



Université Sidi Mohamed Ben Abdellah
Faculté des Sciences et Techniques de Fès
Département de Génie Industriel



Mémoire de Projet de fin d'étude

Préparé par

CHOUAF Naima

Pour l'obtention du diplôme d'Ingénieur d'Etat

Spécialité : Ingénierie en Mécatronique

Intitulé

Conception et réalisation d'un compacteur à déchet

Lieu : Ciment de l'atlas
Réf : 9 /IMT14



Soutenu le 26 Juin 2014 devant le jury :

- Pr. **ELOUAZZANI**, Président (Encadrant FST)
- Mr. **JOUAN** (Encadrant Société)
- Pr. **KABBAJ** (Examineur)
- Pr. **CHAMAT** (Examineur)

Résumé

La présente d'étude s'inscrit dans le cadre d'améliorer la performance environnementale de la société Ciment de l'Atlas (Cimat), l'étude et la réalisation d'un projet pour garantir la propreté macro d'usine en partant de l'atelier d'expédition.

Le but de ce projet de fin d'études, est la conception et la réalisation d'un compacteur à déchets (sacs ciments), qui sont régénérés au niveau de l'usine, en particulier, l'atelier expédition et magasin. Ce compacteur consiste à presser ces déchets (cartons et papiers) sous forme des balles pour les incinérer dans un four.

Afin de mener à bien ce projet, nous avons considéré trois étapes : la première consiste à concevoir et dimensionner le compacteur à déchet, la seconde traite les contraintes sous ANSYS pour savoir les modifications nécessaires pour plus d'amélioration, enfin nous avons fait une estimation du coût du compacteur à l'issue de laquelle notre choix s'est porté sur la réalisation du type pneumatique.

Mots clés :

Compacteur – déchet – vérin pneumatique –vérin hydraulique –ANSYS.

Abstract

This study is part of improving the environmental performance of the Atlas Cement Company (Cimat), the study and the realization of a project to ensure macro factory cleanliness starting from Workshop shipping.

On the name of the project, aim is the design and construction of a trash compactor (cement bags). The compactor's function is to press these bags, to form balls for burning in oven.

This project is based on three pillars: the first is to design and size the trash compactor, the second axis is to make an analysis of the stresses through ANSYS, to determine the necessary changes for improvement, Then, in the third one we present different stages of the implementation of this roller by means of the own company, and finally we estimate the cost of the project by means of an economic study, that lead to realize a pneumatic compactor.

Key words:

Compactor – waste – pneumatic cylinder – hydraulic cylinder – ANSYS.

Liste des figures

Liste des tableaux

Introduction générale.....1

Partie 1 : Contexte du projet

I. Présentation de l'entreprise	3
I.1. Activité de l'entreprise.....	3
I.2. Organigramme de la société Cimac Béni Mellal	3
I.3. Procédé industriel de production de ciment.....	4
II. Présentation de projet.....	10
II.1. Cahier des charges	10
II.2. Solution proposé.....	11

Partie 2 : Conception de compacteur à déchets

I. Conception de plan du compacteur	14
I.1. Introduction.....	14
I.2. Définition de plan	14
I.3. Choix de matériau.....	15
II. Choix du vérin	16
II.1. Vérin pneumatique.....	16
II.1.a. Définition.....	16
II.1.b. Dimensionnement du vérin.....	17
II.1.c. Problème de flambage	18
II.1.d. La commande de vérin : les distributeurs.....	19
II.1.e. Simulation de circuit de fonctionnement sous le logiciel : AUTOMSIM	
PREMIUM.....	21
II.2. Vérin hydraulique.....	26
II.2.a. Choix du vérin.....	26
II.2.b. Vérification et calcul de paramètre.....	27
III. Conclusion.....	39

Partie 3 : Vérification à l'aide du logiciel ANSYS par la méthode des éléments finis

I. Introduction.....	41
II. Technique de calcul.....	42
II.1. Le maillage.....	42
II.2. Les types de maillage.....	42
II.3. Les données du logiciel.....	43
II.3.a. Choix de maillage	43
II.3.b. Matériau.....	44
II.3.c. Chargement.....	44
II.3.d. Conditions aux limites.....	44
III. Résultat et interprétations.....	45
IV. Conclusion.....	48

Partie 4 : Etude technico-économique et réalisation

I. Introduction	50
-----------------------	----

II. Etude économique	50
II.1.Compacteur à commande pneumatique	50
II.1.a. Le coût des éléments standards.....	50
II.1.b.Le coût de la matière première.....	51
II.1.c.Le coût de la main d'ouvre et machine de l'atelier.....	52
II.1.d.Le cout total de projet.....	52
II.2.Compacteur hydraulique.....	52
II.2.a.Le cout des éléments standards	52
II.2.b.Le coût de la matière première, la main d'ouvre, et machine utilisé	53
III. Avantages et Inconvénients.....	53
III.1.Les vérins pneumatiques	53
III.2.les vérins hydrauliques.....	53
IV. Réalisation.....	54
IV.1. Choix du type de compacteur.....	54
IV.2.Réalisation de compacteur pneumatique	54
IV.3.Etape de réalisation du compacteur pneumatique.....	55
V.Conclusion	58
Conclusion générale	59

Bibliographie et webographie

Annexes

Liste des figures

Figure I.1: Organigramme de Cimat.....	4
Figure I.2: Concasseur et broyeur cru.....	5
Figure I.3: préchauffage et four.....	6
Figure I.4: silo de stockage.....	7
Figure I.5: broyeur ciment.....	8
Figure I.6 : CARICAMAT et Ensacheuse.....	9
Figure I.7: Les paniers de ramassage des déchets.....	10
Figure I.8 : Traitement des déchets	10
Figure I.9: La porte d'incinération	13
Figure II.1: plan du compacteur.....	14
Figure II.2: vérin pneumatique	17
Figure II.3: Abaque flambage pneumatique.....	19
Figure II.4 : Circuit pneumatique.....	22
Figure II.5 : Circuit de compactage	23
Figure II.6 : Circuit de décompactage.....	24
Figure II.7 : Circuit de décompactage.....	25
Figure II.8 : Circuit de sécurité.....	26
Figure II.9 : abaque de flambage.....	30
Figure II.10 : la tuyauterie utilisée.....	35
Figure II.11 : Capacité de réservoir.....	36
Figure II.12: Circuit hydraulique.....	37
Figure II.13 : Commande électrique de circuit hydraulique	38
Figure III.1 : les parties les plus sollicités	41
Figure III.2: Types de maillage.....	42

Figure III.3 : Les parties sollicitées maillée	43
Figure III.4 : Résultat des contraintes de plateau de compactage.....	45
Figure III.5 : Résultat des contraintes de plateau de compactage modifié. ...	46
Figure III.6 : Résultat des contraintes de carter compacteur.....	47
Figure III.7 : Résultat des contraintes de carter compacteur ave les renforts..	48
Figure IV.1 : Réalisation les portes du compacteur.....	55
Figure IV.2 : Carter compacteur.....	56
Figure IV.3 : semelle compacteur et porte balle... ..	56
Figure IV.4 : Le plateau compacteur.....	57
Figure IV.5 : La structure compacteur.....	57

Liste des tableaux

Tableau I.1 : Planning de projet.....	12
Tableau II.1 : Les caractéristiques d'acier	15
Tableau II.2 : Les caractéristiques de la pompe.....	32
Tableau II.4 : diamètres de la tuyauterie.....	35
Tableau III.1 : caractéristiques d'acier.....	44
Tableau III.2 : Les forces appliquées.....	44
Tableau IV.1 :Offre des prix d'afric roulement.....	51
Tableau IV.2 : Coût total.....	51
Tableau IV.3 :prix des éléments hydrauliques.....	52

Introduction générale

Le Maroc se développe et se modernise à travers de multiples projets d'infrastructure : autoroutes, ports, barrages, aéroports, villes nouvelles, habitat social... Ces gigantesques chantiers génèrent une demande croissante en matériaux de construction, particulièrement en ciment dans ses dimensions quantitatives et qualitatives.

L'engagement de cette entreprise est pour un développement durable, basé sur un équilibre entre la croissance économique et le respect de l'environnement.

Sous la norme ISO 14001 qui se divise en six parties : Prévoir, Faire, Prouver, contrôler, Corriger et réagir, la direction de maintenance sous la responsabilité de M. JOUAN RAFIQ, nous a proposé un sujet dans ce sens concernant la conception, l'étude et la réalisation du compacteur à déchets. Ce compacteur, installé dans l'atelier expédition, a pour rôle de compacter les déchets (carton et papiers), afin d'optimiser les coûts de la main d'œuvre, augmenter la quantité des déchets, et enfin l'incinérer dans un four spécial.

Pour mener à bien ce projet, nous avons étudié l'état des lieux pour repérer les points de régénération des déchets au sein de l'usine, puis, nous avons effectué une description du projet. Ensuite, nous avons conçu et dimensionné le compacteur selon les aspects techniques à savoir : le choix de matériau et type de commande. Pour approfondir l'étude, nous avons fait une vérification à l'aide du logiciel ANSYS qui se base sur la méthode des éléments fins, afin de localiser toutes concentrations de contraintes sur les pièces les plus sollicitées, et proposer des modifications pour les minimiser.

Après avoir analysé et vérifié ces différentes pièces, nous avons fait une étude technico économique, pour effectuer le choix de la commande la plus adéquate pour l'entreprise, afin de le réaliser au sein de l'atelier mécanique.

I.

Partie 1

Contexte du projet :

II.

III. I. Présentation de l'entreprise

III.1 I.1. Activité de l'entreprise

D'une capacité de production de 1,6 millions de tonnes par an, l'unité est implantée sur le territoire de la commune de Dire El Ksiba avec un montant d'investissement de 2,5 milliards de DHs.

L'implantation de cette cimenterie, qui est construite selon les standards internationaux en vigueur en matière de protection de l'environnement, aura des retombées importantes sur le développement de l'économie régionale. Un impact direct a été ressenti sur la commune grâce aux revenus attendus du projet en termes de taxes locales.

Les activités principales de Ciments de l'Atlas sont : le ciment, et le béton. Le ciment est l'une des activités principales de CIMAT qui exploite deux cimenteries (Ben Ahmed et Béni Mellal), Cimac produit trois types des ciments certifiés NM (Norme Marocaine des ciments) à Savoir :

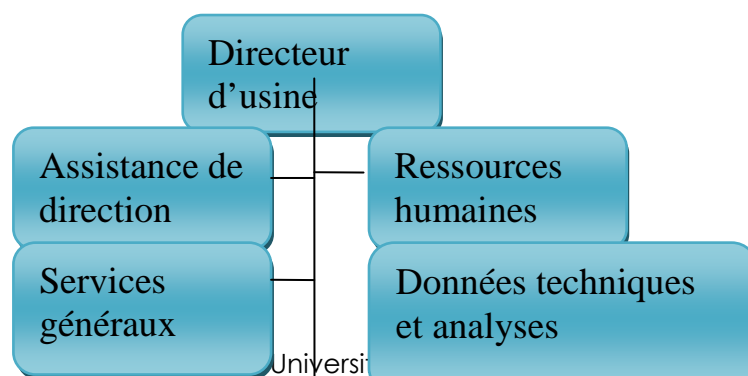
CPJ 35et 45 : Ciment portland composé avec ajouts.

CPJ 55 : Ciment plus résistant par rapport à ciment 35 et 45

CPJ 65 : Ciment plus résistant par rapport à ciment 35, 45 et 55

III.2 I.2. Organigramme de la société Cimac Béni Mellal

L'organisation administrative et technique de l'entreprise suit l'organigramme de la figure I.1



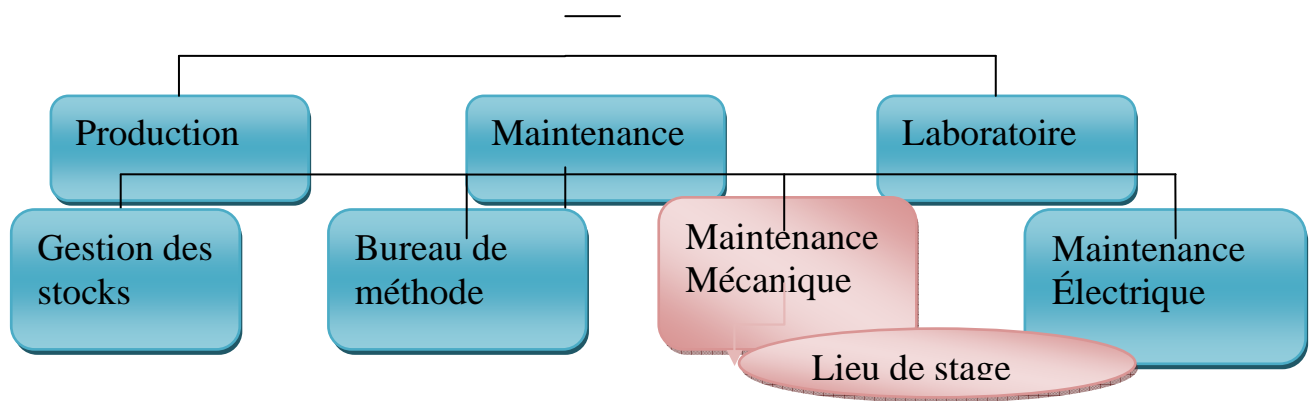


Figure I.1: Organigramme de Cimât

III.3 I.3. Procédé industriel de production de ciment

Le terme Ciment est d'origine romaine. C'est une poudre minérale qui constitue un liant Hydraulique dans les différents domaines.

Tout d'abord, le calcaire, le schiste et les additifs tels que les minerais de Fer et Sable sont mélangés ; ce mélange appelé « cru », est broyé et porté à haute température (1450°C) dans un four cylindrique, où des transformations physico-chimiques provoquent la création d'un produit appelé Clinker. Par la suite l'ajout de différents éléments tels que le gypse et le calcaire nous donne le Ciment.

Le procédé de production de l'usine de ciment est une longue chaîne de production comprenant plusieurs étapes à savoir :

Extraction, concassage, et pré homogénéisation de la matière première

Le concassage est une opération destinée à la réduction des blocs de calcaires qui sont obtenus pendant l'extraction pour réduire en petites parties (figure I.2).

Préparation des matières premières.

Le processus de fabrication du ciment se fait de manière continue ce qui exige la constitution de stocks de matières premières concassées pour assurer la marche de l'usine. Le stockage peut être : polaire ou longitudinal.

Préparation du cru

Le broyeur cru de l'usine de ciment est un broyeur vertical à galets (figure I.2) L'intérieur du broyeur est constitué de quatre galets maîtres montés sur des bras articulés autour de la table recevant la matière première. Ces quatre galets de broyage stationnaires roulent sur la table de broyage en rotation. La matière à broyer est saisie entre les galets de broyage et la table. Elle est broyée par les forces de pression et de cisaillement.

