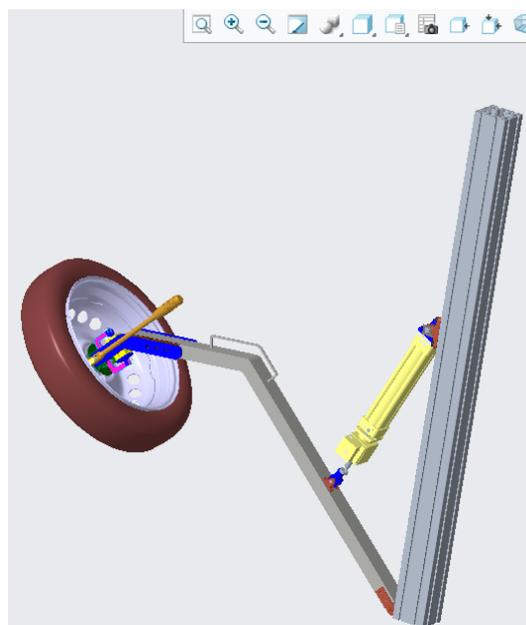
On assemble le verin pneumatique avec les elements de fixation



Puis, on a positionné la pince pneumatique



Et finalement on importe la roue



2.6.2 Les différents vus de l'assemblage

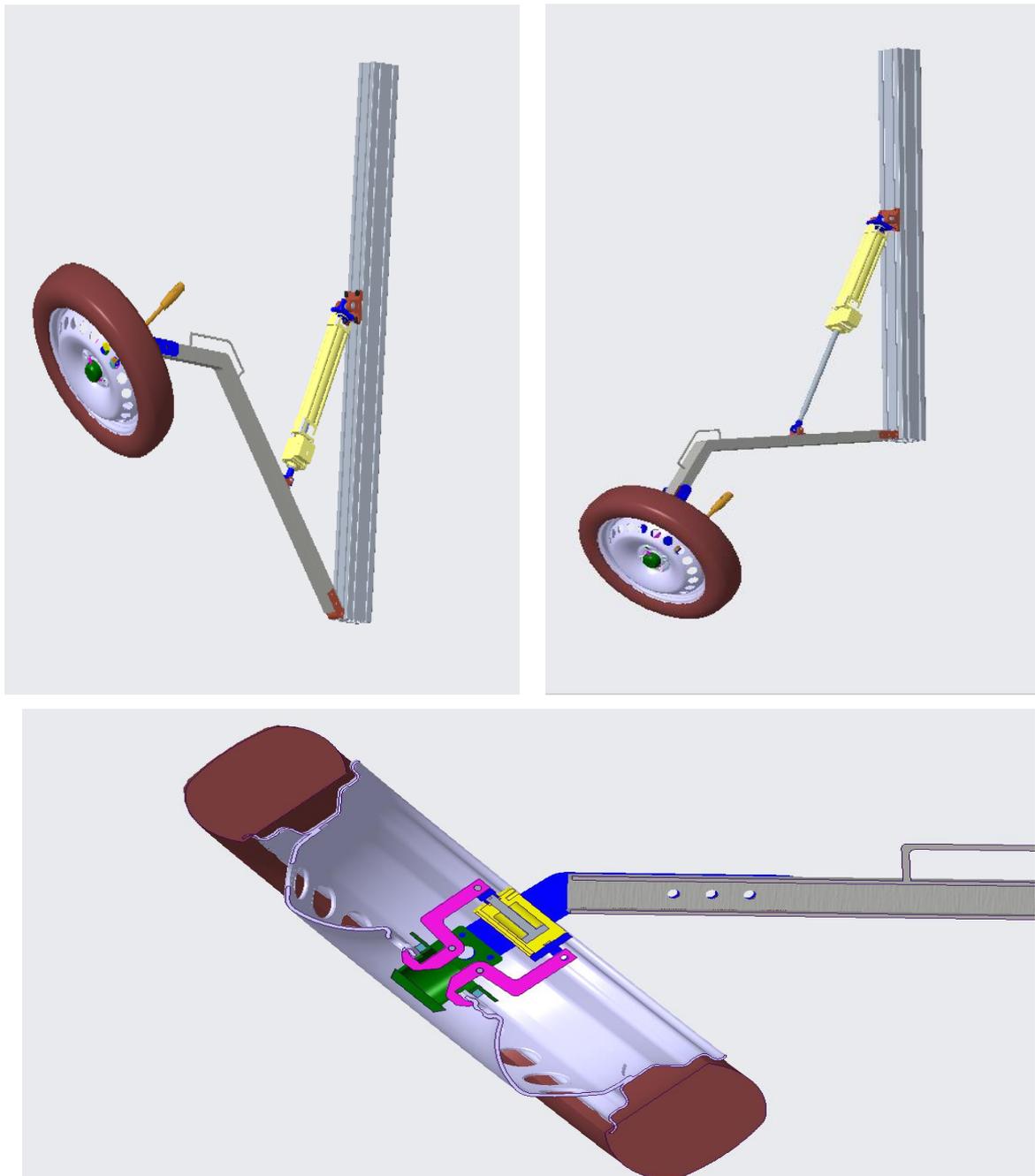


Figure 46: Assistance assemblée

3. Analyse des structures par éléments finis

En utilisant Creo Simulate pour l'analyse des structures. Elle inclut un ensemble complet de fonctionnalités d'analyse par éléments finis nous permettant d'analyser et de valider les performances de notre produit virtuels en 3D, avant la fabrication et l'assemblage des pièces.

Objectifs :

- ✓ Vérifier le critère de résistance de Von Misès.

