

REPUBLIQUE DU CAMEROUN

Paix - Travail - Patrie

UNIVERSITE DE YAOUNDE I
ECOLE NORMALE SUPERIEUR
D'ENSEIGNEMENT TECHNIQUE
D'EBOLOWA
DEPARTEMENT DE DE GENIE
MECANIQUE



REPUBLIC OF CAMEROUN

Peace - Work - Fatherland

UNIVERSITY OF YAOUNDE I
HIGHER TECHNICAL TEACHER
TRAINING COLLEGE OF
EBOLOWA
DEPARTMENT OF OF
MECHANICAL
ENGINEERING

**Filière
Mécanique Automobile**

**CONCEPTION ET REALISATION D'UN COMPRESSEUR
HYDRAULIQUE POUR RESSORT HELICOÏDAL
D'AMORTISSEUR AUTOMOBILE**

Mémoire de fin d'étude
En vue de l'obtention du Diplôme de Professeur d'Enseignement
Technique et
Professionnel de 2e grade (DIPET II)

Par : **VOURYABE Barthelemy**

Sous la direction de
M. TIMBA SADRACK Jean Pierre
Chargé de cours
M. GAGA DADI Bernard
Enseignant à l'ENSET d'EBOLOWA

Année Académique : 2019 - 2020



Dédicace

A mon

Grand frère GANOTA Boniface

REMERCIEMENTS

Nous ne saurions commencer la rédaction de ce projet sans toutes fois exprimer nos sincères gratitudee tout d'abord à l'Eternel Dieu Tout Puissant pour la santé, la force, l'esprit de persévérance et tous les moyens dont il m'a fait grâce durant la période et aussi à tous ceux, sans qui le présent projet n'aurait pu être réalisé. Il s'agit notamment de :

- Madame le Directeur de l'ENSET d'EBOLOWA Pr. NDJAKOMO ESSIANE Salomé et tous les enseignants pour l'encadrement et les enseignements que j'ai reçus tout au long de ma formation, toutes choses qui ont contribué à développer mes aptitudes intellectuelles hautement sollicitées ces derniers mois ;

- Pr KANA'A Thomas : Le Chef du département de Génie Mécanique « Pour ses précieux conseils, sa rigueur et son expérience »

- Dr. TIMBA Sadrack
- À nos encadreurs académiques :
- Dr. TAWÉ Laynde, CM
- M. GAGA DADI Bernard, MA

Parce qu'ils ont consenti volontiers malgré leurs nombreuses occupations, à nous consacrer du temps nécessaires et suffisant pour un encadrement rigoureux et méthodique.

- Ma famille pour leur soutien indéfectible, leur amour et leurs conseils sans lesquels ce travail aurait certainement été plus éprouvant ;

- Nos amis (es), pour leur soutien et encouragement ;
- Toutes les personnes qui de près ou de loin ont accordé une attention particulière à la réalisation de notre travail.

RESUME

Afin d'améliorer la maintenance et de faciliter le travail des maintenanciers pour la dépose des ressorts à boudin de la suspension des véhicules automobile, nous avons dans le cadre de notre projet de fin d'étude à l'ENSET, conçu et réalisé un compresseur hydraulique pour ressort hélicoïdal d'amortisseur permettant de comprimer et décompresser le ressort hélicoïdal et qui se trouve être très efficace, fortement productive, rentable, qui pourra être fabriquée localement et utilisée par les maintenanciers du monde entier et du Cameroun en particulier. Au cours de notre projet nous avons pu remplacer l'usage de la vis de réglage ou il fallait exercer une force de **4278 N** pour vaincre la raideur de ressort $k = 15,92\text{N/mm}$ par un utilisateur, par contre notre compresseur hydraulique peut exercer une force de plus de **4613,87N** sans fournir autant d'efforts sur le levier du vérin hydraulique. Ce qui nous a amenés à estimer que : **4278 N < 4613,87N** alors le vérin hydraulique peut vaincre la raideur du ressort. D'après ce qui précède, nous avons donc choisi un vérin hydraulique (cric hydraulique) possédant l'intensité **P** du poids \vec{P} pouvant soulever une charge **P= 4613,87N**. Au terme de cette étude, nous avons fabriqué un prototype dont le rendement est d'au moins 90%.

Mots clés : Vérin hydraulique, compresseur hydraulique et ressort hélicoïdal.

Abstract

In order to improve maintenance and facilitate the work of maintenance personnel for the removal of coil springs from the suspension of motor vehicles, we have, as part of our end of study project at ENSET, designed and carried out a hydraulic presser for helical shock absorber spring allowing to compress and decompress the helical spring and which is found to be very efficient, highly productive, profitable, which can be manufactured locally and used by maintainers around the world and in Cameroon in particular. During our project we were able to replace the use of the adjusting screw where it was necessary to exert a force of 4278 N to overcome the spring stiffness by a user, on the other hand our hydraulic compressor can exert a force of more than without providing as much effort on the lever of the hydraulic cylinder. Which led us to estimate that: 4278 N then the hydraulic cylinder can overcome the stiffness of the spring. From the above, we have chosen a hydraulic cylinder (hydraulic jack) having the intensity P of the weight that can lift a load $P =$. At the end of this study, we built a prototype whose efficiency is at least 90%.

Keywords: Hydraulic cylinder, hydraulic compressor and helical spring.

TABLE DES MATIERES

<i>Dédicace</i>	<i>I</i>
<i>Remerciements</i>	<i>II</i>
<i>Resume</i>	<i>III</i>
<i>Abstract</i>	<i>IV</i>
<i>Table des matieres</i>	<i>V</i>
<i>Listes des figures</i>	<i>VIII</i>
<i>Liste des tableaux</i>	<i>X</i>
<i>Avant propos</i>	<i>XI</i>
<i>Cahier de charge</i>	<i>XIII</i>
INTRODUCTION	1
I.1. GENERALITES SUR LES RESSORTS HELICOIDAUX	3
I.1.1. HISTORIQUE	3
I.1.2. Notion de fabrication	6
I.1.3. Caractéristiques techniques	6
I.1.6. Matériaux adaptés à la fabrication de ressort	8
I.1.7. Mise en situation et objectif	9
I.1.8. Description structurelle d'une suspension à ressort hélicoïdal	10
I.2. COMPRESSEUR HYDRAULIQUE	11
I.2.1. Principe physique de l'hydraulique (Loi de pascal)	12
I.2.2. Les composants d'un compresseur hydraulique	12
I.2.3. Présentation d'un compresseur hydraulique (cri hydraulique)	14
II.1.1. Description et fonction	17
II.1.2. Limites du compresseur de ressort à deux tiges filetées	17
II.2. COMPRESSEUR DE RESSORT A DEUX TIGES DE COMPRESSION.	18
II.2.1. Description et fonctionnement	18
II.2.2. Limites du compresseur à deux tiges de compression	19

II.3. APPAREIL D'EXTRACTION DES RESSORTS D'AMORTISSEURS AUTOMOBILES DE MONSIEUR EVINA JACOB BLAISE EDGARD ET NGUEMBOU DIDIER (ANNEE 2013, PROJET TUTOIRE DSEP A INSTITUT SIANTOUT SUPERIEUR)	19
II.3.1. Description et fonctionnement	19
II.3.2. Limites d'extracteur de ressort hélicoïdal	20
II.4. COMPRESSEUR DE RESSORT TELESCOPIQUE UNIVERSEL.	20
II.5. LE COMPRESSEURS HYDRAULIQUE	22
II.5.1. Description et fonctionnement	22
III.1. ANALYSE FONCTIONNELLE	26
III.1.1 Analyse de l'expression du besoin	26
III.1.1.1. Formulation du besoin.	27
III.1.2. Analyse de l'expression du produit	27
III-1-2-1- diagramme pieuvre	27
III.1.4. Présentation de la nouvelle solution	30
III.1.4.1. Description et fonctionnement	31
IV.1. MATERIEL	34
IV.1.1. Définition :	34
IV.2. METHODE	37
IV.3. Etude expérimentale	37
IV.3.1. Caractéristiques :	38
IV.4. Etude dimensionnelle	40
IV.4.1. Dimensionnement de la coupelle	40
IV.4.2. Dimensionnement des coupelles :	46
IV.4.2.1. Condition de résistance :	46
IV.5. Dimensionnement du socle (support)	47
IV.6. Désignation normalise de la cornière	49
IV.8. Dimensionnement de la jambe (tube carre)	50

IV.9.1. Calcul du diamètre de la vis:	52
V.1. Gammes d'usinage	62
V.1.2. Rédaction de la feuille	62
V.2. Gammes d'usinage des éléments du compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal	62
V.3. Estimation du cout du prototype	64
V.3.1. Estimation du cout de la matière d'œuvre	64
V.3.2. Estimation du cout de fabrication	64
V.3.4. Autre dépense	65
V.3.5. Estimation du cout de revient du prototype	65
CONCLUSION GENERALE	66
BIBLIOGRAPHIE	i
ANNEXES	ii

LISTES DES FIGURES

<i>Figure 1: un ressort de traction [1].....</i>	<i>4</i>
<i>Figure 2:un ressort de compression [1]</i>	<i>5</i>
<i>Figure 3:schema d'un ressort helicoïdal [1].....</i>	<i>5</i>
<i>Figure 4:caracteristique technique [1].....</i>	<i>6</i>
<i>Figure 5:les extremités et les spires morts [4].....</i>	<i>7</i>
<i>Figure 6:flambage du ressort. [4].....</i>	<i>8</i>
<i>Figure 7:localisation du ressort helicoïdal sur une voiture [1]</i>	<i>9</i>
<i>Figure 8:schema d'une suspension avant a ressort helicoïdal [5].....</i>	<i>10</i>
<i>Figure 9:schema eclate ressort + amortisseur [5]</i>	<i>11</i>
<i>Figure 10:: principe de pascal [7].....</i>	<i>12</i>
<i>Figure 11:cric hydraulique [9].....</i>	<i>14</i>
<i>Figure 12:compresseur de ressort a deux tiges filetees [10].....</i>	<i>17</i>
<i>Figure 13 : compresseur de ressort a deux tiges de compression [10]</i>	<i>18</i>
<i>Figure 14:vue d'ensemble eclatee du compresseur a deux tiges de compression [10]</i>	<i>18</i>
<i>Figure 15:cas pratique d'un compresseur a deux tiges de compression.....</i>	<i>19</i>
<i>Figure 16:schema architectural[10].....</i>	<i>20</i>
<i>Figure 17:schema graphique d'extracteur de ressort d'amortisseur automobile [10]</i>	<i>20</i>
<i>Figure 18:compresseur de ressort telescopique universel [11].....</i>	<i>21</i>
<i>Figure 19:compresseur de ressort telescopique range dans sa mallette [11].....</i>	<i>22</i>
<i>Figure 20: compresseur hydraulique [12].....</i>	<i>23</i>
<i>Figure 21:diagramme bete a cornes</i>	<i>26</i>
<i>Figure 22:: diagramme pieuvre</i>	<i>27</i>
<i>Figure 23:diagramme fast.....</i>	<i>30</i>
<i>Figure 24:vue eclatee du compresseur hydraulique de ressort</i>	<i>30</i>
<i>Figure 25:schema cinematique du compresseur hydraulique de ressort</i>	<i>31</i>
<i>Figure 26 :tube carre en acier.....</i>	<i>34</i>
<i>Figure 27 : corniere en acier</i>	<i>35</i>
<i>Figure 28:vis et ecrou a tete hexagonale</i>	<i>35</i>
<i>Figure 29:cric hydraulique</i>	<i>35</i>
<i>Figure 30: la coupelle en l.....</i>	<i>36</i>
<i>Figure 31: la peinture antirouille</i>	<i>36</i>
<i>Figure 32:la peinture metal</i>	<i>37</i>
<i>Figure 33 :chaine de securite.....</i>	<i>37</i>

<i>Figure 34:etude experimentale [10]</i>	<i>38</i>
<i>Figure 35: modelisation de l'effort coupelle.....</i>	<i>41</i>
<i>Figure 36: schematisation de la coupe fictive du tronçon ab</i>	<i>42</i>
<i>Figure 37:diagramme de l'effort tranchant</i>	<i>43</i>
<i>Figure 38 :vis d'assemblage.....</i>	<i>49</i>
<i>Figure 48: modelisation d'un verin hydraulique.....</i>	<i>53</i>

LISTE DES TABLEAUX

<i>Tableau 1: matériaux adaptés à la fabrication</i>	9
<i>Tableau 2: nomenclature figure 7</i>	11
<i>Tableau 3: types de vérin hydraulique[8]</i>	13
<i>Tableau 4: récapitulatif du diagramme bête à corne</i>	26
<i>Tableau 5: caractérisation des fonctions du compresseur de ressort</i>	28
<i>Tableau 6: nomenclature des pièces</i>	31
<i>Tableau 7: liaison entre les pièces</i>	32
<i>Tableau 8: nomenclature des matériaux</i>	36
<i>Tableau 9: estimatif du coût de la matière d'œuvre</i>	64
<i>Tableau 10: estimation du coût de fabrication</i>	64
<i>Tableau 11: estimation des dépenses diverses</i>	65

AVANT PROPOS

L'Ecole Normale Supérieure d'Enseignement Technique (ENSET), créé par Décret Présidentiel N° 2017/586 du 24 Novembre 2017, est un établissement d'Enseignement Supérieur relevant de l'Université de Yaoundé I. elle est située au campus de Metykpwale dans la ville d'Ebolowa et abrite un bloc administratif, des salles de classes, un restaurant et bien d'autres.

L'ENSET a pour mission d'assurer :

- La formation des enseignants de l'Enseignement Secondaire Technique et des Conseillers d'Orientation Scolaire, Universitaire et Professionnelle ;
- La promotion de la recherche scientifique, technologique et pédagogique, ainsi que la valorisation des résultats de la recherche dans son implémentation ;
- L'appui au développement ;
- Le recyclage et le perfectionnement du personnel de l'Enseignement Secondaire Technique, des professionnels dans ses domaines de formation.

L'ENSET D'EBOWA est une école normale Supérieur d'enseignement technique appartenant à l'Université de Yaoundé I. Les étudiants y sont admis par concours. On y pratique le système Licence-Master -Doctorat LMD avec une prédominance du Master. Les programmes officiels régissent le déroulement des enseignements dans la faculté.

Ces programmes comportent un ensemble d'enseignements organisés en cours magistraux, travaux dirigés, travaux pratiques, bureau d'études techniques, travaux personnels, visites à l'entreprise et/ou stages techniques.

Les études dans le premier cycle ont pour objectif d'initier les étudiants aux techniques industrielles. Ils sont formés pour enseigner les collèges d'enseignements techniques. La validation de toutes les Unités d'Enseignement (UE) du 1^{er} cycle correspondant au nombre de crédits agréé donne droit à une admission au 2^{ème} cycle et à une obtention d'un DIplet 1 après rédaction du rapport de stage et d'un projet de mémoire.

Le second cycle couvre quatre semestres. Toutefois après deux semestres d'enseignement les étudiants peuvent aller en stage long en entreprises pendant deux semestres avant de terminer le troisième et le quatrième semestre.

Les objectifs visés par les enseignements du second cycle sont de :

- ❖ Donner à l'étudiant les connaissances professionnelles technologiques et de managements pour une opérationnalité immédiate à l'enseignement,
- ❖ D'initier l'étudiant à la recherche par l'acquisition des connaissances scientifiques de haut niveau.

Les études du 2nd cycle sont sanctionnées par la validation de tous les stages et Unités d'Enseignement correspondant au nombre de crédits indiqué et l'obtention du Diplôme de professeur des lycées d'enseignement technique, obtenu à l'intérieur d'un département.

Les Départements sont chargés de concevoir, d'exécuter, de suivre les programmes d'enseignement et d'assurer la gestion académique des examens et autres évaluations des connaissances. Les Départements sont :

- **GENIE MECANIQUE**
- **GENIE ELECTRIQUE**
- **GENIE CIVIL**
- **AGRICULTURE**
- **MAINTENANCE**
- **GEOMATIQUE**
- **GENIE INFORMATIQUE**
- **CONSEILLER D'ORIENTATION**
- **INGENIERIE DU BOIS**
- **INNOVATION, TECHNIQUE COMMERCIALES ET INDUSTRIELLES**
- **GENIE TOURISME ET HOTELLERIE**
- **INNOVATION**

Cahier de charge

Le cahier de charge nous permet de faire une présentation générale d'une part et de ressortir les contraintes techniques d'autre part de notre extracteur de ressort d'amortisseur.

I-1. PRESENTATION GENERALE :

A. THEME :

Etude et réalisation d'un compresseur hydraulique pour ressort hélicoïdal d'amortisseur automobile.

B. NOMBRE :

Un prototype

C. FONCTION DU SYSTEME :

Le système permet de comprimer les ressorts d'amortisseur afin de permettre sa dépose ou son remplacement.

D. SOURCE D'ENERGIE :

Energie Humaine

E. SPECIFICATION ECONOMIQUE :

Ce projet devra être étudié en prenant en compte les aspects ci-dessous :

- Les matériaux de fabrication,
- Le coût de fabrication,
- Le coût d'utilisation,
- La population cible,

I.2. CONTRAINTES TECHNIQUES :

A. CONTRAINTES DIMENSIONNELLES :

- Longueur des coupelles : 300mm
- Largueur des coupelles : 160mm
- Hauteur d'extracteur : 900mm
- Poids de l'extracteur : 25kg

B. CONTRAINTES FONCTIONNELLES :

Cet appareil doit :

- Etre facile à utiliser ;
- Avoir une bonne résistance ;
- Offrir une sécurité à l'utilisateur ;
- Etre simple et esthétique.

C. CONTRAINTE ECONOMIQUE ET COMMERCIALE :

Le prix de revient de l'appareil à comprimer les ressorts d'amortisseurs doit être le moins élevé possible pour faciliter l'accessibilité aux nécessiteux de l'ordre de **242691,25 FCFA** ; il devra être d'une bonne qualité esthétique et assez résistant. Sa durée de vie doit permettre à l'utilisateur de comprendre combien de fois ce matériel de qualité est économique.

D. CONTRAINTE DE FABRICATION :

Dans la mesure du possible, la majeure partie des pièces sera réalisée dans les ateliers de fabrication mécanique d'une entreprise de la place.

Au terme de la présentation du cahier charge, nous pouvons procéder à la recherche des solutions parmi les différents types de compresseurs de ressorts existant.