Figure I.2: Concasseur et broyeur cru

Production du clinker

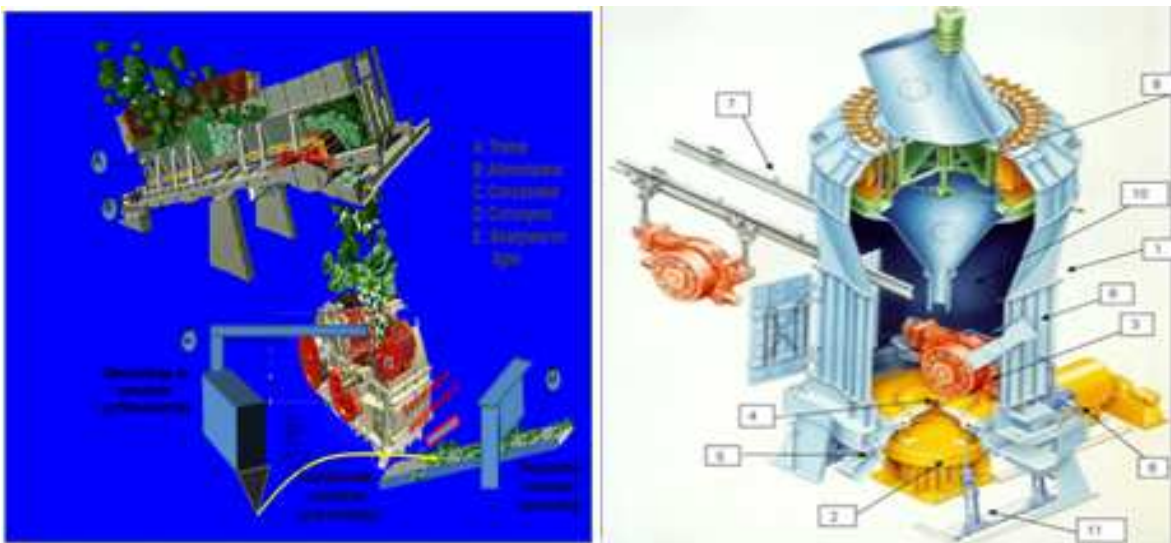
Nous retiendrons quatre grandes étapes entrantes dans la préparation de clinker.

➤ Préchauffage :

C'est l'échange de chaleur à Co-courant (matière et gaz dans la même direction au sein d'un même cyclone), cette étape consiste à calciner la matière pour passer à la Clinkérisation (figure I.3).

➤ Calcination

La calcination de la farine crue s'effectue entre le quatrième et le cinquième cyclone. La matière séchée et préchauffée est introduite dans le Précalcinateur où elle



est calcinée à 900°C environ.

➤ Clinkérisation.

La matière calcinée est introduite dans le four (figure I.3) où elle est portée à environ 1400-1500°C (température de fusion). La chaleur nécessaire pour porter progressivement la matière à 1450°C est due au contact de cette matière avec les gaz chauds issus de la combustion dans le four de charbon, fuel ou déchets. (20% des pneus déchiquetés). Le four, pièce maîtresse de l'usine est l'objet d'une surveillance permanente et attentive .Car les conditions dans lesquelles ils travaillent (températures et débits...) doivent être maintenues dans des limites étroites.

Figure I.3: préchauffage et four

➤ Refroidissement.

Le clinker à la sortie du four rotatif a une température comprise entre 1200°C et 1450°C. Il doit subir un traitement thermique sous la forme d'une trempe à l'air pour des raisons de qualité hydraulique, de récupération d'énergie et de facilité de transport et de stockage.

Les refroidisseurs par leur fonction d'échange permettent d'atteindre ces trois



objectifs :

- Tremper le clinker (qualité).
- Récupérer le maximum d'énergie thermique (rendement).
- Refroidir le clinker (manutention).

Le clinker ainsi refroidit est déchargé dans un convoyeur métallique, ce convoyeur transporte le clinker refroidit vers le silo de stockage de clinker d'une capacité de 50000 tonnes.

Le broyage du clinker

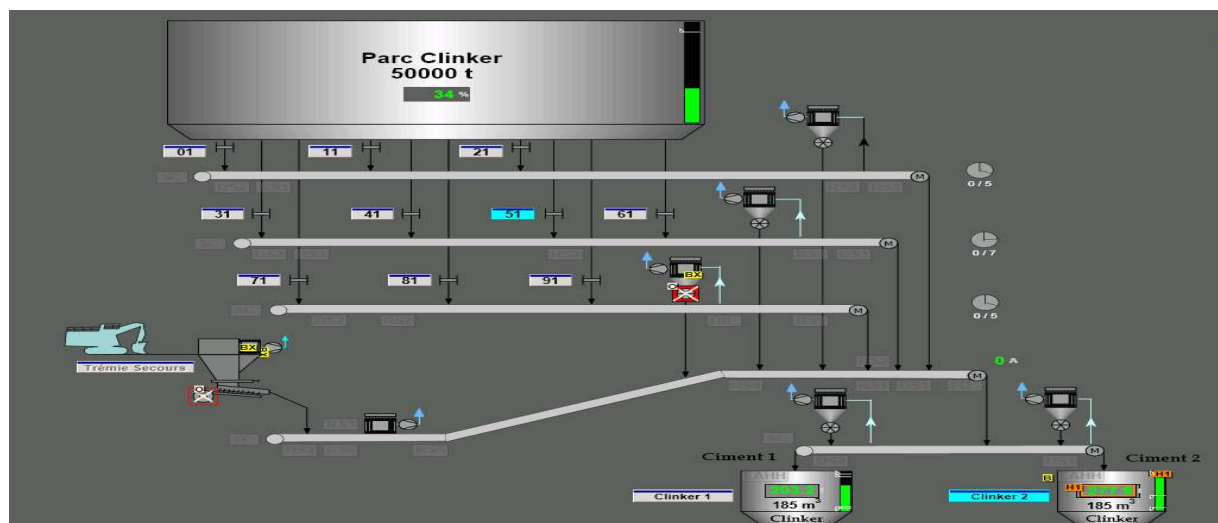


Figure I.4: silo de stockage

Le clinker est repris du silo clinker (figure I.4) par trois transporteurs qui alimentent un convoyeur acheminant le clinker vers la trémie d'alimentation des broyeurs ciment. Le gypse et le calcaire haut contenu sont des additifs qui sont transportés également du hall de stockage et déversés dans leurs trémies d'alimentation du broyeur ciment.

Le broyeur ciment de l'usine de BENI MELLAL (figure I.5) est un broyeur à boulets, constitué de deux chambres :

La première chambre réalise un concassage fin par choc entre les boulets, le Broyage est effectué en éliminant les plus gros grains ; cette chambre est relativement courte et remplie de boulets de gros diamètre. La seconde chambre réalise le broyage fin par attrition, cette chambre est plus Longue que la première et ces boulets sont deux à trois fois plus petits que dans la première.

III.4

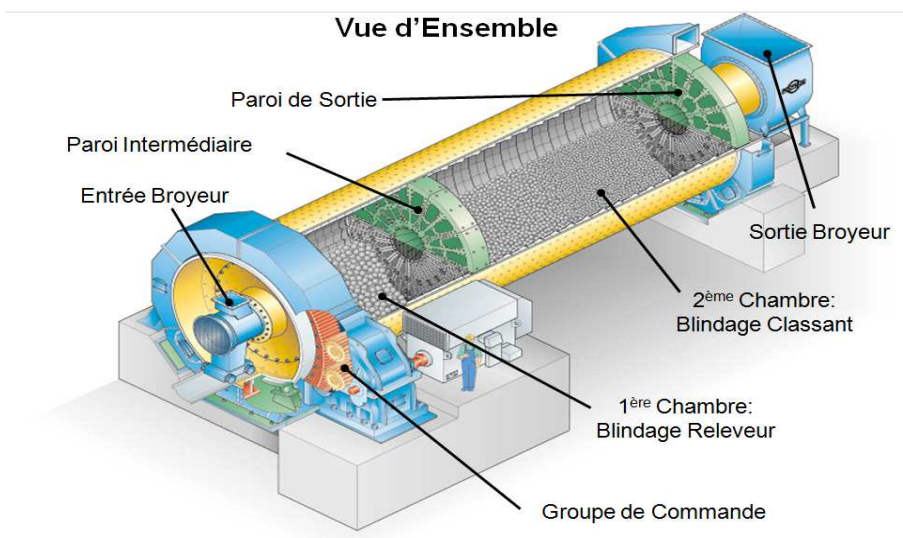
III.5

Figure I.5: broyeur ciment

- **Ensachage**

Le transport ciment vers l'ensachage (Figure I.6.a) commence par l'extraction du ciment à partir des bouches d'extraction sous silos ciment par des vannes régulatrices, L'atelier d'ensachage est équipé de deux unités d'ensacheuses rotatives

qui ont une capacité de 3000 sacs par heure. Chaque sac contient 50Kg de ciments. En des



une de 3000 sacs par heure. Chaque sac contient 50Kg de ciments. En des

ensacheuses, les sacs sont pesés, nettoyés et transportés au moyen de convoyeurs à bande vers une station de chargement automatique : chargement par CARICAMAT (Figure I.6.b) de camions ou vers le palettiseur de l'usine.

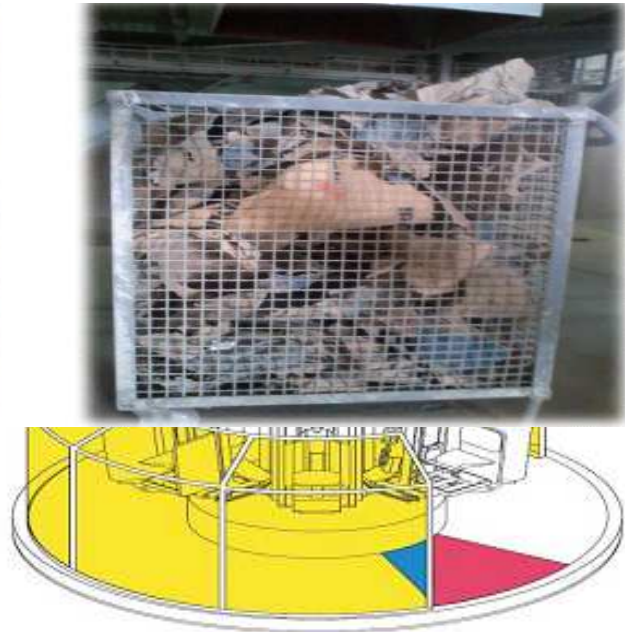
L'expédition de ciment se fait en trois modes :

- Chargement directe en vrac dans des camions citernes.
- Envoi et remplissage au BIG BAG.
- Envoie dans un atelier d'ensachage.

Figure I.6.a: CARICAMAT

Figure I.6.b: Ensacheuse

Figure I.6 : CARICAMAT et Ensacheuse



III.6 II .Présentation de projet

III.7 II.1. Cahier des charges

Dans le but de réduire les déchets, et les regrouper (compacter), la direction de Maintenance nous a proposé un cahier des charges qui a fait l'objet de notre projet de fin d'études.

En effet, les déchets générés au niveau de l'usine, en particulier l'atelier d'expédition et magasin, sont ramassés dans des paniers (Figure I.7), qui doivent



prendre une forme (Figure I.8), selon les dimensions de la porte d'incinération des déchets (Figure I.9)

Figure I.7: Les paniers de ramassage des déchets



Figure I.8 : traitement des déchets

Figure I.9: la porte d'incinération de dimension (400 × 400)mm

Malheureusement, Le volume occupé par ces déchets est considérable, et nécessite une solution pour le réduire. En effet cette opération est coûteuse en temps et en main d'œuvre.

III.8 II.2. Solution proposé

La valorisation des déchets constitue une des premières étapes de l'engagement environnemental de Cimat et permet de valoriser son image, l'apparition des déchets au niveau de l'entreprise pose un problème qu'il doit être résolu. L'entreprise trouve des solutions pour certaines problèmes (par ex : l'huile usé qui est transféré à l'usine de Ben Ahmed), et pour la bonne gestion des déchets (carton et papiers). La

réalisation d'un compacteur est importante, il présente une solution efficace pour l'entreprise, son développement durable aussi que la protection de l'environnement.

Ce compacteur a pour objectif de faire des balles selon les dimensions de la porte d'incinération des déchets (figure I.9) afin de gagner au niveau de l'espace, de la main d'œuvre, aussi que le temps.

La réalisation du projet se base sur la démarche suivante :

- ❖ Conception et dimensionnement de compacteur à déchets :
 - Conception mécanique de ce compacteur,
 - Dimensionnement d'un vérin pneumatique,
 - Dimensionnement d'un vérin hydraulique.
- ❖ Analyse par la méthode des éléments finis :
 - Une analyse sur la patte compacteur,
 - Une analyse sur la partie liée à la dilatation des déchets.
- ❖ Etude technico-économique :
 - Estimation des coûts,
 - la réalisation de compacteur.

II.3. Planning de projet

Cette partie consiste à prévoir le déroulement de notre projet, afin de réaliser chaque étape dans des meilleures conditions en respectant la contrainte de temps.

En effet nous regroupons les différentes étapes dans le tableau suivant :

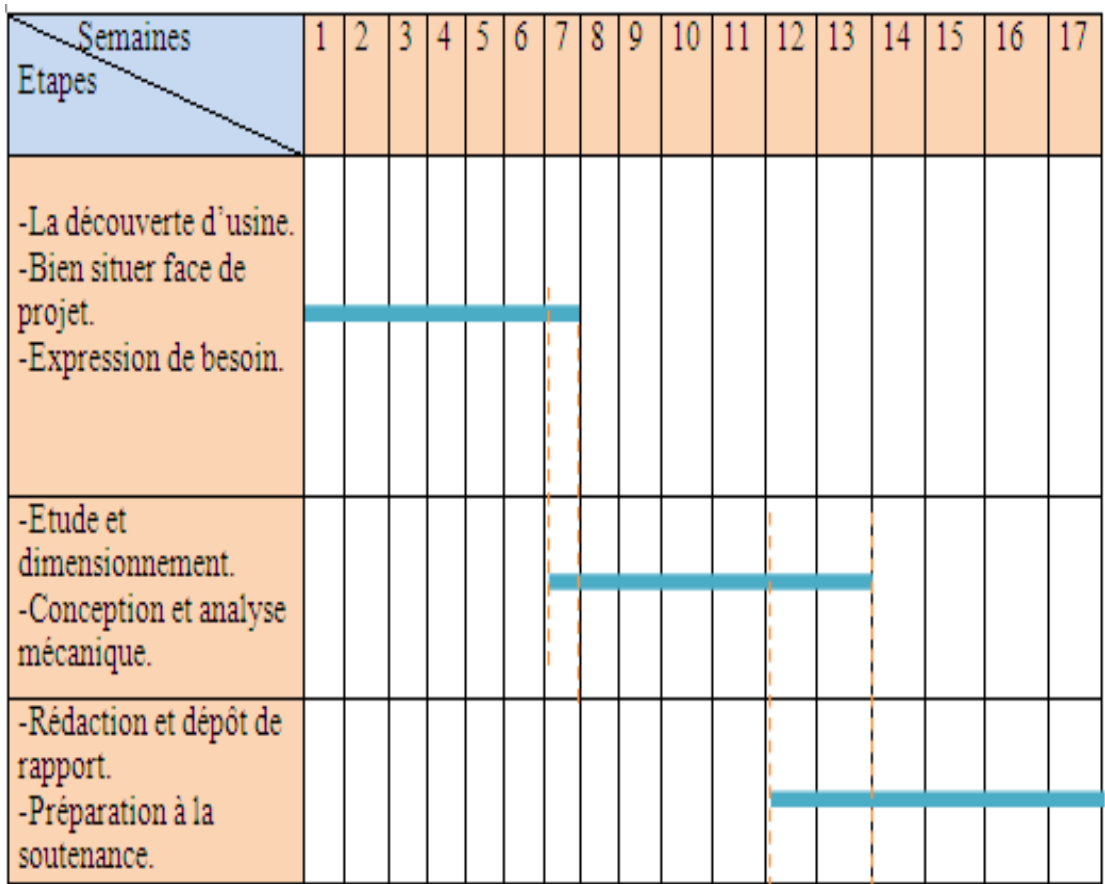


Tableau I.1 : Planning de projet(Gantt)

IV.

Partie 2

Conception de compacteur à déchets :

V.

VI. I. Conception de plan du compacteur

VII. I.1. Introduction

Dans ce chapitre nous verrons comment concevoir un compacteur à déchet en tenant compte des contraintes du cahier des charge ,notamment les dimensions et le type des déchets. Dans un premier temps nous allons s'attaquer au définition de plan du compacteur, puis nous choisirons un matériau qui résiste à l'effort du compactage. Enfin nous allons dimensionner des vérins : pneumatique et hydraulique, ainsi de proposer des circuits de fonctionnement.

