

Sommaire

Dédicace	2
Remerciements	3
Liste des figures	6
Liste des tableaux	7
Introduction générale.....	8
CHAPITRE 1 : Contexte et définition du problème	9
I. Présentation de l'ONCF	9
1. Historique des chemins de fer	9
2. Organigramme de l'ONCF Fès :	11
3. Présentation de l'EMMRF	12
II. Généralités sur le tampon de choc.....	16
1. Système du tampon de choc et son rôle	16
2. Fonctionnement du tampon de choc.....	17
CHAPITRE 2 : Analyse du problème et résolution	19
I. Introduction.....	19
1. Exposition du problème	20
2. Analyse fonctionnelle.....	20
a. Bête à corne :	20
b. Diagramme de Pieuvre	21
c. Diagramme FAST.....	22
d. Cahier de charge	22
II. Recherche de la solution	23
1. Généralités sur les systèmes de manutention	23
2. Génération des concepts.....	26
3. Critères de sélection	30
4. Etude économique	33

5. Quelques exemples proposés	34
CHAPITRE 3 : Conception.....	35
I. Eléments constituants.....	35
II. Etude d'ingénierie	37
1. Choix du matériau	37
2. Calcul et justification	37
a. L'emplacement du tampon de choc	37
b. Essai sur une presse hydraulique	37
c. Détermination de la course d'un vérin	38
d. Matériaux employés	39
e. La conception du bras.....	39
f. Système de serrage	39
g. Calcul de la charge totale qui doit supporter la table.....	40
h. La charge totale que doit supporter la girafe d'atelier.....	40
3. Conception mécanique	42
Conclusion.....	49
Liste de références.....	50

Liste des figures

Figure 1: Historique de l'ONCF	10
Figure 2: Lignes de l'ONCF au Maroc	10
Figure 3: Organigramme général de l'ONCF	11
Figure 4: Organigramme de l'EMMR FES	13
Figure 5: Atelier mécanique	19
Figure 6 : Solution préalablement proposée.....	34
Figure 7 : Schéma cinématique de la solution proposée	36
Figure 8: Presse hydraulique	37
Figure 9 : Éléments d'un vérin double effet	38
Figure 10 : Le DCL de la table.....	41
Figure 11 : Effort tranchant.....	42
Figure 12 : Moment fléchissant.....	42
Figure 13 : Solution proposée	46
Figure 14 : Drafting.....	46
Figure 15 : Programme LADDER	48

Liste des tableaux

Tableau 1: Caractéristiques des locomotives	16
Tableau 2: Cahier de charge.....	23
Tableau 3 : Quelques méthodes de levage	25
Tableau 4 : Matrice morphologique	27
Tableau 5 : Combinaison des concepts	28
Tableau 6 : Génération des concepts.....	29
Tableau 7 : Modèles tables élévatrices.....	30
Tableau 8 : Caractéristiques de la girafe d'atelier	31
Tableau 9 : Caractéristiques du vérin double effet.....	33
Tableau 10 : Eléments constituants du tampon de choc.....	35
Tableau 11 : Eléments constituants la solution	43

Introduction générale

Le projet réalisé a pour but de satisfaire les besoins de l'établissement dans lequel nous avons effectué notre stage de projet de fin d'étude (Durée : 2mois), au sein de l'**Office National des Chemins de Fer FES** (ONCF) plus précisément l'**Etablissement de Maintenance des Matériaux Remorqués FES** (EMMRF).

Cet établissement impose une visite générale des trains chaque année. Lors de cette visite, les tampons de choc sont parmi les éléments majeurs à entretenir car ils présentent un facteur indispensable d'amortissement de choc entre les wagons. Ils sont utiles lorsque les voitures se percutent par accidents.

L'intérêt de ce projet, est de concevoir un mécanisme presseur qui permet l'entretien du tampon de choc facilement, rapidement et en toute sécurité vu l'absence de ces trois facteurs en entretien actuel. Afin de résoudre le problème, deux solutions ont été déjà proposées ; soit par une solution traditionnelle et appliquée actuellement à l'aide d'une voiture de levage qui nécessite un grand effort et provoque une insécurité totale sur le personnel, ou à l'aide d'une solution proposée à court terme qui se réside en une table élévatrice manuelle qui n'obéit pas aux besoins réels de l'établissement (Non réalisable).

Pour cela, notre tache est de trouver un concept efficace pour bien répondre aux exigences définies par l'établissement.

Dans ce rapport, on essaiera de présenter une description aussi complète que possible de l'organisation de l'entreprise et ses services.

Avant tout, le projet sera présenté de façon générale, la problématique et les différents éléments présentés.

Par la suite, la partie conception permet de connaître toutes les étapes de la conception des différents systèmes résolvant le problème.

Finalement, le rapport présentera au lecteur en le lisant l'ensemble du dessin technique et ces documents.

CHAPITRE 1 : Contexte et définition du problème

I. Présentation de l'ONCF



1. Historique des chemins de fer

La constitution du réseau des chemins de fer du Maroc remonte au début du 20^{ème} siècle. En effet, les premières lignes construites à voie de 0,60 m ont été établies à partir de 1916, et ce n'est qu'en 1923 que la construction des voies à écartement normal a été confiée à trois compagnies concessionnaires privées.

Le développement des années qui suivent se résume en :

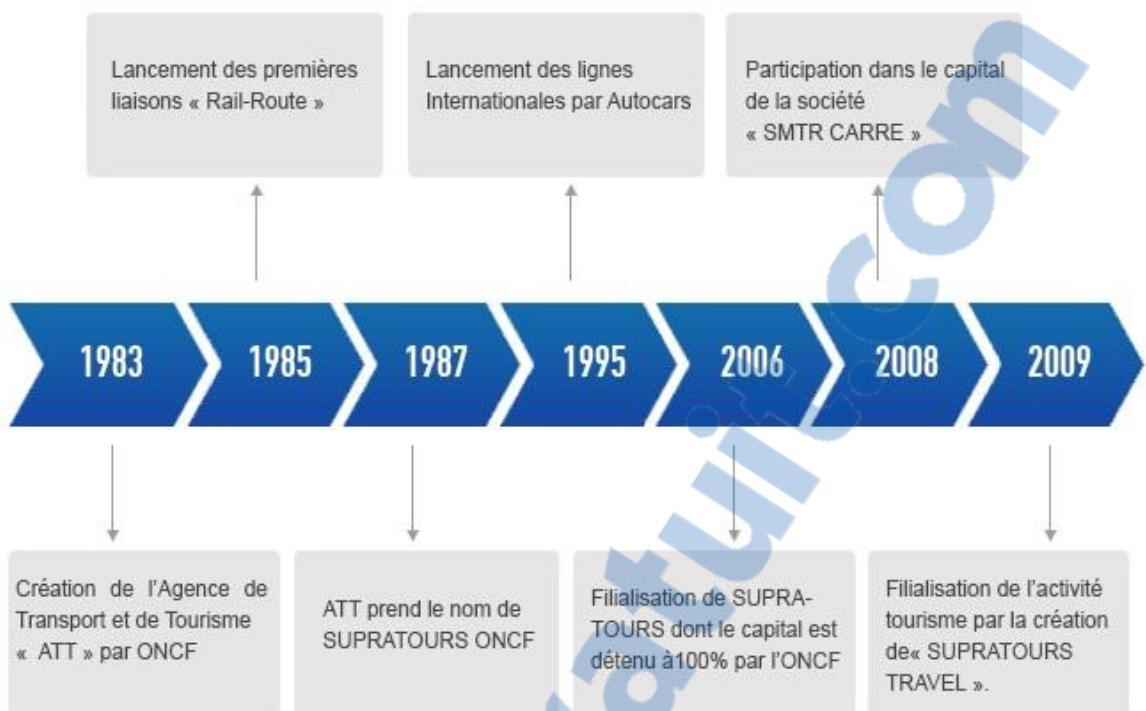


Figure 1: Historique de l'ONCF

C'est un établissement public à caractère industriel et commercial doté de la personnalité civile et de l'autonomie financière, et placé sous la tutelle du ministère du transport et de la marchandise et certifié ISO 9001/2000.

Par ailleurs, il convient de souligner que le transport ferroviaire joue un rôle primordial dans le processus du développement allant de pair avec l'évolution croissante que connaît le tissu économique, et la renaissance que notre pays ne cesse d'enregistrer durant les dernières décennies.



Figure 2: Lignes de l'ONCF au Maroc

2. Organigramme de l'ONCF Fès :



Figure 3: Organigramme général de l'ONCF

3. Présentation de l'EMMRF

L'EMMR Fès : Etablissement de Maintenance des Matériels Remorqués de Fès, est situé au sein de la **GARE**. Il est sous la direction de **Mr. ESSOUSI** qui dirige l'unité gestion des ressources humaines, l'unité technique et le centre de maintenance voyageurs.

Ce centre a comme mission :

La maintenance et la préparation des rames à Voyageur est destinée aux trains qui font la liaison Fès-Marrakech ou Fès-Casa Voyageurs, ensuite la visite à l'arrivée des locomotives électriques et la maintenance des locos diesel de manœuvre ainsi que les travaux d'usinage du matériel.

Et il a comme fonctions :

Fonction Maintenance :

- Elaborer et mettre en œuvre le plan maintenance.
- Définir les besoins en pièces de rechange.

Fonction Ressources Humaines :

- Assurer la gestion prévisionnelle des Ressources Humaines
- Participer à l'élaboration du plan de formation.

Fonction achats/approvisionnement :

- Assurer les achats locaux.