INTRODUCTION

Un ressort est un organe ou une pièce mécanique qui utilise les propriétés élastiques de certains matériaux pour absorber de l'énergie mécanique, produire un mouvement, ou exercer un effort ou un couple. Ainsi le ressort d'amortisseur (ressort hélicoïdal) permet de transformer les chocs reçus par les roues du véhicule en mouvement d'oscillation et l'amortisseurs permet de réduire la fréquence d'amplitude afin d'assures un confort optimal des passagers et la protection des frets. On peut donc aisément comprendre son importance dans l'industrie automobile. Mais lorsque cet organe n'assure plus ces fonctions, il incombe aux services de maintenance de procéder à son extraction.

C'est à ce titre que les techniciens supérieurs ont mis sur pied diverses techniques et outils permettant la dépose des ressorts d'amortisseurs. Mais on note toujours chez certains, particulièrement ceux des petites et moyennes entreprises(PME), une sensation d'insatisfaction, car cet outil n'est pas à la porter de toutes les bourses. C'est pour pallier à cette insuffisance que nous avons choisie comme thème de fin de formation : **CONCEPTION ET REALISATION D'UN COMPRESSEUR HYDRAULIQUE POUR RESSORT HELICOÏDAL D'AMORTISSEUR AUTOMOBILE** répondant à un cahier de charge.

C'est ainsi que pour organiser notre travail nous avons dans un premier temps effectué une étude critique des solutions existantes ce qui nous a permis d'adopter une solution définitive, dont nous avons déterminé les systèmes de transmission de puissance adéquat, en suite dimensionner les pièces essentielles du mécanisme, élaborer le dessin d'ensemble du compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal, ainsi que les dessins de définition des pièces importante du mécanisme. Dans un second temps, nous avons fait une étude de fabrication qui a débouché sur la fabrication du prototype et l'estimation des couts et devis de fabrication marquant ainsi la fin de notre travail théorique et pratique.

CHAPITRE I :
GENERALITES SUR LES RESSORTS
HELICOÏDAUX ET LE COMPRESSEUR
HYDRAULIQUE

Chapitre I : GENERALITES SUR LES RESSORTS HELICOIDAUX ET LE COMPRESSEUR HYDRAULIQUE

I.1. GENERALITES SUR LES RESSORTS HELICOIDAUX

Les ressorts sont souvent considérés à tort par les bureaux d'études comme de simples accessoires dont on ne se préoccupe qu'une fois les projets achevés. Dans ces conditions, les concepteurs sont souvent contraints de leur donner des caractéristiques inadaptées aux besoins et incompatibles avec une bonne tenue en service. Une fois les mécanismes ou les machines assemblés et mis en marche, on s'aperçoit alors que leur bon fonctionnement dépend uniquement de la durée de vie des ressorts...

Grâce aux soins apportés à leur conception, à leur fabrication et à leur contrôle, les ressorts utilisés pour la suspension des véhicules comptent désormais parmi les composants les plus fiables, bien que les matériaux qui les constituent travaillent à des niveaux très proches de leurs limites. Du point de vue des modèles utilisés dans la théorie des mécanismes, les ressorts n'introduisent aucun degré de liaison et n'interviennent jamais dans la nomenclature des pièces, en revanche ils fournissent des efforts dont les lois de variation sont a priori connues. On peut distinguer plusieurs grandes catégories de ressorts en fonction de divers critères, en particulier selon les matériaux utilisés, qui peuvent être des métaux, des élastomères, des matériaux composites ou encore des gaz. [1]

I.1.1. HISTORIQUE

Les premiers ressorts apparaissent sous la forme des arcs utilisés par les premiers hommes pour chasser. Ils utilisent en effet l'énergie emmagasinée dans la pièce de bois lors de la tension de la corde pour lancer la flèche vers leur proie potentielle.

Au 18^e siècle, apparaît un vrai ressort de suspension avec l'utilisation de lames d'acier. Pour résoudre les problèmes de tangage sur les locomotives, Stephenson, dès 1816, installe des ressorts à lames entre la chaudière et le châssis. Ce principe est d'ailleurs appliqué aux premières automobiles.

Ce n'est que tardivement qu'apparaissent les ressorts hélicoïdaux car leur fabrication nécessite une bonne maîtrise de la déformation des matériaux. Les méthodes de fabrication par enroulement mécanique progressent tout au long de la deuxième moitié du 19^e siècle. Au moment où l'industrie automobile est en pleine expansion, les suspensions utilisant des ressorts

hélicoïdaux autorisent des amplitudes de mouvement supérieures aux anciennes conceptions. C'est un avantage important car les routes sont bien moins régulières que les voies ferrées. Le ressort hélicoïdal connaît ainsi un essor rapide dès le début du 20^e siècle. C'est donc au cours de ce siècle qu'il s'impose tant sur le plan qualitatif que sur le plan quantitatif. L'industrie du ressort est en train de naître et son évolution se poursuit. [2]

I.1.1.1. PRESENTATION ET DESCRIPTION

a) Présentation

Un ressort hélicoïdal, est un dispositif mécanique, qui est généralement utilisé pour stocker de l'énergie et la libérer ensuite, pour absorber les chocs, ou maintenir une force de contact entre les surfaces.

Ils sont fabriqués dans un matériel élastique. Ils ont la forme d'une hélice qui retourne à sa longueur naturelle lors du déchargement. Le matériau du ressort agit en torsion lorsque le ressort est comprimé ou étendu.

Il existe deux variantes de ressort hélicoïdal :

- **Les ressorts de traction** qui sont conçus pour résister aux étirements. Ils sont généralement pourvus d'un crochet ou d'un œillet de forme à chaque extrémité de fixation.

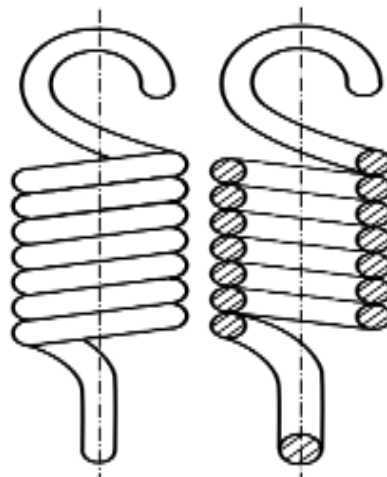


Figure 1: Un ressort de traction [1].

- **Les ressorts hélicoïdaux de compression** sont conçus pour résister à la compression.

On retrouve un usage type du ressort hélicoïdal de compression dans tous systèmes de suspension automobile.

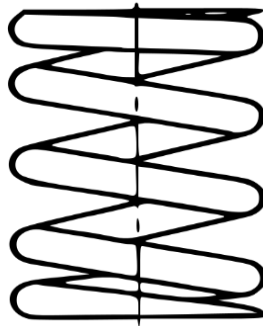


Figure 2:Un ressort de compression [1]

Le ressort hélicoïdal est un dispositif mécanique ayant deux variantes ; le ressort de traction et le ressort de compression, le ressort de compression est le plus utilisé sur l'amortisseur automobile, leur principale fonction est de restituer l'énergie mécanique qu'ils emmagasinent quand ils sont déformés.

b) Description

La partie active du ressort comporte un fil enroulé selon une hélice régulière, mais il faut tenir compte des extrémités destinées à assurer la liaison avec l'environnement. Le figure ci-dessous présente un ressort de compression à extrémités rapprochées et meulées.

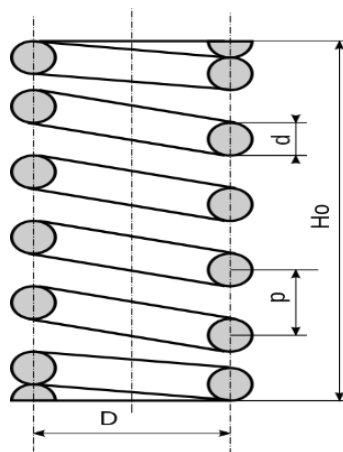


Figure 3:Schéma d'un ressort hélicoïdal [1]

D: diamètre d'enroulement (en mm); **d**: diamètre du fil (en mm) ; **H₀**: hauteur libre (sans charge); **H_x**: hauteur sous charge **X** ; **m = D/d** : proportion ; **n** :nombre de spires actives ; **n'** :nombre de spires inactives.

Dans les ressorts de compression il y'a des spires « actives » appelées à se déformer et des

« spires inactives » utilisées pour les appuis, avec un passage graduel des unes aux autres par variation de l'angle d'hélice, le nombre total de spires doit être un multiple impair de 0,5 de façon à mieux répartir les efforts d'appui, surtout lorsque les extrémités ne sont pas meulées.

I.1.2. Notion de fabrication

Le rapport $m = D/d$ est presque toujours compris entre **5** et **13** et le plus souvent entre **7** et **10**. En dessous de **5**, jusqu'à **3,5**, on ne peut pratiquement plus enrouler le fil à froid. Au-dessus de **12** ou **13** la détente du fil après enroulement ne permet plus d'assurer avec précision la valeur du diamètre **D**. On peut exceptionnellement atteindre **17** à **18** pour des fabrications de grande série, après mise au point d'outillages spéciaux.

Le formage du ressort dépend du matériau et du diamètre du fil. L'enroulement se fait généralement à froid au-dessous de **10** mm et systématiquement à chaud au-dessus de **17** mm, Les traitements s'effectuent après le formage.

La pré-conformation a pour but d'écrourir les couches superficielles pour en augmenter la limite d'élasticité. Le ressort est enroulé avec un pas plus grand que la valeur calculée puis comprimé à bloc. Il se trouve raccourci après l'opération car dans certaines zones la limite d'élasticité a été dépassée. Cette plastification engendre des contraintes résiduelles qui se déduisent de la contrainte principale régnant au point intérieur I de la section du fil. La maîtrise des divers paramètres (géométrie, contraintes, ...) n'est pas simple. [1]

I.1.3. Caractéristiques techniques

Un ressort est caractérisé par sa raideur « **K** ». C'est le rapport entre la charge « **F** » et l'écrasement « **X** » (déflexion). Elle s'exprime en **daN/m**. Plus couramment, on caractérise un ressort par sa flexibilité (la flexibilité est l'inverse de la raideur). Elle s'exprime en mm d'écrasement pour **100daN** de charge. Si un ressort fléchit de **35mm** pour une charge de **100daN**, on dit qu'il a une flexibilité de **35/100**. Sa raideur est égale à:

$$K = \frac{F}{X} = \frac{100}{35} = 2.85 \text{ daNm}$$

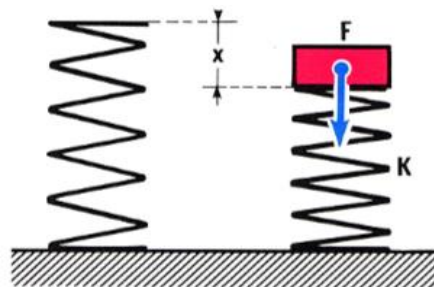


Figure 4:caractéristique technique [1]

I.1.4. Les extrémités et les spires mortes

Il existe de nombreuses configurations possibles pour les extrémités des ressorts de compression. La figure suivante décrit les quatre cas les plus courantes.

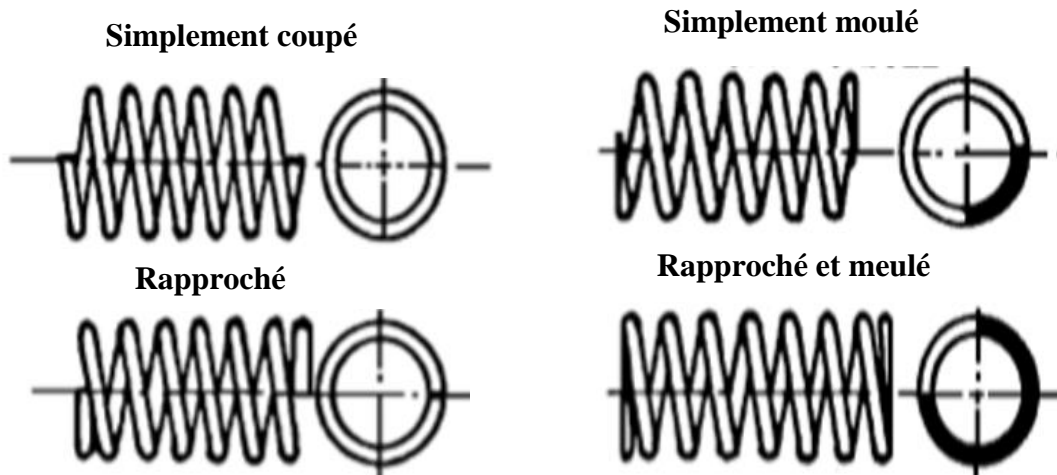


Figure 5: les extrémités et les spires mortes [4]

La prise en compte des extrémités se fait notamment lors du calcul de la longueur libre (L_0) du ressort à l'aide du coefficient n_i . Les extrémités simplement coupées et simplement meulées doivent être évitées autant que possible car elles causent un déséquilibre dans l'application de la force qui se trouve alors décalée par rapport à l'axe du ressort. Les extrémités à préférer sont les extrémités rapprochées et meulées qui permettent de bien appliquer les efforts. Pour les petits ressorts, le meulage n'est parfois pas possible, il vaut mieux alors utiliser des extrémités rapprochées. Ces extrémités peuvent être personnalisées en rajoutant un certain nombre de spires mortes (n_m). Ce sont des spires jointives qui permettent d'augmenter la longueur d'un ressort sans changer sa raideur. Elles permettent aussi de diminuer les possibilités d'enchevêtrement des ressorts dans les boîtes. Cela évite des problèmes en production lors par exemple de l'utilisation de bols vibrants pour acheminer les ressorts vers le mécanisme fabriqué (les spires mortes sont alors parfois placées au centre du corps du ressort).

I.1.5. Le flambage du ressort

Les ressorts de compression peuvent être sujets au flambage. D'une façon classique, la longueur du ressort de compression diminue sous l'effet d'une charge axiale. En dessous d'une longueur critique, certains ressorts peuvent fléchir latéralement au lieu de continuer de diminuer de longueur : c'est le flambage. La longueur en dessous de laquelle apparaît le phénomène est appelée longueur critique de flambage **LK**. Un ressort de compression doit être dimensionné

de façon à ce qu'il ne flambe pas latéralement au cours de son utilisation. En utilisant le ressort à des longueurs supérieures à L_K , il n'y a pas de problème de flambage. La longueur critique de flambage L_K est fonction de la géométrie du ressort (L_0/D) ainsi que du type d'appuis du ressort. L_K est donc indépendante de la contrainte maximale théoriquement acceptable dans le corps du ressort. La norme **DIN** recense 5 cas d'appuis. Elle associe à chacun d'eux une valeur différente du coefficient d'assise ν . [4]

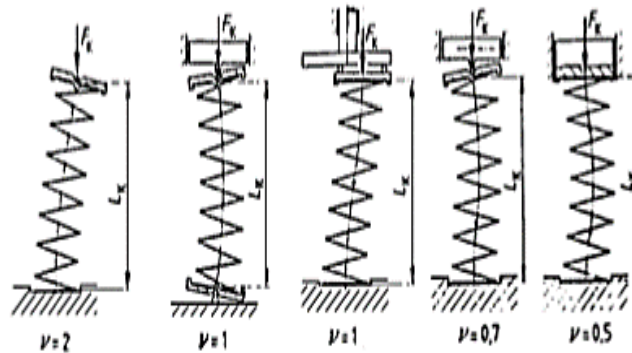


Figure 6:flambage du ressort. [4]

Pour maintenir la limitation sur l'angle d'enroulement. On peut relâcher cette contrainte dans certains cas en acceptant des angles plus importants, mais seulement si la contrainte de cisaillement dans le corps du ressort reste faible devant la limite acceptable.

I.1.6. Matériaux adaptés à la fabrication de ressort

Le matériau le plus communément utilisé pour la fabrication des ressorts est le métal : l'acier, le cuivre, le laiton, ou d'autres alliages métalliques qui sont choisis pour leurs propriétés mécaniques et leur résistance aux agressions thermiques ou chimiques. Mais d'autres éléments sont également employés à savoir :

- **Les matériaux composites** créés avec un mélange de fibres et de résines : Les ressorts en matériaux composites sont très performants. Ils sont légers, silencieux et résistent bien aux produits corrosifs. Utilisés dans des conditions optimales, ils peuvent durer très longtemps. Ils sont très appréciés dans les industries chimiques.
- **Les élastomères** : Les ressorts en élastomères (ou en caoutchouc) font partie des ressorts spéciaux. Il s'agit généralement de rondelles élastiques ou d'éléments de calage sur des systèmes mécaniques. Ils peuvent être créés pour être bien ou peu élastiques et offrent une excellente capacité d'absorption des chocs. [5]

Tableau 1:Matériaux adaptés à la fabrication

Matériaux	Température	Observation
Corde à piano C65 C70 C80	120° C	Petits ressort résistants
Acier chrome vanadium	220° C	Endurance, résistance aux chocs
Acier silicium 45Si7 55Si7	250° C	Trempe, revenu
Acier chrome silicium 45SiCrMo6	250° C	Trempe, revenu et la durée de vie
Acier inox	250° C	Résistance a la corrosion
Alliage cuivre CuNi25 CuSn70 CuNi26Zn27	350° C	Résistance à la corrosion, aux chocs et basses température

I.1.7. Mise en situation et objectif



Figure 7:localisation du ressort hélicoïdal sur une voiture [1]

L'essieu automobile est un dispositif permettant de guider cinématiquement la roue par rapport au châssis. Les éléments de guidage contribuent également à d'autres fonctions telles que la direction ou encore le freinage.