VII.1 I.2.Définition de plan

Ce compacteur doit être réalisé suivant le plan de la Figure II.1 :

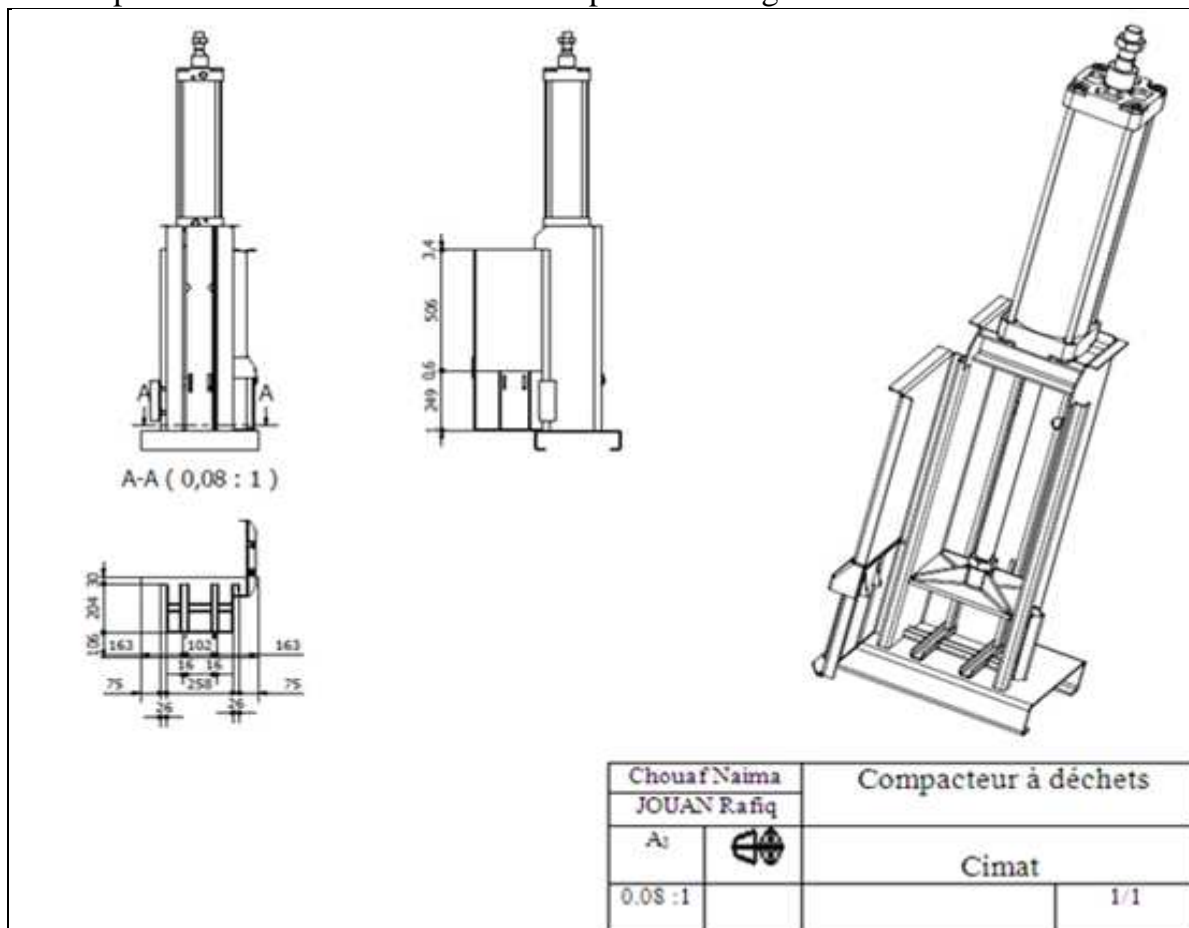


Figure II.1: Mise en plan de compacteur

I.3. Choix de matériau

Un matériau est toute matière utilisée pour réaliser un objet au sens large. Dans notre cas nous avons utilisé l'acier standard dont les caractéristiques du tableau suivant :

Nuance	Rr(MPa)	Re(MPa)	E (GPa)	Coefficient de poisson	Densité	allongement
S 235(E24)	340	235	190	0.3	7.80	>17%

Tableau II.1: Les caractéristiques d'acier

Afin de justifier notre choix de ce matériau, nous effectuons le calcul de la contrainte σ appliqué sur la patte compacteur exprimé par la relation suivante :

$$\sigma = \frac{F}{S} \quad (1)$$

Avec

F=15000N c'est La charge appliquée sur la patte de compactage

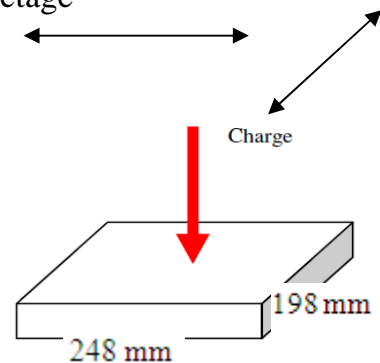
σ : la contrainte exprimée en MPa.

S : la surface de la patte.

On trouve :

$$\sigma = 0.305 \text{ MPa}$$

Nous remarquons que cette valeur est inférieure à la limite d'élasticité d'acier qui est de l'ordre de 235 MPa.



VIII.

IX. II. Choix du vérin

X. II.1. Vérin pneumatique

X.1.1 II.1.a. Définition

Le vérin pneumatique est un actionneur qui réalise un mouvement de translation (ou de rotation pour certains types) à partir d'une source d'énergie pneumatique. À chaque vérin, ou actionneur, un distributeur est associé, qui assure la commutation des circuits, Il y deux types de vérins

- Vérin à simple effet :

La pression exercée par l'air, n'est distribuée que d'un seul coté du piston. Le rappel du piston est assuré par un ressort ou par une sollicitation extérieure. Le type de distributeur associé est en général de type 3/2.

- Vérin à double effet

La pression exercée par le fluide (air), est distribuée alternativement de chaque coté du piston. L'effort exercé en poussant (sens 1) est supérieur à celui obtenu en tirant (sens2) du fait de l'inégalité des surfaces.

Les vérins sont constitués d'un cylindre, fermé aux deux extrémités, à l'intérieur duquel coulisse un ensemble tige piston.

On distingue donc deux chambres (Figure II.2) :

- la chambre arrière est la partie du cylindre qui ne contient pas la tige du vérin.
- la chambre avant est la partie du cylindre qui contient la tige du vérin.

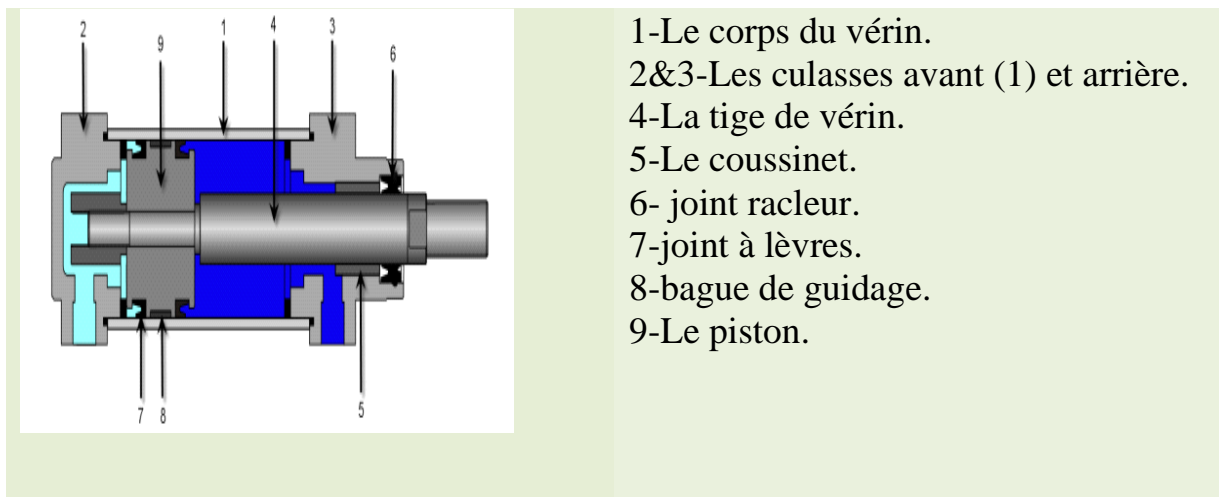


Figure II.2: vérin pneumatique

X.2 II.1.b. Dimensionnement du vérin

Nous avons comme charge, la réalisation d'une machine pour le compactage des cartons au sein de l'atelier d'expédition, pour cela on a besoin d'un vérin à double effet de compactage.

Nous commençons par le calcul de diamètre piston du vérin, en appliquant la relation suivante :

On trouve :
$$P = \frac{F}{S}$$

Avec :

F=1500 daN (déca-newton)

R : rayon de piston vérin exprimé en cm.

P : pression de réseau (6 bars) exprimé en bar.

S : surface exprimé en cm^2

Donc un diamètre de piston :

$\phi_{\text{piston}} = 178.4\text{mm}$

Lorsqu'un vérin est en conditions réelles d'utilisation, il développe un effort de pousser réel inférieur à l'effort théorique puisqu'il faut tenir compte :

- Des frottements internes au vérin,
- De la contre pression qui est établie dans la chambre opposée pour obtenir un mouvement régulier.

On estime, en usage général, les forces qui s'opposent à l'effort de pousser à environ de **10%**. Donc Une force réel qui égal approximativement 1350 daN.

X.2.1 II.1.c. Problème de flambage

La tige d'un vérin se comporte comme une colonne, c'est pourquoi elle peut être soumis à une instabilité lorsque la valeur des forces de compression excède une certaine limite : ce phénomène d'instabilité est connu sous le nom de flambement qui se manifeste le plus souvent à des niveaux de contraintes inférieurs à ceux que le matériau peut normalement supporter. Le flambement n'est fonction que des caractéristiques géométriques de la colonne et du module d'Young du matériau dont elle est constituée. Nous rencontrons ce type de phénomène pour les vérins ayant une course importante et un diamètre de tige négligé.

Dans ce cas le problème de flambage ne se pose pas car :

- on travaille à basse pression (**6 bars**),
- tige de diamètre important (1/2 de celui de piston).

En utilisant l'abaque (Figure II.3), nous cherchons l'intersection de la verticale $F=1500$ daN, avec l'horizontale course $C=500$ mm, le diamètre de la tige est immédiatement supérieur par rapport au résultat trouvé sur l'abaque suivante.

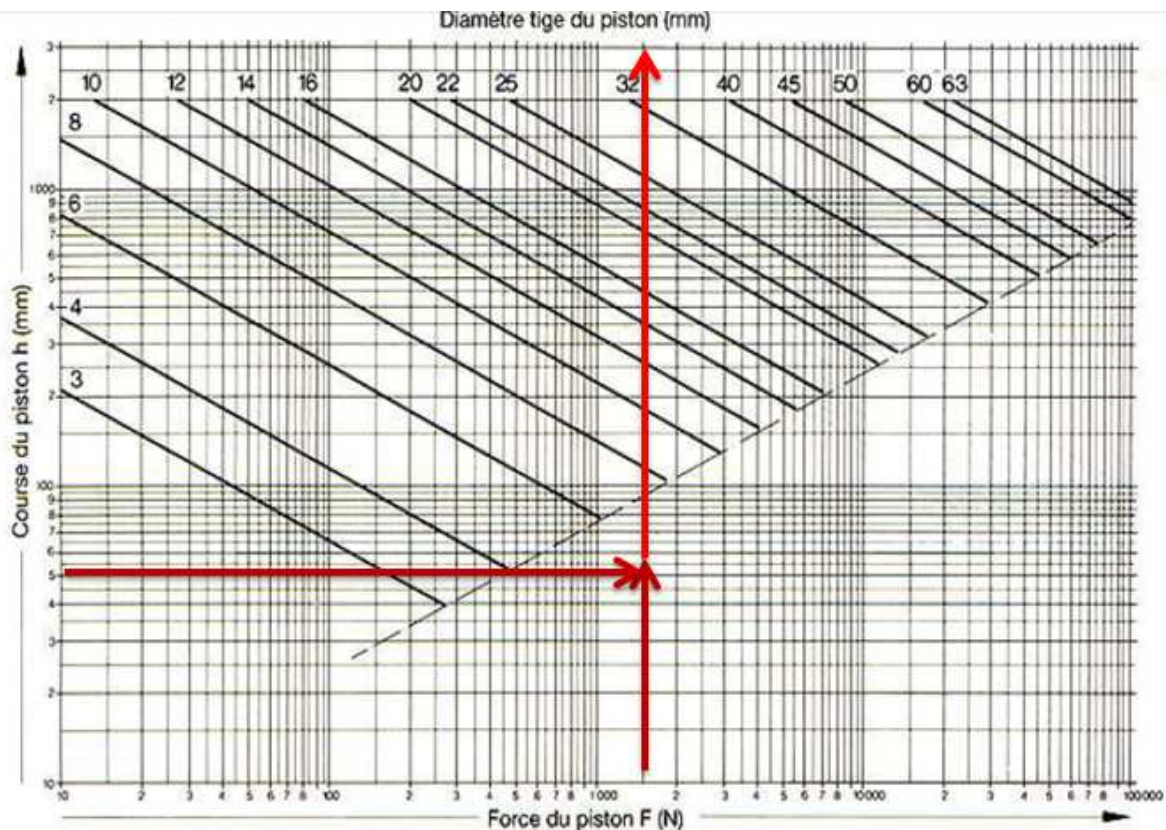


Figure II.3: Abaque flambage pneumatique

II.1.d. La commande de vérin : les distributeurs

Ils sont utilisés pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression, comme des sortes d'aiguillage. Ils permettent de :

- Contrôler le mouvement de la tige d'un vérin ou la rotation d'un moteur pneumatique (distributeurs de puissance),
- Choisir le sens de circulation d'un fluide (aiguiller, dériver, etc. ...),
- Exécuter à partir d'un fluide, des fonctions logiques (fonctions ET, OU, mémoire, etc.),

-Démarrer ou arrêter la circulation d'un fluide (robinet d'arrêt, bloqueur...).

La symbolisation des distributeurs est donnée par la norme **NF ISO 1219-15 E04-056** tel que :

-Nombre de cases : représente le nombre de positions de commutations possibles, une case par position. S'il existe une position intermédiaire la case est délimitée par des traits pointillés.

-Flèches : à l'intérieur des boîtes, elles indiquent le sens de circulation ou les voies de passage du fluide entre les orifices.

-Source de pression : Elle est indiquée par un cercle noirci en hydraulique, avec un point en pneumatique.

-Echappement : Il est symbolisé par un triangle noirci en hydraulique, clair en pneumatique. Un triangle accolé à la boîte signifie que l'air est évacué à l'ambiance. Un triangle décalé, au bout d'un trait, précise une évacuation possible à partir d'une canalisation connectable.

X.3 Différents types de distributeur :

- si le vérin est à simple effet et ne comporte donc qu'un seul orifice à alimenter, on utilise un distributeur ne comportant qu'un seul orifice de sortie : distributeur 3/2 à trois orifices (pression, sortie, échappement) et à deux positions.

-si le vérin est à double effet et comporte donc deux orifices sur lesquels il faut alterner les états de pression et d'échappement, on utilise un distributeur comportant deux orifices de sortie. Deux possibilités sont offertes : distributeurs 4/2 à quatre orifices (pression, sortie 1, sortie 2, échappement) et deux positions, et distributeurs 5/2 à cinq orifices (pression, sortie 1, sortie 2, échappement 1, échappement 2) et deux positions, dans les cas particuliers où il est nécessaire d'immobiliser ou de mettre hors énergie le vérin double effet, on utilise un distributeur 5/3 (cinq orifices, trois positions) à centre fermer ou à centre ouvert.