Organigramme de l'EMMR FES :

Etablissement du Matériel Remorqué FES

M. ESSOUESSI

Chef d'atelier Maintenance Matériel

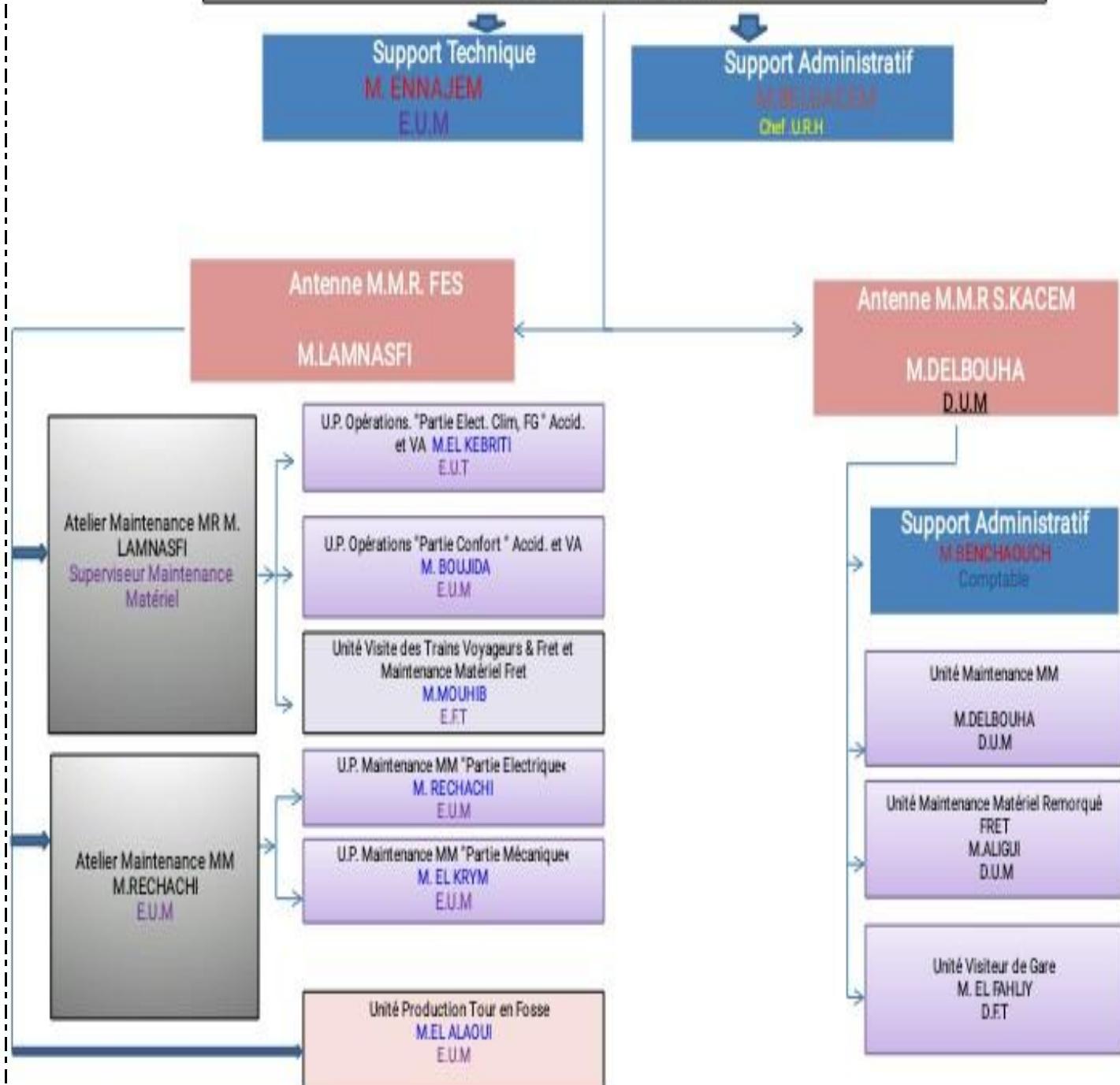


Figure 4: Organigramme de l'EMMR FES

Service opérationnel :

Le service opérationnel est constitué de trois unités de production :

- ⊕ **Unité de production UP1** « maintenance du matériel remorqué à voyageurs partie climatisation, éclairage, sonorisation et fourgons générateurs ».

- **VA (Visite à l'arrivée) :**

Chaque jour à l'arrivée de la rame, elle consiste la vérification du bon fonctionnement de la climatisation, éclairage et effets sonores ainsi que des remplacements des filtres d'air, des lampes, des transformateurs...

- **VG (visite générale)** : est effectuée annuellement.

- ⊕ **Unité de production UP2**« maintenance du matériel moteur » :

-On distingue deux types de locomotives (moteurs) :

- Loco électrique.
- Loco diesel.

- ⊕ **Unité de production UP3**« tour en fosse » :

-Cette unité se compose d'un tour en fosse, destiné à l'usinage des essieux, plus un magasin de stock contenant les pièces de rechange.

- C'est une machine de haute performance, qui est conçue pour l'usinage des profils des roues des essieux montés sous les véhicules.

Types de locomotives à l'EMMRF :

-On trouve 3 types de locomotives diesel électriques à l'EMMRF :

- ⊕ **Locomotive DH : (activité de voyageur)**

C'est une locomotive de ligne, son rôle est de remorquer les voitures à voyageurs et les matériels à marchandises. Cette locomotive possède une puissance de **3040ch**, et un poids total en plein charge d'environ **120t** ainsi que la vitesse maximale qu'elle peut atteindre est de **125Km/h**.



Locomotive DK : (activité de fret)

C'est une locomotive de manœuvre, elle sert à effectuer des travaux locaux comme le passage des wagons d'une voie à une autre dans le réseau ferré de l'ONCF. Sa puissance est **2000 ch**, son poids total en pleine charge est **126t** et sa vitesse maximale peut atteindre **105Km/h**.



Locomotive DI : (activité de manœuvre)

C'est une locomotive de manœuvre, sa puissance est **1000ch** et sa vitesse maximale est de l'ordre de **85Km/h**.



Caractéristiques des locomotives :

Tableau 1: Caractéristiques des locomotives

Partie	Spécification	DH	DK	DI
Locomotive	Type	GT.26 CW	G.26 CW	G.26 CW
	Puissance	3040 CV	2000 CV	2000 CV
	Poids total max en charge	120 T	126 T	126 T
	Tonnage par essieu	20 T	21 T	21 T
	Vitesse max en kg/h	Voy : 125km/h M : 105km/h	105km/h	105km/h
Moteur Diesel (M.D.Z)	Type	16-645-E3	16-645-E	8-645-E
	Poids	16 445kg	16 445kg	8618kg
	Vitesse de Ralenti	315 Tr/min	315 Tr/min	315 Tr/min
	Vitesse a plein charge	900 Tr/min	900 Tr/min	900 Tr/min
	Contenance en eau	952.5L	833L	719L
	Contenance en gasoil	6375L	8338L	3411L
	Contenance en huile	911L	900L	511L
Caisse	Type	DH 350-370	DK 550	DI 500
	Longueur hors tout	20.743m	18.916m	13.582m
	Hauteur	4.242m	4.105m	4.248m
Equipement Electrique	Alternateur	AR10-D14	AR10-D18	AR10-D18
	Moteur de traction	10kw-74v	10kw-74v	10kw-74v
	Génératerice auxi	D77-B	D77-B	D77-B
	Batteries d'accum	SRX-1500 au Cadium-Nikel au 4T Plomb	SRX-1500 au Cadium-Nikel au 4T Plomb	SRX-1500 au Cadium-Nikel au 4T Plomb

II. Généralités sur le tampon de choc

1. Système du tampon de choc et son rôle

Quelques définitions des termes :

- ➡ **Bogie** : c'est un chariot situé sous un véhicule, sur lequel sont fixé les essieux (et donc les roues). Il est mobile par rapport au châssis du véhicule (locomotive, wagon ou



voiture) et destiné à s'orienter convenablement dans les courbes.

- ⊕ **Essieu** : désigne l'ensemble axe+roues qui sont solidaires.
Lorsqu'il y a réunion de deux essieux sur un châssis on parle alors de bogie.



- ⊕ **Les tampons** : sont les organes de choc des véhicules ferroviaires avec une hauteur définie par des normes internationales, ils sont utiles lorsque deux véhicules se percutent par accident: ils évitent que le matériel ne soit endommagé du fait des chocs pour peu que la vitesse ne soit pas élevée. (Tampon de choc est capable d'absorber 70kj). Ils assurent également le contact entre deux voitures de voyageurs ou de wagons successives, de façon à limiter les mouvements des voitures les unes par rapport aux autres et à assurer un plus grand confort.



2. Fonctionnement du tampon de choc

Les tampons de choc sont équipés de 11 éléments de choc en caoutchouc, dont la durée de vie ne dépasse pas un an maximum.



Les éléments des tampons de choc sont :

- ⊕ BOISSEAU EN ACIER
- ⊕ PLONGEUR EN ACIER

- ✓ 11 Eléments de ressorts en caoutchouc.
- ✓ 12 Rondelles intercalaires en acier



- ⊕ CLAVETTE



- ⊕ GOUSSILLE



La maintenance du tampon de choc :

L'entretien du tampon de choc consiste à remplacer les ressorts en caoutchouc endommagés par d'autres nouveaux, car ces dernières représentent les éléments d'amortissement de choc entre les wagons.

Les étapes à suivre pour effectuer cette opération :

❖ **Démontage du plongeur :**

- Retirer la goupille de la clavette.
- Comprimer l'organe de choc afin d'enlever la clavette du tampon de choc.
- Chasser la clavette.
- Désassembler les pièces constitutives :
 - Plongeur
 - Rondelles en acier
 - Ressorts en caoutchouc
- Remplacer les ressorts en caoutchouc les plus faibles par d'autre nouveau.
- Puis l'empilage des éléments de choc élastiques enduits de talc.

❖ **Le Remontage Du Plongeur :**

- Remonter dans le boisseau :
 - L'empilage des éléments élastiques enduits de talc
 - Le plongeur approprié
- Comprimer le tampon jusqu'à concordance des logements de la clavette du plongeur et celle du boisseau.
- Introduire la clavette puis la goupille.
- Graisser la



CHAPITRE 2 : Analyse du problème et résolution

I. Introduction

Dans presque tous les secteurs d'activités, les entreprises se trouvent dans l'obligation de gérer leurs propres problèmes liés aux conditions difficiles dans lesquelles les objets à déplacer se trouvent. Ce problème se manifeste d'une façon très grande dans l'industrie vue l'importance du poids des pièces et la cadence du travail. Par exemple, lorsque le travail atteint son plein rythme dans un atelier mécanique, les ouvriers n'ont pas de temps à gérer leurs propres travail et à déplacer des pièces toutes autour d'eux.