3.1 Simulation des mors

Matériau choisi : Acier E295

3.1.1 Propriétés de matériau

Tableau 3: Propriétés du matériau

Propriétés	Acier inoxydable
Masse volumique (g/cm ³) – ρ	8.02
Module d'élasticité (GPa) – E	210
Coefficient de Poisson – ν	0.3
Limite d'écoulement (MPa) – S_y	257

3.1.2 Conditions aux limites et charges

- Les mors doivent être supporter le poids de la roue.
- La masse de la roue=22 Kg
- Poids de la roue $P= 220 \text{ N}$
- Un mor doit supporter $\frac{P}{2}$

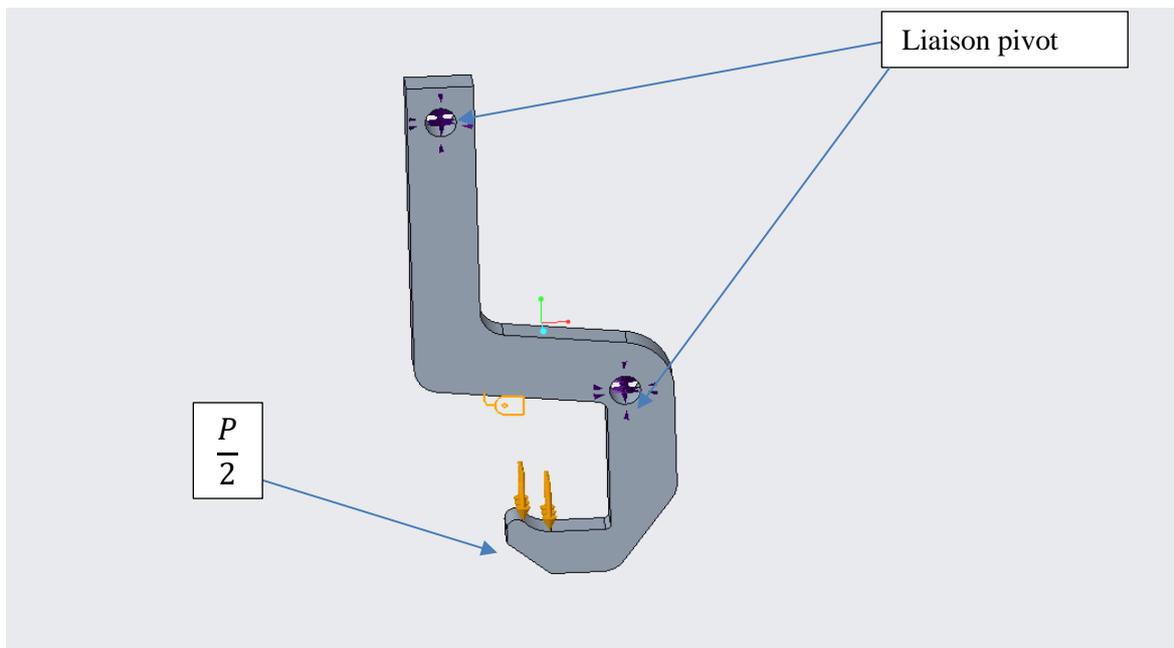


Figure 47: Conditions aux limites et charges appliquées sur les mors

3.1.3 Maillage

- Type d'élément : TETRAÈDRE
- Taille d'élément maximum=5mm

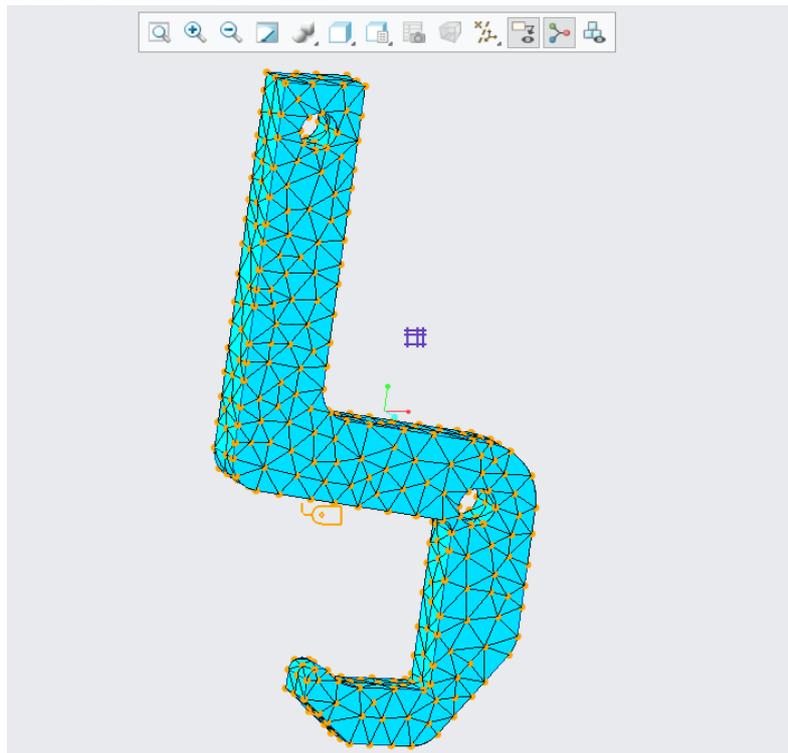


Figure 48: Maillage des mors

Résultats numériques :