X.4

X.5 Commande des distributeurs

Il existe deux types de commande

Distributeurs monostable :

-Si le distributeur possède un rappel par ressort on dit qu'il est monostable.

En présence du signal de pilotage, le tiroir bascule et reste dans sa position si le pilotage est maintenu. À l'absence de signal de pilotage, le tiroir retrouve sa position de repos sous l'action du ressort.

Distributeurs bistable :

-Si le distributeur possède deux pilotages, il est dit bistable. En cas d'absence du signal de pilotage, le tiroir ne bouge pas et occupe la position qu'il avait précédemment.

X.5.1 II.1.e. Simulation de circuit de fonctionnement Sous le logiciel : AUTOMSIM PREMIUM

X.5.2 Définition de logiciel

Le logiciel AUTOMSIM peut être employé pour tracer et simuler les diagrammes électroniques électriques, pneumatiques, hydrauliques et numériques. Dans notre cas nous avons utilisé ce logiciel pour faire la simulation de circuit pneumatique (Figure II.4).

Circuit

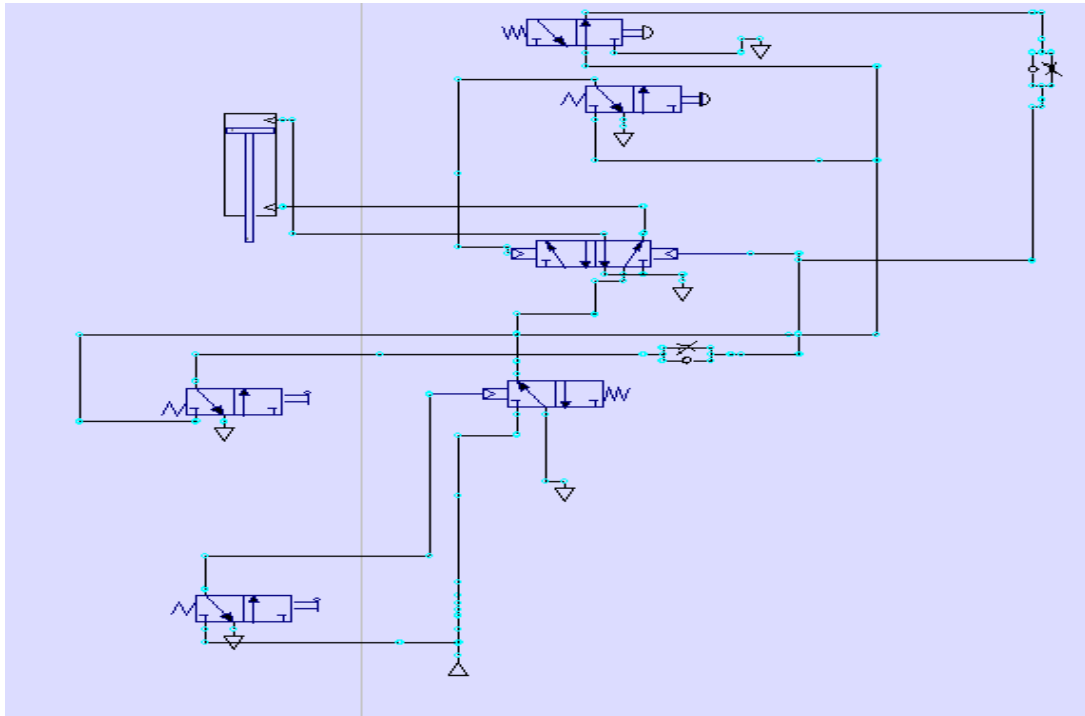


Figure II.4 : Circuit pneumatique

Ce circuit se compose de :

- un vérin carré double effet,
- deux limiteurs de débit ajustable avec clapet,
- distributeur pneumatique 5/2 bistable,
- deux distributeurs à poussoir 3/2 monostable,
- deux distributeurs à levier 3/2 monostable.

Fonction compactage

La fonction compactage (Figure II.5) se base sur le déplacement de la tige du vérin N°3, afin de compacter les déchets. L'opérateur doit commander le distributeur à poussoir N°1, l'air comprimé passe à travers des flexibles pour commander le distributeur 5/2. Le vérin tend à descendre par l'air libéré.

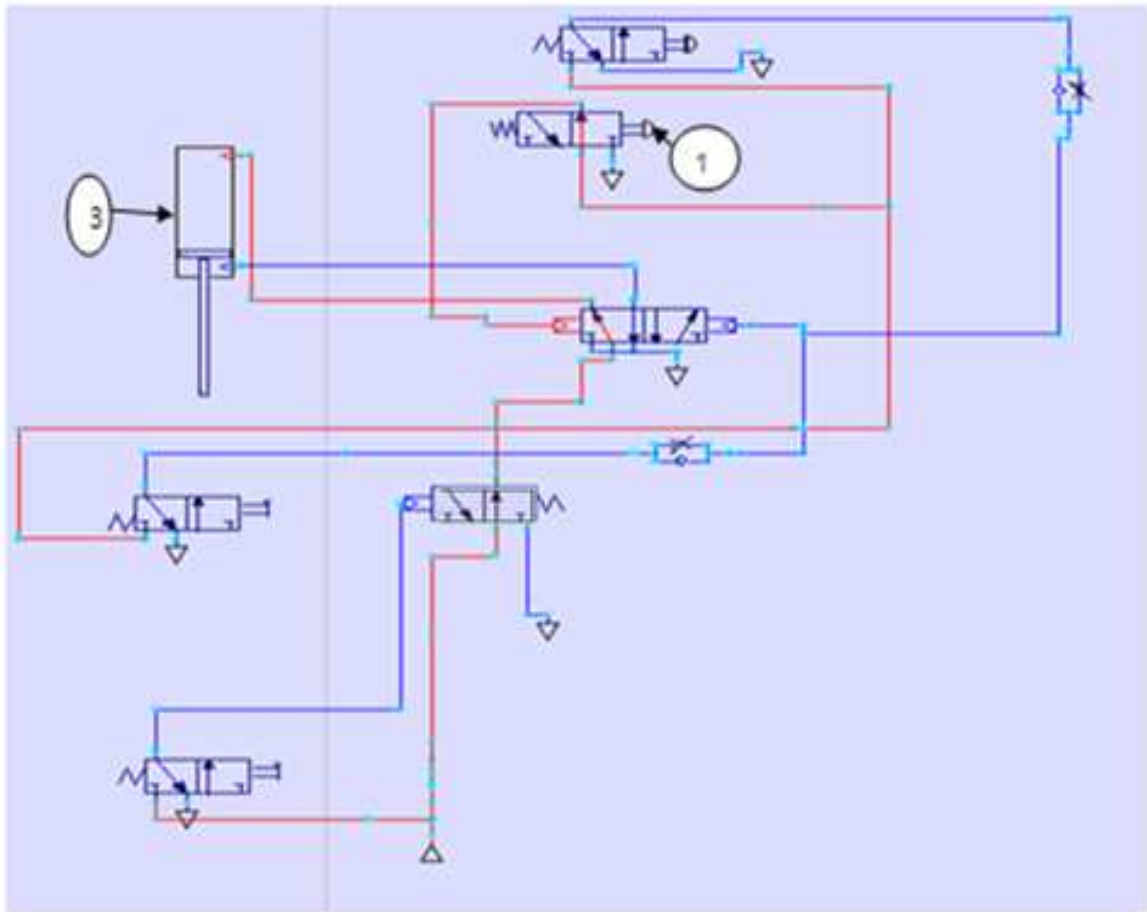


Figure II.5 : Circuit de compactage

Fonction décompactage

La fonction décompactage (Figure II.6) se base sur le déplacement de la tige de vérin N°3 vers le haut. L'opérateur doit commander le distributeur à poussoir N°2, l'air comprimé passe à travers des flexibles pour commander le distributeur 5/2. Le vérin tend à monter par l'air libéré.

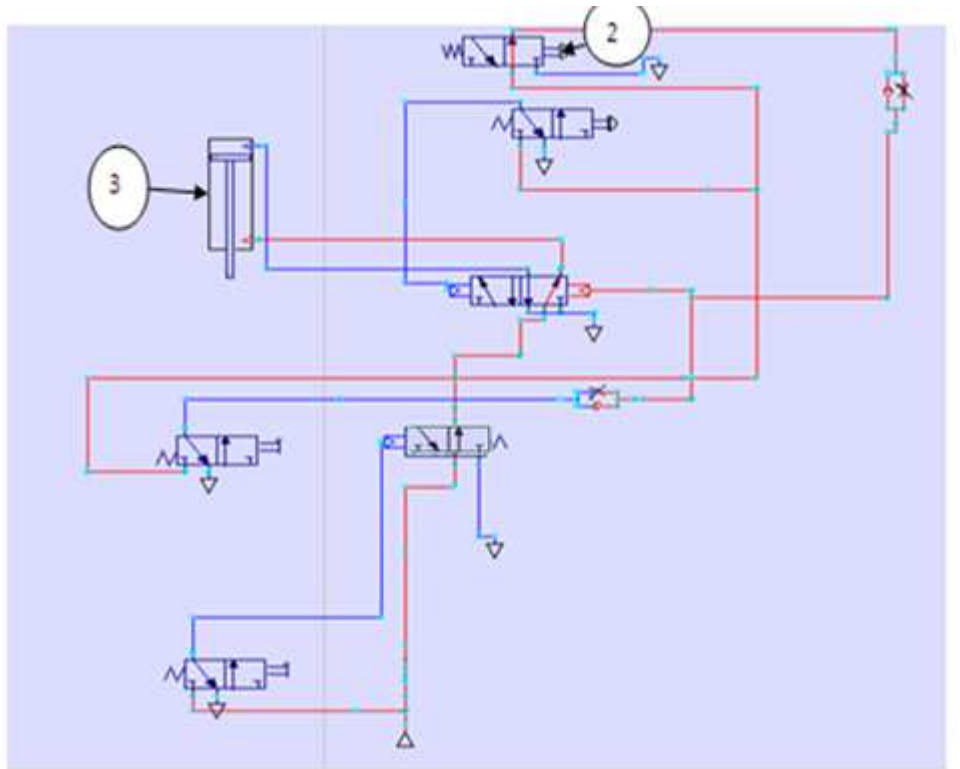


Figure II.6 : Circuit de décompactage

Une fois la tige du vérin atteint sa fin de course (Figure II.7). Le distributeur N°3 change de position, afin de libérer l'air comprimé pour commander le distributeur 5/2 et faire remonter la tige du vérin.

XI.

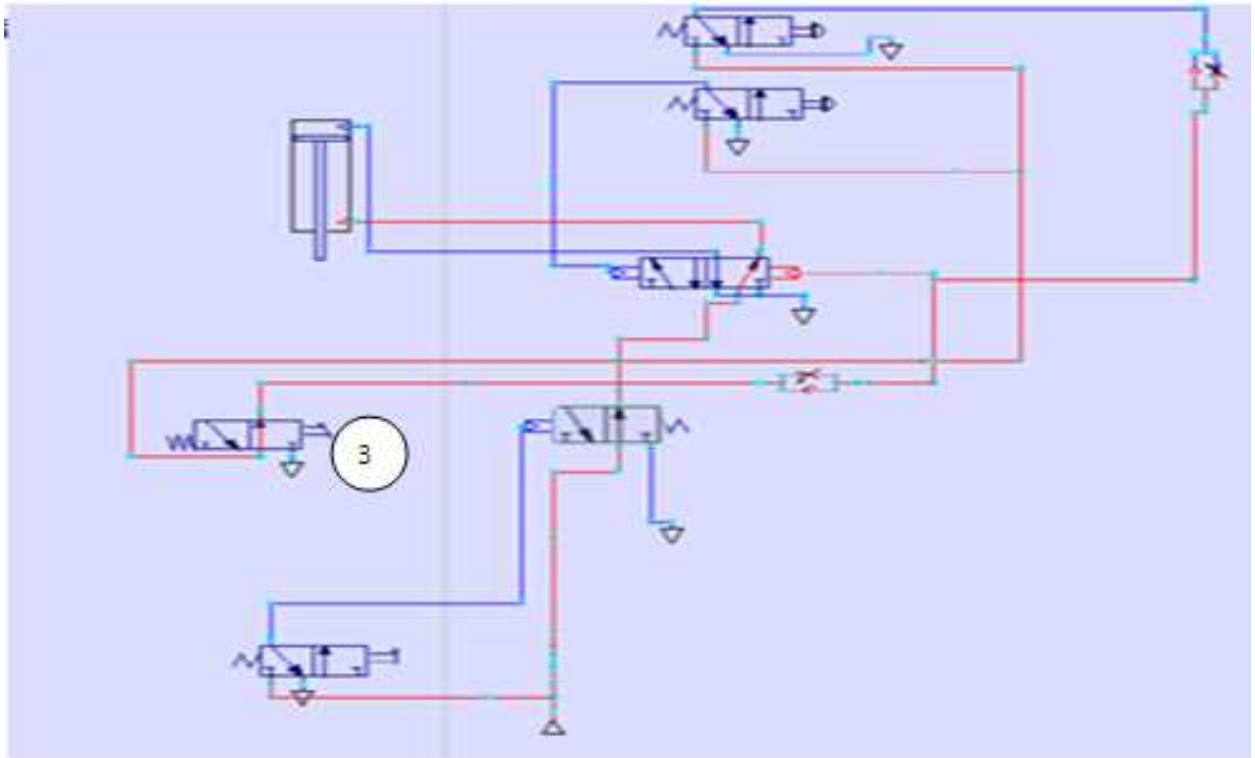


Figure II.7 : Circuit de décompactage

La sécurité

Et dernièrement, pour la sécurité de l'utilisateur de cette machine, si on ouvre la porte, le distributeur N°4 change de position et l'air se bloque afin de garantir le disfonctionnement du vérin (Figure II.8).