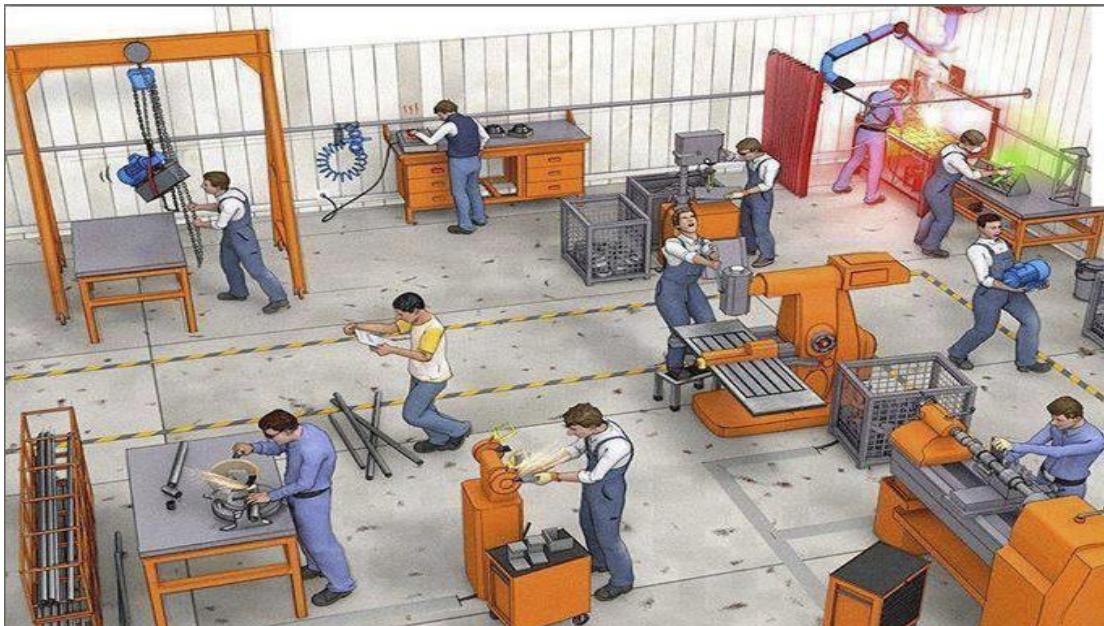


Figure 5: Atelier mécanique

Cette opération de déplacer ces pièces ou objets étant des charges s'appelle la manutention. Plusieurs systèmes ont été créés par l'homme pour effectuer cette tâche.

Dans cette partie, nous allons commencer par une étude descriptive puis une étude critique. Par la suite on va aborder la démarche de l'analyse fonctionnelle, puis nous allons enchaîner avec l'application de cette démarche pour notre mécanisme et nous terminerons par l'élaboration d'un cahier de charge fonctionnel qui va nous aider à trouver des concepts optimaux.

1. Exposition du problème

Dans les circonstances actuelles, la maintenance du tampon de choc se fait à l'aide d'un système manuelle classique (Soit avec le collier à vis soit avec un véhicule à chariot élévateur) qui provoque une insécurité pour le personnel ainsi la perte du temps.



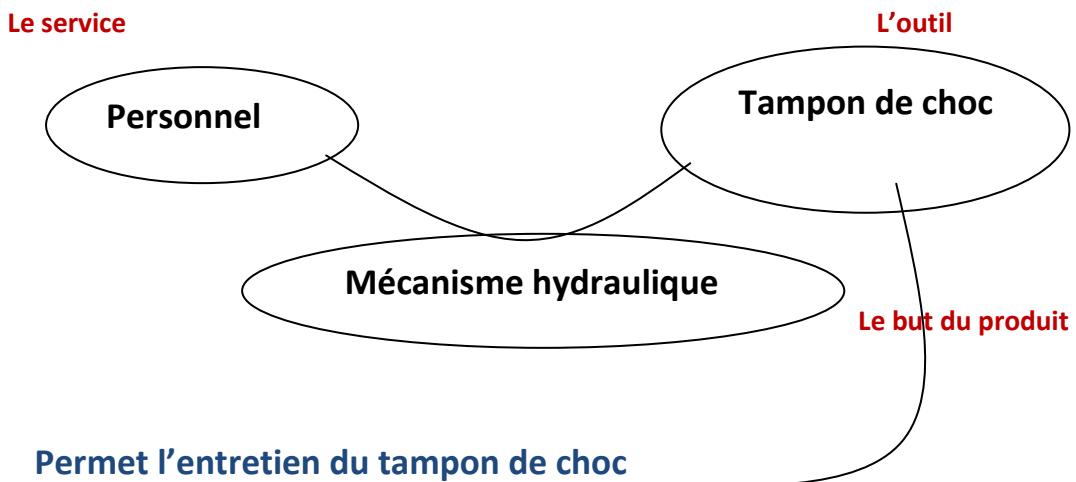
Parmi les difficultés rencontrées lors de l'utilisation de ce système :

- Risque de casse du plongeur.
- Risque sur la sécurité de l'agent.
- Un grand effort fournit par l'agent.
- Besoin au moins de deux agents, (parfois plus).
- Parfois on ne remplace pas tous les 11 éléments de ressorts, mais juste les éléments élastiques les plus faibles ce qui fait diminuer l'énergie qu'absorbe le tampon de choc.

2. Analyse fonctionnelle

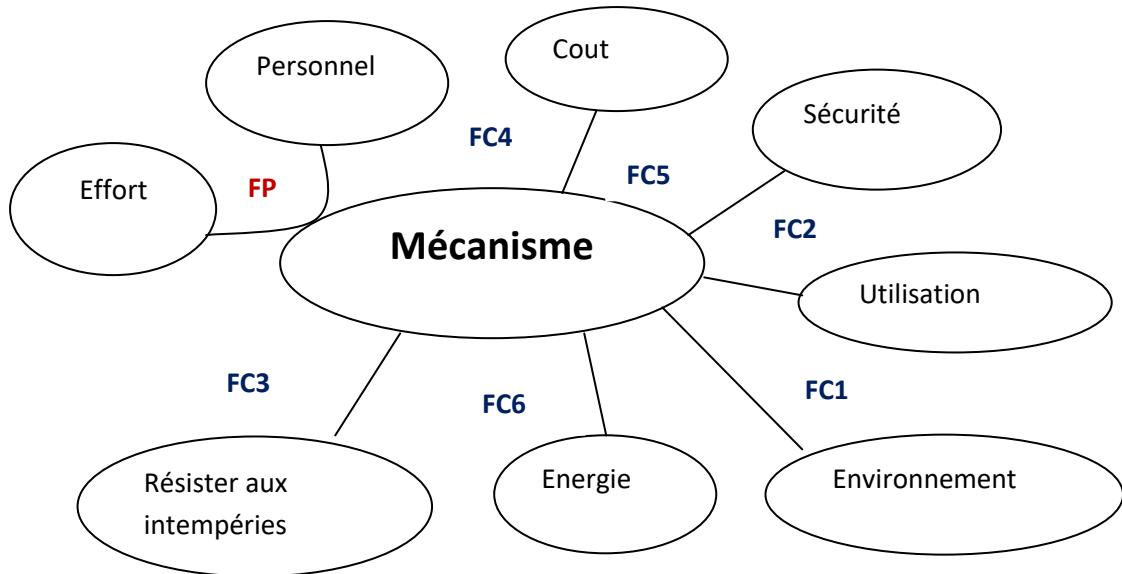
L'analyse fonctionnelle est une démarche qui consiste à rechercher et à caractériser les fonctions offertes par un produit pour satisfaire les besoins de son utilisateur.

a. Bête à corne :



b. Diagramme de Pieuvre

C'est une démarche qui consiste à faire figurer sur un graphique circulaire appelé aussi diagramme de pieuvre les éléments de l'environnement du produit, cet outil nous permet de déterminer les différentes fonctions des services (fonctions principales **FP**, fonctions contraintes **FC**).



FP : Permet l'entretien du tampon de choc des trains.

FC1 : Respecter l'environnement.

FC4 : Réduire les couts de la maintenance/entretien.

FC2 : Faciliter l'utilisation.

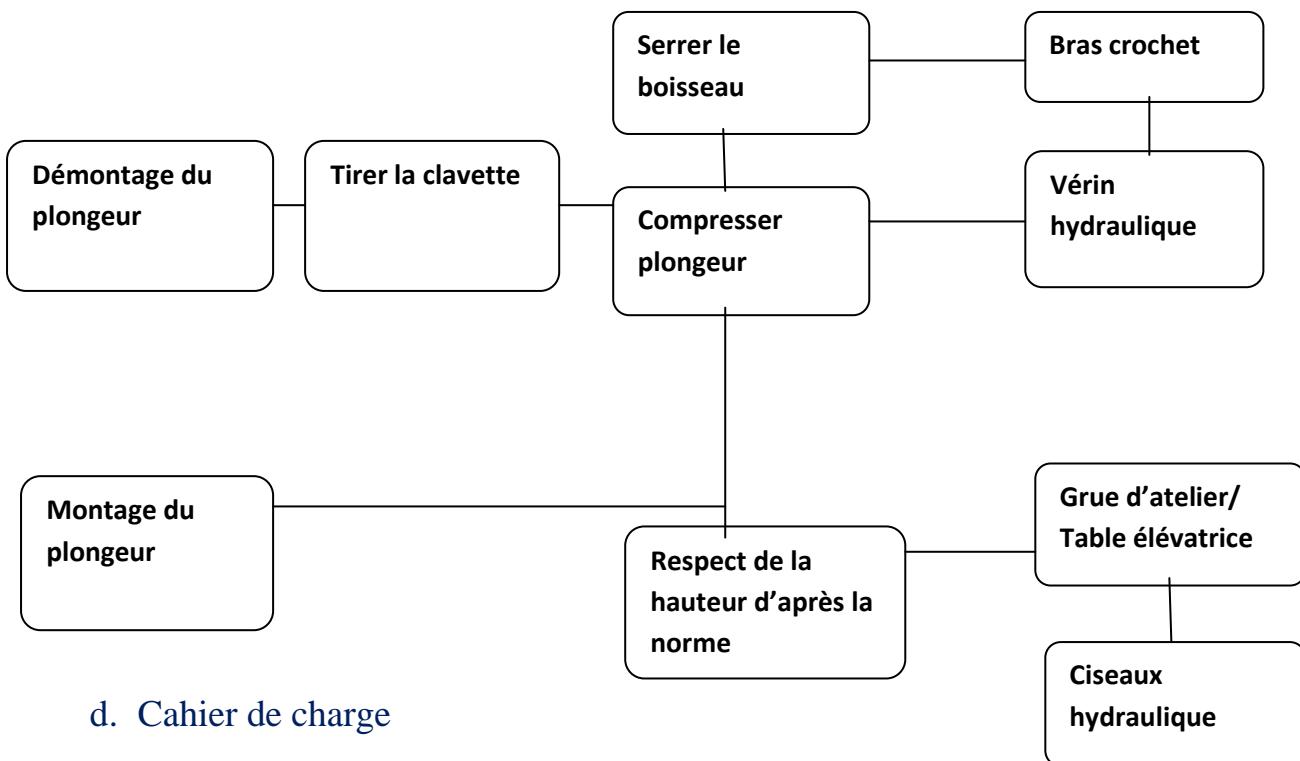
FC5 : Offre de la sécurité au personnel.

FC3 : Résister aux intempéries.

FC6 : S'adapter à l'énergie hydraulique de vérin.

c. Diagramme FAST

Fonction principale Fonction service Fonction technique Solution



d. Cahier de charge

La démarche d'un projet consiste à concevoir, innover, créer et réaliser un produit à partir d'un besoin à satisfaire.