Les principaux objectifs de l'essieu sont les suivants :

- Supporter le poids du véhicule dans toutes les conditions de roulage
- Optimiser le contact des pneus avec le sol
- Maintenir les plans de roues dans une configuration satisfaisante de braquage et de carrossage (voir article « Géométrie des essieux ») par rapport à la route
- Opposer une réaction aux forces latérales et longitudinales produites au niveau de l'aire de contact des pneus
- Maintenir les mouvements de roulis en virage (accélération latérale) et de tangage (plongée en phase de freinage et cabrage en phase d'accélération)
- Isoler la caisse des irrégularités de la route pour assurer le confort des passagers
- Assurer la sécurité des passagers par le maintien de l'intégrité du véhicule lors de chocs classiques (montée de trottoir, choc trottoir latéral, nid de poule...) [1]

I.1.8. Description structurelle d'une suspension à ressort hélicoïdal

En automobile, ce que l'on appelle suspension, ce sont les parties qui relient les roues au châssis. Elles sont nécessaires car le sol sur lequel se déplace une voiture est souvent irrégulier. Il faut donc s'assurer que les roues restent en contact avec le sol en réduisant l'impact de ces irrégularités. Cela permet également d'éviter une usure prématurée de l'auto et d'assurer le confort de ses occupants. [5]

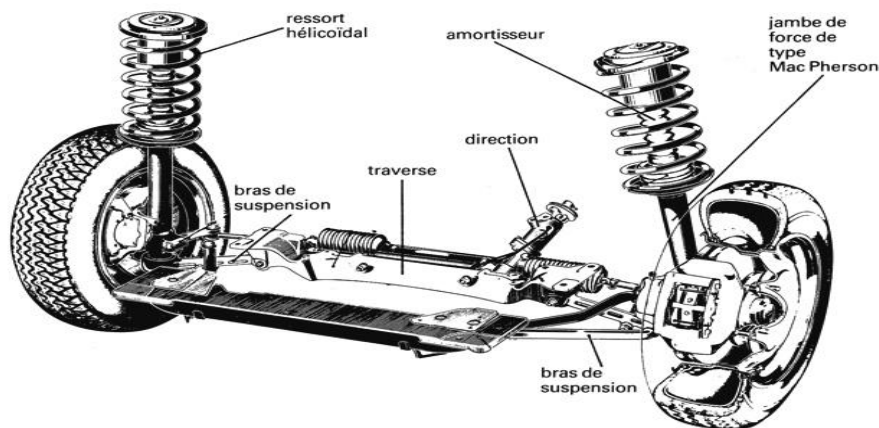


Figure 8: Schéma d'une suspension avant à ressort hélicoïdal [5]

Pour remplir ces deux fonctions, la suspension d'une voiture se compose généralement de 4 ensembles **ressort + amortisseur** (1 pour chaque roue) :

- Le ressort, qui se charge de maintenir la roue au sol ;
- L'amortisseur, qui se charge d'amortir les mouvements de la roue.

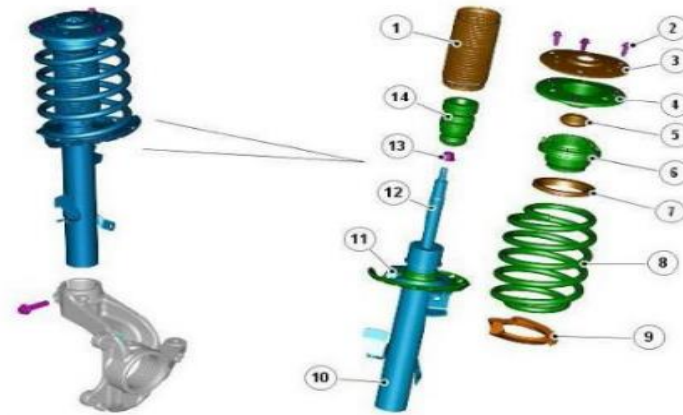


Figure 9:Schéma éclaté ressort + amortisseur [5]

Tableau 2: Nomenclature figure 7

Numéro	Nom
1	Soufflet
2	Boulons fixation supérieure
3	Flaque supérieur de fixation supérieure
4	Flaque inférieur de fixation supérieure
5	Rondelle de butée
6	Palier de supérieure
7	Isolateur de ressort
8	Ressort
9	Isolateur de ressort
10	Corps d'amortisseur
11	Siege de ressort
12	Tige de piston d'amortisseur
13	Contre-écrou
14	Ressort auxiliaire

I.2. COMPRESSEUR HYDRAULIQUE

De nombreux processus techniques nécessitent la transmission d'une puissance mécanique entre un générateur et un récepteur. En effet, les solutions sont nombreuses, on trouve la nature de puissance qui reste inchangée au cours du transfert par exemple la transmission par engrenage. Et la nature de la puissance qui est modifiée au cours du transfert, tel qu'on trouve

les différents natures de puissance pneumatique, électrique et hydraulique. Cette dernière possède son domaine d'application et répond à des critères spécifiques.

Le compresseur hydraulique : c'est un moyen simple de transmission de puissance d'un point à un autre. Dans un système industriel, l'hydraulique se traduit par la transmission des forces par un liquide vers les récepteurs.

Destinée à :

- La transmission de force et de couples élevés ;
- Une grande souplesse d'utilisation dans de nombreux domaines ;
- Une très bonne régulation de la vitesse sur les appareils moteurs ;
- Une grande durée de vie des composants, du fait de la présence de l'huile ;
- La possibilité de démarrer les installations en charge.

I.2.1. Principe physique de l'hydraulique (Loi de pascal)

Toute variation de pression en un point du liquide au repos se transmet intégralement aux autres points de ce liquide, considérons 2 récipients au liquide incompressible en **A** et en **B**, la pression est égale, soit : $P_A = P_B$

La formule de la pression est : $P = F / S$

On a donc : $F_A / S_A = F_B / S_B$ soit $F_B = F_A \times S_B / S_A$

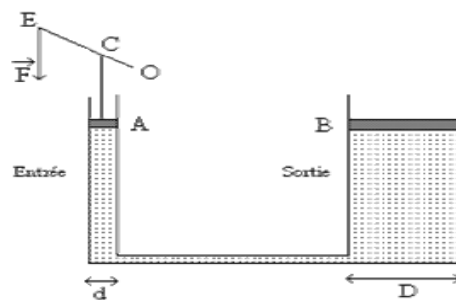


Figure 10:: Principe de pascal [7]

Si l'on pousse sur le piston en B avec un force F le piston A remonté avec une force F supérieure à celle exercée en B. Cela permet de soulever de grosse masse en A en exerçant une petite force en B. [7]

I.2.2. Les composants d'un compresseur hydraulique

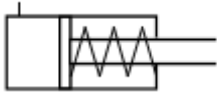
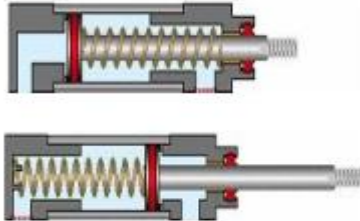

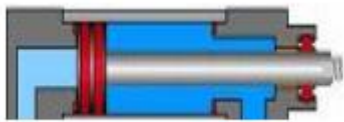
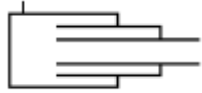
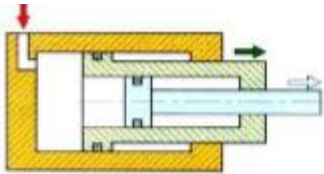
Les compresseurs hydrauliques sont constitués en générale de :

a) Le vérin

Un vérin sert à créer un mouvement mécanique, et consiste en un tube cylindrique dans lequel une pièce mobile, le piston sépare le volume du cylindre en deux chambres isolées l'une de l'autre. Il existe trois types de vérin hydraulique :

- Vérin simple effet ;
- Vérin double effet ;
- Vérin télescopique.

Tableau 3:Types de vérin hydraulique[8]

Types de vérin	Symbole	Schéma
Vérin simple effet : L'ensemble tige piston se déplace dans un seul sens sous l'action du fluide sous pression. Le retour est effectué par un ressort ou charge		
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.		
Vérin à tige télescopique : simple effet permet des courses importantes tout en conservant une longueur repliée raisonnable.		

b) Le réservoir hydraulique

Sa fonction principale est de stocker l'huile. Le réservoir permet également d'évacuer la chaleur et séparer l'air de l'huile.

c) Partie commande

Cette partie peut être manuelle (levier commande) ou dans certain, le bouton de commande.

I.2.3. Présentation d'un compresseur hydraulique (cri hydraulique)

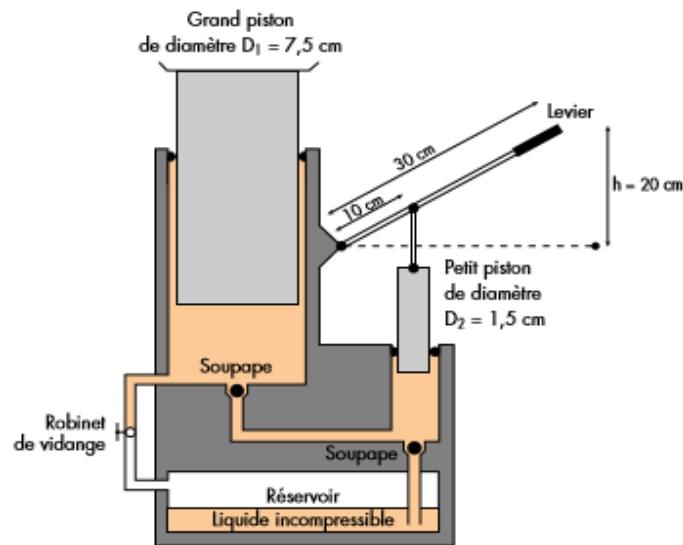


Figure 11:Cric Hydraulique [9]

Phase aspiration : Lorsque le piston de mise en pression 1 remonte, la charge ne descend pas car l'huile est arrêtée par le clapet 2. Dans le cylindre a se produit une dépression qui sera comblée par de l'huile venant du réservoir 3 à travers le clapet 4.

Phase refoulement : Lorsque le piston 1 descend, le clapet 4 se ferme et l'huile est refoulée dans le cylindre b à travers le clapet 2, le piston 5 supportant la charge se met à monter. [9]

Le cric hydraulique utilise la pression de l'huile pour pousser un vérin. Son avantage principal c'est de permettre la levée d'un véhicule à une hauteur relativement importante. Attention, il doit être impérativement accompagné d'un jeu de 4 chandelles. Il existe en 2 versions, avec ou sans roulettes. La version simple, sans roulette, est peu encombrante, et est destinée à être embarquée dans le véhicule. Le cric roulant est plutôt destiné à une utilisation locale, au domicile ou au garage. Afin de réaliser une opération d'entretien ou de réparation telle que le changement d'une roue ou de plaquette de frein, il est vivement conseillé de posséder un cric hydraulique, car le cric fourni avec le véhicule est réservé au dépannage de type crevaison de roue.

Avant tout, il faut savoir qu'un cric hydraulique devra être utilisé, pour une opération autre que celle du changement d'une roue, avec une chandelle qui permettra au véhicule de se reposer en sécurité évitant ainsi un risque de chute de véhicule due à un cric mal positionné ou à une défaillance de celui-ci.

Conclusion

Cette synthèse des généralités sur les ressorts hélicoïdaux et compresseur hydraulique nous a permis d'avoir une idée sur les caractéristiques techniques du ressort hélicoïdal que nous allons comprimer.

CHAPITRE II :
REVUE DE LA LITTERATURE SUR LES
COMPRESSEURS DE RESSORT
HELICOÏDAUX

Chapitre II : REVUE DE LA LITTERATURE SUR LES COMPRESSEURS DE RESSORT

Les ressorts hélicoïdaux d'amortisseurs automobile sont à changer périodiquement « selon les recommandations du constructeur », et même si les ressorts durent plus longtemps, ils peuvent être sujets de cassure ou présenter des fissures. Dans tous les cas où le ressort et le corps d'amortisseur ne sont pas à remplacer en même temps, il est nécessaire de démonter le ressort du corps d'amortisseur, afin de remplacer l'un des deux éléments. Des tentatives ont été faites dans le passé en vue d'alléger le travail lié aux opérations de démontage et de remontage du ressort hélicoïdal d'amortisseur automobile.

II.1. LE COMPRESSEUR DE RESSORT HELICOÏDAL A TIGES FILETEES

II.1.1. Description et fonction

Les compresseurs à tiges filetées : deux (2) tiges filetées, chacune équipée de 2 crochets. Il faut placer les 2 tiges diamétralement opposées sur les spires du ressort, puis les visser alternativement pour compresser le ressort de façon équilibrée [10]



Figure 12: compresseur de ressort à deux tiges filetées [10]

II.1.2. Limites du compresseur de ressort à deux tiges filetées

Ce type de compresseur présente certaines limites suivantes :

- Les filetages de la vis s'usent rapidement ;
- Risque de déformation de l'assiette du ressort;
- Utilisé uniquement sur les systèmes Macpherson.

II.2. COMPRESSEUR DE RESSORT A DEUX TIGES DE COMPRESSION.

II.2.1. Description et fonctionnement

Le compresseur de ressort à deux tiges de compression est constitué : - de deux tiges de compression guidées par une tôle d'épaisseur 12. - de deux écrous M16 qui prennent appui sur deux rondelles plates. - de deux tôles d'épaisseur 5 soudées en bout de tige.

Fonctionnement : Lorsque le compresseur de ressort à deux tiges de compression est fixé sur le ressort par deux tôles d'épaisseur 5 , souder en bout de tige et la tôle d'épaisseur 12 positionnée sous l'assiette du ressort. On agit ensuite sur les écrous M16 pour provoquer la déformation du ressort afin de déposer l'amortisseur.



Figure 13 : Compresseur de ressort à deux tiges de compression [10]

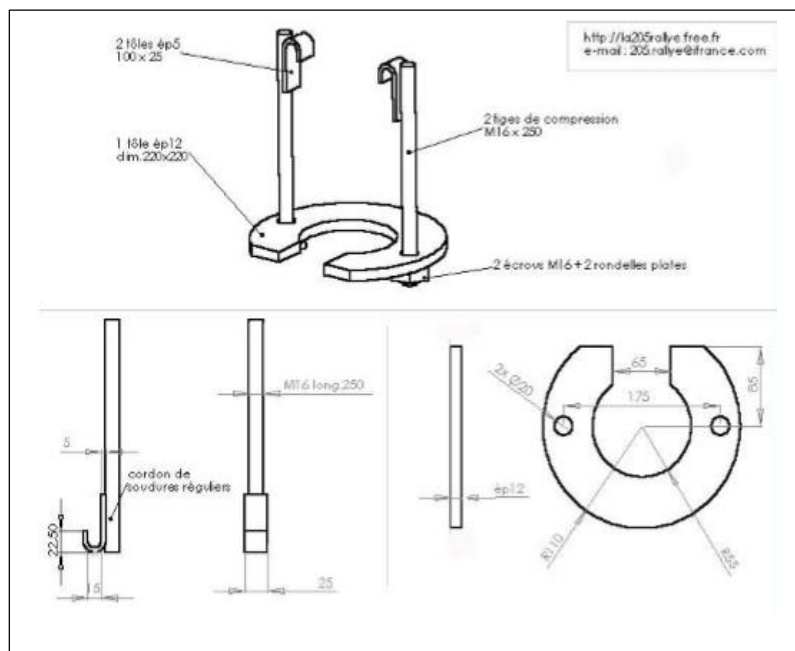


Figure 14:vue d'ensemble éclatée du compresseur à deux tiges de compression [10]

II.2.2. Limites du compresseur à deux tiges de compression

Ce type de compresseur présente aussi certaines limites suivantes :

- Risque de déformation de l'assiette du ressort ;
- Utilisé uniquement sur les systèmes Macpherson ;
- Les filetages de la vis s'usent rapidement.



Figure 15:cas pratique d'un compresseur a deux tiges de compression

II.3. APPAREIL D'EXTRACTION DES RESSORTS D'AMORTISSEURS AUTOMOBILES DE MONSIEUR EVINA JACOB BLAISE EDGARD ET NGUEMBOU DIDIER (ANNEE 2013, PROJET TUTOIRE DSEP A INSTITUT SIANTOUT SUPERIEUR)

II.3.1. Description et fonctionnement

Le compresseur de ressort est constitué : D'une tige filetée (3), qui a l'aide de son écrou (1) monté sur le corps du compresseur (6), assure le déplacement des coupelles. Deux coupelles (5) qui assure la compression du ressort

Fonctionnement : Lorsque l'opérateur agit sur la vis (3), le corps se déplace en entraînant les coupelles (5) ; qui par conséquent comprime le ressort.

Appareil d'extraction des ressorts d'amortisseurs automobiles

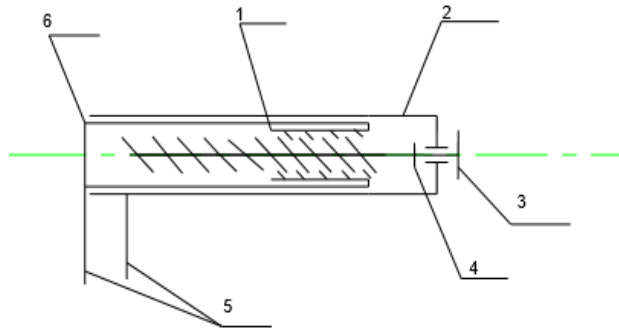


Figure 16:schéma architectural[10]

Nomenclature :

1. Eroux intérieur ;
2. Jambe mobile ;
3. Tige filetée ;
4. Rondelle d'arrêt ;
5. Coupelles ;
6. Jambe fixe.

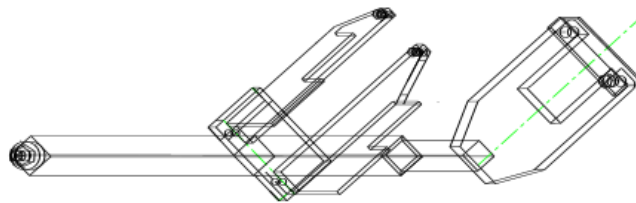


Figure 17:schéma graphique d'extracteur de ressort d'amortisseur automobile [10]

II.3.2. Limites d'extracteur de ressort hélicoïdal

Ce type de compresseur à certaines limites suivantes :

- Nécessite beaucoup d'effort à exercer sur l'écrou ;
- Les mords utilisés ne sont pas très conformes ;
- utilisé uniquement sur les systèmes Macpherson ;
- Filétage des vis s'usent rapidement.

II.4. COMPRESSEUR DE RESSORT TELESCOPIQUE UNIVERSEL.

II.4.1. Description et fonctionnement

Le compresseur télescopique est constitué : - des inserts de protection en matière plastique qui se visent sur les coupelles, - d'une gamme de coupelle de maintien forgées, montées sur la tige du piston et Stabilisées par un système de fermeture a baïonnette avec blocage automatique, - d'un joint d'étanchéité.