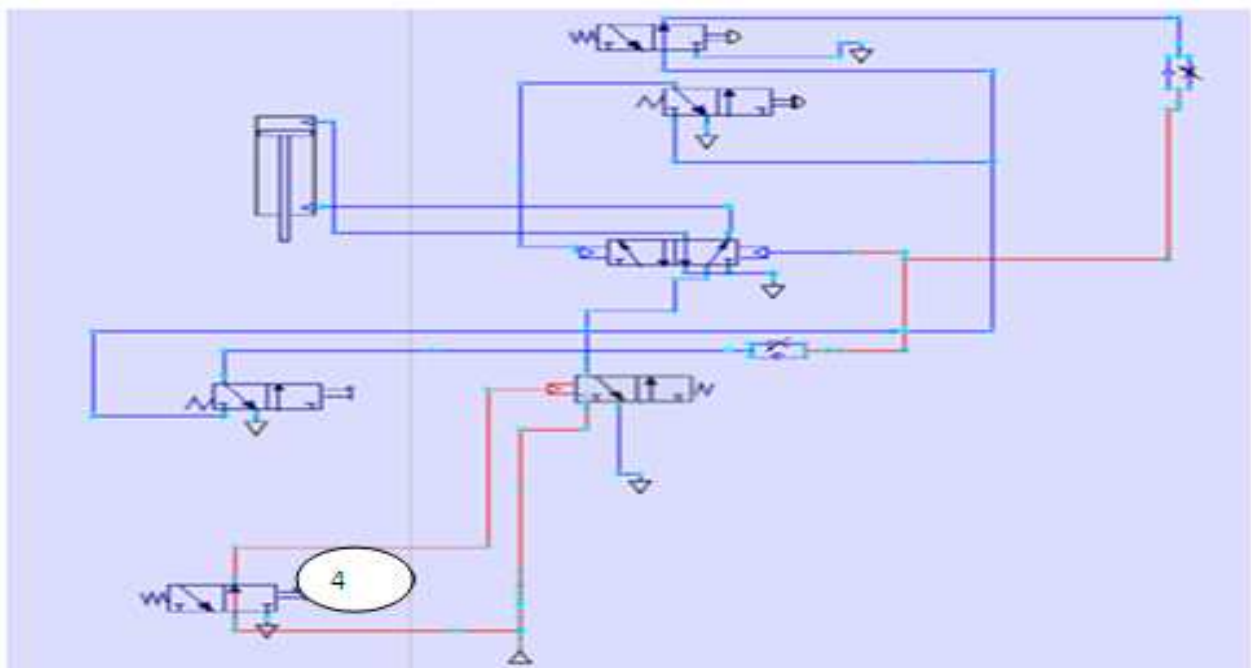


Figure II.8 : Circuit de sécurité

XII. II.2. Vérin hydraulique

XIII. II.2.a. Choix du vérin

Les principaux composants de la machine à dimensionner sont : Vérin hydraulique, la pompe, le moteur d'entraînement, et le réservoir. D'après le même cahier de charge on doit compacter les déchets avec une force de 1500 daN. En se basant sur un catalogue normalisé (Annexe 1), nous choisissons un vérin dont les caractéristiques suivantes :

- Le diamètre du piston $D=40\text{mm}$.
- Le diamètre de la tige $d=22\text{mm}$.
- La course $=500\text{mm}$
- La course limite $=1000\text{mm}$
- Effort poussant : $F_1=2011\text{daN}$.
- Effort tirant : $F_2=1402\text{daN}$.
- Surface du piston : $S_1=12.57\text{cm}^2$.
- Surface de la tige : $S_2=8.77\text{cm}^2$.
- Pression : $P=160\text{bar}$.
- Débit à 0.1m/s $Q_{\text{min}}=7.5\text{ l/min}$.
- Vitesse maximale $=0.5\text{m/s}$

XIII.1 II.2.b. Vérification et calcul de paramètre

Dans notre étude nous considérons les données suivantes :

- Fixation de vérin : fixation de tige guidée
- Rendement de vérin estimé à 0.9
- Perte de charge estimée à 10 bars.

Sachant que la pression théorique s'exprime par la relation :

$$P_{th} = \frac{F_{th}}{S_1} \quad (2)$$

Avec P_{th} : la pression théorique cherchée en bar
 F_{th} : la force appliquée en daN (1500daN)
 S_1 : la section de piston du vérin choisi en cm^2

On trouve donc une pression de $P_{th} = \frac{1500}{12.57} = 120\text{bar}$

-Calcul du débit maximal

Le débit maximal s'exprime par la relation :

$$Q_{\max} = S \times V_{\max} \quad (3)$$

Avec

S: la section de piston en cm^2 (donné par le catalogue)

V_{\max} : la vitesse maximale en m/s (donné par le catalogue)

D'où

$$Q_{\max} = 0.6 \times 12.57 \times 0.5 = 37.71 \text{ l/min}$$

Durée de la course :

- pour une vitesse minimale c'est-à-dire à 0.1m/s nous avons :
 $T_1 = 0.5 / 0.1 = 5 \text{ s}$
- pour une vitesse maximale c'est-à-dire à 0.5m/s nous avons 0.5m/s :
 $T_2 = 0.5 / 0.5 = 1 \text{ s}$

-Calcul de taux de charge

C'est un coefficient qui permet de tenir compte des frottements et qui influe sur la durée de vie, il est compris entre 0.1 et 0.9, on le note : τ

- Si τ est petit (0.1-0.3) le vérin est peu chargé et sa durée de vie est grande.
- Si τ est grand (0.8-0.9) le vérin est chargé et sa durée de vie est courte

On a

$$F_{\text{charge}} = \frac{[\text{perte de charge} \times ((\phi_{\text{vérin en cm}})^2 - (\phi_{\text{tige en cm}})^2) \times \pi]}{4} \quad (4)$$

D'où

$$F_{\text{charge}} = 87.61 \text{ daN}$$

Donc le taux de charge est la force à vaincre divisé par celui disponible par le vérin

$$\tau = \frac{F_{\text{à vaincre}}}{F_1} \quad (5)$$

$$\tau = 0.789 \cong 0.80$$

Donc ce vérin est sous un fonctionnement acceptable.

-Vérification de flambage Par calcul

Il est alors possible de calculer de manière purement théorique la force maximale applicable sur l'élément avant l'apparition de cette instabilité. C'est la force critique d'Euler.

La force critique est donnée par la formule :

$$F_{\text{Critique}} = \frac{E \times A \times \pi \times \pi}{\lambda \times \lambda} \quad (6)$$

Avec

$$\lambda = L \sqrt{S/I}$$

L : longueur de tige

I : le module d'inertie $I = [(\pi \cdot D^4)/64] = 11493 \text{mm}^4$

A: aire de tige

E : le module d'Young (Gpa)

Après la simplification, la force critique devient :

$$F_{\text{Critique}} = 86000 \text{N}$$

Nous remarquons donc, que cette force est plus grande que celle appliquée sur la patte compacteur, donc le phénomène de flambage ne peut pas avoir lieu.

- Vérification graphique de flambage

A partir de catalogue de mode de fixation (annexe 1), et pour une fixation guidée on a $K_f = 0.5$

Détermination de la longueur libre de flambage L_1 :

$$L_1 = \text{course} \times K = 500 \times 0,5 = 250 \text{mm} \quad (7)$$

On comme force maximale à appliquer : $F = 1500 + 87.61 = 1587.61 \text{daN}$. A l'aide de l'abaque (Figure II.7), connaissant la force maximum et le diamètre de la tige.

La longueur maxi de flambage L_2 : $L_2 = 700\text{mm}$

Pour que le diamètre de la tige soit considéré comme suffisant, il faut que la longueur libre de flambage L_1 , soit inférieure à la longueur maxi de flambage L_2 . ce

qui est
le cas.

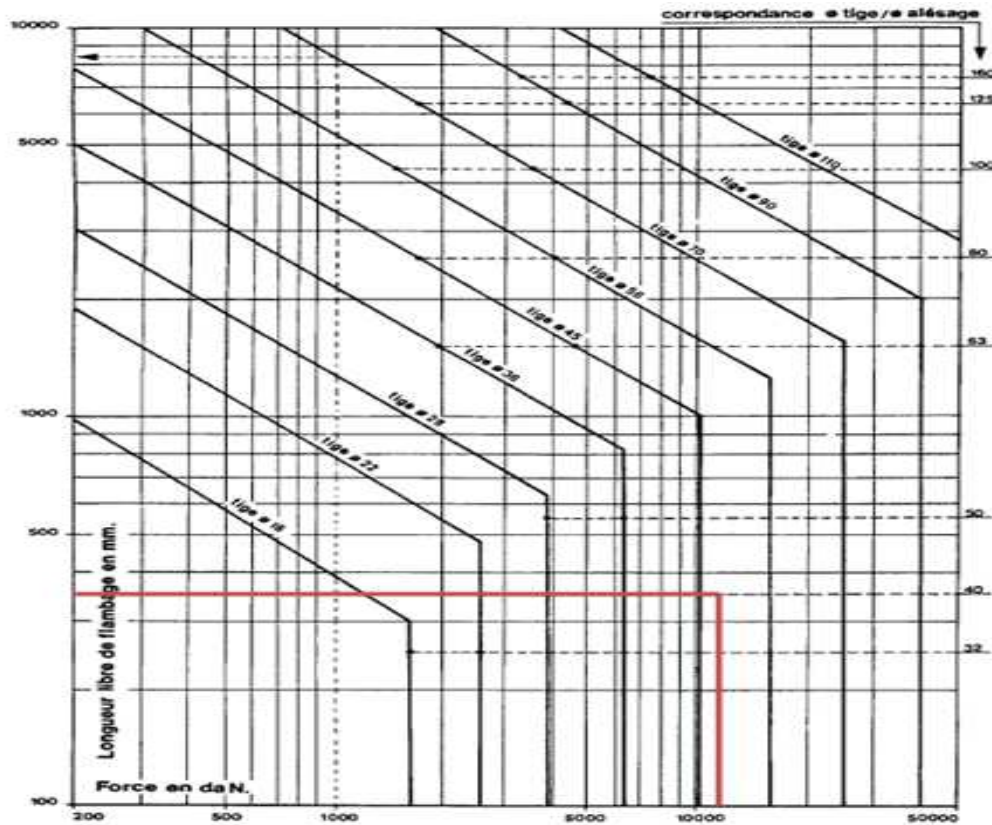


Figure II.9 : abaque de flambage

Pour le dimensionnement de la centrale hydraulique, on fait notre choix en se basant sur les résultats trouvés pour le verin de compactage.

- Dimensionnement de la pompe hydraulique

Dans cette partie nous allons effectuer les calculs en considérant les deux débits : le débit minimum et le débit d'utilisation :

$$Q_{\min}=7.5 \text{ l/min (8)}$$

$$Q_{\max}=37.71 \text{ l/min (9)}$$

Les pompes sont utilisées dans les circuits hydrauliques pour convertir l'énergie mécanique qui lui est fournie par un moteur thermique ou électrique en énergie hydraulique.

Elle est caractérisée par :

-**Sa cylindrée** : elle correspond au volume de fluide théorique débitée par tour en cm^3 ou en litre.

-**son débit** : c'est le volume d'huile que la pompe peut fournir par unité de temps ; elle est exprimée en litre par minute (l/min).

-**son rendement et Son sens de rotation**

Il ya plusieurs types des pompes hydrauliques volumétriques :

- ➔ Pompes à engrenage : interne et externe.
- ➔ pompes à palettes.
- ➔ pompes à pistons.

Les pompes hydrauliques volumétriques à engrenage sont de constitution simple parce qu'elles ne possèdent que peu de pièces mobiles internes.

Ce type de pompe a pour caractéristiques :

- Coût faible.
- Rendement volumétrique (η_v) peu élevé.
- Cylindrée fixe

Les différents types des pompes hydrauliques aussi que leurs caractéristiques présentées sur le tableau II.2

Types de pompes	Pression max (bars)	rendement	Débit	caractéristiques	Vitesse mini/maxi (tr/min)
engrenage externe	170	0.8	Constant ou faible	Bon marché, simple, robuste, Auto-amorçage	500/6000
Engrenage interne	250	0.9	Constant ou faible	Prix moyen, robuste, bonne Alternative aux pompes à palettes	500/3000
Palette	200	0.9	Constant/moyen/ Faible/variable	L'usinage soigné impose une filtration élevée	1500/3500
Piston en ligne	500	0.95	Constant/moyen important	L'usinage soigné impose une filtration élevée	100/1800
Piston radiaux	400	0.9	Constant/variable Moyen/important	Filtration élevées. Elles sont utilisées pour les forts débits	

Tableau II.2: Les caractéristiques de la pompe

XIII.1.1

XIII.1.2 ■ La puissance hydraulique

$$P_h = \Delta p \times Q \quad (10)$$

Avec

Q : débit volumique (exprimé en m³/s)

P_h : puissance hydraulique W (exprimée en watt)

Δp : la différence de pression entre l'aspiration et le refoulement (P₁-P₀), or la pompe aspire avec une très faible dépression comprise généralement entre 0.17 et 0.2 bar, donc on néglige P₀.

Alors on néglige la pression d'aspiration devant celle de refoulement.

$$\text{Donc : } P_h \text{ maxi} = \frac{(P_1 \times Q_{\text{max}})}{600} \quad (11)$$

$$P_h \text{ maxi} = \frac{160 \times 37.7}{600} = 10 \text{KW}$$

Et

$$P_h \text{ mini} = \frac{(P_1 * Q_{\text{min}})}{600} \quad (12)$$

$$P_h \text{ mini} = \frac{160 \times 7.5}{600} = 2 \text{ KW}$$

Pour calculer la puissance mécanique absorbée par la pompe, il faut ajouter à la puissance hydraulique les pertes dues aux frottements. Le rendement dépend de la technologie de la pompe utilisée et de la pression d'utilisation.

En prenant en considération les pertes de 10% on trouve un débit de 3.7 l/min
Donc la puissance perdue est exprimé par :

$$P_{\text{pertes}} = \frac{(P_1 \times Q_{\text{pertes}})}{600} \quad (13)$$

D'où la puissance absorbée maximale est :

$$\begin{aligned} P \text{ absorbée maxi} &= P_h \text{ maxi} + P_{\text{pertes}} \\ &= 11 \text{ KW} \end{aligned}$$

Et puissance absorbée minimale :

$$\begin{aligned} P \text{ absorbée mini} &= P_h \text{ mini} + P_{\text{pertes}} \\ &= 2.98 \text{ KW} \end{aligned}$$

LA vitesse de rotation : **1500tr/min**

XIII.1.3 ■ La cylindrée

On a **Q = Cyl * N** (14)

Donc Le débit maximal : **Cyl max = 25 cm³/tr**

Le débit minimal : **Cyl min = 5 cm³/tr**

La pompe choisie a pour caractéristique :

■ à engrenage interne

- Débit entre **7.5l/min et 37.71l/min.**
- Cylindrée entre **5 cm³ et 25.4 cm³.**
- Vitesse de rotation de **1500tr/min.**
- Puissance absorbée entre **3kw et 11kw.**

Le moteur choisi doit être de puissance de **11kw**, et de vitesse de rotation de **1500tr/min**, un rendement d'accouplement de **0.97** et un couple de **64.9N.m**.

XIII.1.4 ■ Fluide utilisé

Les fluides hydrauliques sont des agents de transmission de force et de puissance, aussi doivent-ils rester autant que possible incompressibles et homogènes.

Ils doivent également dans un circuit hydraulique, assurer la lubrification des organes en mouvement, être adaptés aux conditions de service et être compatible avec les éléments du circuit

La norme enregistrée (NF E 48-602) d'octobre 1982 définit la classification de ces fluides (voir tableau annexe2)

Le fluide utilisé : **huile minérale HM ISO VG32** (voir annexe 3)

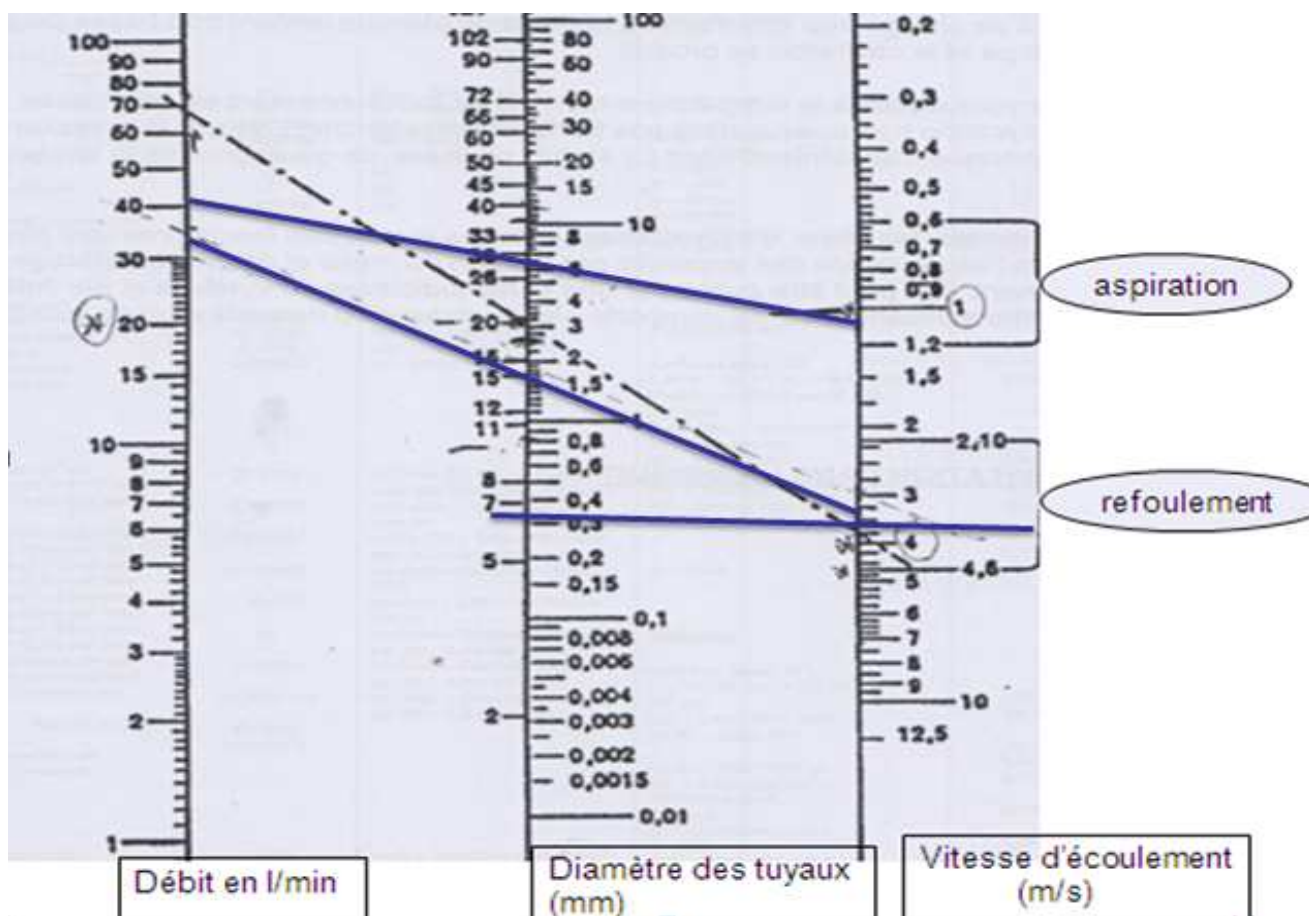
XIII.1.5 ■ Choix de tuyauterie

Une tuyauterie est une conduite munie de ses embouts .les conduites peuvent être :

- des tubes rigides (métalliques),
- des tubes flexibles en élastomères armés de tresses métalliques.