Pour élaborer le cahier de charge, il est indispensable d'effectuer une analyse fonctionnelle qui a pour but de :

- ✚ permet de formaliser le besoin
- ✚ utilisé pour consulter le besoin
- ✚ support de négociation

Tableau 2: Cahier de charge

Repères	Fonctions	Critères	Niveau
FP	-Réduire les efforts fournis par le personnel	-Le temps d'intervention	0
C1	-Doit être respectueux de l'environnement	-Rejet du reste des huiles, de la graisse utilisées	0
C2	-Faciliter l'utilisation	-Utilisable	2
C3	-Doit être résistant aux intempéries		2
C4	-Doit être peu onéreux	-Prix de maintenance -Prix de l'entretien	1
C5	-Offrir une sécurité au personnel		0
C6	-Energie	-Peu consommable	0

II. Recherche de la solution

1. Généralités sur les systèmes de manutention

La manutention se définit comme processus de déplacement, de levage, de protection et de stockage, pour des fins de la fabrication, la distribution ou encore la consommation. Ce processus est très important parce que tous les produits doivent être manipulés pour arriver à destination. En d'autres termes, une bonne manutention a pour objet :

- Diminuer la probabilité des accidents
- Réduire le stress et les efforts des travailleurs
- Minimiser le temps
- Éliminer les tâches redondantes

- Appliquer une bonne manutention, résulte d'économiser également de l'argent en éliminant les dépenses liées aux travailleurs supplémentaires.

Les appareils de manutention sont très utilisés dans le monde, on les trouve presque dans tous les secteurs. Par conséquent, les fabricants ne cessent de développer de nouveaux appareils et de nouveaux systèmes pour effectuer cette tâche.

Dans le tableau ci-dessous, nous allons aborder différents types d'appareils et d'engins pour la manutention.

Nous présentons ici les plus courants mais cette liste n'est pas exhaustive :

Tableau 3 : Quelques méthodes de levage

Appareil	Figure
LES CRICS : servent à soulever des corps lourds sur de faibles hauteurs. Ils peuvent être hydrauliques ou à manivelle.	
LES GERBEURS / TRANSPALETTES ELEVATEURS ces différents équipements servent à lever et ranger des colis en hauteur ou simplement à les poser les uns sur les autres.	
LES POTENCES : équipements en forme d'équerre auxquels on associe un dispositif de levage manuel ou motorisé.	
LES PALANS : ce sont des appareils de levage constitué par deux systèmes de poulies et d'une chaîne. Les poulies réduisent la force à exercer pour soulever des charges lourdes.	
LES PINCES : il en existe diverses variantes en fonction de la forme du colis à lever (cylindre, plateau, fagot..). Ces instruments de levage sont généralement composés de deux branchement qui saisissent et serrent le colis.	

<p>LES CHARIOTS À MATS RÉTRACTABLES: ce sont des véhicules automoteurs de taille moyenne, munis de fourches ou de pinces faciales ou latérales. Ils sont le plus utilisés pour les opérations de chargement / déchargement des véhicules ou de rangement / préparation des commandes dans</p>	
<p>LES GRUES: ce sont des engins de levage de grande dimension, munis d'un bâti et d'une flèche télescopique. Ils sont utilisés pour les opérations de chargement /déchargement.</p>	
<p>LES TABLES ELEVATRICES: dispositifs commandés manuellement ou motorisés permettant le levage des marchandises à une hauteur définie.</p>	

2. Génération des concepts

Dans cette partie on va essayer d'exploiter les concepts en commençant par la convergence dans la génération des concepts en utilisant la matrice morphologique en essayant de converger vers un concept final par l'analyse des rangées de la matrice morphologique. Par la suite on va enchainer par la concrétisation de ces concepts.

Matrice morphologique

C'est un outil nécessaire pour nous aider à trouver des concepts pour les diverses fonctions. Il vise à explorer toutes les possibilités existantes.

Tableau 4 : Matrice morphologique

Fonction	1	2
Presser le tampon de choc pour retirer la clavette	Vérin hydraulique	Vérin pneumatique
Déplacer le tampon de choc et le positionner sur la table rapidement et facilement	Crochet palan	Pince grue
Facile à utiliser, s'adapter à la position du travail du contrôleur	Un support adaptable à la position du travail de 4 roues	Un support avec un châssis de 4 roues
S'adapter à la pression disponible	Dimensionnement et choix du vérin par RDM	Choix du vérin par normalisation ISO
Se déplacer	Roue sans frein	Roue avec frein
Être esthétique	Peinture gris pareil aux machines de la société	Choix volontaire
Supporter le poids du tampon de choc et du vérin	Dimensionnement par RDM et cours mécanique	Expérience du fabriquant

Diminution du nombre de combinaison de concepts possible

Après avoir effectué la matrice morphologique qui nous a mené un nombre de combinaisons de concepts qui vont paralysé notre travail, alors il est indispensable de trouver une méthode pour gérer tous ces concepts en éliminant ce nombre de combinaisons. Pour cela, on a choisi comme méthode l'analyse des rangés de la matrice morphologique qui s'avère la plus adéquate pour ce travail.

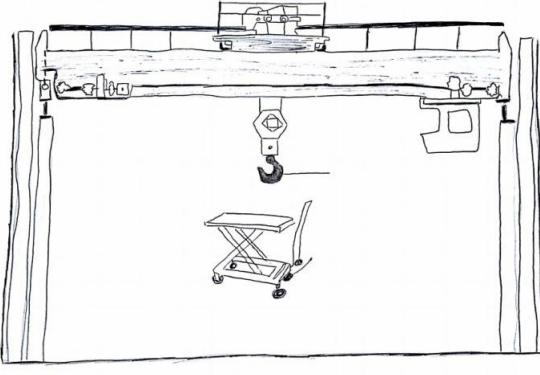
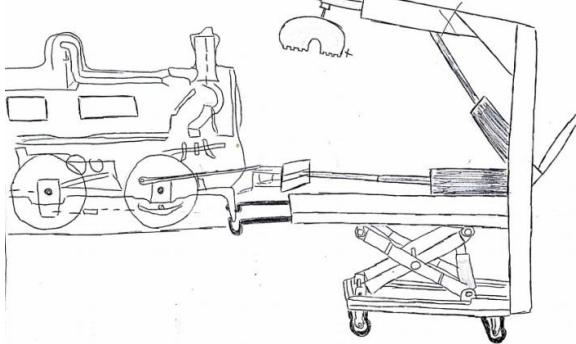
Elle se résume dans la démarche suivante :

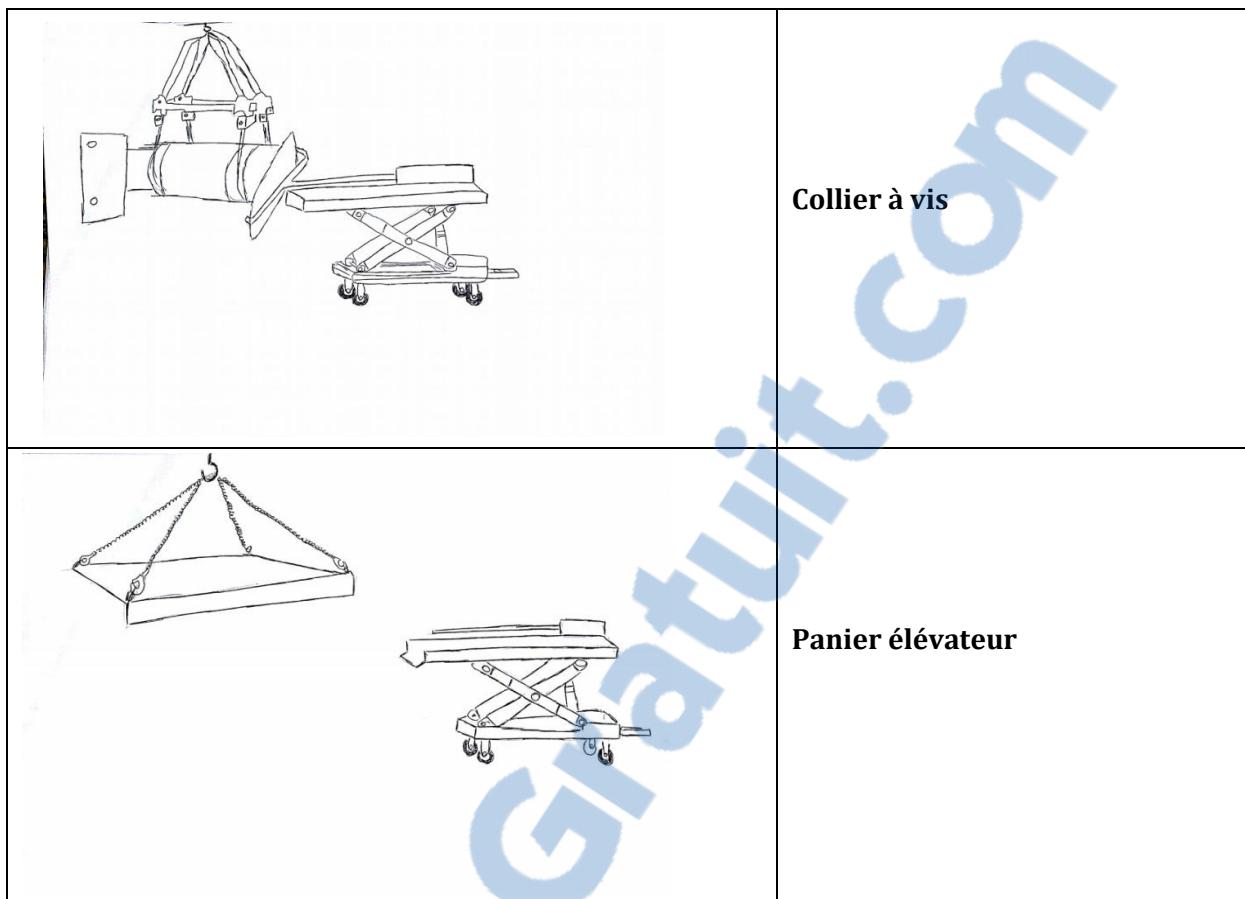
Tableau 5 : Combinaison des concepts

Fonction	1	2	Cause de choix
Presser le tampon de choc pour retirer la clavette	Vérin hydraulique	Vérin pneumatique	Facile à fabriquer
Déplacer le tampon de choc et le positionner sur la table rapidement et facilement	Crochet palan	Pince grue	Facile à utiliser en ajoutant des courroies
Facile à utiliser, s'adapter à la position du travail du contrôleur	Un support avec un châssis de 4 roues	Un support adaptable à la position du travail de 4 roues	—
S'adapter à la pression disponible	Dimensionnement et choix du vérin par RDM	Choix du vérin par normalisation ISO	Vérin existant en société
Se déplacer	Roue avec frein	Roue sans frein	Pour que notre système se déplace librement
Être esthétique	Peinture gris pareil aux machines de la société	Choix volontaire	—
Supporter le poids du tampon de choc et du vérin	Dimensionnement par RDM et cours mécanique	Expérience du fabricant	Pour avoir des dimensions plus précises

Pour chacune des fonctions (ranger), on analyse les divers concepts en regard de la spécification du produit et on passe à classifier les concepts par ordre prioritaire :

Tableau 6 : Génération des concepts

Concepts	Figures
	Palan traditionnel
	Palan roulant
	Mécanisme presseur



Après la génération des concepts, on a décidé de choisir le concept : Mécanisme hydraulique car c'est un mécanisme qui rassemble et génère les concepts précédents, celui du palan que ça soit traditionnel ou roulant et celui de la table élévatrice car il permet de faire leurs tâches facilement, rapidement et en toute sécurité.