Fonctionnement : Grâce à un nouveau système à crans, l'ouverture est réglable à partir d'un minimum de 40mm jusqu'à un maximal de 349mm ou encore 377mm. Pour décompresser complètement ces derniers, c'est à dire pour pouvoir les changer, il faut stabiliser les coupelles estampées par un système de fermeture a baïonnette avec blocage automatique breveté (plus besoin d'outils, vis ou écrous) permettant de prévenir une surcharge de l'arbre fileté lors de l'utilisation avec une boulonneuse grâce à un nouveau système de sécurité important pour la sécurité du mécanicien ou lors de l'opération de détente grâce à une course débrayable lorsque la longueur maximale de compression est atteinte. En plus, grâce à une grande gamme de coupelles muni des inserts en matière plastique qui protège les surfaces peintes du ressort ce qui permet à ce compresseur d'être utilisé pour tous les essieux Macpherson avec montant à ressort, amortisseurs et partiellement pour les essieux à bras oscillant transversaux.



Figure 18: compresseur de ressort télescopique universel [11]



Figure 19: compresseur de ressort télescopique rangé dans sa mallette [11]

II.4.2. Limites du compresseur télescopique universel

Ce procédé présente aussi un certain nombre des limites, ce sont :

- La réalisation est complexe ;
- Les morts utilisés ne sont pas très conformes ;
- Très couteux.

II.5. LE COMPRESSEURS HYDRAULIQUE

II.5.1. Description et fonctionnement

Des compresseurs à ressort rapides et sûrs, adaptés à la plupart des modèles et des tailles aident à réparer les composants de jambe de force, utilisent de bons matériaux, ont une qualité fiable et sont un outil indispensable pour la réparation automobile.

Le compresseur de ressorts hélicoïdaux doit être solidement fixé au fond plat avant utilisation, en s'assurant que la goupille de la chape est correctement positionnée et que le clip de sécurité est correctement connecté.

Un outil similaire au compresseur à plateaux, dont le mécanisme par vis est remplacé par un mécanisme hydraulique. Ce type de compresseur permet de compresser plus facilement des ressorts très fortement chargés.



Figure 20: compresseur hydraulique [12]

II.5.2. Limites du compresseur hydraulique

Ce compresseur hydraulique présente aussi un certain nombre des limites, ce sont :

- Utilisable sur le ressort court seulement ;
- Pas de possibilité d'augmenter la longueur du mécanisme de compression ;
- Nécessite beaucoup d'entretien ;
- Très couteau.

CONCLUSION

La fin de cette étude ci-dessus sur les différents compresseurs de ressort existant, nous a permis de cerner le problème auquel font face les agents de maintenance automobiles ; ce qui nous motive d'orienter nos recherches vers la conception et réalisation d'un compresseur hydraulique pour ressort hélicoïdal d'amortisseur, auquel nous ferons son étude statique et le dimensionnement des différents organes.

Chapitre III :
ANALYSE FONCTIONNELLE ET PRESENTATION
DE LA NOUVELLE SOLUTION

Chapitre III : ANALYSE FONCTIONNELLE ET PRESENTATION DE LA NOUVELLE SOLUTION

Dans ce chapitre, il sera question pour nous de faire une analyse fonctionnelle sur compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal puis nous présenterons la solution retenue.

III.1. ANALYSE FONCTIONNELLE

L'analyse fonctionnelle sera réalisée à l'aide des diagrammes bête à corne et pieuvre. Ces diagrammes nous permettront de présenter les besoins et les fonctions de service du produit. Il est important de rappeler que lors de la conception de la machine, nous recherchons pour chaque fonction à assurer une solution meilleure, ce qui par conséquent nous permettra d'obtenir un produit satisfaisant le besoin. [13]

III.1.1 Analyse de l'expression du besoin

Celle-ci sera faite à l'aide d'un diagramme appelé diagramme bête à cornes à cornes.

Ce diagramme permet de répondre à des questions spécifiques qui nous permettent d'analyser aisément le besoin. Le tableau III.1.1 récapitule d'ailleurs ces dernières.

Tableau 4: récapitulatif du diagramme bête à corne

Questions	Réponses détaillées
A qui le produit rend t-il service ?	Aux garagistes et aux PME
Sur quoi le produit agit-il ?	Sur le ressort hélicoïdal
Dans quel but réalise-t-on le produit ?	Pour extraire le ressort hélicoïdal de l'amortisseur

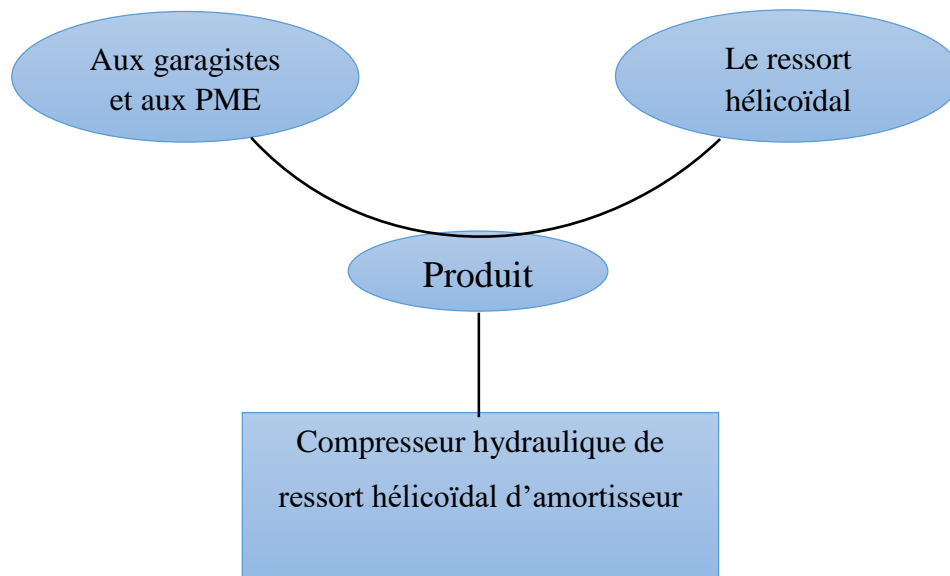


Figure 21:Diagramme bête à cornes

III.1.1.1. Formulation du besoin

Le compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal rend service aux garagistes et aux PME en agissant sur les ressorts hélicoïdaux pour permettre le démontage et le remontage de celles-ci.

III.1.2. Analyse de l'expression du produit

Elle se fera à l'aide du diagramme pieuvre qui ressortira les fonctions de service (FP : Fonction principale et FC : Fonction contrainte) du produit en s'appuyant sur les éléments du milieu environnant qui interagissent avec le produit.

Les éléments du milieu environnant en phase d'utilisation normale du compresseur de ressort hélicoïdal sont :

- L'opérateur ;
- Le ressort hélicoïdal ;
- Le milieu environnant ;
- Les normes de sécurité ;
- Les normes de qualité.

III-1-2-1- diagramme pieuvre

Ce diagramme sert à faire ressortir les fonctions de service du produit en s'appuyant sur les éléments du milieu environnant qui interagissent avec lui

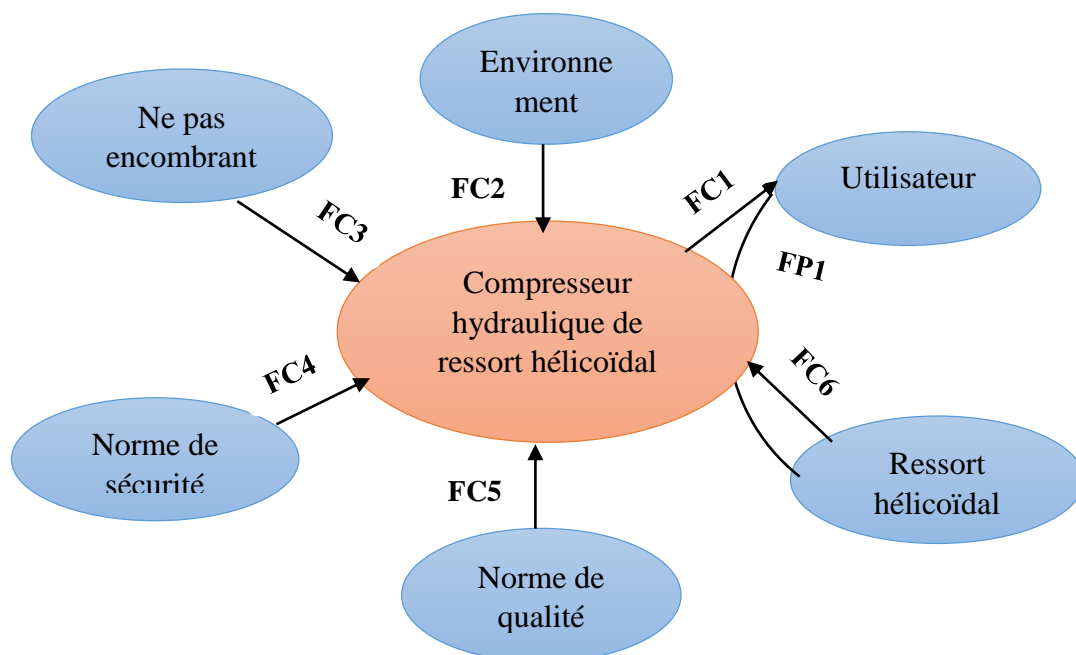


Figure 22:: Diagramme pieuvre

III.1.2.2. Formulation des fonctions de service du compresseur hydraulique de ressort

Ces fonctions de services sont rangées en deux classes distinctes à savoir, les fonctions principales (FP) et les fonctions contraintes (FC). Nous avons donc :

- FP1 : Influences de l'utilisateur sur le compresseur hydraulique de ressort et le ressort hélicoïdal ;
- FC1 : Influences du compresseur hydraulique de ressort sur l'utilisateur ;
- FC2 : Influences de l'environnement sur compresseur hydraulique de ressort ;
- FC3 : le dispositif doit être connu dans un encombrement réduit ;
- FC4 : Influences des normes de sécurité sur le compresseur hydraulique de ressort ;
- FC5 : Influences des normes de qualité sur le compresseur hydraulique de ressort ;
- FC6 : Influences du ressort hélicoïdal sur le compresseur hydraulique de ressort.

III.1.2.3- Caractérisation des fonctions de service du compresseur hydraulique de ressort

Les fonctions de service du compresseur hydraulique de ressort seront caractérisées à partir de certains critères et du niveau d'appréciation de ceux-ci. Le tableau III.1.2.3 récapitule et caractérise ces différentes fonctions.

Tableau 5: caractérisation des fonctions du compresseur de ressort

Fonctions	Eléments à caractériser	Critères	Niveau
FP1 : Doit permettre à l'opérateur de comprimer et décompresser le ressort hélicoïdal	L'opérateur	Taille	1,5m
	Compresseur hydraulique de ressort	Qualité du compresseur hydraulique de ressort	Escompté
	Comprimé le ressort hélicoïdal	Déformation progressive	Moyen
FC1 : Doit plaire à l'utilisateur	Aspect du compresseur hydraulique de ressort	Forme	Peu complexe
		Couleur	Plaire à l'œil
		Encombrement	Réduit
à 40FC2 : Doit résister aux attaques du milieu environnant	Résistance du compresseur hydraulique de ressort	Corrosion	Aucune

	Milieu environnant	Magasin à température ambiante	20 à 40 °C
FC3 : Doit être connu dans un encombrement réduit	Etre adaptée	Adaptabilité	Bonne
	compresseur hydraulique de ressort	Encombrement	Réduit
FC4 : Doit respecter les normes de sécurité	Respect des normes de sécurité	Sécurité d'emploi	Bonne
FC5 : Doit respecter les normes de qualité	Respect des normes de qualité	-fiabilité ; -maintenabilité ; -durabilité ; -esthétique ; -performance.	Bonne
FC6 : Doit résister aux caractéristiques du ressort hélicoïdal	Résistance	Raideur	Aucune
	Ressort hélicoïdal	Déformable	Moyen

III.1.3. Analyse fonctionnelle technique : FAST (Function Analysis System Technique)

Elle permet de ressortir les fonctions techniques du produit afin d'en dégager les solutions technologiques de celles-ci. L'analyse fonctionnelle technique se fait à l'aide du diagramme FAST qui est un outil très pertinent permettant d'associer à la fonction de service (réponse au besoin de l'utilisateur) des solutions technologiques.

III.1.3.1. Diagramme FAST

Le sens de l'analyse se fait de la gauche vers la droite, en partant de la fonction principale toutes les fonctions techniques sont reliées et ordonnées jusqu'à aboutir aux solutions technologiques.

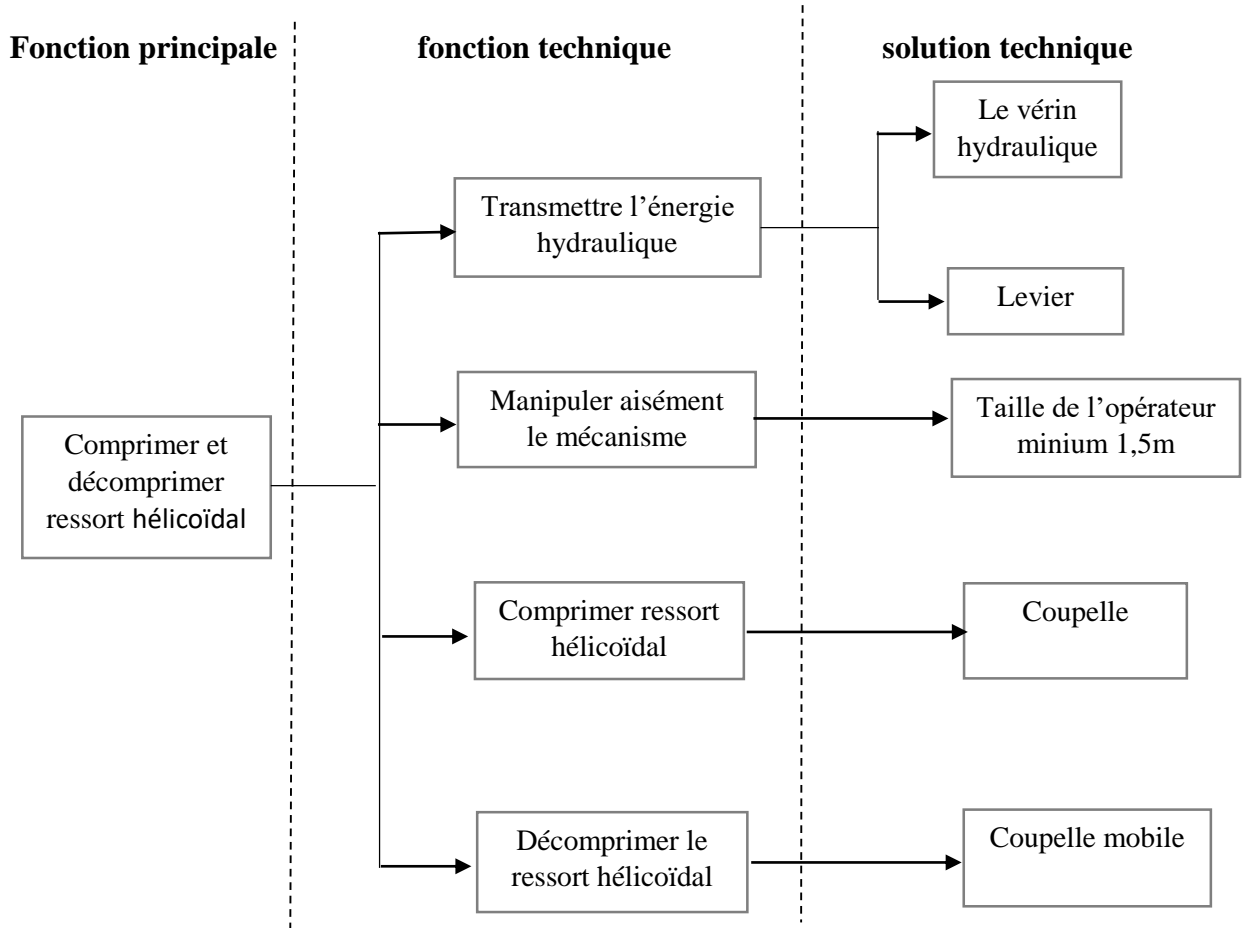


Figure 23:Diagramme FAST

III.1.4. Présentation de la nouvelle solution

Le modèle du compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal est composé d'éléments suivants :

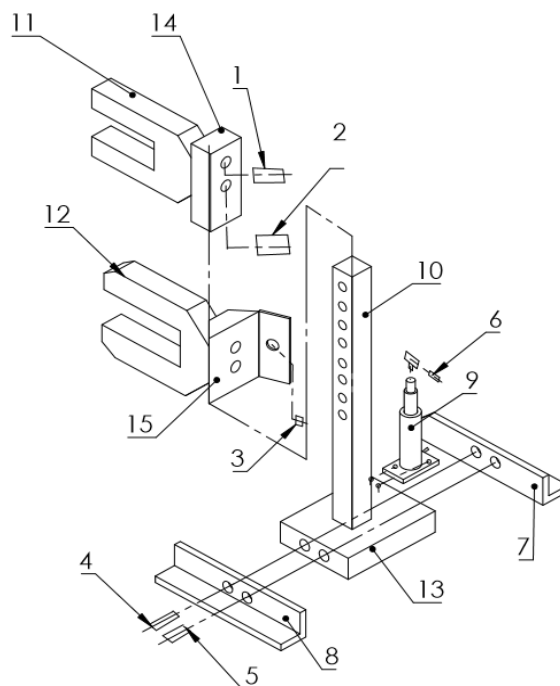


Figure 24:vue éclatée du compresseur hydraulique de ressort

Tableau 6: nomenclature des pièces

Numéro	Nom	Numéro	Nom	Numéro	Nom
1	Vis de blocage supérieure	6	Vis de liaison coupelle/tige-vérin	11	Coupelle fixe
2	Vis de blocage inférieure	7	Cornière (1)	12	Coupelle mobile
3	Vis de liaison coupelle/tige-vérin	8	Cornière (2)	13	Socle (Support tube carré)
4	Vis (1) d'assemblage cornière	9	Vérin hydraulique (cric)	14	Support coupelle fixe
5	Vis (2) d'assemblage cornière	10	Tube carré	15	Support coupelle mobile

III.1.4.1. Description et fonctionnement

Lorsque l'opérateur exerce une force sur le levier, l'huile dans le vérin hydraulique 9 se trouve sous pression en exerçant une pression sous la tige du vérin 16 ce qui le fait déplacer. Ce dernier est en liaison pivot avec la coupelle 12 qui effectue un mouvement de translation autour du tube carré 10 grâce à la tige du vérin hydraulique qui transmet son mouvement. La coupelle 11 qui est en liaison complète avec le tube carré 10 permet de créer un point d'appui du ressort hélicoïdal quand la coupelle 12 exerce une force transversale sous le ressort hélicoïdal en diminuant la longueur du ressort hélicoïdal.