Dans notre cas, on travaille avec ces deux types et on se base sur le choix de diamètre sur l'abaque (Figure II.8) pour la détermination des diamètres de tuyauteries : on prend sur l'axe des débits le débit maximale, et sur l'axe des vitesses, une vitesse de refoulement, on trace la droite liant les deux points pour lire la valeur de diamètre intérieure de tuyau, on trouve les résultats résumés dans le tableau II.4 :

Figure II.10 : la tuyauterie utilisée



XIV.

Tableau II.3 : diamètres de la tuyauterie

	Débit (l/min)	Vitesse (m/s)	Diamètre tuyau (mm)
En aspiration	41.5	1	Dia int : 16mm Dia ext : 20mm
En refoulement	37.7	3	Dia int : 30mm Dia ext : 38mm

XV. ■ Le réservoir hydraulique

La fonction principale de réservoir du fluide hydraulique est

- Contenir la quantité d'huile nécessaire à l'alimentation du circuit.

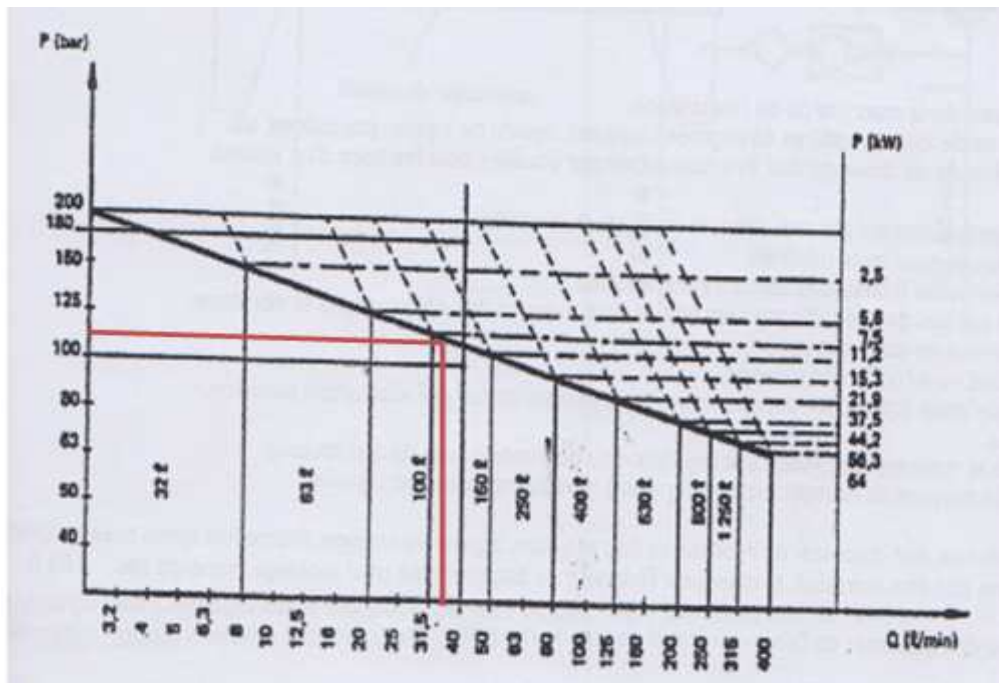
- Contenir en plus, tout le fluide pouvant retourner au réservoir pendant l'arrêt.
- Permettre à l'air et aux impuretés de se séparer du fluide.
- Permettre d'assurer un échange thermique naturel.

La capacité du réservoir est généralement 3 fois le débit de la pompe (huile minéral)

Donc **Capacité réservoir = Q × 3 (15)**

Capacité réservoir = 111 l

Comme nous pouvons trouver le même résultat en utilisant le diagramme (Figure II.9)



XV.1.1

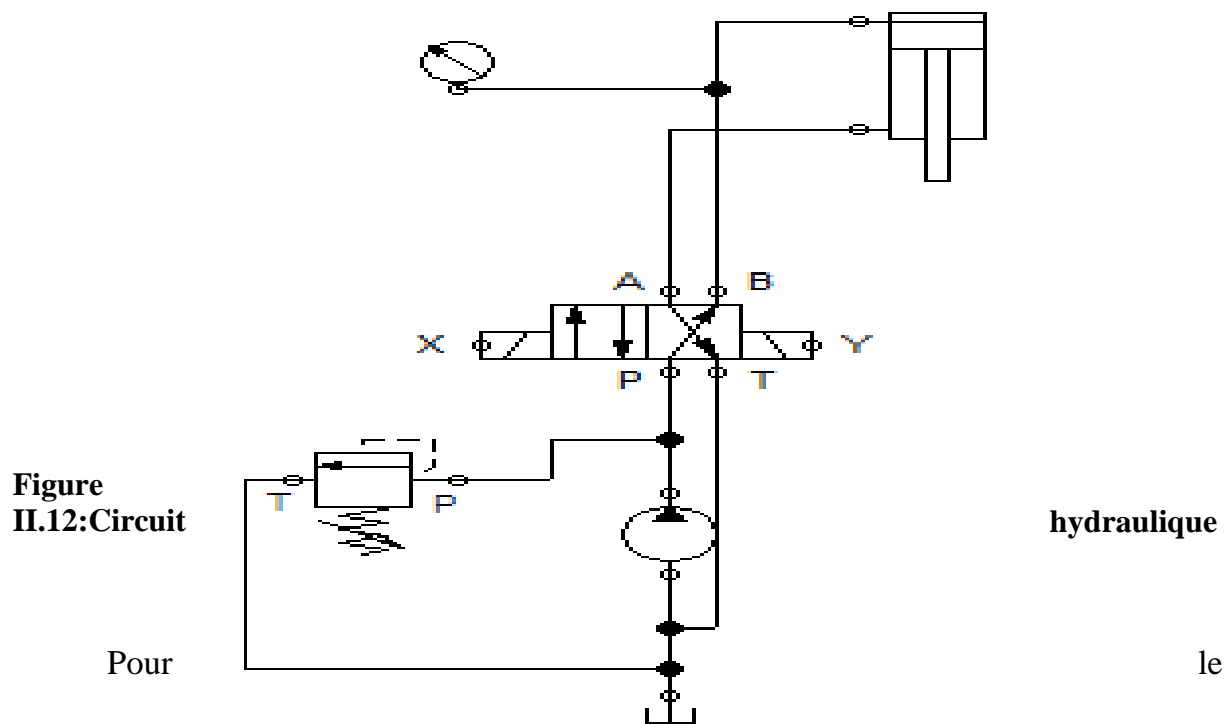
XV.1.2

—
Réalisation de circuit hydraulique sous automation studio

La réalisation s'effectue sous le logiciel Automation studio .Ce circuit (Figure II.10) est composé de :

- Trois vérins hydrauliques : un de compactage, l'autre de l'ouverture et fermeture de la porte et le dernier d'éjection de la balle.

- Deux distributeurs 4/3 NF à double commande électrique.
- Deux limiteurs de pression.
- Valve de séquence à clapet.
- Trois manomètres.
- Pompe hydraulique.
- Un réservoir



Pour le fonctionnement de ce circuit, La pompe aspire de fluide pour faire fonctionner le distributeur 4/3 afin de commander le vérin de compactage, le limiteur de pression est

réglé à 120bar. Lorsque l'opération de compactage est terminée, le distributeur doit commander le vérin pour le faire descendre.

La commande électrique de circuit hydraulique se présente par la figure suivante :

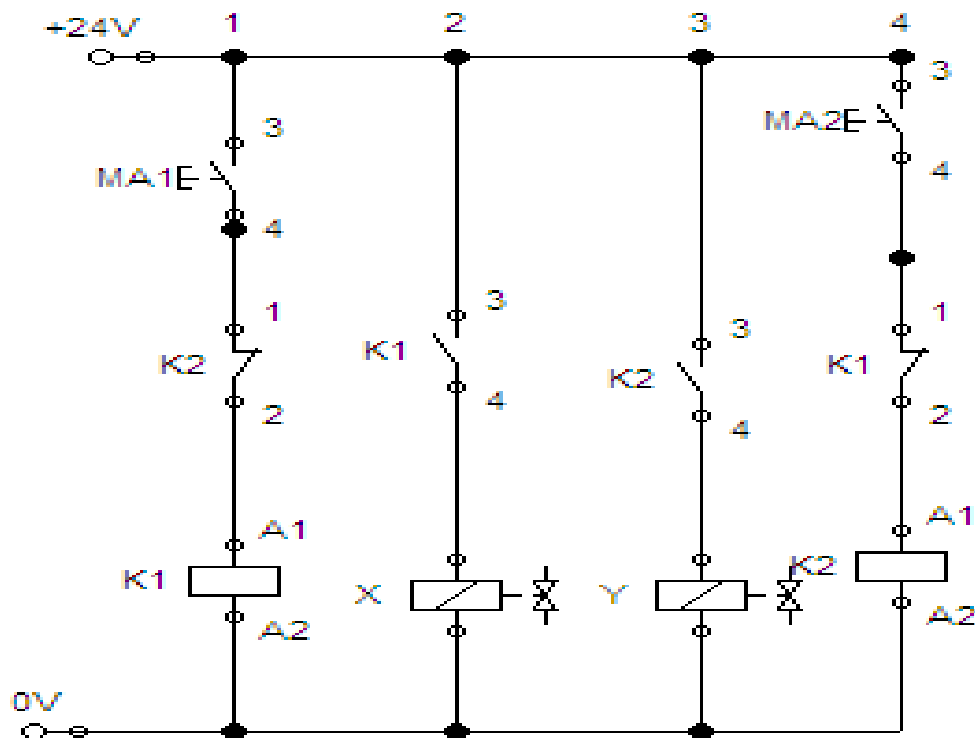


Figure II.13 : Commande électrique de circuit hydraulique

XVI.

XVII. III. Conclusion

En se basant sur la force demandée lors de la fonction de compactage, et en respectant la pression disponible par l'alimentation, on arrive à estimer le diamètre du piston du vérin pneumatique, et de proposer un circuit pneumatique qui assure ce fonctionnement en prenant en considération la sécurité exigée. Nous avons fait également le choix du vérin hydraulique, le moteur d'entraînement, le fluide utilisé, la

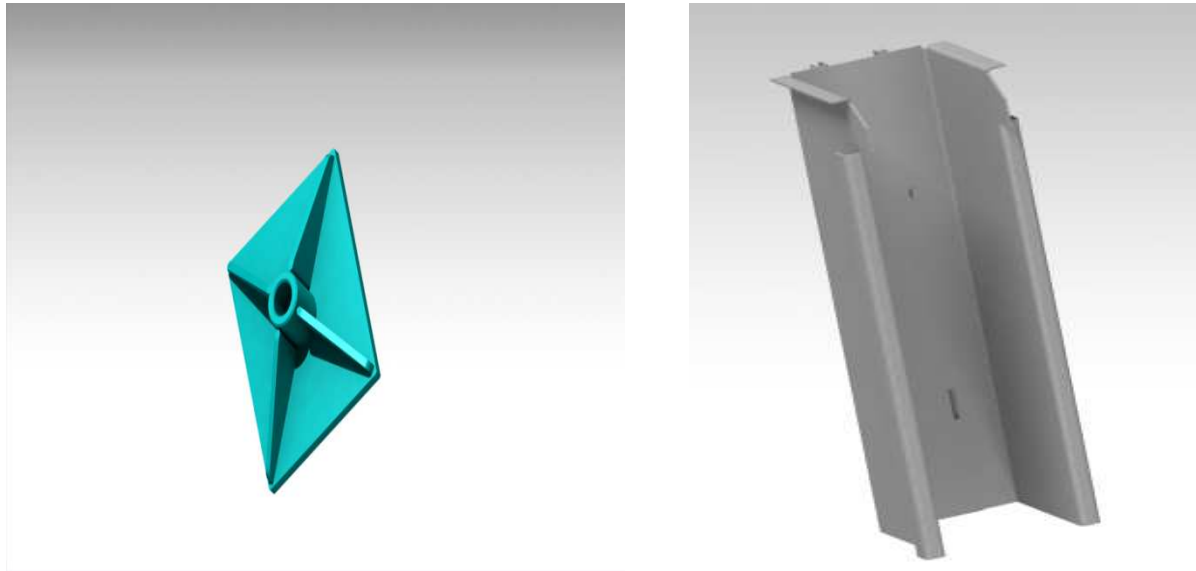
tuyauterie la plus adaptée, la capacité de réservoir et le circuit hydraulique proposé pour la commande.

Partie 3

*Vérification à l'aide du logiciel ANSYS
par la méthode des éléments finis sur les
éléments du compacteur : le plateau
compacteur et les parois du carter*

I. I. Introduction

Dans cette partie nous allons faire une vérification sous ANSYS ,afin de détecter les modifications nécessaires pour garantir le bon fonctionnement de ce compacteur , analyser et voir la concentration des contraintes sur des parties les plus sollicitées (figure III.1) de ce compacteur.ces parties qui sont en relation directe soit avec la charge : c'est le cas de la matrice de compactage, soit avec la dilatation des cartons au cours de l'opération de compactage.



II. Figure III.1 : les parties les plus sollicités

La méthode des éléments finis est basée sur une idée simple : subdiviser ou discrétiser une forme complexe en un grand nombre de sous -domaines élémentaires de forme géométrique simple (éléments finis) interconnectés en des points appelés nœuds.

III.

IV. II. Technique de calcul

ANSYS, outil de calcul par éléments finis en conception mécanique. Nous allons faire cette analyse pour deux parties : la patte de compactage et le carter de compacteur avant et après l'ajout des renforts.