3. Critères de sélection

Le tableau suivant présente les modèles de tables élévatrices les plus courants, mais notons que cette liste n'est pas exhaustive :

Tableau 7 : Modèles tables élévatrices

Type	Figure	Caractéristiques
Table élévatrice simple ciseaux (fixe)		<ul style="list-style-type: none"> Alimentation de machines industrielles.

Table élévatrice double ciseaux horizontaux (fixe)		<ul style="list-style-type: none"> • Manutention verticale ou horizontale de charges lourdes (de 200kg à 5/6 tonnes)
Table élévatrice double ciseaux verticaux (mobile)		<ul style="list-style-type: none"> • Grande stabilité. • Rapidité et capacité importante.
Table élévatrice électro hydraulique (mobile)		<ul style="list-style-type: none"> • Manutention verticale et adaptée de charges lourdes. • Amélioration du confort des opérateurs. • Idéales aux milieux industriels (postes d'emballage, de palettisation...) • Construction robuste.
Table élévatrice pneumatique (fixe)		<ul style="list-style-type: none"> • Manutention verticale des charges. • Sécurité garantie. • Le confort. • Fonctionnement automatique.

Tableau 8 : Caractéristiques de la girafe d'atelier

Caractéristiques	Figures

- Grande maniabilité grâce aux roulettes pivotantes.
- Réglable avec une flèche télescopique.
- Crochet pivotant (dans notre cas une pince).
- Levage rapide par un vérin hydraulique double effet.
- Capacité de 500kg, série lourde.

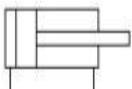
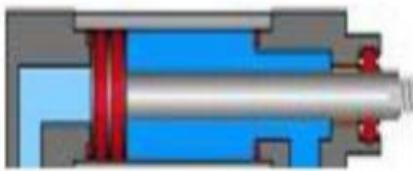
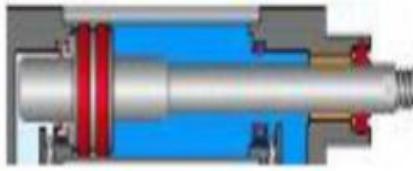


Le vérin :

Le vérin est un appareil qui comporte un mécanisme pour transformer l'énergie hydraulique définie par la pression ou le débit en une énergie mécanique définie par un mouvement rectiligne. Il a pour but de transmission de mouvement d'une pièce à une autre.



Tableau 9 : Caractéristiques du vérin double effet

Vérin double effet		
L'ensemble tige piston peut se déplacer dans les deux sens sous l'action du fluide. L'effort en poussant est légèrement plus grand que l'effort en tirant.		
Avantages : plus souple, réglage plus facile de la vitesse, amortissement de fin de course réglable.		
Inconvénient : plus coûteux mais existant dans l'atelier de l'ONCF FES.		

4. Etude économique

-Dans cette partie, nous allons traiter la partie économique de chaque composant de notre mécanisme.

-Ci-dessous les prix de chaque composant de notre mécanisme :

Table hydraulique	Vérin hydraulique	Pince de grue
De 4450 à 7590dh	300 dh	400dh

-D'après l'étude économique, on a remarqué qu'on a vraiment réalisé les tâches discutés en partie ‘cahier de charge’.

Mécanisme 8000 dh

5. Quelques exemples proposés

Parmi des études et réalisations de la solution du problème d'entretien du tampon de choc déjà proposées, on a l'exemple suivant :

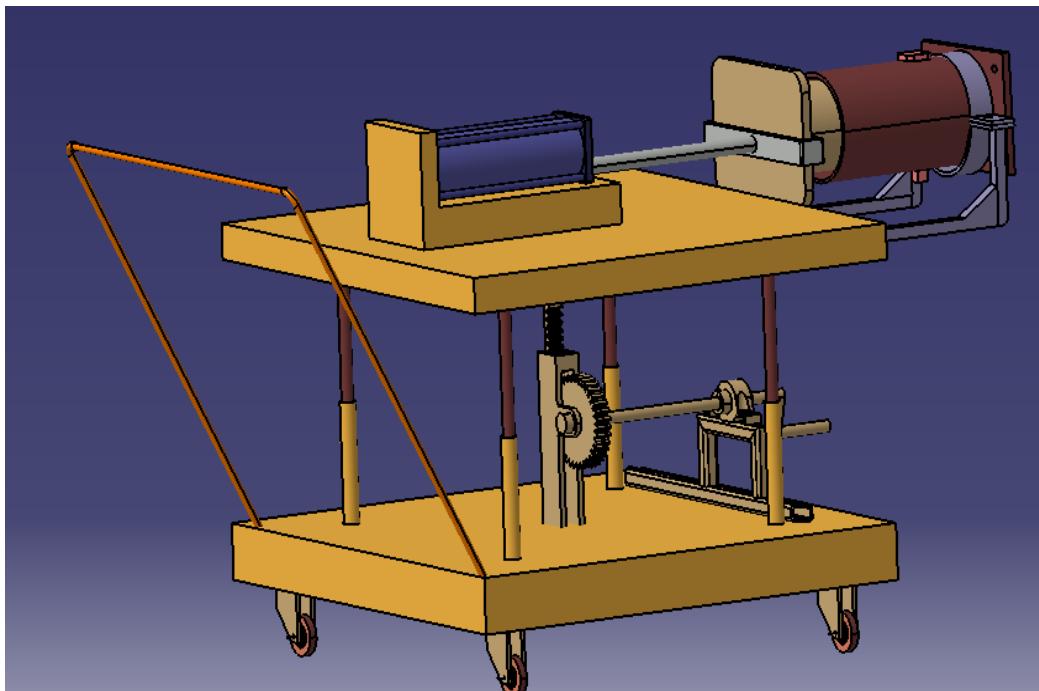


Figure 6 : Solution préalablement proposée

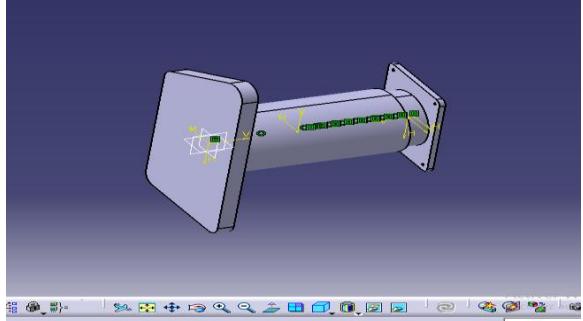
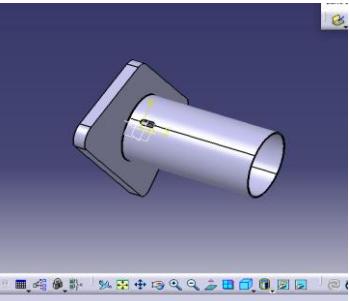
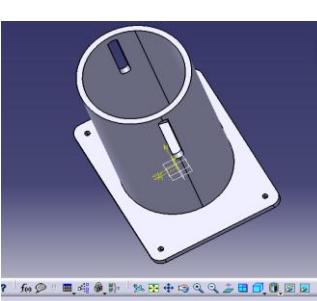
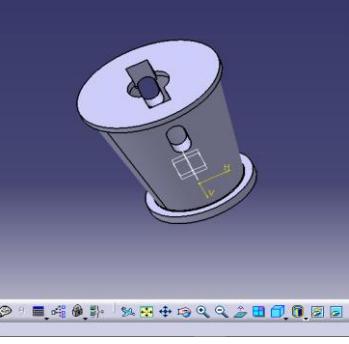
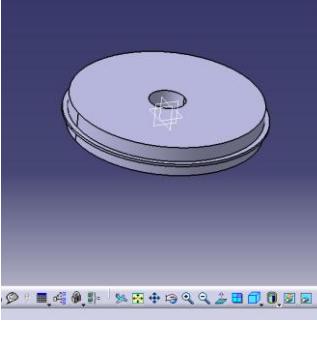
Parmi les contraintes trouvées dans la solution ci-dessus, on a :

- Pas d'espace suffisant sur le plateau de la table pour porter le tampon de choc ainsi que le vérin.
- Le système pignon crémaillère n'est pas dans la bonne position ainsi la force qui sera exercée par le personnel est plus grande.
- Les points d'appuis pour le système de serrage est placé dans une place inconvenable (cas de perte d'équilibre / cas d'entretien du bateau...).

CHAPITRE 3 : Conception

I. Eléments constituants

Tableau 10 : Eléments constituants du tampon de choc

Tampon de choc			
			Boisseau
	Goussille		Disque

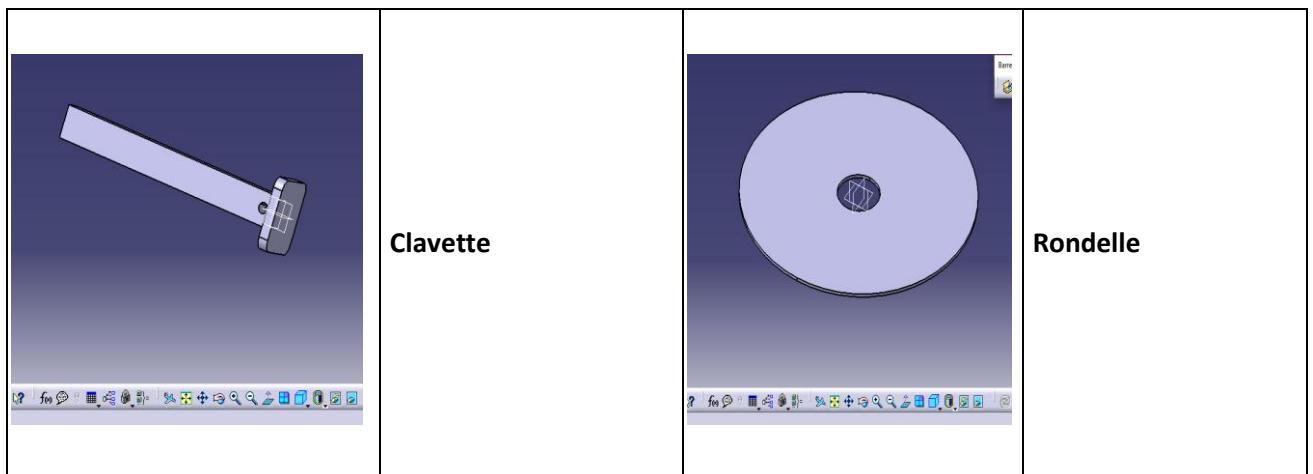


Schéma cinématique

Le schéma cinématique 2D de la solution proposée nous permet d'identifier les principales liaisons entre les éléments de conception de la table ainsi que la girafe d'atelier pour mieux comprendre son fonctionnement.