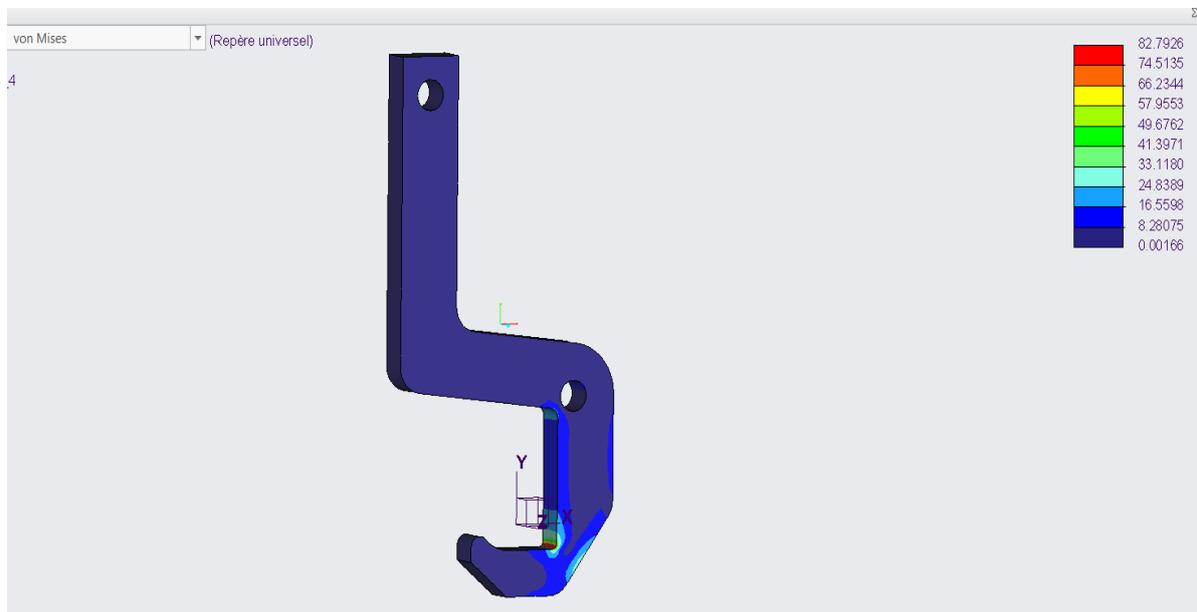


Figure 49: Contrainte de Von Mises des mors

La contrainte maximale de Von Misès obtenue par l'analyse numérique est de 83 MPa.

Pour les avec les propriétés données, le facteur de sécurité obtenu est donné par le critère de Von Misès ($FS > 1$) :

$$FS = \frac{S_y}{\sigma_{vm}} = \frac{257}{83} = 3.09$$

Alors la conception et le choix de matériau des mors est **valide**.

3.2 Simulation des pins

Matériau choisi : Acier E295

3.2.1 Propriétés de matériau

3.2.2 (Voir tableau 3 page 53)

3.2.3 Conditions aux limites et charges

- Les deux doivent supporter le poids de la roue.
- Poids de la roue $P = 220 \text{ N}$
- Un pin doit supporter $\frac{P}{2}$