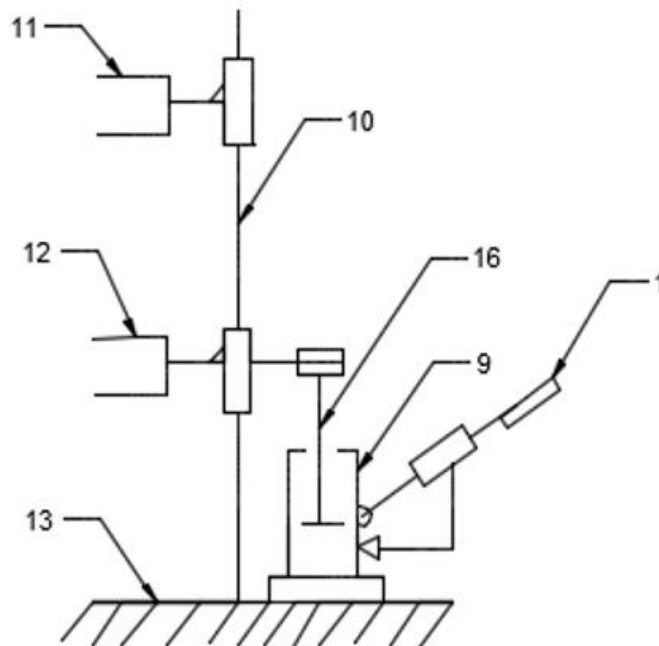


Figure 25:schéma cinématique du compresseur hydraulique de ressort

Tableau 7: liaison entre les pièces

Liaison entre Les pièces	Nom de liaison	Mouvement possible	
		Translation	Rotation
1 et 9	Pivot	0	1
9 et 16	Glissière	1	0
16 et 12	Pivot	0	1
12 et 10	Glissière	1	0
10 et 11	Démontable	0	0
10 et 13	Encastrement	0	0

CONCLUSION

Nous venons de faire dans ce chapitre une analyse fonctionnelle sur le compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal suivit de la présentation de la nouvelle solution. Nous allons par la suite présenter le matériel et la méthode pour le dimensionnement de celle-ci.

CHAPITRE IV :
MATERIELS ET METHODE

Chapitre IV : MATERIELS ET METHODE

Dans ce chapitre, il sera question pour nous de présenter d'une part les matériels qu'on doit utiliser pour réaliser notre compresseur hydraulique pour ressort hélicoïdal et d'autre part présenter les méthodes (techniques) nous permettant de réaliser la fonction principale (compressé et décompressé le ressort hélicoïdal).

IV.1. MATERIEL

IV.1.1. Définition :

Le matériel : c'est l'ensemble des outils dont on doit s'équiper pour faire un travail, c'est aussi l'ensemble des objets, des éléments, qui servent à une entreprise, à une exploitation, à l'armée, à la réalisation d'un ouvrage etc.

Il est important de faire ce récépiment des matériaux afin d'effectuer un dimensionnement correct des caractéristiques du produit. La conception d'un produit est subordonnée à plusieurs étapes telles que l'expression des besoins :

➤ Les tubes carrés en acier

Il faut savoir que l'acier est composé principalement de fer et de carbone. De ce fait, il sera à la fois résistant et doté d'une durée exceptionnelle, facile à soudé. Ce qui nous servira pour la jambe de force du compresseur de ressort hélicoïdal avec de dimension différente :

- Tube carré en acier de dimension **10 x 10 Cm** ;
- Tube carré en acier de dimension **9 x 9 Cm**.



Figure 26 :tube carré en acier

Pour le support des éléments, La cornière en acier est la pièce idéale pour renforcer les angles d'une structure ou pour fixer un garde-corps au sol, ce fer peut facilement être troué, visé, meulé, soudé ; cela nous permettra de renforcer les supports des éléments.



Figure 27 : cornière en acier

- **Les vis et écrou à tête hexagonale** : pour l'assemblage des liaisons démontables

Le boulon est l'ensemble vis+écrou permettent de créer une liaison « complète, rigide et démontable » entre les pièces qu'il traverse et presse l'une sur l'autre ; cela nous permettra d'assembler les liaisons démontables du compresseur de ressort hélicoïdal.



Figure 28: vis et écrou à tête hexagonale

- **Le cric hydraulique**

Le cric est un moyen qui offre une utilisation simple et une force de levage très importante en allant jusqu'à 12 tonnes, c'est un cric hydraulique bouteille qui est très compact et prend peu de place, ce qui le rend facile à ranger. [14]



Figure 29: cric hydraulique

- **Les coupelles en L**

Les coupelles en L serviront des éléments d'appuis sur le ressort hélicoïdal à compresser, c'est la partie plus sollicitée lors de compression du ressort hélicoïdal.

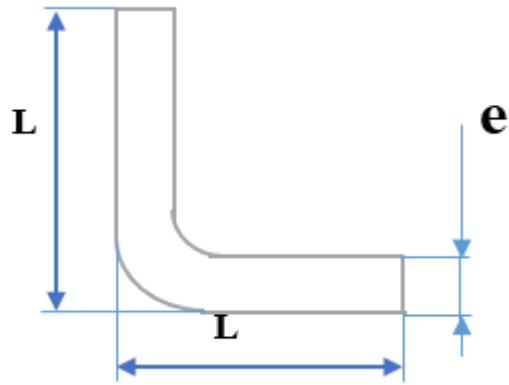


Figure 30: la coupelle en L

Tableau 8: Nomenclature des matériaux

REFERENCE	NOMBRE	DESIGNATION	MATIERE	OBSERVATION
1	08	ECROU HH M20	C42	
2	02	TUBE CARRE	C42	DIAMETRE DIFFERENT
3	08	VIS	25CrM04	
4	02	COUPELLES	C35	
5	01	CORNIERE	C35	
6	08	ECROU HHM20	C42	
7	08	VIS	35CrM04	

➤ La peinture antirouille

Les peintures préventives : à appliquer sur des métaux traités ou en bon état, pour empêcher l'apparition de la rouille. Ces traitements sont indispensables pour peindre un outil de travail, car ils peuvent être exposés à l'humidité.



Figure 31: la peinture antirouille

➤ Peinture métal

Une peinture métal permet de décorer le métal mais également de protéger ce dernier, particulièrement lorsqu'il de fer ou d'acier qui sont d'avantage exposé à des risques de corrosion.



Figure 32:la peinture métal

Elle comprend des becs de crochets avec loquets de sécurité à palettes et présente une charge de travail sécuritaire très élevée, elle est en acier galvanisé de haute qualité pour une durabilité et une résistance antirouille à long terme, elle nous servira pour sécuriser le ressort hélicoïdal sur le compresseur de ressort hélicoïdal.



Figure 33 :chaine de sécurité

IV.2. METHODE

La méthode est l'ensemble de démarches raisonnées, que suit l'esprit pour parvenir à un but. Nous représenterons ici la nouvelle solution et nous ferons également une étude expérimentale afin de déterminer la force de compression que doit recevoir le ressort hélicoïdal, la raideur du ressort afin de pouvoir dimensionné les pièces

IV.3. Etude expérimentale

Etant donné que le but de notre étude est de comprimer le ressort hélicoïdal d'amortisseur afin de le remplacer ou l'amortisseur lui-même, nous avons pour ce fait procéder à une expérience.

Tout d'abord nous avons pris un ressort en acier faiblement alliés de désignation normalisée 30 Cr Ni Mo 8 ayant subi des traitements thermiques (trempe et revenu) de diamètre d'enroulement de l'hélice moyenne ($D=130\text{mm}$), de diamètre de fil ($d=12\text{mm}$) et d'un nombre de spires ($n=6$) sur lequel nous avons appliqué une charge axiale ($P=500\text{N}$).

D'après la loi de HOOK, la déformation est fonction de la force. Par conséquent, nous avons appliqué une masse de 50Kg au ressort et nous avons obtenu une déformation de 5mm. [10]

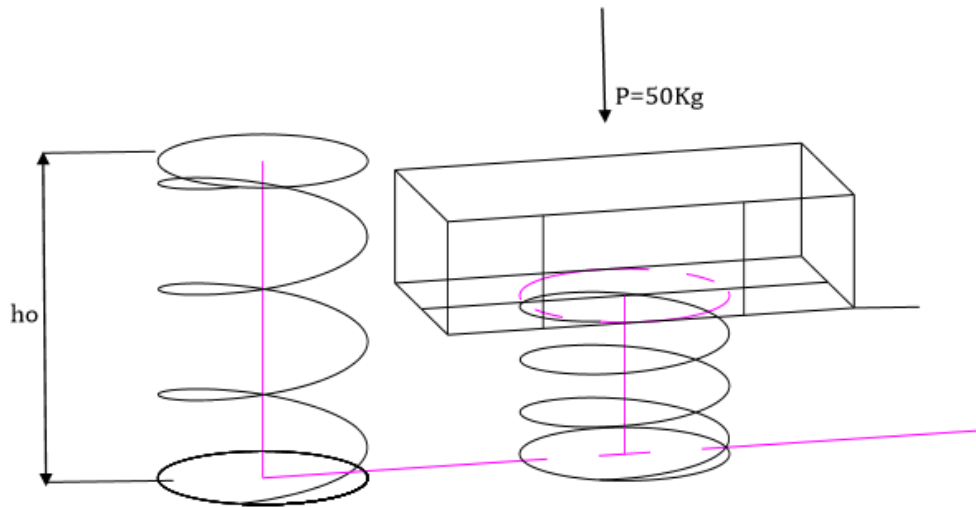


Figure 34:étude expérimentale [10]

IV.3.1. Caractéristiques :

Nous prendrons la valeur de la résistance élastique du matériaux (Re) dans le mémento du dessin industriel et G le module élasticité transversal qui est de 81000MPa pour les aciers.

$$G = 81000\text{MPa} ; \tau_{pe} = \frac{Re}{s} \rightarrow \tau_{pe} = \frac{850}{1.5} \quad \tau_{pe} = 566,67\text{N/mm}^2 ;$$

$$\tau_{pg} = \frac{Reg}{s} \rightarrow \tau_{pg} = \frac{1230}{1.5} \quad \tau_{pg} = 820\text{N/mm}^2.$$

❖ Condition de résistance :

$$|\tau|_{max} \leq \tau_{pe} \rightarrow \frac{8.P_{max}.D}{\pi d^3} \leq \tau_{pe}$$

$$\text{AN: } \tau_{pe} = \frac{8.500.130}{3,14(12)^3}$$

$$\tau_{pe} = 95,83$$

$$\text{d'où } \underline{\tau_{pe} = 95,83\text{N/mm}^2}$$

❖ Condition de charge accidentelle :

$$\tau_{ult} \leq \tau_{pg} \rightarrow \frac{8.p_{ult}.D}{\pi d^3} \leq \tau_{pg}$$

$$\rightarrow pult = \frac{\tau_{pg} \cdot \pi d^3}{8D}$$

$$\text{AN } pult = \frac{820,3,14(12)^3}{8,130}$$

$$= 4278\text{N}$$

$$\underline{pult = 4278\text{N}}$$

$$\rightarrow \tau_{ult} = \frac{8 \cdot pult \cdot D}{\pi d^3}$$

$$\text{AN : } \tau_{ult} = \frac{8 \cdot 4278 \cdot 130}{3,14 \cdot (12)^3}$$

$$= 819,99$$

$$\underline{\tau_{ult} = 819,99\text{N/mm}^2}$$

❖ **Calcul de raideur (K) :**

$$k = \frac{Gd^4}{8 \cdot nD^3} \quad \text{AN : } k = \frac{81000(12)^4}{8 \cdot 6 \cdot (130)^3}$$

$$= 15,92$$

$$\underline{k = 15,92\text{N/mm}}$$

❖ **Calcule de la flèche (f) :**

$$k = \frac{P}{f} = \frac{Gd^2}{8D^3} \quad \rightarrow \quad f = \frac{8 \cdot PD^{3n}}{GD^4}$$

$$\text{AN : } f = \frac{8 \cdot 500 \cdot (130)^{3n}}{1000 \cdot (12)^4}$$

$$= 31,39$$

$$\underline{f = 31,39\text{mm}}$$

$$\text{d'ou } fult = \frac{pult}{k} \quad \text{AN : } fult = \frac{4278,12}{15,92}$$

$$= 268,72$$

$$\underline{fult = 268,72mm}$$

❖ **Calcul de hult :**

$$hult = (n + 1)d \quad \text{AN : } hult = (6 + 1)12 \\ = 84$$

$$\underline{hult = 84mm}$$

❖ **Calcul de h_0 :**

$$h_0 = hult + fult \quad \text{AN : } h_0 = 84 + 268.72 \\ = 352.72mm$$

$$\underline{h_0 = 352.72mm}$$

Après expérience, nous avons obtenu la force de compression (Pult) que le ressort doit recevoir lorsque ce dernier est comprimé à bloc ; ce qui nous permet de procéder au dimensionnement de notre compresseur de ressort hélicoïdal.

IV.4. Etude dimensionnelle

La détermination des caractéristiques des matériaux choisis afin de déterminer la dimension des principaux organes de notre compresseur de ressort hélicoïdal tels que :

- Les coupelles ;
- La vis ;
- Vis de maintien ;
- Tube carrée.
- Socle (support)

IV.4.1. Dimensionnement de la coupelle

Nous déterminons d'abord les efforts de cohésion, ensuite nous tracerons les diagrammes des efforts et des moments. Cela nous permettra de déterminer les sections les plus sollicitées, afin de déterminer les caractéristiques de la coupelle tels que :

- L'épaisseur du profilé ;
- Le coin arrondi ;

- La longueur des ailes.

A- Efforts de cohésion :

En considérant le bras de la coupelle comme une poutre encastrée en A, nous recherchons les actions mécaniques internes à la coupelle qui nous permettront de tracer le diagramme des efforts et des moments.

- **Isolons la coupelle :**

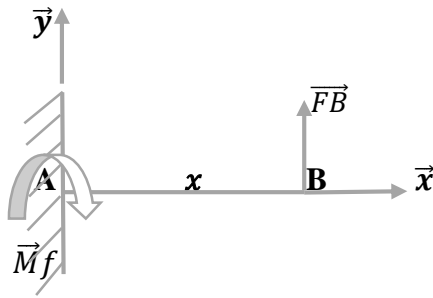


Figure 35: modélisation de l'effort coupelle

- **Détermination des actions de liaisons.**

$$\sum(\vec{F}_{ext}) = \vec{0} \rightarrow \vec{R}_A + \vec{F}_B = \vec{0}$$

$$\rightarrow R_A = -F_B$$

$$\text{AN: } \underline{\vec{R}_A = -4278,12 \text{ N}}$$

$$\sum \overline{M}_A(\vec{F}_{ext}) = \vec{0} \rightarrow \overline{M}_C + \overline{M}_{F_A} = \vec{0}$$

$$\overline{M}_C = -\overline{M}_{F_A} \times x$$

$$\text{AN: } \overline{M}_C = -4278,12 \times 350$$

$$= -1497,34 \text{ N.m}$$

$$\underline{\overline{M}_C = -1497,34 \text{ N.m}}$$

B- Etude des zones :

$$\text{Zone (A-B)} \quad \mathbf{0 \leq x \leq 350}$$

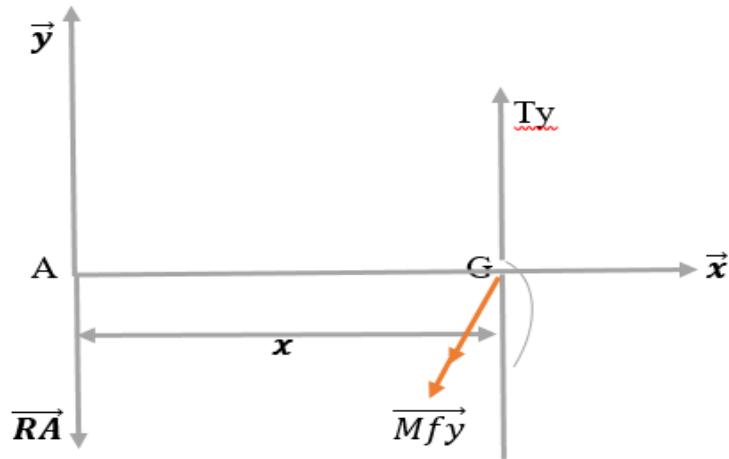


Figure 36: schématisation de la coupe fictive du tronçon AB

$$\begin{cases} N = \vec{0} \\ -\vec{RA} + T_y = \vec{0} \rightarrow T_y = \vec{RA} \\ \vec{Mfy} + \vec{MRA} = \vec{0} \rightarrow \vec{Mfy} = -\vec{MRA} \rightarrow \vec{Mfy} = \vec{GA} \wedge \vec{RA} \end{cases}$$

$$\begin{array}{c|c|c} \begin{array}{c} M_{tx} \\ M_{fz} + G(X)A \\ M_{fz} \end{array} & \begin{array}{c} -X \\ 0 \wedge RA \\ 0 \end{array} & \begin{array}{c} 0 \\ RA=0 \\ 0 \end{array} \end{array}$$

$$MfZ - RAX = 0$$

Pour $x = 0$

$$\begin{cases} T_y = 4278,12N \\ M_{fz} = 0 \end{cases}$$

Pour $x = 350$

$$\begin{cases} T_y = 4278,12N \\ M_{fz} = 1497,34N.m \end{cases}$$

C- Diagrammes des efforts

Les **diagrammes des efforts** intérieurs désignent le tracé des efforts subis par la poutre en fonction de la position le long de cette dernière.

Les représentations des efforts sont les suivants, l'effort tranchant et le moment fléchissant suivant z



Figure 37 : modélisation de la réaction et force

▪ **Effort tranchant**

Effort tranchant : effort interne agissant dans le plan d'une section de poutre ; provoque un glissement relatif d'une section par rapport à une autre.

