

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

**Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique**

**Université de Blida 1**

**Faculté de Technologie**

**Département de Génie Mécanique**

# **Projet de Fin d'Etudes**

**Dans l'Obtention du Diplôme Master en génie mécanique**

**Option: Conception Mécanique**

## **Thème :**

**Etude et conception d'une  
cadreuse automatique des  
barres de ferrailage**

**Promoteur :**

**Mr M.Abada**

**Etudié par :**

**Lounici Billel**

**Baroud Abd El Malek**

**Année Universitaire : 2015/2016**

# **Remerciements**

**Nous tenons à remercier notre promoteur M.Abada, les personnes qui nous ont apporté leurs grandes contributions et toutes les personnes qui nous ont soutenus à réaliser notre projet, et surtout, nos parents qui ont toujours été à nos côtés.**

## Liste des tableaux

Tableau N°	Nom du tableau	Page
Tab1.1	Caractéristiques mécanique du Fer rond lisse	01
Tab1.2	Caractéristiques mécanique du Fer à HA	02
Tab1.3	Différent méthode de façonnage fer à béton	05
Tab2.1	Diametre de interieurs de cintrage minimaux pour les acier à Haute Adhérence	08

## Liste des figures

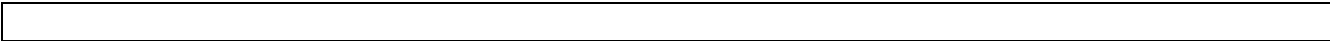
Figure N°	Nom de la figure	Page
Fig.1.1	Fer rond lisse	01
Fig.1.2	Fer à haute adhérence	02
Fig.1.3	Treillis soudé en fer lisse	02
Fig.1.4	Treillis soudé en fer HA	02
Fig.1.5	Armature torsadée à verrous	03
Fig.1.6	Vue de face et coupe transversal d'une barre HA	03
Fig.1.7	Les armatures standards	04
Fig.1.8	Carte d'interface Arduino	06
Fig.2.1	L'ordre chronologique de fonctionnement de la machine	07
Fig.2.2	Schéma de positionnement les outils	08
Fig.2.3	Rayon de cintrage extérieur	08
Fig. 3.1	Cadreuse de Ferraille	14

# Liste des symboles [1]

UNITÉS DE BASE DU SYSTÈME INTERNATIONAL							
Grandeur de base SI		Unités de base SI		Grandeur de base SI		Unité de base SI	
Nom	Symbole	Nom	Symbole	Nom	Symbole	Nom	Symbole
Longueur	$L$	mètre	m	Température	$T$	kelvin	K
Masse	$m$	kilogramme	kg	Quantité de matière	$n$	mole	mol
Temps	$t$	seconde	s	Intensité lumineuse	$ln$	candela	cd
Courant électrique	$I$	ampère	A	7 unités de base			

GRANDEURS ET UNITÉS DU SYSTÈME INTERNATIONAL			
UNITÉS DÉRIVÉES POUR LES GRANDEURS LES PLUS USUELLES			
Grandeur		Unité	
Nom	Symbole	Nom	Symbole
<b>Espace et temps</b>			
Angle plan	lettre grecque	radian	rad
Aire, superficie	$A$	mètre carré	$m^2$
Volume	$V$	mètre cube	$m^3$
Vitesse angulaire	$\omega$	radian par seconde	$rad \cdot s^{-1}$
Vitesse	$v$	mètre par seconde	$m \cdot s^{-1}$
Accélération	$a$	mètre par seconde carrée	$m \cdot s^{-2}$
Fréquence	$f$	hertz	Hz
Fréquence de rotation	$n$	seconde à la puissance moins un	$s^{-1}$
<b>Mécanique</b>			
Masse volumique	$\rho$	kilogramme par mètre cube	$kg \cdot m^{-3}$
Débit volumique	$q_v$	mètre cube par seconde	$m^3 \cdot s^{-1}$
Moment cinétique	$L$	kilogramme-mètre carré par seconde	$m^2 \cdot kg \cdot s^{-1}$
Moment d'inertie	$I$	kilogramme-mètre carré	$m^2 \cdot kg$
Force	$F$	newton	N
Moment d'une force (couple)	$M$	newton-mètre	N·m
Pression, Contrainte	$p$	pascal	Pa
Viscosité dynamique	$\eta$	pascal-seconde	Pa·s
Viscosité cinématique	$\nu$	mètre carré par seconde	$m^2 \cdot s^{-1}$
Énergie, Travail, Quantité chaleur	$W$	joule	J
Puissance, Flux énergétique	$P$	watt	W
<b>Chimie</b>			
Masse molaire	$M$	kilogramme par mole	$kg \cdot mol^{-1}$
Volume molaire	$V_m$	mètre cube par mole	$m^3 \cdot mol^{-1}$
Concentration	$c$	kilogramme par mètre cube	$kg \cdot m^{-3}$
Molalité	$m_B$	mole par kilogramme	$mol \cdot kg^{-1}$