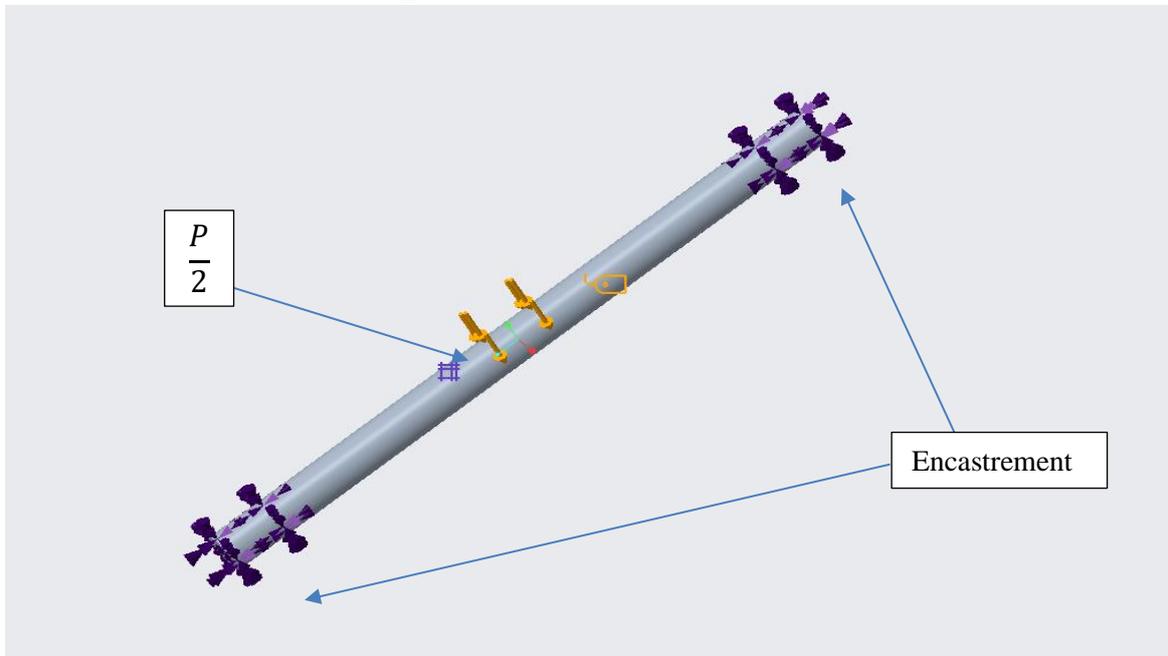


Figure 50: Conditions aux limites et charges appliquées sur les pins

3.2.4 Maillage

- Type d'élément : TETRAÈDRE
- Taille d'élément maximum=5mm

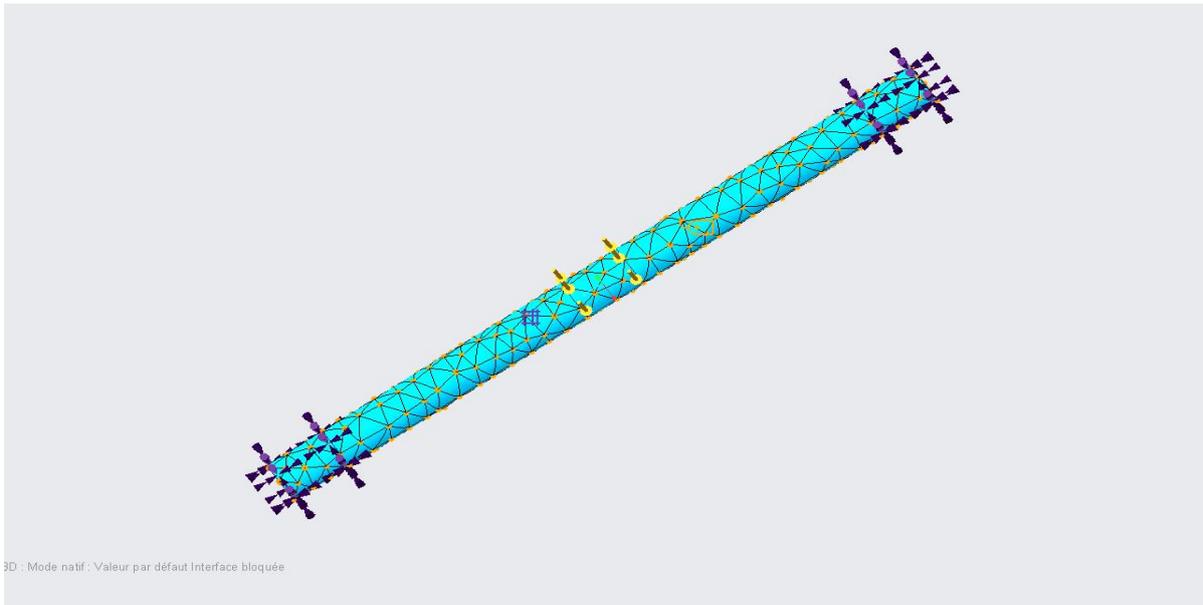


Figure 51: Maillage des pins

3.2.5 Résultats numériques

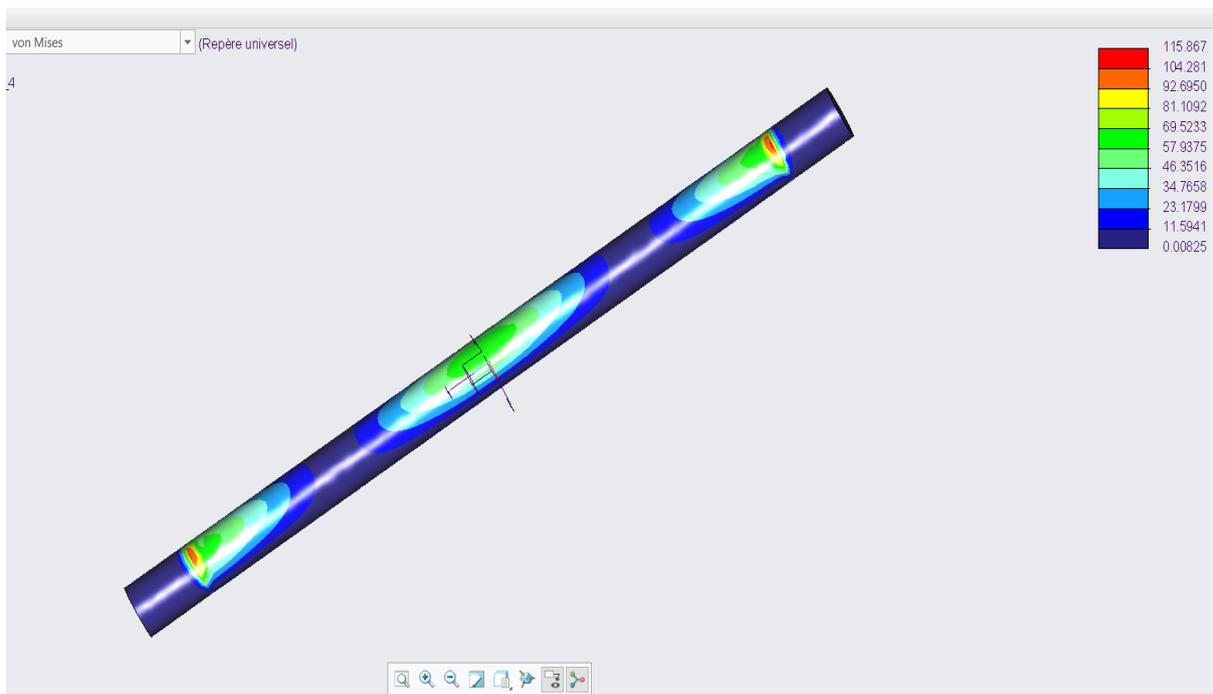


Figure 52: Contrainte de Von Mises des pins

La contrainte maximale de Von Misès obtenue par l'analyse numérique est de 115.86 MPa. Le facteur de sécurité obtenu est donné par le critère de Von Misès (FS>1) :

$$FS = \frac{S_y}{\sigma_{vm}} = \frac{257}{115.86} = 2.21$$

Alors la conception et le choix de matériau des pins est valide.

3.3 Simulation du bras

Matériau choisi : Acier E295

3.3.1 Propriétés de matériau

(Voir tableau 3 page 53)

3.3.2 Conditions aux limites et charges

- Le bras doit supporter le poids de la roue et le poids de la pince.
- Masse de la roue=22kg.
- Masse de la pince=1.4kg
- Poids total de la roue et de la pince = 234 N