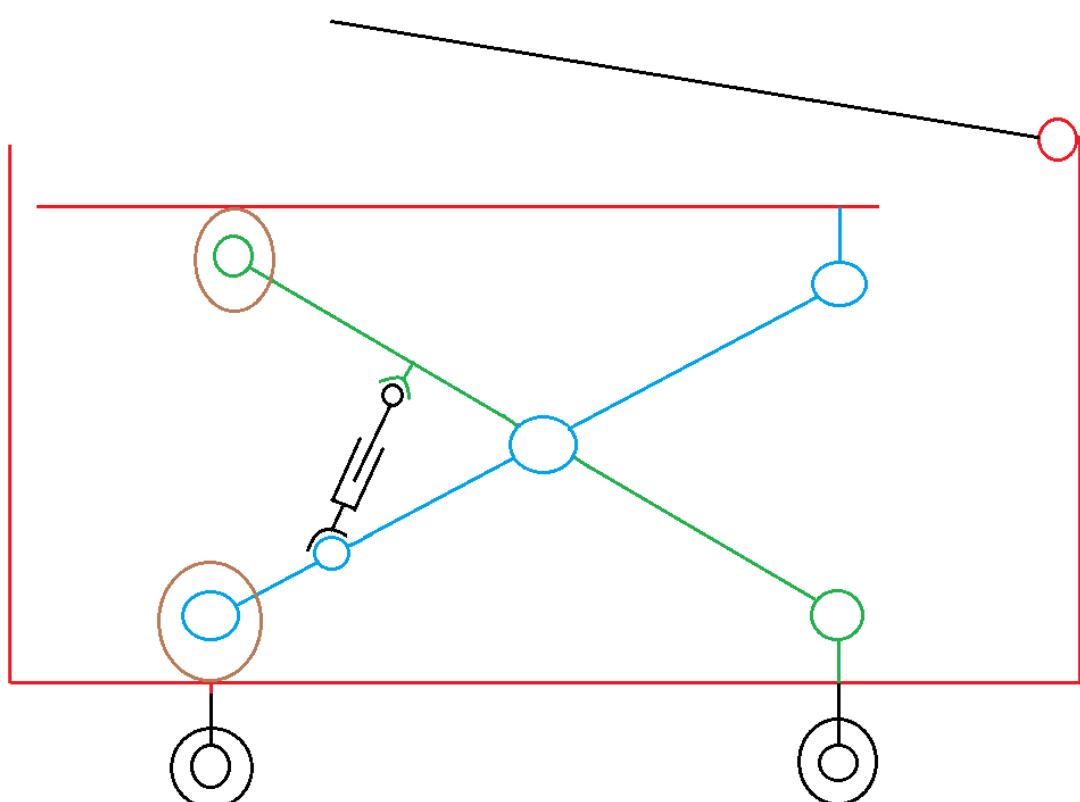


Figure 7 : Schéma cinématique de la solution proposée

II. Etude d'ingénierie

1. Choix du matériau

Le matériau du Tampon de choc est en acier **S355J2G3**, (Désignation EN 10027/AFNOR).

Ce dernier est capable d'absorber **70kj** de choc afin d'assurer au maximum la sécurité des châssis des voitures ou des wagons et par extension des marchandises.

Les particularités de cet Acier de construction (**S355J2G3**) :

- ✚ Excellente conformation
- ✚ Excellente soudabilité
- ✚ Mauvaise résistance à la corrosion

2. Calcul et justification

a. L'emplacement du tampon de choc

La hauteur moyenne de l'emplacement du tampon de choc est de **1060 mm** pour tout genre de voitures, wagons, (ciments, trémies .etc.).

b. Essai sur une presse hydraulique

Premièrement, on a besoin de faire un essai sur la presse hydraulique pour savoir la pression nécessaire qui peut comprimer les 11 éléments de choc :

On a comprimé les onze éléments de ressorts en caoutchouc en utilisant cette la presse hydraulique.

Résultat de l'essai : La pression nécessaire pour la compression totale des 11 éléments de ressorts est de 150 bars.



Figure 8: Presse hydraulique

Lors de l'étude d'un système pneumatique ou hydraulique, il est nécessaire de dimensionner chaque vérin en fonction du rôle qu'il joue. Le travail qu'il réalise conduit à déterminer le diamètre de son piston et / ou sa course.

c. Détermination de la course d'un vérin

La course est choisie en fonction du déplacement à réaliser. En ce qui concerne la longueur de course du vérin, elle doit être au moins égale à la course souhaitée (la fin de course se fera en butant sur les fonds du vérin ou sur des butées extérieures).

Selon le vérin choisi, la course sera standard (imposée par le constructeur) ou spéciale (réalisée à la demande).

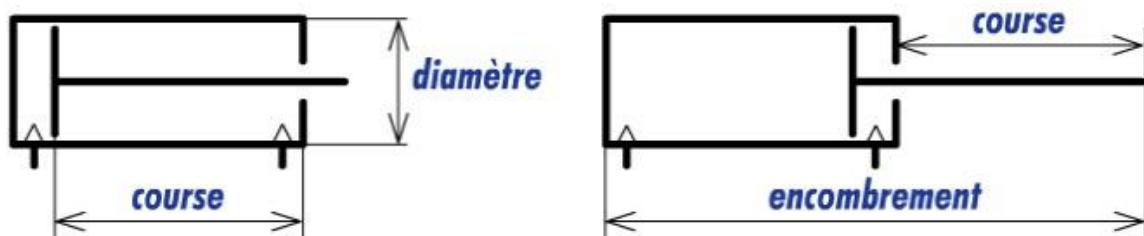


Figure 9 : Éléments d'un vérin double effet

La section de la tige :

$$St = (\pi * d^2) \div 4$$

Avec d: le diamètre de la tige.
 $= (3.14 \times 30^2) \div 4$

$$St = 706.5 \text{ mm}^2.$$

La section du piston :

$$Sp = (\pi * D^2) \div 4$$

Avec D : le diamètre du piston.
 $= (3.14 * 40^2) \div 4$

$$Sp = 1256 \text{ mm}^2.$$

La pression suffisante pour soulever le tampon de choc :

$$\begin{aligned} P &= F/S && \text{Avec } F = 2030,67 \text{ N} \\ S &= Sp - St ; \quad S = 1250 - 706.5 = 549.5 \text{ mm}^2 \\ P &= 2030,67 / 0,0005495 = 3695486,80 \text{ Pa} \end{aligned}$$

P= 37 bar.

La force entrante et la force sortante du vérin :

La force entrante :

$$\begin{aligned} F_e &= P * \frac{\pi}{4} * (D^2 - d^2) \\ &= (200 \cdot 10^5) * 0,785 * ((40 \cdot 10^{-3})^2 - (30 \cdot 10^{-3})^2) \end{aligned}$$

$$F_e = 14137,16 \text{ N}$$

La force sortante :

$$\begin{aligned} F_d &= P * S = P * \frac{\pi}{4} * D^2 \\ &= (200 \cdot 10^5) * 0,785 * (40 \cdot 10^{-3})^2 \end{aligned}$$

$$F_d = 25132,74 \text{ N}$$

d. Matériaux employés

Tige de piston en acier XC38 rectifié chromé dur.

e. La conception du bras

On a choisi de faire une conception d'un bras en acier XC38 (le même matériau de la tige du vérin afin d'éviter le flambement). IL sera assemblé avec la tige du vérin hydraulique double effet afin de faciliter la compression du plongeur lors de son entretien.

f. Système de serrage

Sachant que le poids du wagon à vide est de 13 tonnes = 13000 kg (puisque l'entretien se fait quand le wagon est déchargé).

On a **1 kg = 9.81 N**

Donc **1300 kg = 127487 N**, cette valeur est plus grande que la valeur de la force du vérin

F= **100480 newton**

➤ Il y a un risque du retournement en arrière du vérin.

C'est pour ca, on a choisi que la table élévatrice doit être équipée d'un collier de serrage qui va être fixé sur la partie de dessous du wagon (acier XC38), afin d'assurer la fixation de la table élévatrice et le bon fonctionnement du vérin et aussi pour nous aider de négliger le poids du wagon.

g. Calcul de la charge totale qui doit supporter la table

- Poids du plongeur : **86.57kg**
- Poids du boisseau : **37.05 kg**
- Poids de la goussille : **28.39 kg**
- Poids de la rondelle : **0.56 kg**
- Poids du disque : **6.10 kg**
- Poids de la clavette : **1.45 kg**
- Poids du vérin: **30 kg**
- Poids du bras: **13, 23 kg**

➤ Poids total du tampon de choc : **206.23 kg**

- La charge totale supportée par la table est égale à : **250Kg**
- La table élévatrice à vide égale à : poids du (vérin + bras) = **43 kg**
- Dimension du plateau égale à 700 x 100 [mm]

On a choisi une table élévatrice ne dispose d'aucune motorisation, elle est donc écologique et économique. Le levé de la table se fait par un système ciseau hydraulique entraîné par un vérin hydraulique et ne demandent que peu de force.

h. La charge totale que doit supporter la girafe d'atelier

En ce qui concerne la girafe d'atelier, elle est apte de soulever des charges lourdes de moins d'1 Tonne à 4 Tonnes.

Dimensionnement de la grue :

$$\sum F = 0 \Leftrightarrow P - F = 0$$

$$\Leftrightarrow F = m \cdot g = 250 \times 9,8$$

$$F = 2450 \text{ N}$$

La contrainte maximale :

$$\sigma = \frac{F}{A} = \frac{2450}{1500 \times 200} \times 10^6$$

$$\sigma = 8166,66 \text{ Pa}$$

Dimensionnement de la table :

L'ensemble des six traverses et les deux profilés latéraux constituent le corps de la plateforme il est directement appuyés sur les ciseaux de la table, donc dimensionner les traverses revient à dimensionner la plateforme. Nous considérons la charge étant appliquée au milieu de la plateforme.