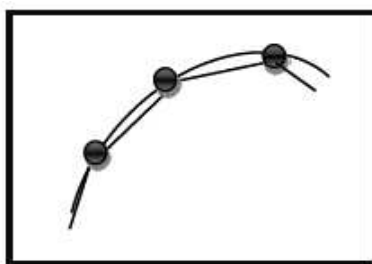
IV.1 II.1. Le maillage

Un maillage est la discrétisation spatiale d'un milieu continu, ou aussi, une modélisation géométrique d'un domaine par des éléments proportionnés finis et bien définis. L'objet d'un maillage est de procéder à une simplification d'un système par un modèle représentant ce système et, éventuellement, son environnement (le milieu), dans l'optique de simulations de calculs ou de représentations graphiques.

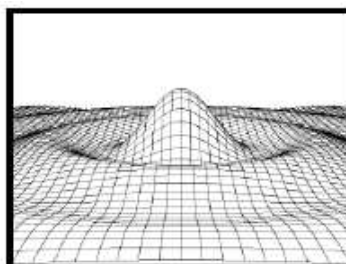
Le choix de la finesse du maillage est une question essentielle dans les simulations par éléments finis : plus le maillage est fin, moins il contribue aux écarts entre simulation et réalité.

IV.2 II.2. Les types de maillage

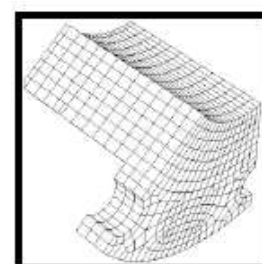
Il existe de nombreux types de maillage (figure 2.4), ils sont classés en trois familles distinctes : les éléments topologie 1D (linéiques), les éléments topologie 2D (surfaiques) et les éléments topologie 3D (volumiques).



a. Élément linéique



b. Éléments surfaiques



c. Éléments volumiques

Figure III.2: Types de maillage

V.

VI. II.3.Les données du logiciel

La saisie des données est une étape importante dans le calcul, en effet, il faut entrer toutes les conditions nécessaires comme le matériau, les charges appliquées, les conditions aux limites, et les solutions voulues, pour atteindre des résultats réels.

VI.1 II.3.a. Choix de maillage

Les possibilités avancées de maillage disponibles permettent d'imposer et de raffiner le maillage de chaque élément de la structure, ainsi, d'obtenir une analyse précise et détaillée de notre modèle selon nos besoins. Le maillage mixte est le plus adéquat qui représente le mélange entre les maillages quadrangulaires et triangulaires dans le but d'avoir des résultats plus précis et proche de la réalité.

Dans notre cas, on a opté pour un maillage de dominance hexaédrique (Figure III.3).

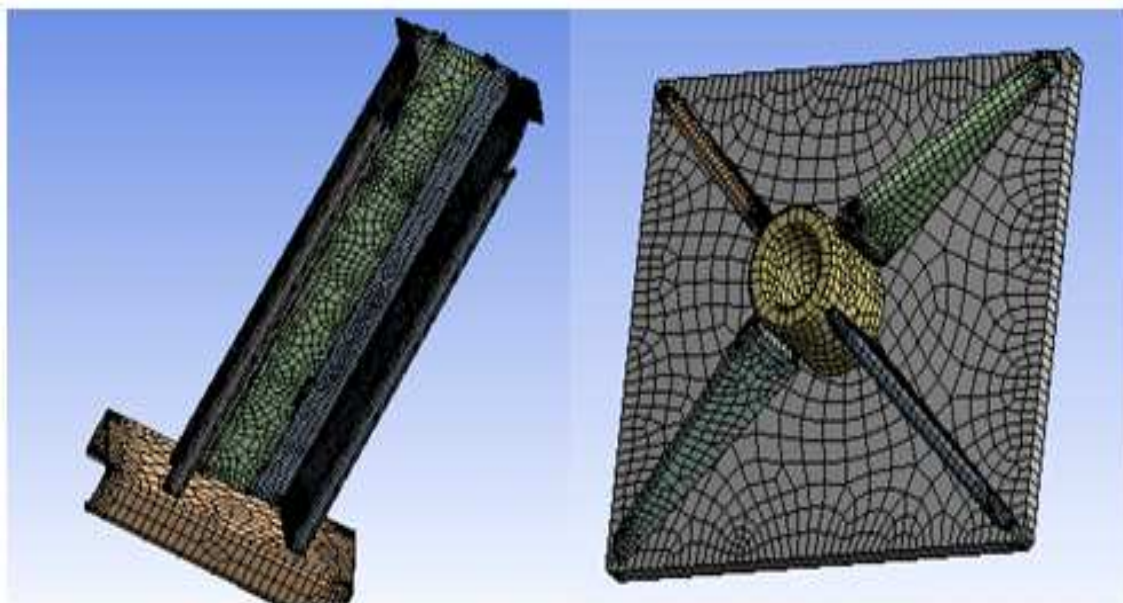


Figure III.3.a: maillage de carter compacteur **Figure III.3.b : maillage de plateau**
Figure III.3 : Les parties sollicitées maillées

VI.2

VI.3 II.3.b.Matériau

Le matériau du compacteur est l'acier standard qui a pour caractéristiques présentées dans le tableau III.1 :

Force	Nua (Mpa)	Rr((Mpa)	Re (Mpa)	E (Gpa)	Coef ficient de poisson	D ensité	allon gement
S 235(E24)	340	5	23 90	1	0.3	.80	>17%

Tableau III.1: caractéristiques d'acier

VI.4 II.3.c. Chargement

Nous allons considérer que les charges possibles sont de deux types ,la première est la force exercée par le fonctionnement de verin pneumatique appliquée directement sur la matrice de compactage qui a comme structure plaque carré, l'autre est appliqué sur la partie inférieure de carter compacteur, à cause de la dilatation des cartons compactés.

Partie considérée	Valeur de la charge en N	Applicateur charge
La matrice de compactage	15000N	Verin pneumatique
La partie inférieure de carter compacteur	15000N	Dilatation de carton

Tableau III.2 : Les forces appliquées

VI.5 II.3.d. Les conditions aux limites

Nous rappelons que pour appliquer les conditions aux limites à un système étudié, celui-ci doit être isolé. En effet, il existe en général des fixations qui modélisent des encastremements, des appuis, des glissières, des rotules..., et décrivent les liaisons que le système peut avoir avec les éléments de son milieu d'environnement.

Dans notre étude, nous avons supposé que les comparantes à vérifier (les contraintes) ont comme conditions aux limites la surface de patte compacteur, et la surface de la semelle de carter compacteur.

VII. III. Résultat et interprétations

Nous commençons par l'étude de la patte de compactage, car elle à une liaison directe avec la force de vérin, nous observons une très forte concentration de contraintes à l'intersection entre la surface libre de la matrice et la bague (figure III.4).

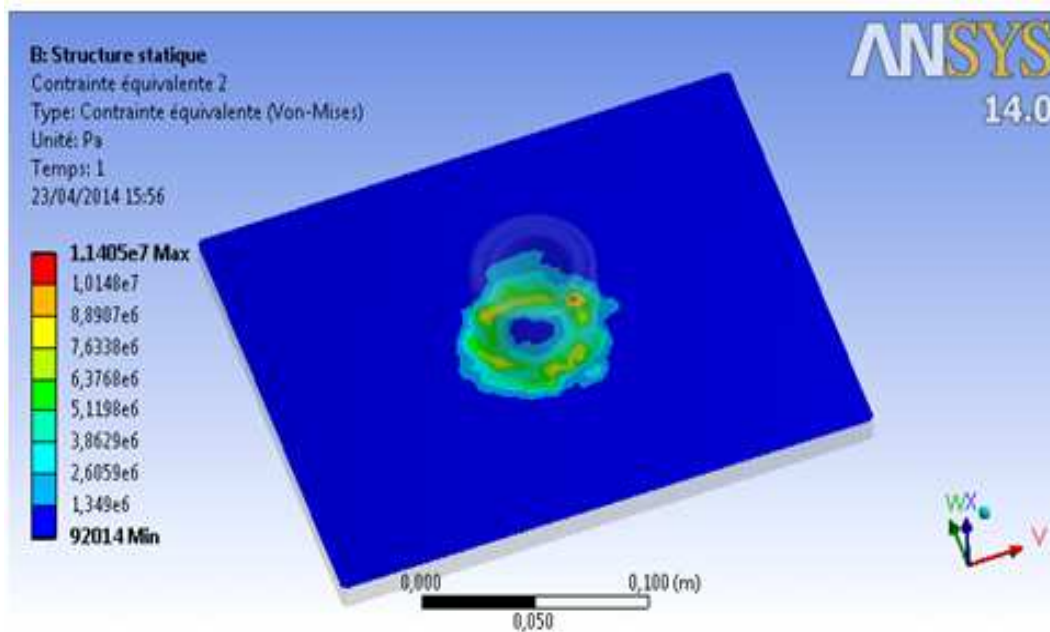


Figure III.4 : Résultat des contraintes de plateau de compactage

La contrainte maximale est de 11.41MPa, la minimisation de cette contrainte consiste en l'ajout de renforts à nervures.

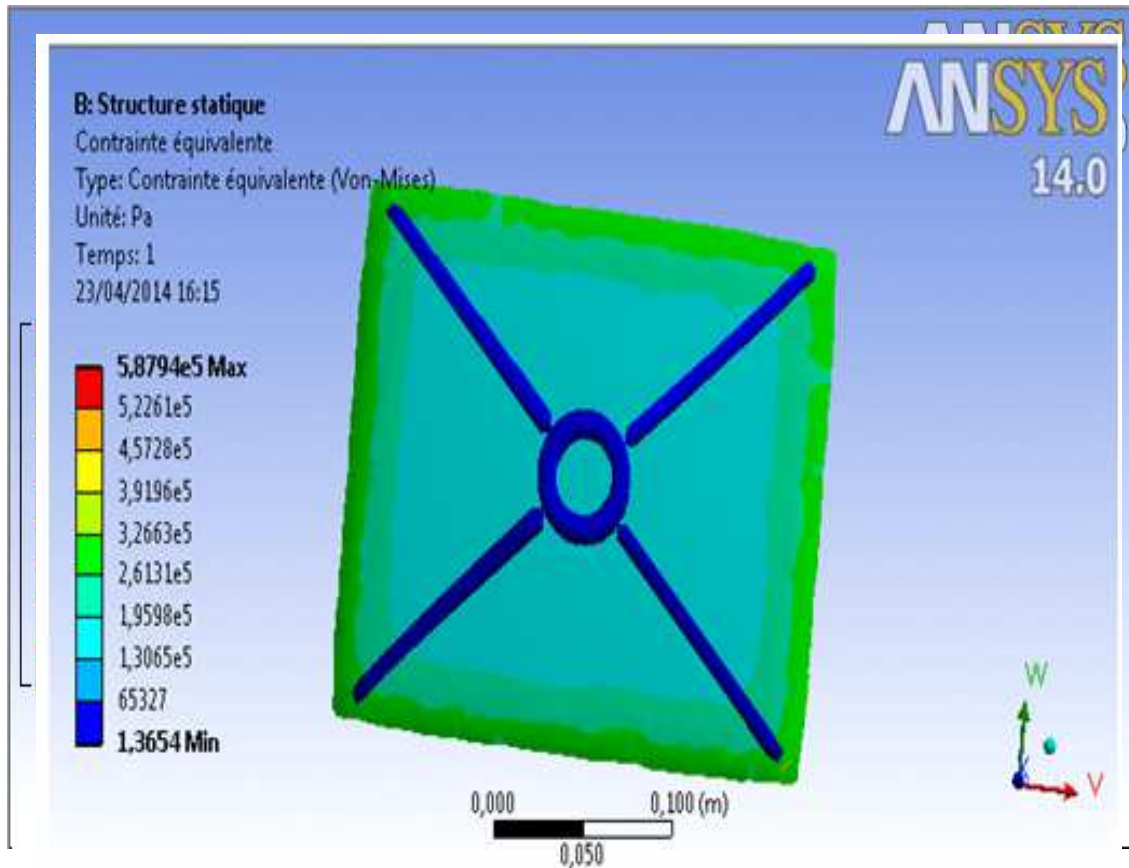
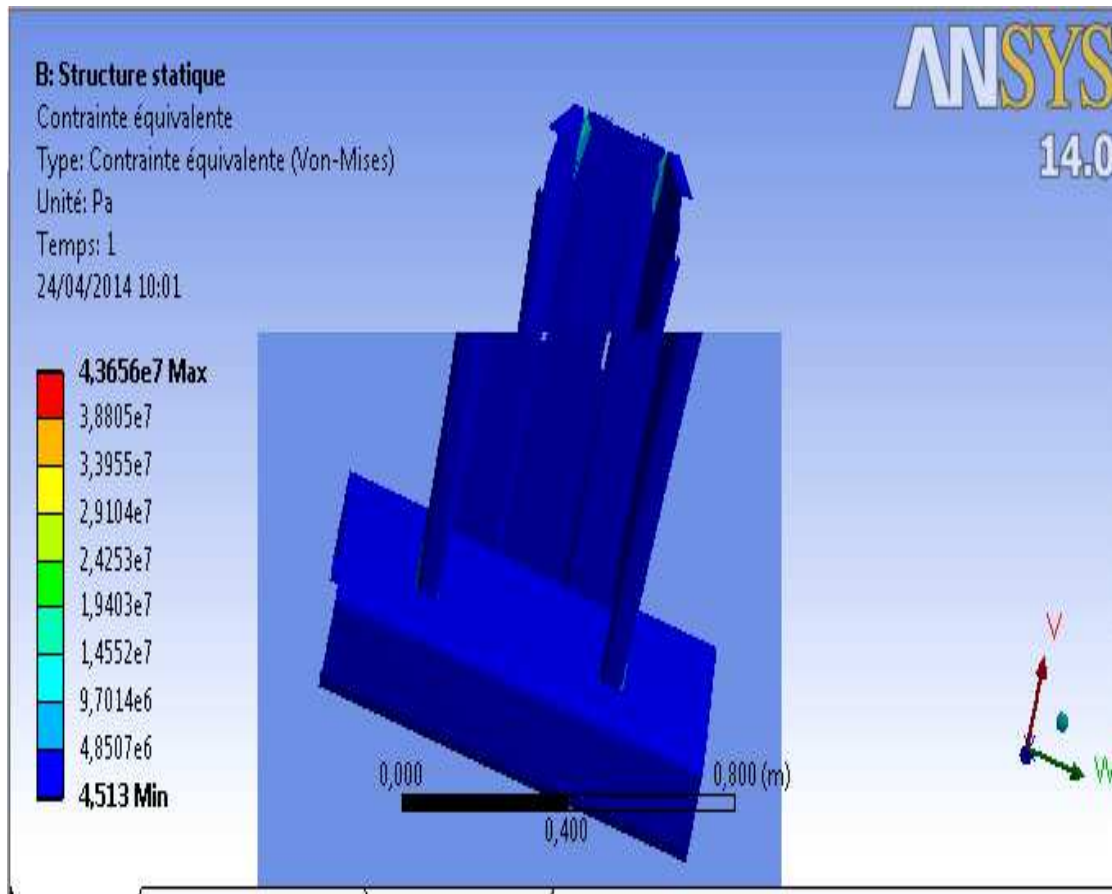


Figure III.5 : Résultat des contraintes de plateau de compactage modifié

La première remarque c'est que la modification géométrique entraîne une répartition des contraintes (figure III.5) sur la patte, la contrainte maximale devient 0.58Mpa au lieu de 11.41MPa.

La simulation a donné la configuration de la figure III.6

Figure III.6 : Résultat des contraintes de carter compacteur



Puisque la conception de ce carter se fait de telle manière à laisser les chemins de passage de fil pour l'opération de ligaturage des balles compactés. C'est normal d'avoir des contraintes maximales au niveau de ces ouvertures (figure III.6) qui arrivent à une valeur maximale de 122.53 MPa. Pour plus d'amélioration, nous avons ajoutées des renforts.