<b>Électricité – Magnétisme</b>			
Charge électrique, quantité d'électricité	$Q$	coulomb	c
Champ électrique	$E$	volt par mètre	$V \cdot m^{-1}$
Tension, Force électromotrice	$V, E$	volt	V
Capacité	$C$	farad	F
Champ magnétique	$H$	ampère par mètre	$A \cdot m^{-1}$
Induction magnétique	$B$	tesla	T
Flux d'induction magnétique	$\Phi$	weber	Wb
Inductance	$L$	henry	H
Résistance, Impédance, Conductance	$R, Z, G$	ohm	$\Omega$
Résistivité	$\rho$	ohm-mètre	$\Omega \cdot m$
Conductivité	$\gamma$	siemens par mètre	$S \cdot m^{-1}$
<b>Optique</b>			
Flux lumineux	$\Phi$	lumen	lm
Luminance	$L$	candela par mètre carré	$cd \cdot m^{-2}$
Exitance (lumineuse)	$M$	lumen par mètre carré	$lm \cdot m^{-2}$
Éclairement	$E$	lux	lx
Exposition lumineuse	$H$	lux-seconde	$lx \cdot s$
Efficacité lumineuse	$K$	lumen par watt	$lm \cdot W^{-1}$

# Sommaire

Introduction générale

## Chapitre I : Généralités

Introduction .....	01
1.1 Armature [ferraillage] .....	01
1.1.1 Types d'aciers pour armature .....	01
A/ Ronds lisses .....	01
B/ Barres à haute adhérence .....	02
C/ Treillis soudés .....	02
1.1.2 Diametre nominaux des barres de ferraille .....	03
1.2 Façonnage .....	04
1.2.1 Procédés de façonnage .....	05
1.3 Commande .....	06

## Chapitre II : Etude de conception

Introduction .....	07
2.1 Description .....	07
2.2 Calcule et Dimensionnement .....	08
2.2.1 Galet de forme (Rayons de courbure minimaux) .....	08
2.2.2 Galet d'entraînement .....	08
2.2.3 Calcul des actions extérieures .....	09
2.3 Organes de la machine .....	10
2.3.1 Partie I .....	11
2.3.2 Partie I .....	12
2.3.3 Partie I .....	13

## **Chapitre III : Présentation et interprétation des résultats**

Introduction .....	14
3.1 Rapport simulation Partie I .....	15
3.2 Rapport simulation Partie II .....	25
3.3 Rapport simulation Partie III.....	38
Conclusion .....	48
Conclusion générale .....	49
Référence .....	50