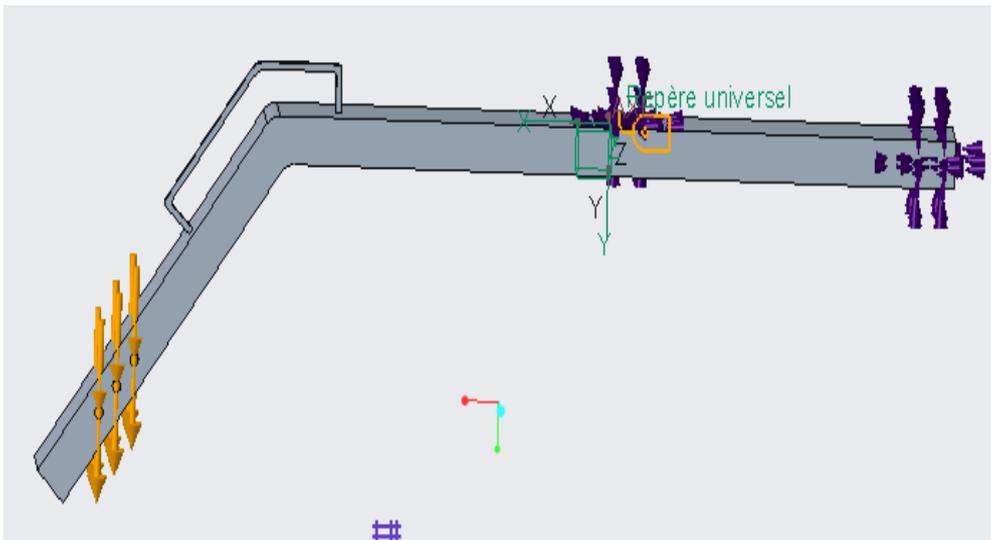


Figure 53: Conditions aux limites et charges appliquées sur le bras

3.3.3 Maillage :

- Type d'élément : TETRAÈDRE
- Taille d'élément maximum=5mm

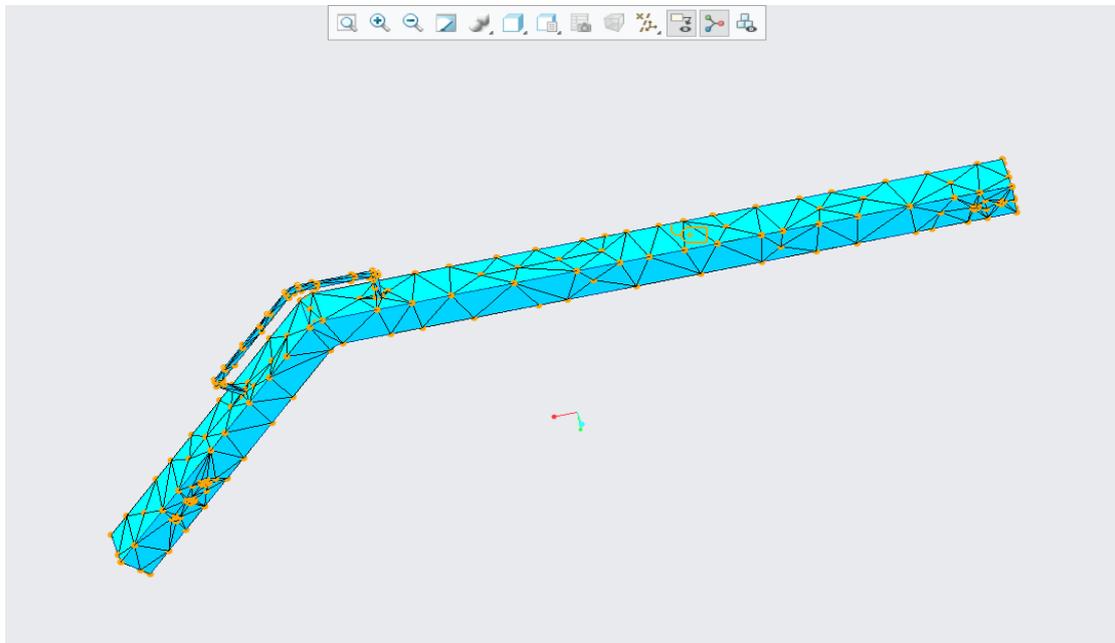


Figure 54: Maillage du bras

3.3.4 Résultats numériques :

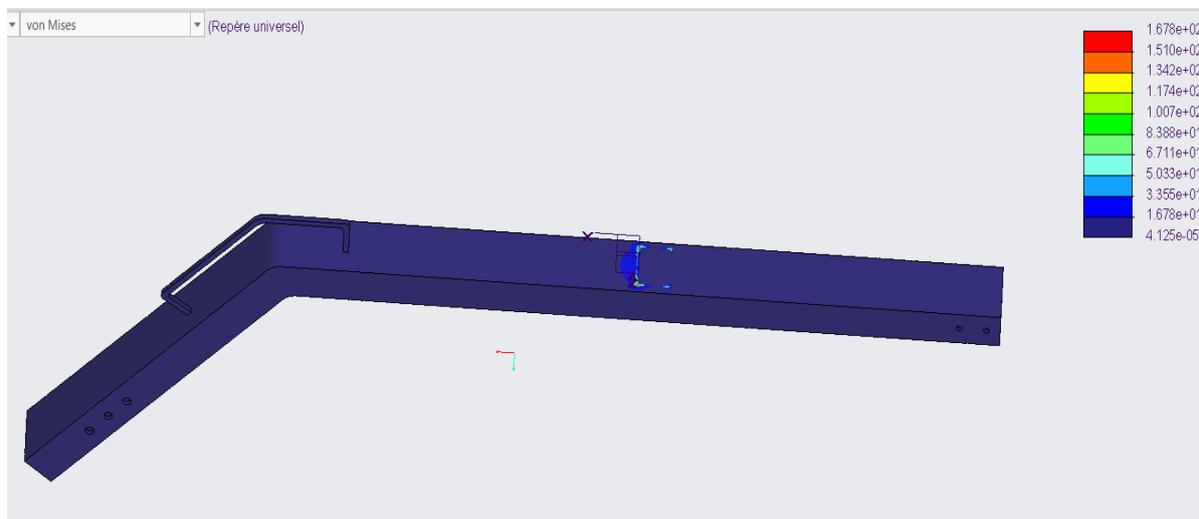


Figure 55: Contrainte de Von Mises du bras

La contrainte maximale de Von Mises obtenue par l'analyse numérique est de 167.8 MPa. Pour les avec les propriétés données, le facteur de sécurité obtenu est donné par le critère de Von Mises ($FS > 1$) :

$$FS = \frac{S_y}{\sigma_{vm}} = \frac{295}{167.8} = 1.75$$

Alors la conception et le choix de matériau du bras est **valide**.