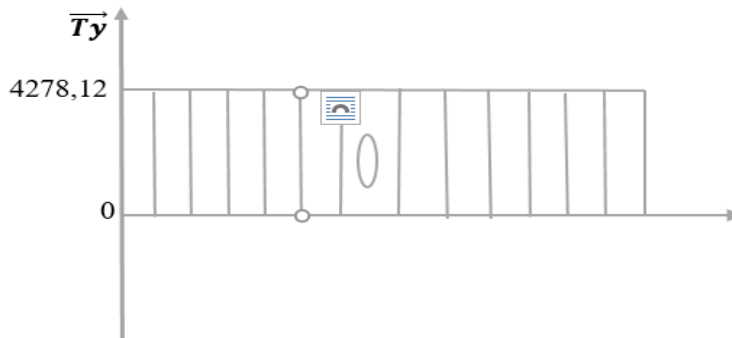


Figure 37:diagramme de l'effort tranchant

▪ **Le moment fléchissant suivant z**

Le moment fléchissant : Dans la théorie des poutres, élément de réduction correspondant à la composante du moment résultant des action extérieures (par convention située à gauche de section) qui provoque la flexion longitudinale de la poutre.

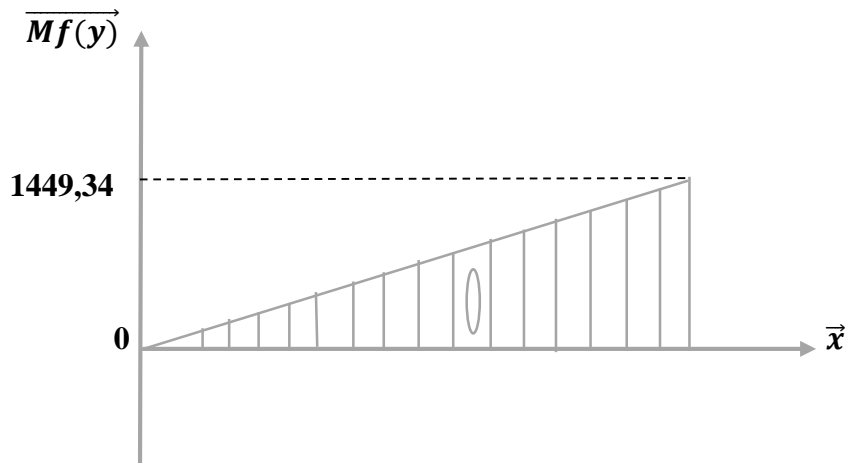


Figure 39 : diagramme de moment fléchissant suivant z

- La liaison de la coupelle

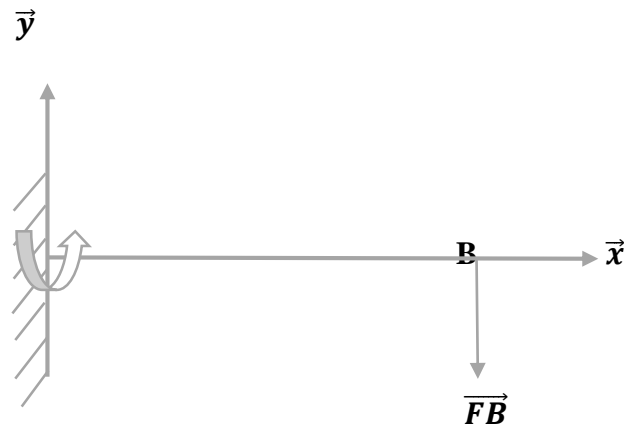


Figure 40 : modélisation de l'effort

D- Détermination des actions de liaisons.

$$\sum(\overrightarrow{F_{ext}}) = \vec{0} \rightarrow \overrightarrow{RA} - \overrightarrow{FB} = \vec{0} \rightarrow \overrightarrow{RA} = \overrightarrow{FB}$$

$$\text{AN: } \overrightarrow{RA} = 4278,12 \text{ N}$$

$$\sum M_A(\overrightarrow{F_{ext}}) = \vec{0} \rightarrow \overrightarrow{Mc} + \overrightarrow{MFA} = \vec{0} \rightarrow \overrightarrow{Mc} = \overrightarrow{RMFA} \times x$$

$$\text{AN: } \overrightarrow{Mc} = 4278,12 \times 350$$

$$= 1497,34 \text{ N.m}$$

$$\underline{\underline{\overrightarrow{Mc} = 1497,34 \text{ N.m}}}$$

E- Etude des zones.

Zone (A-B) : pour x compris entre 0 et 350 ($0 \leq x \leq 350$)

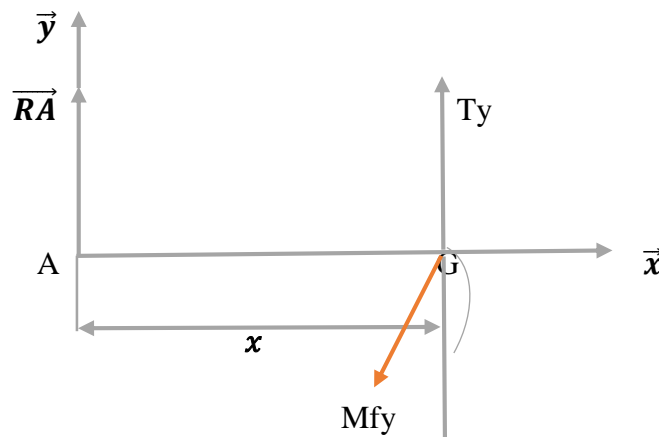


Figure 40: schematisation de la coupe fictive AB

$$\begin{cases} N = \vec{0} \\ \vec{RA} + Ty = \vec{0} \rightarrow \vec{T}y = -\vec{RA} \\ \vec{Mf}y - \vec{MRA} = \vec{0} \rightarrow \vec{Mf}y = \vec{MRA} \rightarrow \vec{Mf}y = \vec{GA} \wedge \vec{RA} \end{cases}$$

$$\begin{array}{c|c|c} \left. \begin{array}{l} M_{tx} \\ M_{fz} + (X)A \\ M_{fz} \end{array} \right\} & \begin{array}{l} -X \\ 0 \\ 0 \end{array} & \left. \begin{array}{l} 0 \\ \wedge RA \\ 0 \end{array} \right\} \begin{array}{l} RA=0 \\ \\ 0 \end{array} \end{array}$$

$$MfZ - RAX = 0 \rightarrow$$

Pour $x = 0$

$$\begin{cases} Ty = 4278,12N \\ Mfz = 0 \end{cases} \quad \text{Pour } x = 350$$

$$\begin{cases} Ty = 4278,12N \\ Mfz = 1497,34N.m \end{cases}$$

F- Diagrammes des efforts

Les **diagrammes des efforts** intérieurs désignent le tracé des efforts subis par la poutre en fonction de la position le long de cette dernière.



Figure 40 : modélisation de la réaction et force

- Effort tranchant

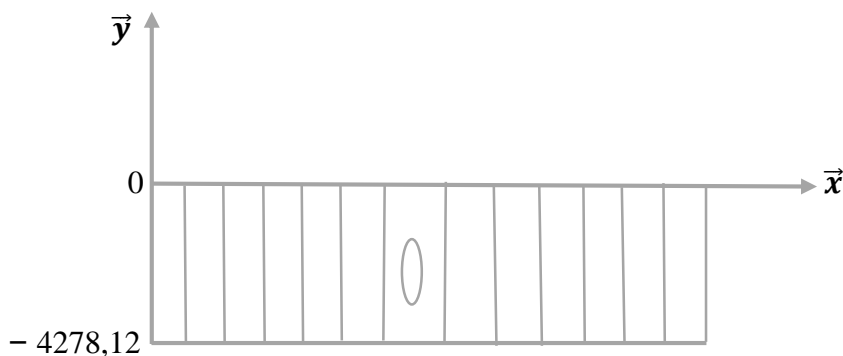


Figure 41 : diagramme de l'effort tranchant

- Le moment fléchissant suivant z

Dans la théorie des poutres, élément de réduction correspondant à la composante du moment résultant des action extérieurs (par convention située à gauche de section) qui provoque la flexion longitudinale de la poutre

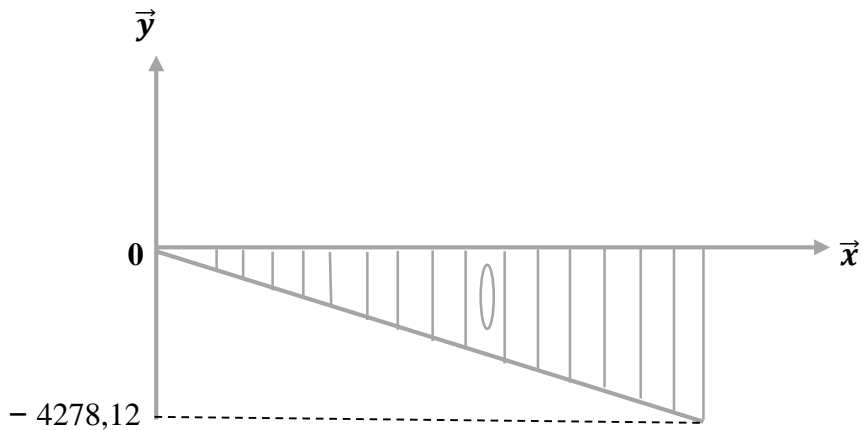


Figure 42 : diagramme moment fléchissant

IV.4.2. Dimensionnement des coupelles :

Compte tenu du fait que la coupelle en L est là plus sollicitée du compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal, c'est elle que nous s'utiliserons pour le dimensionnement de ce dernier.

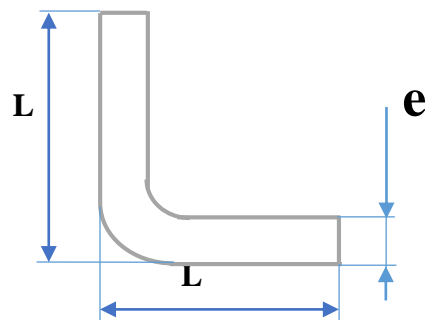


Figure 43 : représentation de la coupelle en L

IV.4.2.1. Condition de résistance :

Nous assimilerons notre système comme dans le cas d'une charge concentrée en bout de coupelle.

$$\sigma_{\max} < R_{pe} \rightarrow \frac{1MfGzI_{\max}}{IGz/v} < R_{pe}$$

$$\text{Or } R_{pe} = \frac{R_e}{s} \quad \text{et } S = 1,5$$

$$IGZ = \frac{Mfz.L.S}{2.Re}$$

$$\Delta f = \frac{P.L^3}{3.E.IGZ} \rightarrow \frac{P.L^3}{3.E.\Delta f}$$

$$\text{Or } \Delta f = 1 + \frac{1}{100} \cdot L$$

$$\rightarrow IGZ = \frac{P.L^3}{3.E.0,001.L}$$

$$= \frac{p.L^2}{3.E.0,001}$$

$$\rightarrow IGZ = \frac{p.L^3}{3.E.0,001.}$$

$$= \frac{Mfz.L.S}{2Re}$$

$$\rightarrow L = \frac{p.L^2.2Re}{Mfz.S.3.E.0,01}$$

$$L = \frac{4278,12(350)^2.2.555}{200000.0,01.3.1,5.1497342}$$

$$\underline{\underline{L = 43,37mm}}$$

La normalisation du mémento nous donne le reste des dimensions dont nous prendrons la peine de mentionner ci-dessous.

IV.5. Dimensionnement du socle (support)

La conception du socle consiste à choisir une forme géométrique qui s'adapte au type de sol (pour la stabilité).

Le socle subit la flexion due aux écrasements des bras (coupelle) au niveau des articulations

IV.5.1. Calcul de la flèche maximale

On a la formule suivante : $f = \frac{Q \times L^1}{24 \times E \times I} (3L - 4L1)$

D'où

- Q : La charge totale ($Q = 4278 \text{ N}$).
- L : Longueur du socle ($L = 350 \text{ mm}$).
- L1 : Longueur du socle par rapport à l'axe d'articulation ($L1 = 48 \text{ mm}$).
- E : Module de Young du matériau ($E = 210\,000 \text{ Gpa}$)
- I : Moment d'inertie ($I = \frac{bh^3}{12}$)
 - o $b = 120 \text{ mm}$
 - o $h = 47 \text{ mm}$

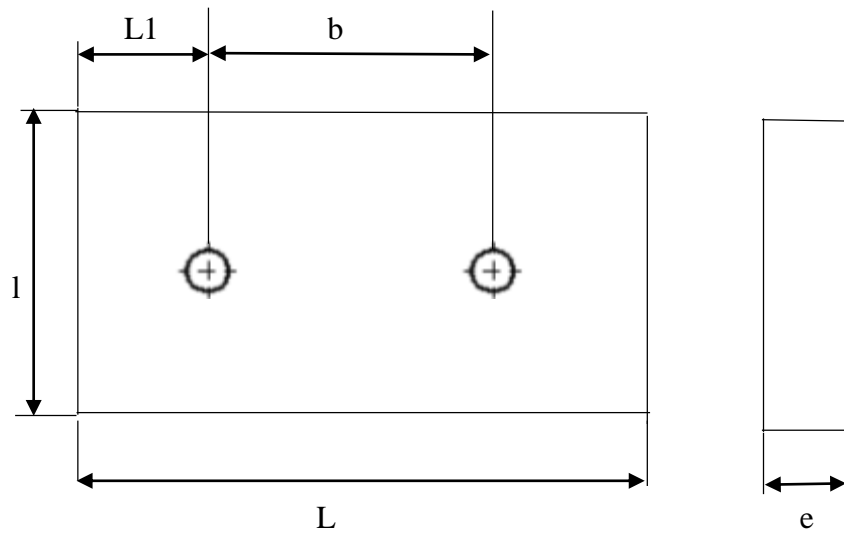


Figure 44 : modélisation du socle

AN: $f = \frac{4278 \times 48}{24 \times E \times I} (3 \times 350 - 4 \times 48) \Rightarrow f = 0,0040 \text{ soit } 4 \times 10^{-3} \text{ mm}$

IV.6. Désignation normalise de la cornière

La désignation normalise : $L \times 45 \times 5$

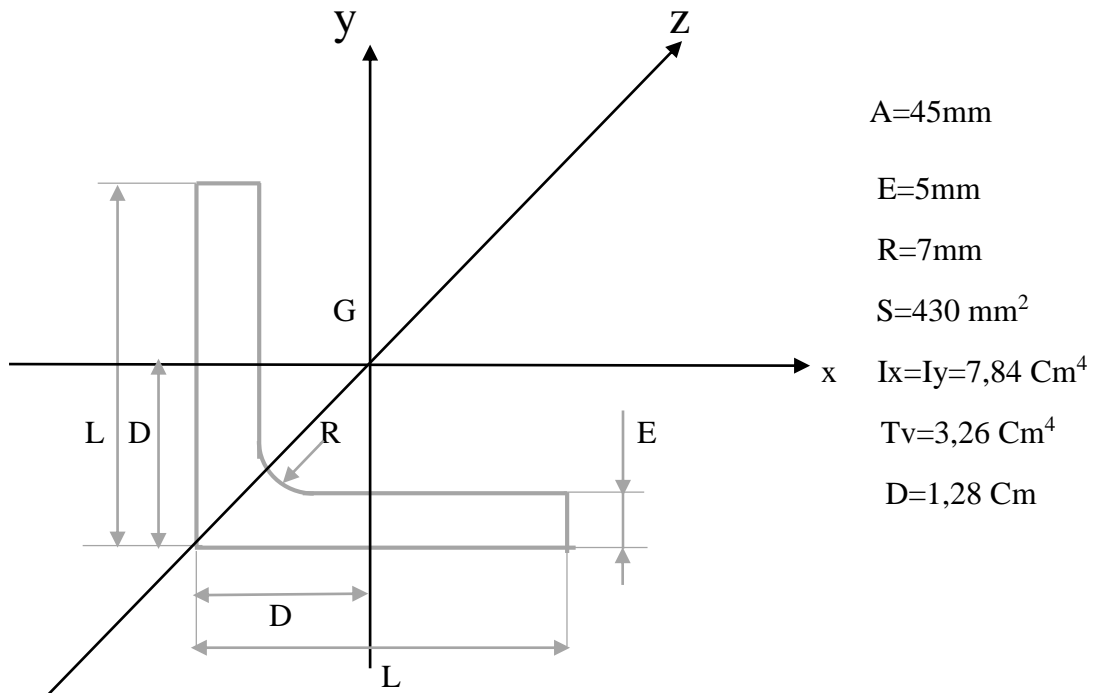


Figure 45: representation de la corniere

IV.7. Dimensionnement de la vis d'assemblage cornière

Dans Notre conception on a choisi la vis de qualité 8.8 (vis à tête hexagonal) [15]

- La classe est indiquée par deux chiffres S.Y.
- On déduit $Re = S \times Y \times 10$ en Mpa et $Rr = 100 \times S$ en Mpa.

o Re: limite d'élasticité

o Rr: limite de la rupture

On obtient:

$Re = 640$ Mpa , $Rr = 800$ Mpa (Comme le montre la figure)

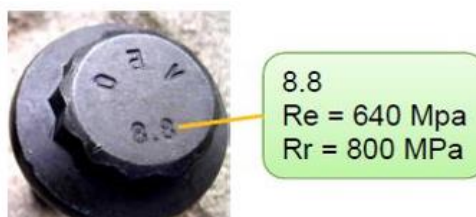


Figure 38 :vis d'assemblage

On déduit la contrainte pratique de cisaillement du boulon

$$\tau_p = \frac{\tau_e}{S}$$

- τ_p : Contrainte pratique de cisaillement.
- τ_e : La contrainte tangentielle limite élasticité.

$$\circ \tau_e = 0,8 \times R_e$$

- S: Coefficient de sécurité ($S = 5$).

$$\text{AN: } \tau_p = \frac{512}{5} \quad \Rightarrow \quad \tau_p = 102,4 \text{ Mpa}$$

Calcul du diamètre de la vis:

Pour calculer le diamètre on utilise la formule de cisaillement suivante:

$$\tau = \frac{Q}{2 \times A} \leq \tau_p$$

- Q: La charge totale ($Q = 4278 \text{ N}$).
- A: La section de la vis $A = \frac{\pi \times d^2}{4}$

$$\text{Soit: } d \geq \sqrt{\frac{2 \times Q}{\pi \times \tau_p}} \quad \text{AN: } d \geq 5,15 \text{ mm} \quad \text{Selon les normes on prend } \mathbf{d = 6 \text{ mm}}$$

IV.8. Dimensionnement de la jambe (tube carre)

Comme les jambes sont sollicitées en flexion, nous allons faire les études dimensionnelles sur la jambe la plus sollicitée. Cette jambe étant de forme carrée on a les caractéristiques suivantes :

- $S = 1,5$ coefficient de sécurité ;
- $K=2,5$ coefficient de concentration ;
- I : module d'inertie de flexion.

$$Mt < Rpe$$

$$Rpe = \frac{Re}{S/K} \rightarrow \frac{IG}{V} = \frac{Mf.S.K}{Re}$$

$$\text{Or } \frac{IG}{V} = I$$

$$I = \frac{149732.1,5.2,3}{555}$$

$$\underline{I = 9,307 \text{ Cm}^2}$$

S=4,0 mm épaisseur

b=50 mm la dimension extérieure

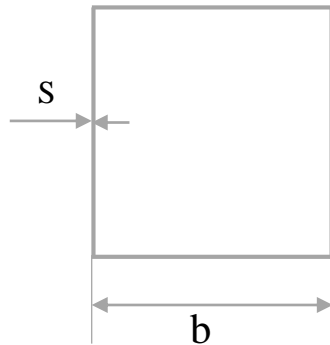


Figure 47 : modélisation du tube carré

IV.9. Dimensionnement des vis d'assemble coupelle fixe et tube carré

Nous dimensionnons ces vis pour éviter le cisaillement pendant le fonctionnement de l'effort de flexion sur les coupelles. Nous choisissons une vis où l'effort de cisaillement est plus important.