- [1] **F.Castellazzi, D.Cogniel, Y.Gangloff**, Memotech Maintenance industrielle. Casteilla, Paris, 1998  
(Page 328,329).
- [2] **Rédigé par une Commission d'Experts de l'UNESCO**, code et manuel d'application pour le calcul et l'exécution du béton Armé. DUNOD, Paris ,1968. (Page 51,52)
- [3] **Morisot J.M.**, Tableaux détaillés des prix de tous les ouvrages du bâtiment (serrurerie), Carilian, Paris, 1814.
- [4] **Christian Tavernier**, Arduino: maîtrisez sa programmation et ses cartes d'interface shields.  
DUNOD, Paris. (Page1, Page XI)
- [5] Initiation au béton armé. Détermination de ferrailage complet d'une poutre en flexion simple  
(à l'état limite ultime). (Page 35)
- [6] Collection **H .Longeot et L .Jourdan**, Construction Industrielle. DUNOD, Paris, 1982.  
(Page 253 à 256).
- [7] Collection **H .Longeot et L .Jourdan**, Construction Industrielle. DUNOD, Paris, 1982. (Page 45)

## Conclusion générale

---

Au cours de notre PFE nous avons fait en sorte lors de la conception de simplifier les mécanismes ainsi que minimiser au maximums le nombre d'organe de celle-ci influent directement sur le cout de revient dans le but de concurrencer les machines similaires sur marcher si elle venait un jour à être commercialiser.

Les machines existantes actuellement fonctionne à l'aide de servomoteurs et disposent d'organes tels que les fin de courses et autre organes de contrôle, notre objectif été de donner une alternative a cela sans pour autant faire des sacrifices au niveau des fonctions principales, nous avons alors opté pour l'utilisation de vernis électrique ; ayants des vitesses de fonctionnement relativement stable (allongement et rétraction) on pouvait connaitre leurs déplacement par rapport au temps , par conséquent la commande de ces dernier se fera par des équations.

Lors de cette conceptions, différents compromis ont du être fait, cette machine n'est peut-être pas aussi performante que ses concurrentes ni aussi esthétique, cependant elle introduit une nouvelle façon de voir les choses, un nouveau concept, des avantages et inconvénient, espérons que des étudiant répondrons l'idée que nous avons émis pour en faire quelque chose de meilleur.

**Introduction :**

Le façonnage de la ferraille doit se faire par coudeuse automatique en utilisant commande Arduino.

**1.1 Armature [ferrailage] :**

Le béton est un matériau très résistant en compression, mais faible en traction et au cisaillement. Présente un comportement fragile à la rupture et se fissure avant de se rompre.

Pour compenser ce déséquilibre, on incorpore dans la masse de béton **des barres d'armature** destinées à reprendre ces efforts.

**NB:** Les barres d'acier sont toujours enrobées de béton et n'ont entre elles que peu de contacts. Les charges sont appliquées au béton et c'est le béton qui transmet ces charges aux aciers.

Une **barre d'armature**, ou **fer à béton**, est une barre d'acier utilisée pour le renforcement du béton (béton armé) ou de la maçonnerie (pierre armée). Elle est composée d'acier faiblement carboné.

La barre d'armature doit avoir une certaine **ductivité**<sup>1</sup>, et une surface nervurée pour améliorer son adhérence avec le béton.

**1.1.1 Types d'aciers pour armature** <sup>[2]</sup>:

On dénombre trois (03) types d'aciers utilisés en béton armé :

**A/ Ronds lisses :**

Les barres lisses sont généralement laminées en nuance douce ou en nuance mi-dure. Toutefois, seules les barres lisses de limite d'élasticité inférieure ou égale à 3 200 bars peuvent être utilisées en béton armé.

Dénomination de l'acier	Limite d'élasticité		Contrainte de rupture		Allongement de rupture [%]
	Kgf/mm <sup>2</sup>	Hbar	Kgf/mm <sup>2</sup>	Hbar	
FeE 22	22	21,6	33	32	22
FeE 24	24	23,5	42	41,2	25
FeE 34	34	33,4	60	58,9	16

**Tab1.1** Caractéristiques mécaniques du Fer rond lisse



**Fig1.1** Fer rond lisse

<sup>1</sup> **Ductivité** : Caractère à être maniable (déformable,) du fait les aciers livrés par les usines sont en barre or dans un ouvrage on doit façonner les armatures pour leur donner la forme convenable. Ce pliage à froid ne doit pas occasionner de dommage sur la qualité de l'acier.