3.4 Simulation de la barre

Matériau choisi : Aluminium

3.4.1 Propriétés de matériau

Tableau 4: Propriétés du matériau

Propriétés	Aluminium 6060
Masse volumique (g/cm ³) – ρ	2,7
Module d'élasticité (GPa) – E	69
Coefficient de Poisson – ν	0.33
Limite d'écoulement (MPa) – S_y	160

3.4.2 Conditions aux limites et charges

- Le bras doit supporter le poids de la roue, le poids de la pince et le poids du bras.
- Masse du bras=7.15kg.
- Masse de la roue=22kg.
- Masse de la pince=1.4kg
- Poids total (de la roue, la pince et le bras) = 304N

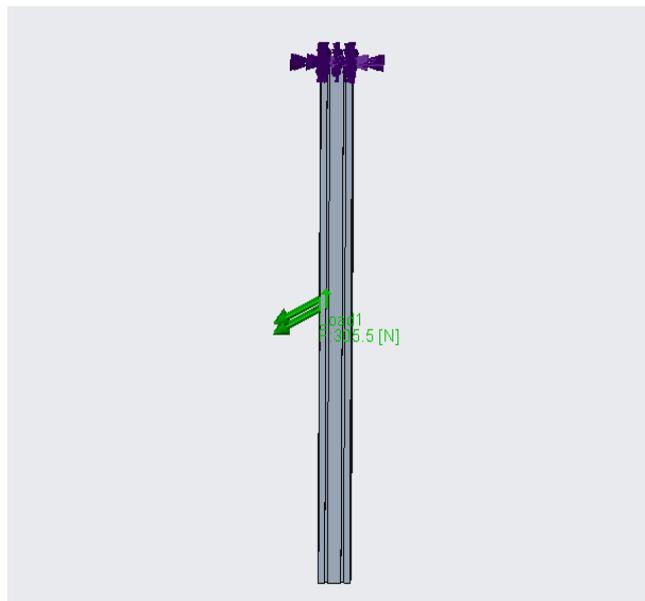


Figure 56: Conditions aux limites et charges appliquées sur la barre

3.4.3 *Maillage*

- Type d'élément : TETRAÈDRE
- Taille d'élément maximum=5mm



Figure 57: Maillage de la barre

3.4.4 Résultats numériques



Figure 58: Contrainte de Von Mises de la barre

La contrainte maximale de Von Misès obtenue par l'analyse numérique est de 4.195 MPa. Pour les avec les propriétés données, le facteur de sécurité obtenu est donné par le critère de Von Misès (FS>1) :

$$FS = \frac{S_y}{\sigma_{vm}} = \frac{160}{4.195} = 38.1$$

Alors le choix de la barre est **valide**.

4. Etude pneumatique

4.1 Système d'équilibrage

Pour que le poids de la charge à manutentionner soit équilibré par le bras, on utilise le système d'**équilibrage pneumatique** :

L'actionneur pneumatique (Vérin double effet) est implanté dans la barre. L'extrémité de sa tige est en liaison mécanique avec le bras au point D.

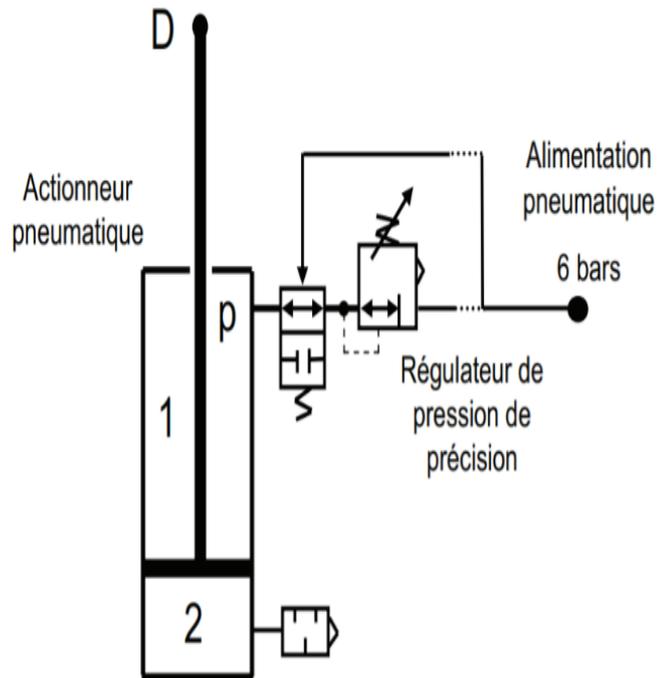
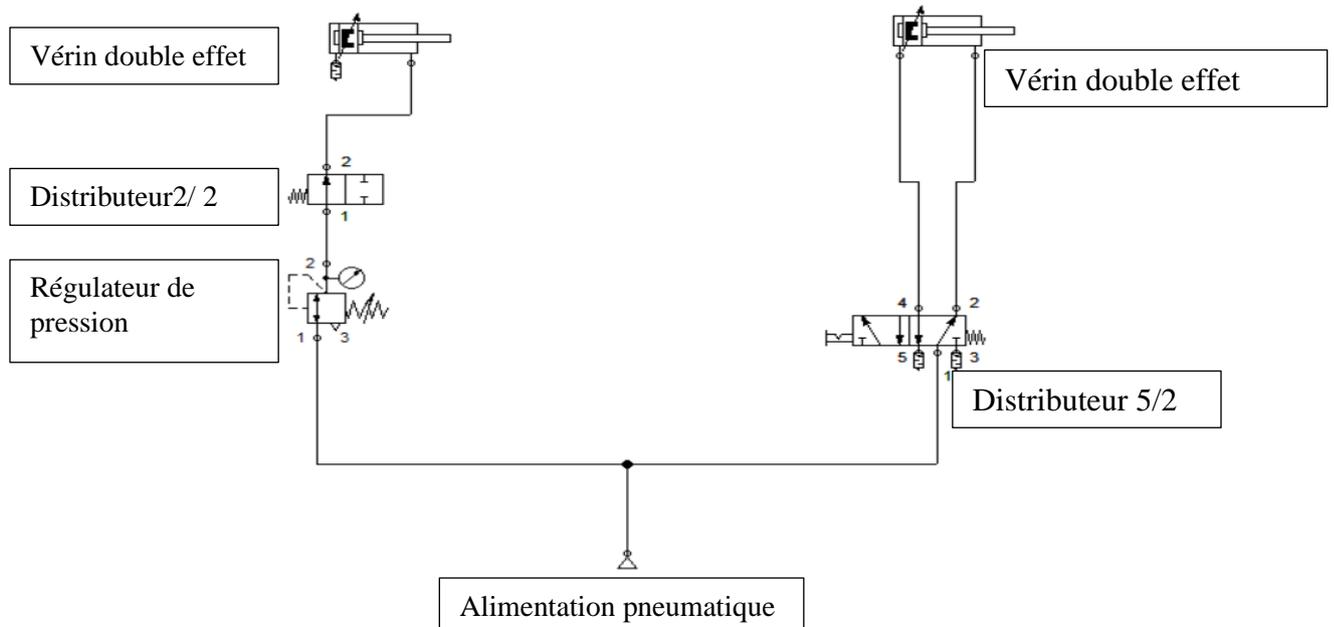