Figure III.7 : Résultat des contraintes de carter compacteur ave les renforts

La figure III.7 montre que L'ajout des renforts diminue la contrainte maximale de 122.53MPa à 43.65MPa.

VIII. IV. Conclusion

Cet analyse nous a aidé à voir la répartition et la concentration des contraintes, en faisant des modifications géométriques afin d'avoir un modèle résistant aux efforts appliqués.

IX.

Partie 4

*Etude technico-économique et
réalisation :*

X. I.Introduction

Dans l'étude des projets il est nécessaire d'élaborer une partie qui concerne la gestion du projet et son étude économique pour déterminer les coûts et par conséquent le degré de sa rentabilité.

Afin d'avoir une idée sur le coût de la réalisation de ce compacteur soit à commande pneumatique ou hydraulique, nous avons estimé le coût des différentes composantes et les frais d'étude et fabrication. Ainsi qu'une étude technique pour les deux commande afin de choisir la plus adéquate et faisable pour l'entreprise.

XI. II. Étude économique

XII. II.1. Compacteur à commande pneumatique

XII.1 II.1.a. Le coût des éléments standards

Pour voir les prix des différentes composantes de circuit de commande, nous avons consulté le fournisseur « Afrique Roulements », et comme réponse ci-joint les informations de l'offre des prix présentées dans le tableau suivant :

Référence	Désignation	Qté	PU.net H.T.	Prix total
VER28MINI160- C600	TECHNITECH-vérin carré double effet course 500 non magnétique	1	2800	2800
PNEUMATIQUE	Limiteur de débit ajustable avec clapet marque METAL WORK	2	0583	1116
RACC2_R22_10	RACCORD EGAL EN T DIA10, EPE_10 TECHNITECH	10	10	100
RACC2_R22_4	RACCORD EGAL EN T DIA_4, EPE_4 TECHNITECH	20	7	140

Référence	Désignation	Qté	PU.net .HT	prix Total
RACC2_R1_4*1/8	RACCORD DROIT 4_1/8 EPC_4*1/8T TECHNITECH	10	9	90
RACC2_R31_4*1/8	RACCORD COUDE RAPIDE4*1/8	10	11	110

	EPL_4*1/8T TECHNITECH			
RACC2_R1_10*1/2	RACCORD DROIT 10*1/2 EPC_10*1/2	10	26	260
RACC2_R31_10*1/2	RACCORD COUDE RAPIDE 10*1/2 EPL_10*1/2	10	28	280
RACC2_SIL 2_1/8	RACCORD SILENCIEU MINI TAILLE DIAM 1/8 V_6	6	12	72
RACC2_SIL 2_1/2	RACCORD SILENCIEU MINI TAILLE DIAM 1/2 V_15	6	25	150
TELAON2_2*4 BLEU	Tuyau técalon bleu air comprimé 2*4 TECHNITECH	25	4	100
TELAON2_8*10 BLEU	Tuyau técalon bleu air comprimé 8*10 ZEC	25	9.2	230
H_DISTRIBUTEUR _DIV	Distributeur métalwork 3/2 mono à commande pneumatique	1	1200	1200
DIST_PNV 45 PN B00	Métalwork distributeur pneumatique 5/2 bistable	1	1152	1152
DIST_MAV 23_BRE_NC	Distributeur métalwork à poussoir 3/2 monostable DIAM 30MM	2	504	1008
DDIST_MEV23BRSNC	METALWORK_ distributeur à levier à galet bidirectionnel 3/2 mono	2	235	470

Tableau IV.1: Offre des prix d'afric roulement

Total H.T	9278 DH
Total TVA	2051.88 DH
Total TTC	11329.88 DH

Tableau IV.2: Coût total

XII.1.1 II.1.b. Le coût de la matière première

On a utilisé deux tôles qui ont comme coût de **600 DH**

Pour le soudage l'opérateur a utilisé des électrodes de soudage coûtent **4500DH**

Donc un coût de **600+4500=5100DH**

XII.1.2 II.1.c. Le coût de la main d'œuvre et machine de l'atelier

	Nombre d'heures	Prix DH/h	Prix total
Opérateur	80 h	45	3600DH

Machines utilisées	40h	0.6/KW	170DH
		XII.1.3 Total	XII.1.4 3770

XII.1.5 II.1.d. Le coût total de projet

XII.1.6

$$3770+5100+11329.88=20199.88DH$$

XIII. II.2.compacteur hydraulique

XIII.1 II.2.a. Le coût des éléments standards

Pour voir les prix des différentes composantes de circuit de commande, nous avons consulté le fournisseur « **Afrique Roulements** », et comme réponse ci-joint les informations de l'offre des prix présentées dans le tableau suivant :

Elément	Nombre d'unité	Le coût de l'unité(DH)	Coût total (DH)
Centrale hydraulique	1	23000	23000
Vérin hydraulique double effet de course 500mm	1	1700	1700
Distributeur 4/3 NF double commande électrique	1		2520
Limiteur de pression	1	3200	3200
Débitmètres	1	200	200
Tuyauterie	6 mètres	75	450
Câbles éclectique	50m	1	50
Le coût total HT =31120		le coût total TTC=37344	

Tableau IV.3:prix des éléments hydrauliques

XIII.1.1 II.2.b.Le coût de la matière première, la main d'œuvre et machines utilisées

Nous avons pris les mêmes coûts utilisés pour le vérin pneumatique, estimé à **5100+3770=8870DH**

En ajoutant le coût de câblage électrique est **1555DH**. Nous trouvons un cout total de :

$$\text{Coût total}=5100+3770+37344+1555=47769DH$$

XIV. III. avantages

XV. III.1. Les vérins pneumatiques

Avantages :

- Facilité pour transmettre la puissance sur de longues distances.
- Simplicité des constructions.
- Force mécanique importante.
- Bonne rigidité (résistance à la flexion et au flambage), fortement internes moindres.

Inconvénients:

- Peu précis.
- Difficile de contrôler automatiquement des vérins.
- Les tuyaux peuvent sauter sous une très grande pression.

XV.1 III.2. Les vérins hydrauliques

Avantages :

- Très grandes puissances possibles.
- Facilité d'utilisation.
- Protection contre les surcharges.
- Sécurité d'exploitation.
- Vitesse et forces réglables en contenu.
- Précision de positionnement.
- Autolubrification.

Inconvénients :

- Installation coûteuse.
- Lignes de retour nécessaires
- Perte d'énergie résultant de l'échauffement de l'huile hydraulique.
- Fuites.
- Risque d'incendie.
- Sensibilité à la saleté.

XVI. IV. Réalisation

XVI.1 IV.1.Choix du type de compacteur

Cette étude technico-économique consiste à faire une illustration sur le coût total de réalisation de ce projet. Après avoir fait des estimations des prix et les frais d'étude et de fabrication, nous avons remarqué que le compacteur hydraulique est plus coûteux que le pneumatique. De plus nous n'avons plus besoin de tenir compte des conditions concernant l'effort et la précision. Le choix s'est porté alors sur le compacteur pneumatique

XVI.2 IV.2.Réalisation de compacteur pneumatique

La fabrication de compacteur se fait au sein de l'atelier mécanique de l'usine, en utilisant les outils de l'usinage et de fabrication disponible dans l'atelier, ce document présente les différentes étapes suivies pour réussir cette fabrication.

Ce compacteur est constitué par les composantes suivantes :

- une porte inférieure
- une porte supérieure
- un carter de compacteur
- un support d'un verin pneumatique
- une semelle
- support porte balle

On se base durant la fabrication sur des tôles d'acier dont la caractéristique suivante

longueur : 2m

Largeur : 1m

Épaisseurs différentes

La réalisation se fait au sein de l'atelier mécanique par les propres moyens de l'entreprise

XVI.3 IV.3.Etape de réalisation du compacteur pneumatique

La réalisation de ce compacteur se fait sur plusieurs étapes (voir annexe7), nous pouvons les résumés en six parties:

- la réalisation de la porte inférieure et supérieure, présentés par la figure IV.1

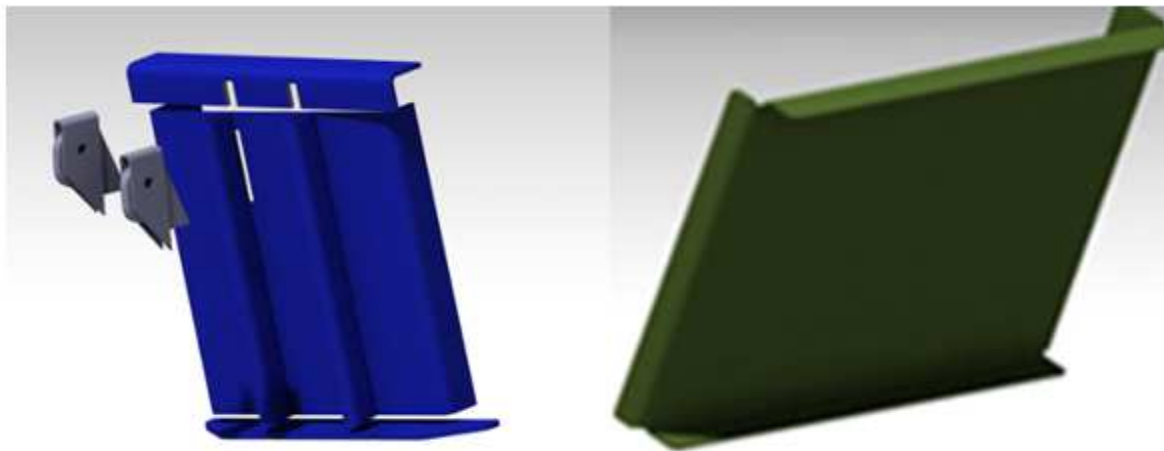
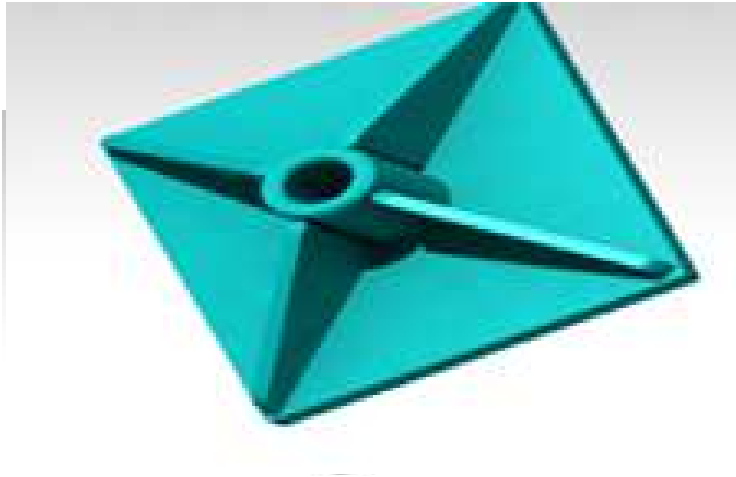


Figure IV.1.a: La porte inférieure

Figure IV.1.b: La porte supérieure

Figure IV.1 : Réalisation les portes du compacteur

- la

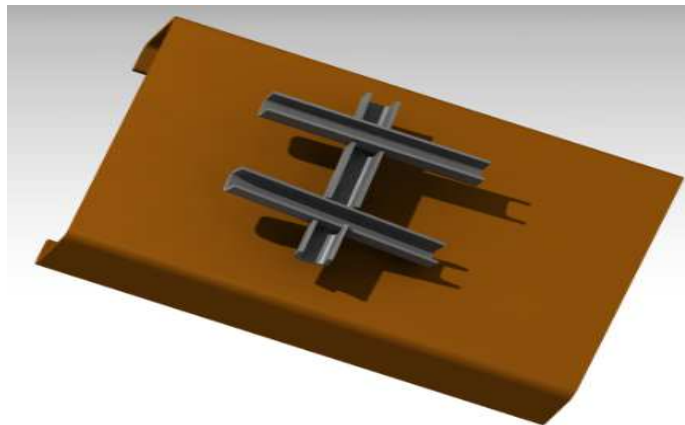


réalisation du
carter, présenté
par la figure IV.2

Figure IV.2 : Carter compacteur

- la réalisation de la semelle et porte balle, présenté par la figure IV.3

semelle
porte balle



**Figure IV.3 :
compacteur et**

- la
plateau compacteur, présenté par la figure IV.4

réalisation de

Figure IV.4 : Le plateau compacteur

A la fin de la réalisation, nous obtenons la structure de compacteur donné par la figure suivante :

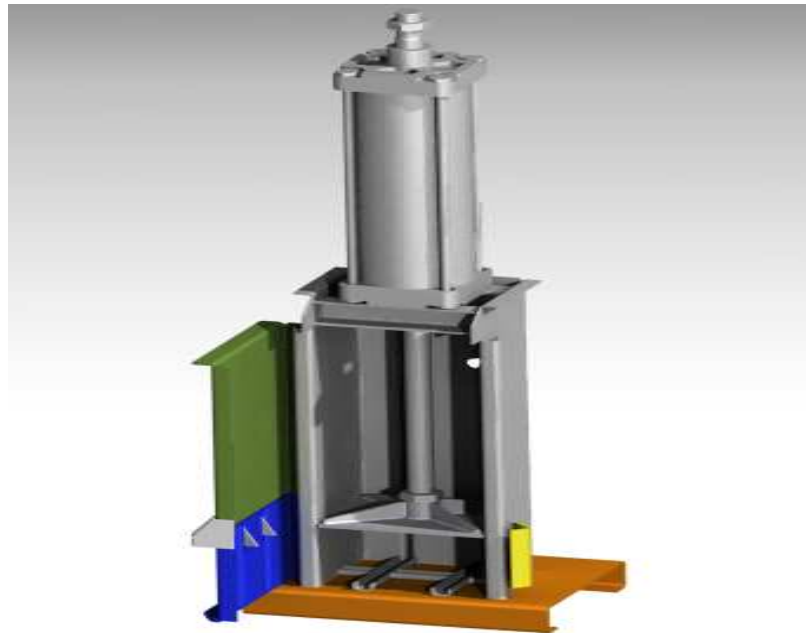


Figure IV.5 : La structure compacteur

V. Conclusion

Après avoir fait une estimation des coûts pour les deux types de compacteur .Nous avons choisi de réaliser le compacteur pneumatique au sein de l'atelier mécanique par les propres moyens de l'entreprise.

Conclusion générale

Au terme de ce travail visant l'étude et la réalisation d'un compacteur à déchet, les objectifs fixés dans le cahier des charges ont été atteints.

En effet, nous avons mené une visite des lieux pour connaître les points de collecte des déchets, surtout, l'atelier expédition et magasin. Ces contraintes nous ont aidées à concevoir et dimensionner un compacteur à déchet. Cette étude, d'une part, nous a permis de proposer un plan de définition, et le choix de matériau (acier ordinaire) , et d'autre part ,nous avons dimensionné les deux types de la commande à savoir :un vérin pneumatiques, et un vérin hydraulique, nous avons effectué un choix des composants, non seulement pour la commande pneumatique ,mais aussi pour la commande hydraulique .Ensuite nous avons fait une vérification par le logiciel ANSYS en utilisant la méthode des éléments finis sur les pièces les plus sollicitées, notamment le plateau compacteur et les parois du carter. Suite à cette vérification, nous avons effectué des modifications en ajoutant des nervures et des renforts sur les zones sollicitées.

A la lumière de ces modifications, la réalisation de ce compacteur à déchet a été lancée au sein de l'atelier mécanique, en détaillant les étapes de fabrications.

Le coût de la réalisation d'un compacteur à déchet diffère d'une commande à l'autre, c'est pour cela nous avons fait une étude économique pour savoir les coûts de la réalisation, en tenant compte des avantages et des inconvénients de chaque commande. Cette étude nous a montré qu'un compacteur à commande pneumatique est la solution la plus optimale pour l'entreprise.