Soit le schéma suivant indiquant les efforts sur les traverses :

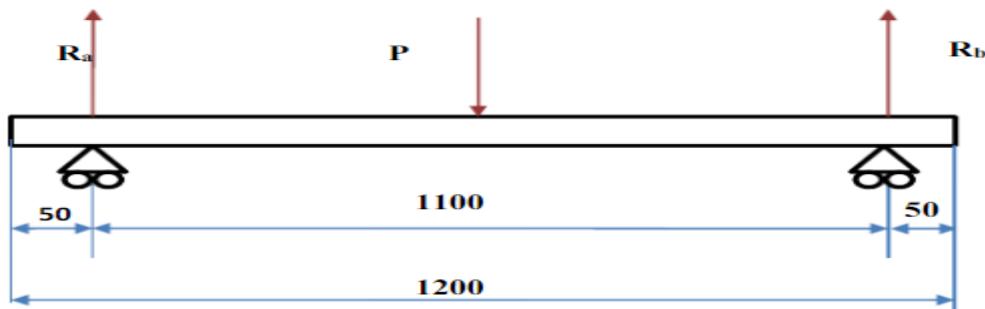


Figure 10 : Le DCL de la table

Calcul des réactions :

$$R_a + R_b = \frac{P}{2} = \frac{250 \times 9,8}{2} = 1225 \text{ N.}$$

Diagramme des efforts tranchants :



Figure 11 : Effort tranchant

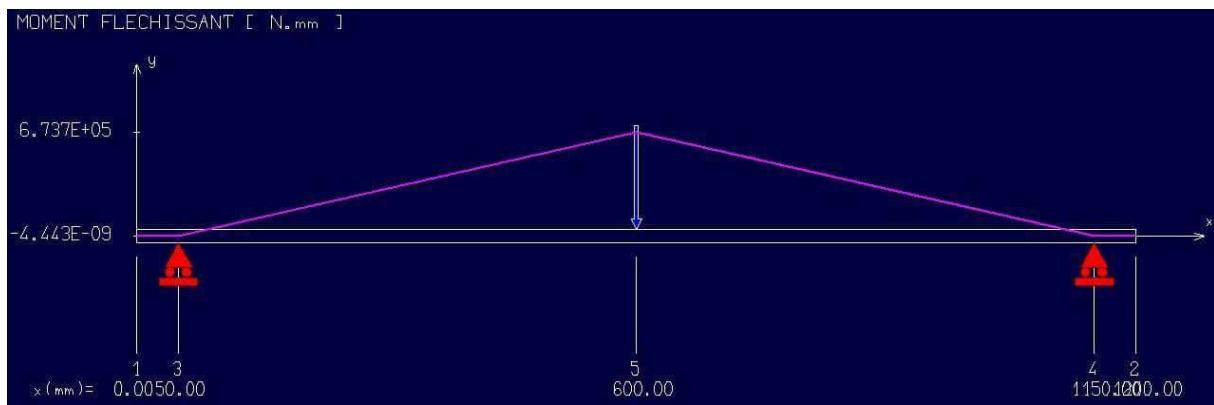


Figure 12 : Moment fléchissant

Moment fléchissant maximum est $M_{f\max}=1225 \text{ N mm}$;

Acier S355 MPA

En posant un coefficient de sécurité $S=2$;

Alors :

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{R_e}{S} = \frac{355}{2} = 177,5 \text{ MPa.}$$

$$\sigma_{\text{adm}} \leq \sigma_{\text{acier}}$$

3. Conception mécanique

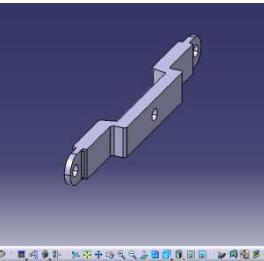
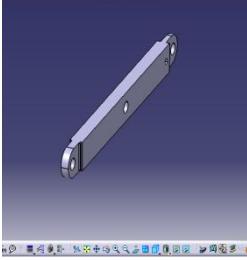
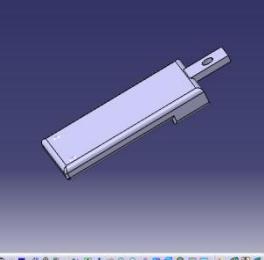
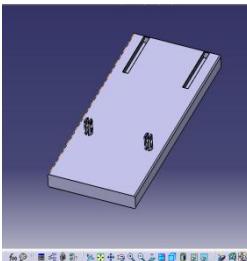
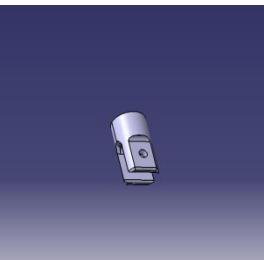
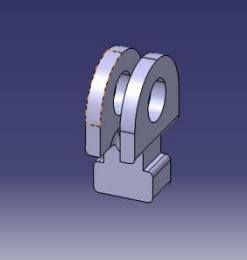
Dans ce qui suit, nous allons passer au dessin d'ensemble de dispositif en 3 dimensions par le logiciel CATIAV5 R21.

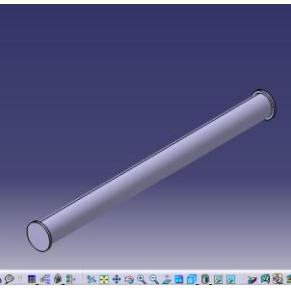
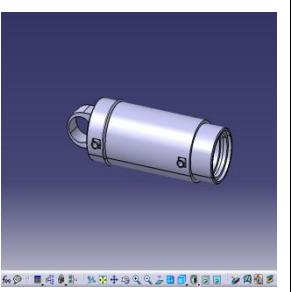
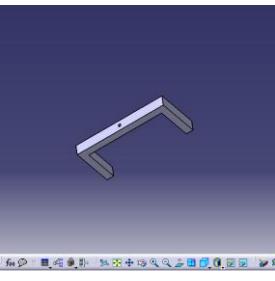
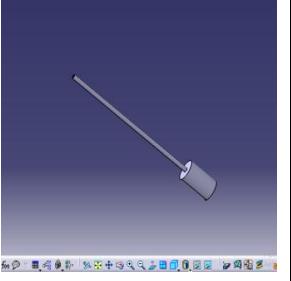
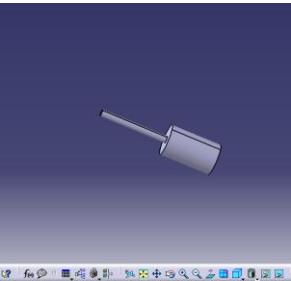
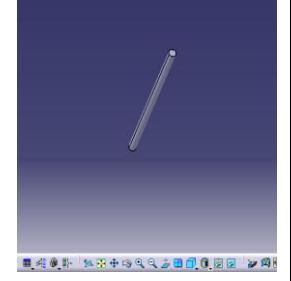
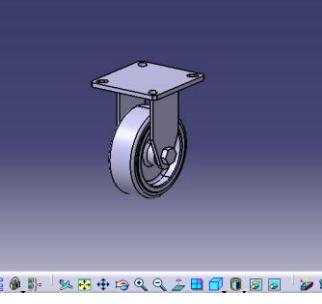
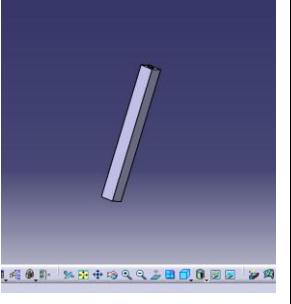
Présentation du logiciel utilisé : CATIA V5 R21.

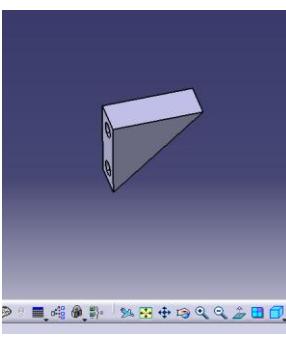
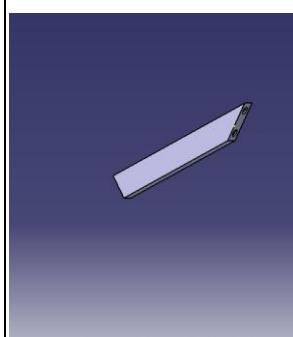
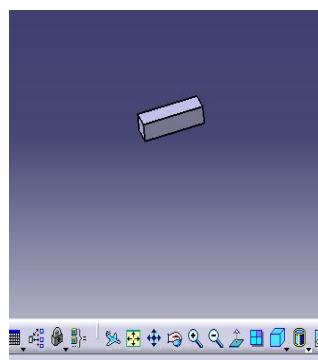
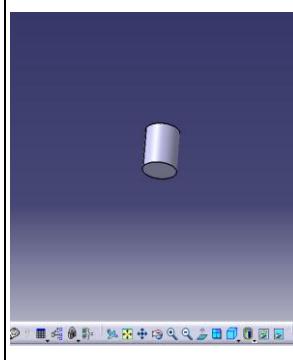
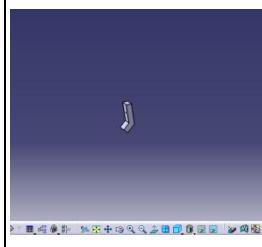
CATIA : « Conception Assistée Tridimensionnelle Interactive Appliquée » est un logiciel de conception assistée par ordinateur (CAO), incontournable en ingénierie mécanique, il rassemble toutes les techniques de modélisation géométrique permettant de concevoir, de tester virtuellement à l'aide d'un ordinateur et des techniques de simulation numérique et de réaliser des produits manufacturés et les outils pour les fabriquer. Le Choix de concept est fait selon plusieurs exigences, il contient des éléments liés entre eux par pivot ou guidage pour faciliter certaine fonctionnalité.