Dans Notre conception on a choisi la vis de qualité 8.8 (vis à tête hexagonal) []

- La classe est indiquée par deux chiffres S.Y.
- On déduit $R_e = S \times Y \times 10$ en Mpa et $R_r = 100 \times S$ en Mpa.

o R_e : limite d'élasticité

o R_r : limite de la rupture

On obtient:

$$R_e = 100 \text{ Mpa} \quad , \quad R_r = 800 \text{ Mpa}$$

On déduit la contrainte pratique de cisaillement du boulon

$$\tau_p = \frac{\tau_e}{S}$$

- τ_p : Contrainte pratique de cisaillement.
- τ_e : La contrainte tangentielle limite élasticité.

$$\text{o } \tau_e = 0,8 \times Re$$

- S: Coefficient de sécurité (S = 5).

$$AN : \tau_p = \frac{80}{5} \Rightarrow \tau_p = 16 \text{ Mpa}$$

IV.9.1. Calcul du diamètre de la vis:

Pour calculer le diamètre on utilise la formule de cisaillement suivante:

$$\tau = \frac{Q}{2 \times A} \leq \tau_p$$

- Q: La charge totale (Q = 4278 N).
- A: La section de la vis $A = \frac{\pi \times d^2}{4}$

$$\text{Soit: } d \geq \sqrt{\frac{2 \times Q}{\pi \times \tau_p}} \quad AN : \quad d \geq 13,05 \text{ mm} \text{ Selon les normes on prend } \mathbf{d = 15 \text{ mm}}$$

Ayant le diamètre d du noyau nous trouvons le diamètre nominal par la formule $d=D-0.936P$. Sachant que le pas métrique Pest de 0.75mm on a :

$$AN : D=d+0.936(0.75)$$

$$D=15,702\text{mm}$$

IV.10. Dimensionnement du vérin hydraulique « cric »

Pour l'équipement et le choix du cric hydraulique, la grandeur la plus significatif est la puissance nécessaire pour vaincre la raideur du ressort hélicoïdal afin de pouvoir déformer le ressort hélicoïdal.

Pour l'équipement « le ressort hélicoïdal » :

D'après ce qui précède, la condition de charge pour que le ressort hélicoïdal se comprime en

$$\text{bloc est :} \quad \tau_{ult} \leq \tau_{pg} \rightarrow \frac{8 \cdot p_{ult} \cdot D}{\pi d^3} \leq \tau_{pg}$$

Avec : $\tau_{pg}=820$

Le diamètre du ressort $D=130\text{mm}$

Le diamètre du fil de ressort $d=12\text{mm}$

$$\text{Alors } \tau_{ult} \leq \tau_{pg} \rightarrow \frac{8 \cdot p_{ult} \cdot D}{\pi d^3} \leq \tau_{pg} \rightarrow p_{ult} = \frac{\tau_{pg} \cdot \pi d^3}{8D}$$

$$\text{AN } p_{ult} = \frac{820,3,14(12)^3}{8 \cdot 130}$$

$$= 4278\text{N}$$

$$\underline{p_{ult} = 4278\text{N}}$$

$$\text{avec la raideur du ressort (K) est } k = \frac{Gd^4}{8 \cdot nD^3}$$

$$\text{AN : } k = \frac{81000(12)^4}{8 \cdot 6 \cdot (130)^3}$$

$$= 15,92$$

$$\underline{k = 15,92\text{N/mm}}$$

En somme, la force de compression (Pult) que le ressort hélicoïdal doit recevoir lorsque ce dernier est comprimé en bloc est : **pult = 4278 N**

IV.11. Choix du vérin hydraulique (cric)

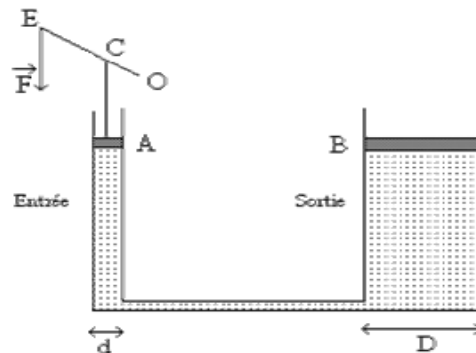


Figure 39: modélisation d'un vérin hydraulique

Soit : $d = 2,5\text{cm}$, le diamètre du piston d'entrée ;

$D = 12\text{cm}$, le diamètre du piston de sortie ;

\vec{F} : la force à l'extrémité du levier d'intensité $F = 20\text{N}$;

la force \vec{F} qui exerce sur le piston en O par un système de balancier

le piston d'entrée est enfoncé, par le rapport bras $\frac{OE}{OC}$ est tel que $\frac{OE}{OC} = 10$.

Le théorème de moment permet d'écrire $FXOE = F'XOC$ on déduit la force \vec{F}' ,

$$\vec{F}' = \frac{FXOE}{OC} \Rightarrow \vec{F}' = 20X10$$

$$\vec{F}' = 200$$

$$\vec{F}' = 200N$$

Le théorème de pascal permet d'écrire $F_BXS_A = F_AXS_B \Rightarrow F_B = \frac{F_AXS_B}{S_A}$

La surface de la section d'un cylindre est $S = \pi XR^2 = \pi X \left(\frac{D}{2}\right)^2$

Alors la surface $S_A = \pi X \left(\frac{d}{2}\right)^2$ soit $S_A = 3,14X \left(\frac{2,5}{2}\right)^2$

$$S_A = 4,90 \text{ cm}^2$$

la surface $S_B = \pi X \left(\frac{D}{2}\right)^2$ soit $S_B = 3,14X \left(\frac{12}{2}\right)^2$

$$S_B = 113,04 \text{ cm}^2$$

La force exercée en B est donc : $F_B = \frac{F_AXS_B}{S_A}$

$$F_B = \frac{200X113,04}{4,90}$$

$$= 4613,87$$

$$F_B = 4613,87 \text{ N}$$

Conclusion : le piston B pourra soulever une charge maximale de 4613,87 N d'où l'intensité P du poids \vec{P} pouvant être soulevée par le vérin hydraulique est $P = 4613,87N$.

La force de compression (Pult) que le ressort hélicoïdal doit recevoir lorsque ce dernier est comprimé en bloc est : **pult = 4278 N** et l'intensité P du poids \vec{P} pouvant être soulevée par le vérin hydraulique est **P = 4613,87N**.

Nous avons donc : **4278 N < 4613,87N** alors le vérin hydraulique peut vaincre la raideur du ressort.

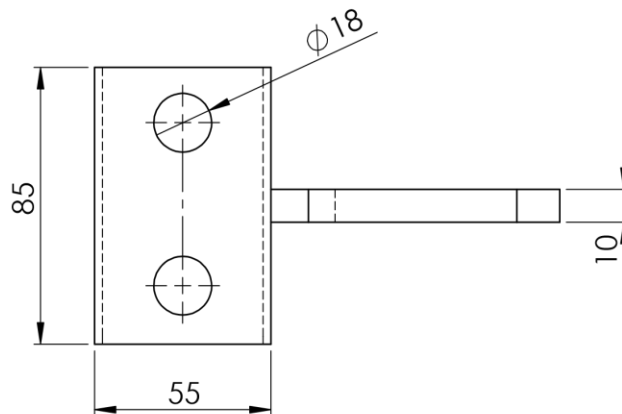
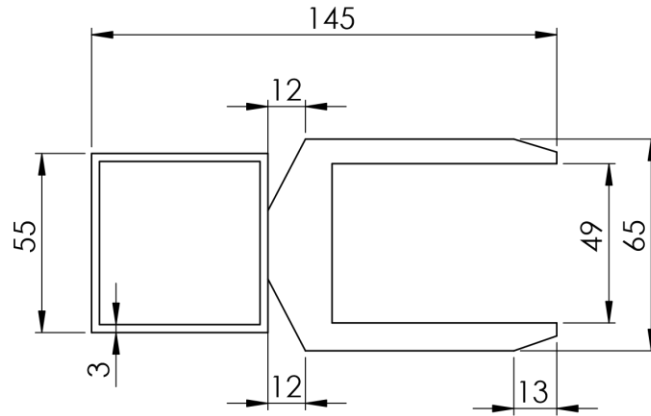
D'après ce qui précède, nous choisirons un vérin hydraulique (cric hydraulique) possédant l'intensité P du poids \vec{P} pouvant soulevée une charge **P = 4613,87N**.

Chapitre V :
ETUDE DE FABRICATION

Chapitre V : ETUDE DE FABRICATION

Dans cette partie, il sera question de présenter le dessin d'ensemble de notre compresseur de ressort hydraulique et les dessins de définition des pièces usinés :

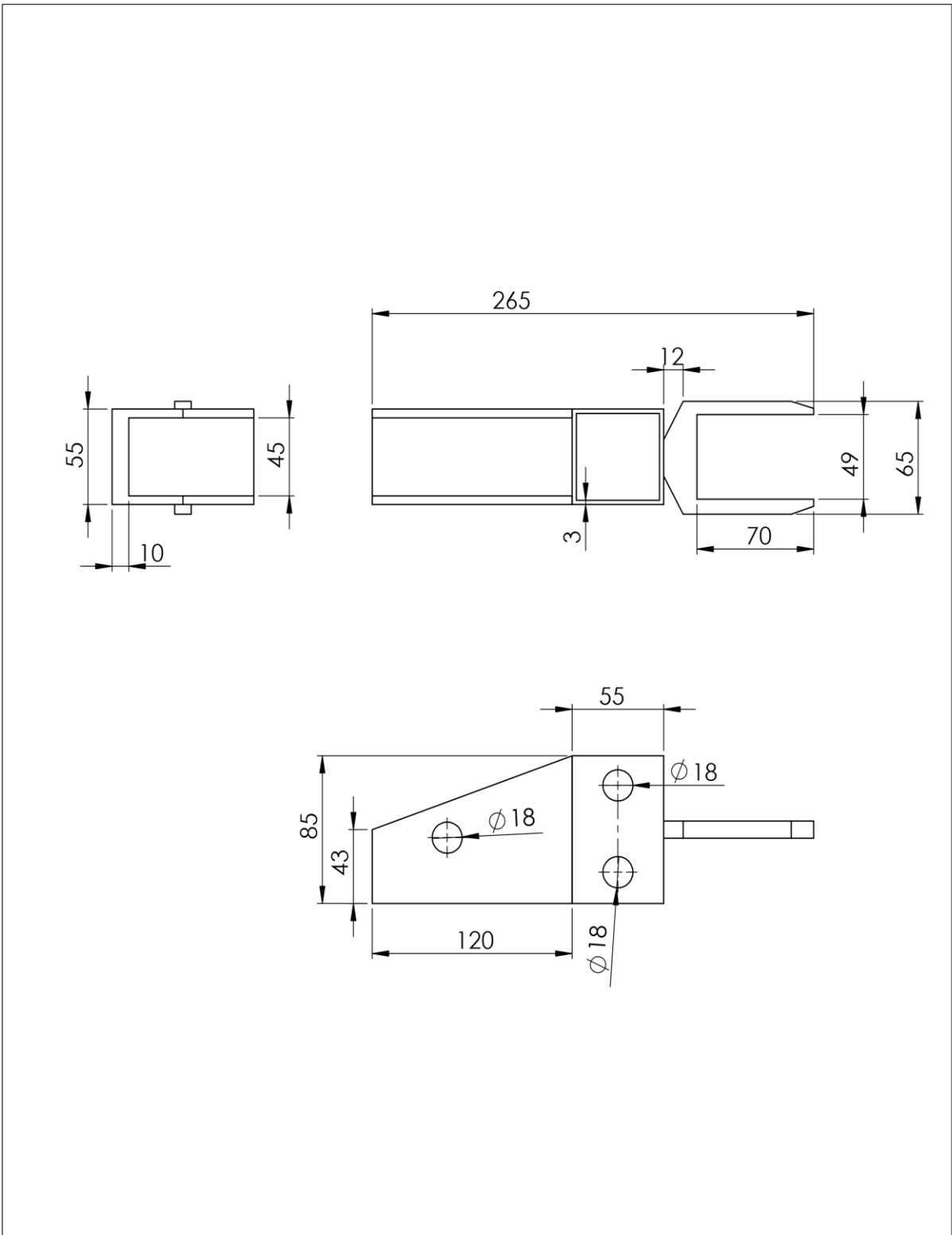
- Coupelle supérieure ;
- Coupelle inférieure ;
- Le tube carré ;
- Le socle ;
- La cornière ;
- Dessin d'ensemble