Figure 59: Vérin double effet

L'action mécanique de la pression p établie dans le vérin équilibre la charge suspendue en centre de bras. Cette pression, dite d'équilibrage, est réglée par l'utilisateur et réglée par le régulateur de pression de précision.

4.2 circuit pneumatique :



Si l'opérateur exerce sur la charge un effort vers le bas pour la faire descendre, la tige du vérin est tirée vers le bas par l'intermédiaire du bras. L'air emprisonné dans la chambre 1 est

en légère surpression donc le régulateur évacue le surplus d'air pour maintenir la pression d'équilibre. Lorsque l'opérateur lâche la charge, elle reste en équilibre. Le principe est similaire pour faire monter la charge.

Ce système permet donc d'avoir une charge stable dans l'espace et déplaçable moyennant de faibles efforts, liés à l'inertie et aux frottements.

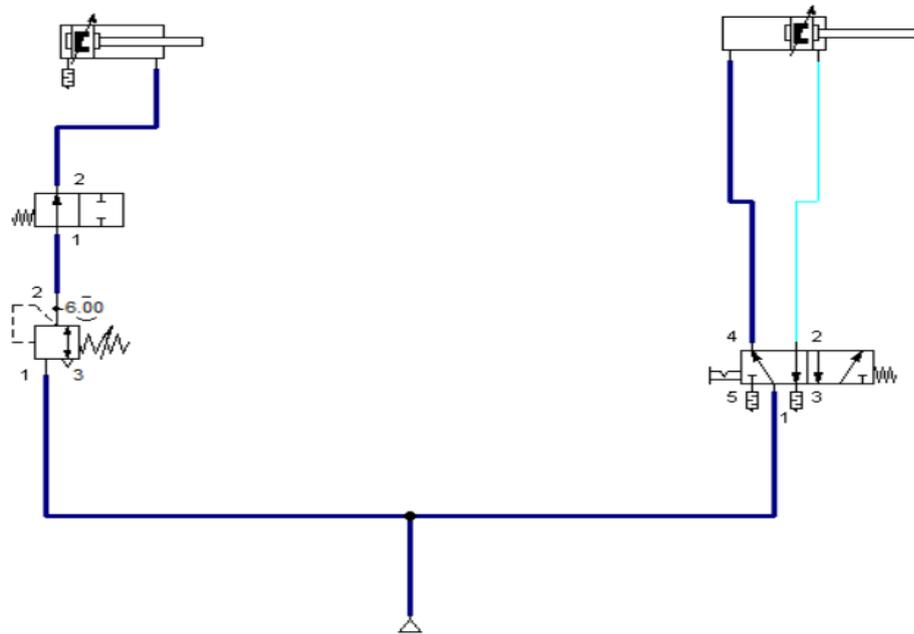


Figure 60:Schéma de commande pneumatique sous FluidSIM

Le distributeur 2/2 est un organe de sécurité. En effet en cas de coupure d'alimentation pneumatique, la charge ne doit pas tomber sur l'utilisateur. Le distributeur 2/2 normalement fermé bloque l'air dans la chambre 1 du vérin et évite la chute brutale de la charge.

La pince à vérin double effet utilise l'air comprimé pour faire fonctionner les mors, pour la commander on utilise un distributeur 5/2 à commande par levier.

Conclusion

Au terme de ce rapport qui présente les détails de notre stage de fin d'études, durant lequel, il nous a permis de nous servir des connaissances qu'on a acquis pendant les cinq années de notre formation à la faculté des sciences et techniques de Fès et d'acquérir des nouvelles compétences.

Avant de commencer à travailler sur le projet, il était impératif pour nous de connaître l'environnement dans lequel nous allions évaluer et de nous intégrer le plus rapidement possible avec le potentiel humain pour pouvoir accéder à sa collaboration, ses conseils et sa convivialité.

En Effet ce projet nous a permis de comprendre et apprendre à maîtriser le dimensionnement d'une assistance mise en place roue de secours, et à l'aide du logiciel Creo Parametric qui nous a guidé généralement à estimer les calculs et faire les simulations de notre structure.