Les éléments constituants notre mécanisme hydraulique sont comme suit :

Tableau 11 : Eléments constituants la solution

Composants	Nom	Composants	Nom
	Ciseau 1		Ciseau 2
	Châssis		Plateau
	Elément de fixation		Glissière

	Arbre		Vérin hydraulique
	Bras		Vérin de la table élévatrice
	Vérin de la girafe d'atelier		Manivelle
	Roue		Girafe d'atelier 1

	Girafe d'atelier 2		Girafe d'atelier 3
	Support		Petit vérin
	Palan		Petit plateau de fixation

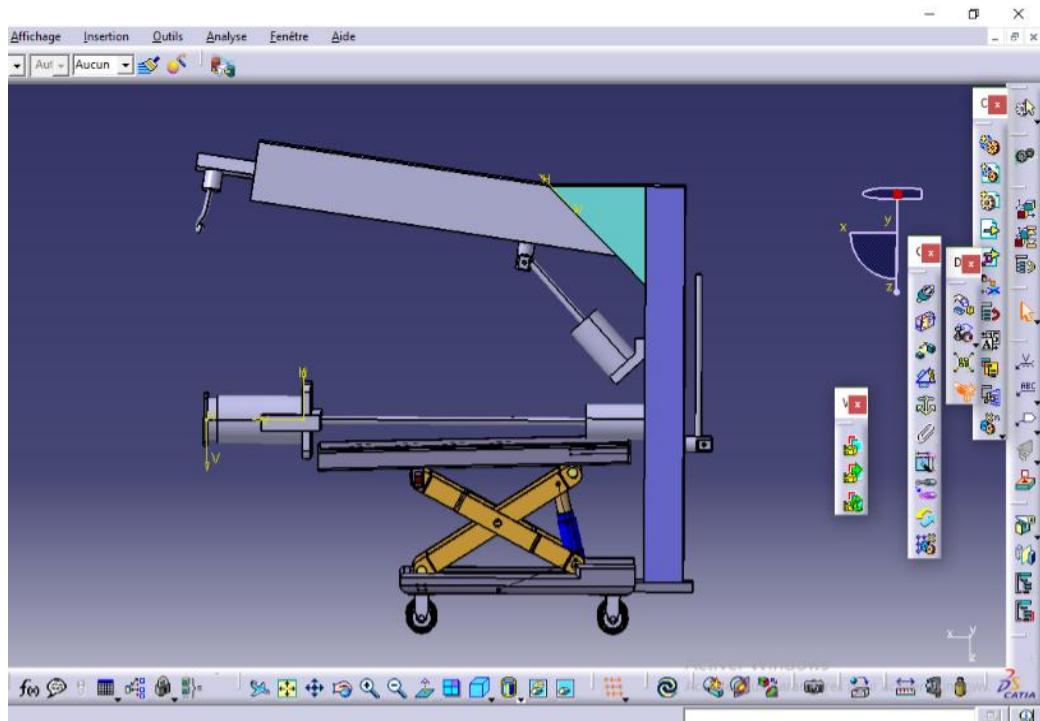


Figure 13 : Solution proposée

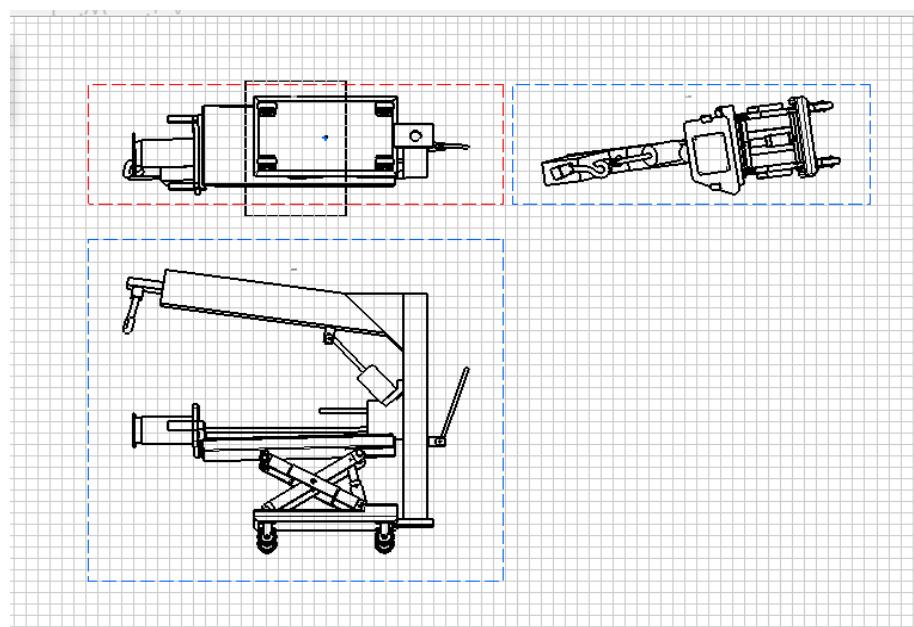


Figure 14 : Drafting

Résumé du fonctionnement général de la solution proposée :

Afin de faciliter la réalisation des tâches exigées par le cahier de charge, surtout la pression du plongeur plus précisément pour faciliter la chasse de la clavette, on a proposé la solution suivante :

- On assure la fixation du mécanisme avec un collier à vis relié à la voiture, puis on applique une force de compression sur le plongeur à l'aide d'un vérin hydraulique à double effet.
- La tige du vérin est reliée avec un bras qui va être accrocher sur le plongeur, ce vérin doit être fixé sur la même table élévatrice qu'on la fixe avec la voiture.
- Le levé de la table se fait par un système ciseau hydraulique entraîné par un vérin hydraulique double effet.
- Une girafe d'atelier lié au mécanisme qui sert à faciliter plus la tâche du montage et démontage du tampon de choc à l'aide du palan.

Vu à une petite contrainte dans la solution proposée qui se résume en fonctionnement manuel, qui provoque aussi un risque au personnel en ce qui concerne la difficulté de tourner la manivelle, en plus de l'ordre du fonctionnement des vérins, on a proposé pour résoudre le problème par un automate.

Le schéma ci-dessous résume son fonctionnement :

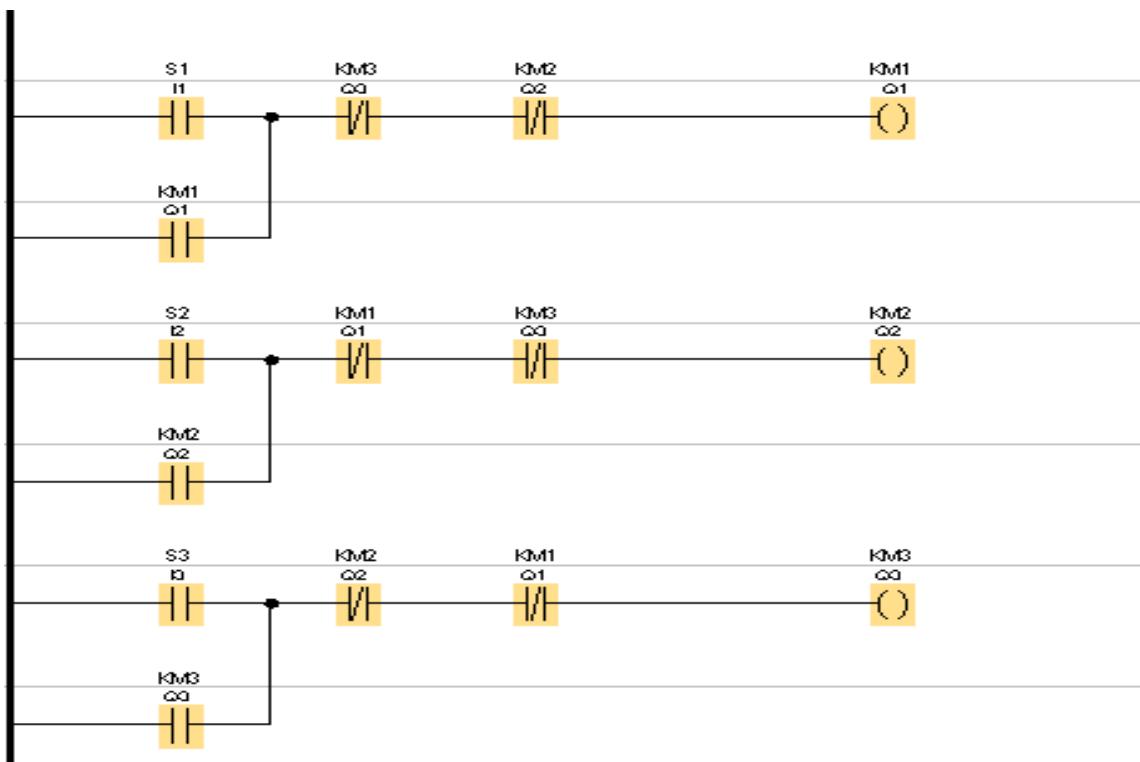


Figure 15 : Programme LADDER

Le programme LADDER résume l'ordre du fonctionnement des 3 vérins existants dans la solution proposée :

Le vérin fixé à la table ne fonctionne que lorsqu'on clique sur le bouton poussoir S1 avec arrêt des deux autres vérins (vérin fixé à la girafe d'atelier et vérin fixé au ciseau hydraulique de la table).

Le vérin de la girafe ne fonctionne qu'après cliquer sur le bouton poussoir S2 qui détermine l'arrêt des deux autres vérins.

Le vérin du ciseau hydraulique de la table élévatrice ne fonctionne qu'après cliquer sur le bouton poussoir S3 en plus d'arrêt total des deux autres vérins existants dans la solution proposée.

Conclusion

Ce projet de fin d'étude nous a permis tout d'abord une immersion dans le monde de l'entreprise.

On a eu la chance de travailler dans une structure ouverte avec un accès direct au terrain de travail.

Le premier défi consistait à s'intégrer le plus rapidement possible avec le personnel de l'entreprise pour bénéficier de sa collaboration, ses conseils et son expertise.

Sur le plan technique, on a pu constater que les connaissances qu'on a acquises à la Faculté des Sciences et Techniques de Fès sont suffisamment riches pour aborder des problèmes concrets dans la conception mécanique.

Ces connaissances nous ont aidés à résoudre des problèmes techniques et organisationnels au niveau de processus d'entretien des tampons de choc.

Après avoir déterminé les facteurs engendrant ce problème, analyser et proposer des solutions, à l'aide de la démarche de l'analyse fonctionnelle, notre projet est détourné vers la conception d'un dispositif d'un mécanisme presseur pour l'entretien du tampon de choc.

Au vu des résultats, nous pouvons dire que nous avons réussi à répondre correctement au cahier de charge et principalement l'objectif de conception que nous avons pu atteindre.

Finalement, on pense que cette expérience en entreprise 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 notre futur métier de « concepteurs» dans le domaine de la mécanique, et on tient à exprimer nos satisfactions d'avoir pu travaillé dans de bonnes conditions matérielles et un environnement agréable.

Liste de références

1. <https://www.oncf.ma/fr/>
2. [https://fr.wikipedia.org/wiki/Tampon_\(chemin_de_fer\)](https://fr.wikipedia.org/wiki/Tampon_(chemin_de_fer))
3. <https://www.manutan.fr/fr/maf>
4. <https://www.fnac.com/marketplace/ct8577/w-4>
5. Document : NF 15551 Tampon de choc