ENSET D'EBOLOWA

Echelle 1/3	COUPELLE SUPERIEURE	MA 5
		Date
A4 V	VOURYABE Barthelemy	Folio

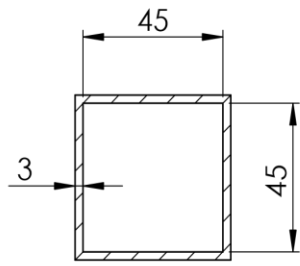




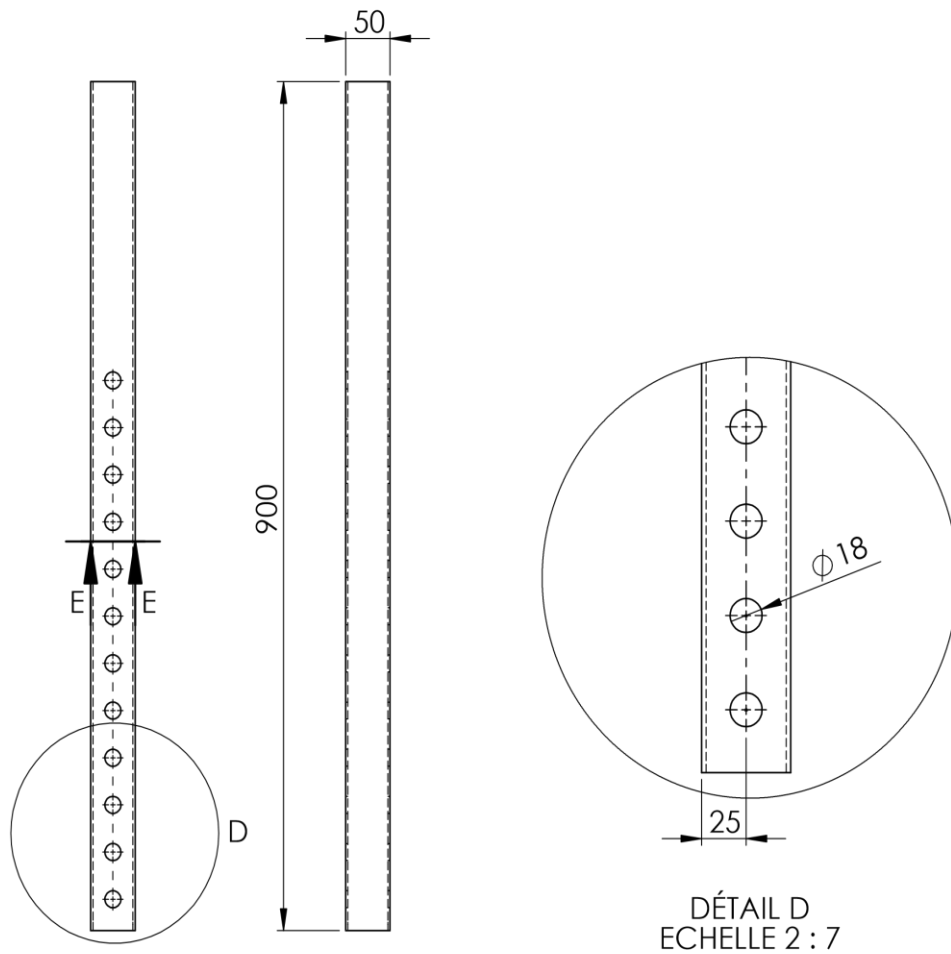
ENSET D'EBOWA

Echelle 1/3	COUPELLE INFERIEURE	MA 5
		Date
A4 V	VOURYABE Barthelemy	Folio

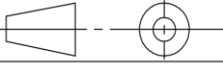




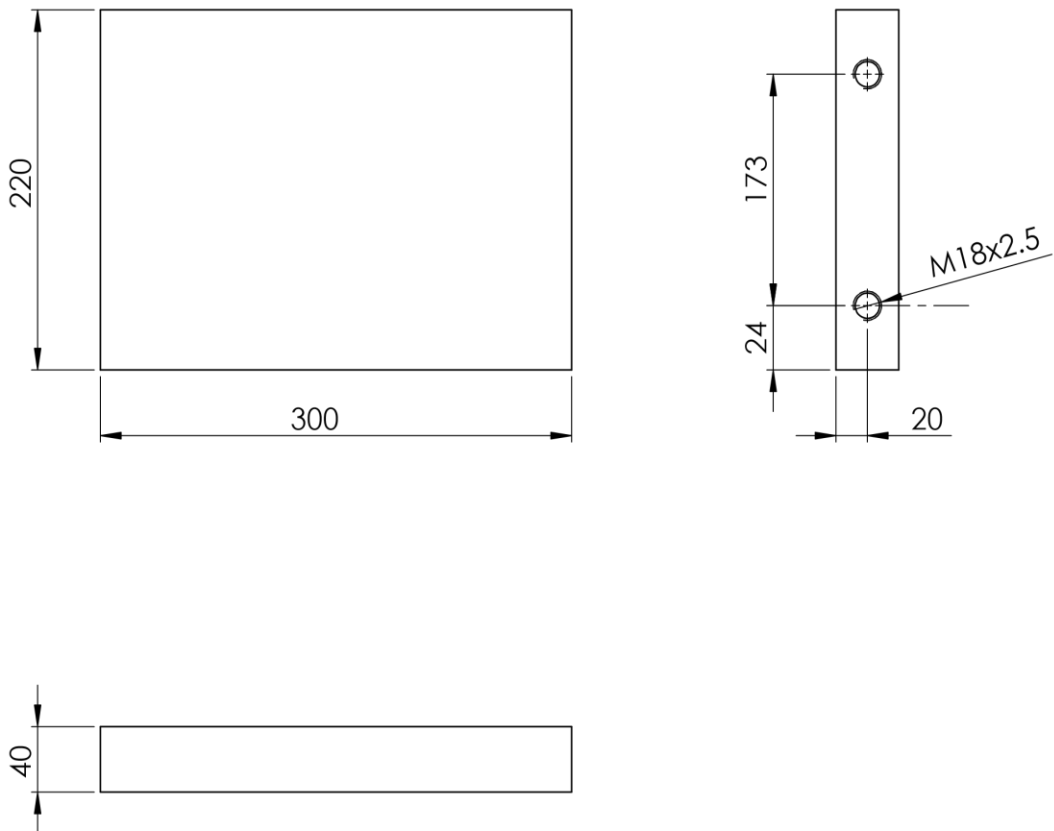
COUPE E-E
ECHELLE 1 : 2



ENSET D'EBOWA

Echelle 1/3	tube carré	MA 5
		Date
A4 V	VOURYABE Barthelemy	Folio

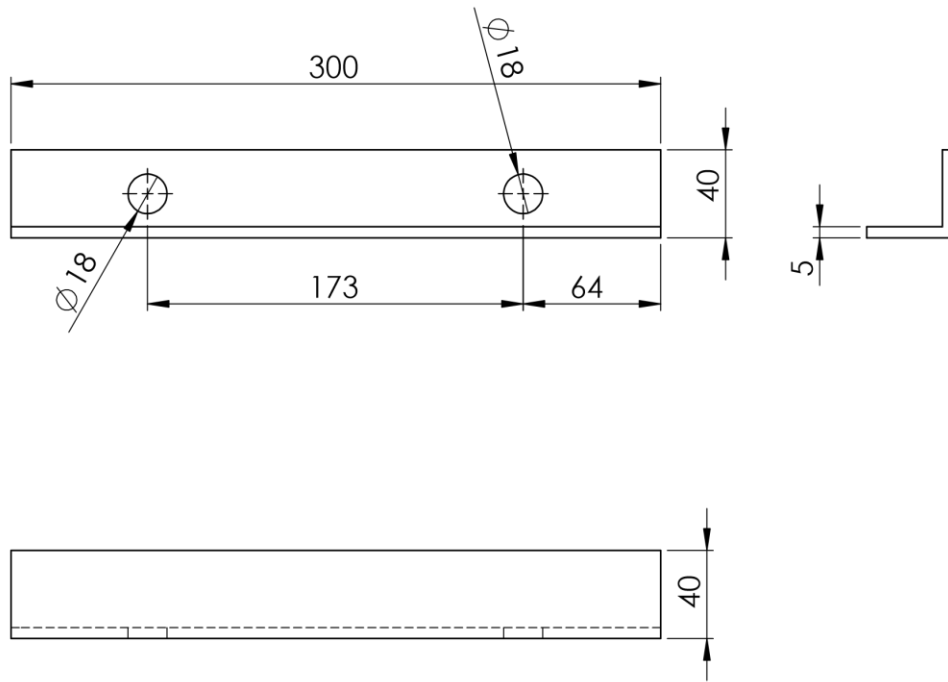




ENSET D'EBOLOWA

Echelle 1/4	SOCLE	MA 5
		Date
A4 V	VOURYABE Barthelemy	Folio





ENSET D'EBOWA

Echelle 1/3	CORNIERE	MA 5
		Date
A4 V	VOURYABE Barthelemy	Folio



V.1. Gammes d'usinage

L'élaboration d'une gamme d'usinage est liée au contexte technico-économique de l'entreprise.

L'objectif est de produire des pièces au meilleur coût, répondant à des caractéristiques de qualité précises, dans un délai maîtrisé et dans un environnement technique de production donné.

V.1.1. Définition

La gamme d'usinage est une feuille donnant l'ordre chronologique des différentes opérations d'usinage d'une pièce en fonction des moyens d'usinage.

La feuille résume l'étude et doit :

- Permettre l'identification de la pièce étudiée ;
- Présenter très clairement la succession des phases ;
- Préciser les surfaces usinées à chaque phase ;

V.1.2. Rédaction de la feuille

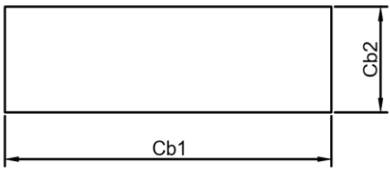
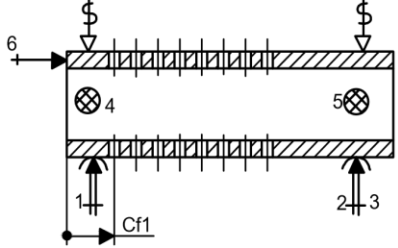
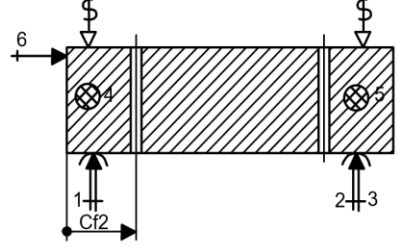
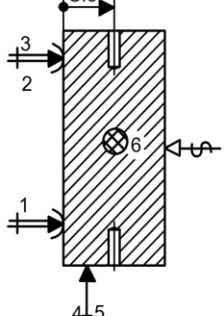
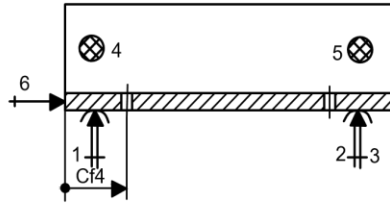
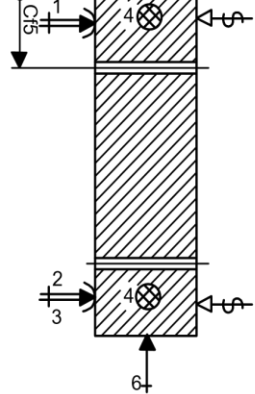
V.1.2.1. Numéro de gamme

Pour un ensemble il doit y avoir plusieurs gammes, si un ensemble comporte n pièces, il y a n gamme numérotées $1/n, 2/n, \dots n/n$.

V.1.2.2. Spécification des phases Spécifier chaque phase d'après la gamme adoptée :

- Numéro de phase : (de 10 en 10, ce qui permet l'introduction d'une phase mal placée ou oubliée), désignation des phases et indication des sous-phases, énumération des surfaces usinées (ébauche, finition) ;
- Machine-outil : indiquer seulement le type de machine ;
- Echelon : préciser la qualification de l'opérateur ;
- Croquis : préciser à l'aide d'un schéma, les opérations à effectuer ;
- Outillage : citer l'outillage spécial, à prendre au magasin ;

V.2. Gammes d'usinage des éléments du compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal

N° DE PHASE	DESIGNATION	MACHINE-OUTIL/ APPAREILLAGE	OUTIL	CROQUIS
10	Contrôle initial	Mettre reglet		
20	Perçage 1 Perçer Cf1= 20 ^{±0.2} Appui plan 1;2;3 Orientation 4;5 Butée 6	Perceuse radiale	Foret HSS Ø18 en ARS	
30	Perçage 1 Perçer Cf2= 30 ^{±0.2} Appui plan 1;2;3 Orientation 4;5 Butée 6	Perceuse radiale	Foret HSS Ø18 en ARS	
40	Perçage 1 Perçer Cf3= 5 ^{±0.2} Appui plan 1;2;3 Orientation 4;5 Butée 6	Perceuse radiale	Foret HSS Ø18 en ARS	
50	Perçage 1 Perçer Cf4= 64 ^{±0.2} Appui plan 1;2;3 Orientation 4;5 Butée 6	Perceuse radiale	Foret HSS Ø18 en ARS	
60	Perçage 1 Perçer Cf5= 21 ^{±0.2} Appui plan 1;2;3 Orientation 4;5 Butée 6	Perceuse radiale	Foret HSS Ø18 en ARS	

V.3. Estimation du cout du prototype

Dans cette partie, il sera question pour nous d'établir les différents coûts de notre prototype et finir par ressortir le prix de vente unitaire.

V.3.1. Estimation du cout de la matière d'œuvre

Tableau 9:Estimatif du cout de la matière d'œuvre

N°	Désignations	Quantité	Prix unitaire	Prix total
1	Cric hydraulique	1	30000	30000
2	Tube carré acier 80x80x2	1	15000	15000
3	Tube carre acier noir 10x10	1	3000	3000
4	Fer plat	1	10000	10000
5	Cornière 20x20x2	1	5000	5000
6	Cornière 80x80x2	1	5000	5000
7	Boulon	6	500	3000
8	Lame de scie	5	500	2500
9	Mettre L=5M	1	3000	3000
10	Peinture et diluant	1	8000	8000
11	Anti rouille	1	5000	5000
12	Paquet d'électrode	1	5000	5000
12	Fer rond plein Ø 20	1	2000	2000
Total				96500 FCFA

V.3.2. Estimation du cout de fabrication

Tableau 10:Estimation du cout de fabrication

N°	Opérations	Tarif en heure	Nombres d'heures	Montant en FCFA
1	Découpage	3000	6	18000
2	Perçage	2000	5	10000
3	Fraisage	3000	1	3000
4	Soudage	5000	3	15000
5	Tournage	3000	1	3000
6	Assemblage	2000	6	12000
7	Ebavurage	2000	1	2000

8	Pose peinture	2000	3	6000
Total				69000

V.3.4. Autre dépense

Tableau 11: Estimation des dépenses diverses

Matériel	Montant en FCFA
Transport	20000
Internet	17000
Facture d'électricité	7000
Divers	15000
Total	59000

V.3.5. Estimation du cout de revient du prototype

Le prix de revient du prototype est égal à la somme du montant total hors taxe (MTHT) et de la TVA (taxe sur la valeur ajoutée) :

- Calcul du montant total hors taxe (MTHT)

$$\begin{aligned} \text{MTHT} &= T_1 + T_2 + T_3 \\ &= 96500 + 69000 + 59000 \end{aligned}$$

$$\text{MTHT} = \mathbf{224500 \text{ FCFA}}$$

- Calcul de la taxe sur la valeur ajoutée $\text{TVA} = 19,25\% \times 91500$

$$\text{TVA} = \frac{19,25 \cdot 91500}{100}$$

$$\text{TVA} = \mathbf{18191,25 \text{ FCFA}}$$

- Calcul du cout de revient toute taxe comprise (MTTC)

$$\begin{aligned} \text{MTTC} &= \text{MTHT} + \text{TVA} \\ &= 224500 + 18191,25 \text{ FCFA} \end{aligned}$$

$$\text{MTTC} = \mathbf{242691,25 \text{ FCFA}}$$

Avec MTTC : montant tout taxe compris

Pour conclure, nous pouvons dire que le cout de la réalisation du prototype est **228691,25 FCFA**

CONCLUSION GENERALE

A la lumière des Remarque faites au cours de notre passage dans certain ateliers (garage) et certain petites et moyennes Enterprise (PME) de maintenance de véhicule automobile, nous avons relevé des difficultés liées à la dépose des ressorts à boudin de suspension et compte tenu du fait que les extracteurs existants ne sont pas à la bourse de ces derniers, nous avons orienté notre projet vers la conception et réalisation d'un compresseur hydraulique pour ressort hélicoïdal d'amortisseur automobile afin de pallier à ces difficultés. La rédaction et la réalisation de notre prototype a nécessité sa répartition en cinq chapitre. Le premier et le deuxième s'est appesantis sur les généralités et la revue de la littérature qui se charge présenter des solutions existantes. Le troisième s'attarde sur l'analyse fonctionnelle et la présentation de la nouvelle solution du compresseur hydraulique de ressort, le quatrième s'est chargé de présenter l'étude expérimentale et le dimensionnement des différentes pièces, en fin le dernier chapitre porte sur l'étude de fabrication et la gamme d'usinage. Ce travail qui a fait appel à plusieurs notions, nous a permis de réaliser un compresseur hydraulique pour ressort hélicoïdal d'amortisseur avec les matériaux locaux et qui est à la portée de toutes les bourses. Par ailleurs, nous pensons que ce compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal peut être amélioré si nous protégeons cette œuvre et avec l'apport des autres calculs dimensionnels.

BIBLIOGRAPHIE

- [1] Généralité sur les ressorts hélicoïdal Wikipedia.mhntn
- [2] Mr MANUEL PAREDES ; Développement d'outil d'assistance à la conception optimal des liaisons élastiques par ressorts année 2008
- [3] Thèse sur les suspensions automobiles : http://tell.archives-ouvertes.fr/tel-01140345/LETEVE_AUORE_2014.pdf
- [4] ressort hélicoïdal Mr wikilivres
- [5] Le principe de la suspension ressort Mr ; www.GUILLAUME_DARDING.fr
- [6] Définition de la suspension Mr Kidioui.fr année 2007/2019
- [7] Hydraulique www.playermath.com
- [8] SAMI Bellalah, hydraulique industriel, set nabeul, les vérins hydraulique page 24
- [9] Cri hydraulique fourni par Mr Blogger, mardi le 8 février 2011
- [10] compresseur de ressort a deux tiges filetés par Mr Veina Jacob blaise Edgard et Mr Nguembou didier remie
- [11] compresseur de ressort télescopique <http://WWW.ebay.fr>
- [12] Désassembleur de ressort hydraulique compresseur de ressort amortisseur Amason.fr
- [13] MESSAOUI Mosbah, l'ISET de Gafsa Systèmes hydrauliques année 2010/2011
- [14] [http // www. L'internaute. Fr](http://www.L'internaute.Fr)
- [15] dimensionnement des liaisons complètes par élément fileté Lyon. France : document de l'institut national des sciences applique
- [16] Boisseau, P. La conception mécanique (méthodologie et optimisation) (éd. 2e). Paris : Dunod. 2016

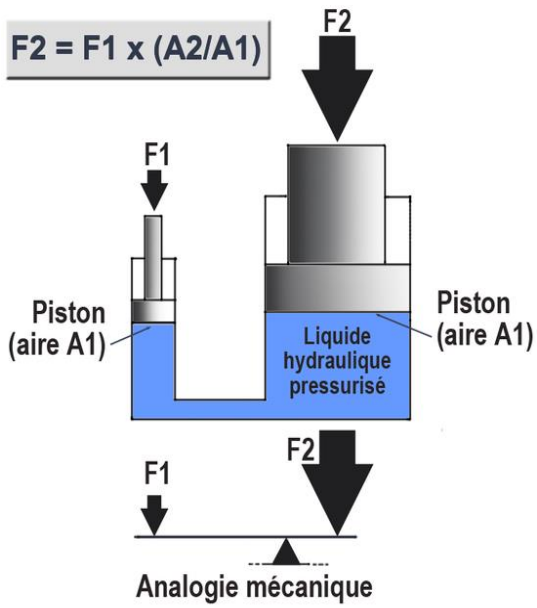
ANNEXES

- Annexe 1 : Tolérances normalisées pour les dimensions linéaires et pour les ajustements normalisés ;
- Annexe 2 : principe du vérin hydraulique ;
- Annexe 3 : quelques pièces du compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal ;
- Annexe 4 : assemblage du cric hydraulique au socle ;
- Annexe 5 : opération d'assemblage par soudage à l'arc électrique ;
- Annexe 6 : compresseur hydraulique de ressort assemblé ;
- Annexe 7 : compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal assemblé ;
- Annexe 8 : réalisation du compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal.

Tolérances normalisées pour les dimensions linéaires et pour les ajustements normalisés

VALEURS MÉTRIQUES

Qualité	01	0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13	14 ^a	15 ^b	16 ^b	
tolérances fondamentales en micromètres pour paliers de diamètres en millimètres	≤ 3	0,3	0,5	0,8	1,2	2	3	4	6	10	14	25	40	60	100	140	250	400	600
	>3 à 6	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	5	8	12	18	30	48	75	120	180	300	480	750
	>6 à 10	0,4	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	15	22	36	58	90	150	220	360	580	900
	>10 à 18	0,5	0,8	1,2	2	3	5	8	11	18	27	43	70	110	180	270	430	700	1100
	>18 à 30	0,6	1	1,5	2,5	4	6	9	13	21	33	52	84	130	210	330	520	840	1300
	>30 à 50	0,6	1	1,5	2,5	4	7	11	16	25	39	62	100	160	250	390	620	1000	1600
	>50 à 80	0,8	1,2	2	3	5	8	13	19	30	46	74	120	190	300	460	740	1200	1900
	>80 à 120	1	1,5	2,5	4	6	10	15	22	35	54	87	140	220	350	540	870	1400	2200
	>120 à 180	1,2	2	3,5	5	8	12	18	25	40	63	100	160	250	400	630	1000	1600	2500
	>180 à 250	2	3	4,5	7	10	14	20	29	46	72	115	185	290	460	720	1150	1850	2900



Annexe1 : principe du vérin hydraulique

Annexe3 : quelques pièces du compresseur hydraulique



Annexe3 : quelques pièces du compresseur hydraulique



Annexe 4 : assemblage du cric hydraulique au socle



Annexe 6 : assemblage du compresseur hydraulique de ressort hélicoïdal



Annexe7 : compresseur hydraulique de ressort helicoidal assemblé



Annexe 8 : réalisation du compresseur hydraulique de ressort helicoidal