Nous pensons que cette expérience chez A2ME nous a offert une bonne préparation à notre insertion professionnelle, car elle fut pour nous une expérience enrichissante et complète qui conforte notre désir d'exercer ce métier.

En conclusion, nous devons avouer que rétrospectivement nous sommes satisfaits de cette mémoire puisque nous avons atteint des nouveaux objectifs.

Références

- 1) <http://www.a2me.ma/>
- 2) <https://www.directindustry.fr/>
- 3) <https://www.traceparts.com/fr>
- 4) <http://blascheck.franck.free.fr/>
- 5) <https://www.festo.com/>

Annexes

Annexe 1 : CARACTERISTIQUES DE LA ROUE

Roues		Pneumatiques	
Masses éléments	7 Kg maxi	Poids	15 Kg maxi
Matière	Tôle	Type	Tubeless
Diamètre nominal	15"	Marque	Toutes
Largeur nominale	6"	Largeur nominale	185
Déport	38 à 40 mm	Série	65, 70
		Diamètre extérieur maxi	740
		Pression de gonflage	Jusqu'à 4 / 6 bars Tolérances +/- 0.2 b
Trou central	Diamètre 60 (+0,05, +0,13mm)		
Types de fixation	4 trous sur diamètre 100		
Peinture	Oui, vernie ou non		
Masse roue assemblée		22 Kg maxi	

Annexe 2 : DONNEES DE PRODUCTION

Temps de cycle maxi contractuel:	285 cmn
Cadence (en véhicules/heure) :	20 vh/h+10% a confirmer
Temps requis quotidien (minute) :	1280 mn
Planning journalier:	3 x 8h
Planning hebdomadaire:	5/7
Contraintes d'engagement :	100% de la cadence,
Nombre d'opérateur(s) en mode normal :	1 opérateur
Nombre d'opérateur(s) en mode dégradé :	Sans Objet

Annexe 3 : PERFORMANCES FIABILITE MAINTENABILITE

Définitions des temps d'état suivant norme :	E41.50.505R
Disponibilité Propre mini :	99,8
Temps d'arrêt propre moyen :	1 mn
Fréquence d'arrêt propre (/1000 pièces) :	1 arrêt
Temps max. d'un arrêt pour panne :	5 mn
Temps max. de changement d'organes :	20 mn
Volume de maintenance préventive, y compris le temps de nettoyage (heures / an) :	2h / assistance / coté 10 mn / actionneur
Temps de mise en service (début de journée) :	Instantané
Temps max. changement de mode (normal / passe travers) :	50 cmn
Durée de vie du moyen (nb. de véh.) :	3 millions de véhicules

Annexe 4 : DIMENSIONS DE RENANT CLIO



VOLUME DU COFFRE (dm³)

Volume VDA (norme ISO 3832) (sous tablette)	300
Volume maxi, sièges arrière rabattus (jusqu'au pavillon)	1146

PLAN COTÉ (mm)

A Empattement	2589
B Longueur hors tout	4063/4077 (GT)
C Porte-à-faux avant	853/863 (GT)
D Porte-à-faux arrière	621/625 (GT)
E Voie avant	1506/1499*
F Voie arrière	1506/1498*
G Largeur hors tout sans/avec rétroviseurs	1732/1945
H Hauteur à vide	1448/1441 (GT)
H1 Hauteur avec hayon ouvert à vide	1920
J Hauteur seuil de coffre à vide	716
K Garde au sol en charge	≥ 120

* Roues 15"/16" & 17"

PLAN COTÉ (mm)

L Rayon aux genoux de la 2 ^e rangée	140
M Largeur aux coudes avant	1363
M1 Largeur aux coudes arrière	1378
N Largeur aux épaules avant	1370
N1 Largeur aux épaules arrière	1307
P Hauteur sous pavillon (places avant)	880
P1 Hauteur sous pavillon (places arrière)	847
Y Largeur d'entrée supérieure / maximum de coffre	770/1038
Y1 Largeur d'entrée inférieure de coffre	905
Y2 Largeur intérieure entre passage de roue	1011
Z Hauteur entrée de coffre	550
Z1 Longueur de chargement maxi (de porte de coffre à sièges arrière rabattus)	1388
Z2 Longueur de chargement derrière les sièges	640
Z3 Hauteur sous tablette arrière	558

Annexe 5 : PROPRIETES DE L'ACIER

Propriétés générales

Masse Volumique	(i)	7,61e3	-	7,87e3	kg/m ³
Prix	(i)	* 2,59	-	2,78	EUR/kg
Date de première utilisation	(i)	1915			

Propriétés mécaniques

Module de Young	(i)	190	-	210	GPa
Module de cisaillement	(i)	74	-	82	GPa
Module de compressibilité	(i)	140	-	160	GPa
Coefficient de Poisson	(i)	0,27	-	0,28	
Limite élastique	(i)	257	-	1,14e3	MPa
Résistance en traction	(i)	515	-	1,3e3	MPa
Résistance à la compression	(i)	* 252	-	1,2e3	MPa
Allongement	(i)	10	-	49	% strain
Mesure de dureté Vickers	(i)	170	-	438	HV
Limite de fatigue	(i)	* 256	-	542	MPa
Ténacité	(i)	* 57	-	137	MPa.m ^{0.5}
Coefficient d'amortissement (tan delta)	(i)	* 3,1e-4	-	0,0012	

Propriétés thermiques

Température de fusion	(i)	1,4e3	-	1,49e3	°C
Température maximale d'utilisation	(i)	640	-	747	°C
Température minimale d'utilisation	(i)	* -150	-	-73,2	°C
Conducteur ou isolant thermique?	(i)	Mauvais conducteur			
Conductivité thermique	(i)	14	-	24,9	W/m.°C
Chaleur spécifique	(i)	450	-	510	J/kg.°C
Coefficient de dilatation	(i)	10,8	-	16,5	µstrain/°C