**B/ Barres à haute adhérence :**

Les barres à haute adhérence proviennent généralement d'aciers laminés de profil géométrique spécial; elles présentent une nuance mi-dure (ou éventuellement, une nuance dure), obtenue, soit par une composition appropriée (*aciers à dureté naturelle*), soit par un écrouissage à froid par torsion ou étirage (*aciers écrouis*).

Ces barres font l'objet de garanties, concernant notamment les caractères géométriques et mécaniques à introduire dans le calcul. Ces garanties sont fournies par les producteurs et contrôlées par le représentant du Maître d'œuvre.

Dénomination de l'acier	Limite d'élasticité [Kgf/mm <sup>2</sup> ]	Contrainte de rupture [Kgf/mm <sup>2</sup> ]	Allongement de rupture [%]
HA FeE 40 A	d>20 : 40 d<20 : 42	48,5	14
HA FeE 40 B	d>20 : 40 d<20 : 42		
HA FeE 45	45	52	12
HA FeE 50	50	57,5	12

**Tab1.2 Caractéristiques mécaniques du Fer à HA****Fig1.2 Fer à haute adhérence****C/ Treillis soudés :**

Les treillis soudés sont généralement constitués de fils tréfilés en nuance mi-dure. Ils font l'objet de garanties analogues à celles des barres à haute adhérence.

**Fig1.3 Treillis soudé en fer lisse****Fig1.4 Treillis soudé en fer HA**

### 1.1.2 Diamètre nominaux des barres de ferraille :

Les diamètres utilisés sont:  $\emptyset 5$ ,  $\emptyset 6$ ,  $\emptyset 8$ ,  $\emptyset 10$ ,  $\emptyset 12$ ,  $\emptyset 16$ ,  $\emptyset 20$ ,  $\emptyset 25$ ,  $\emptyset 32$ ,  $\emptyset 40$  (en **mm** ).

Les **dix** diamètres indiqués, dont la série sert de base à la normalisation des aciers, présentent l'avantage important de pouvoir être distingués à l'œil nu sur le chantier. Par ailleurs, la section correspondant à chaque diamètre correspond approximativement à la section totale des deux barres de diamètres immédiatement inférieurs, ce qui facilite toutes combinaisons.

**Cinq** autres diamètres ( $\emptyset 14$ ,  $\emptyset 18$ ,  $\emptyset 22$ ,  $\emptyset 28$ ,  $\emptyset 30$ ) peuvent être éventuellement tolérés. Mais il est vivement recommandé de ne pas les employer, afin d'éviter toutes confusions sur chantiers avec les diamètres immédiatement voisins.

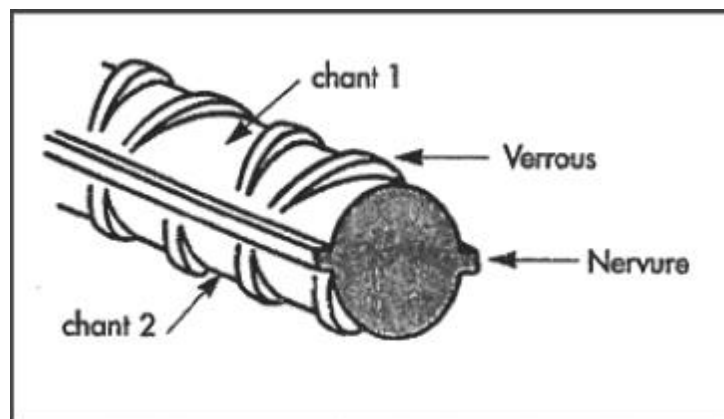


Fig1.5 Armature torsadée à verrous

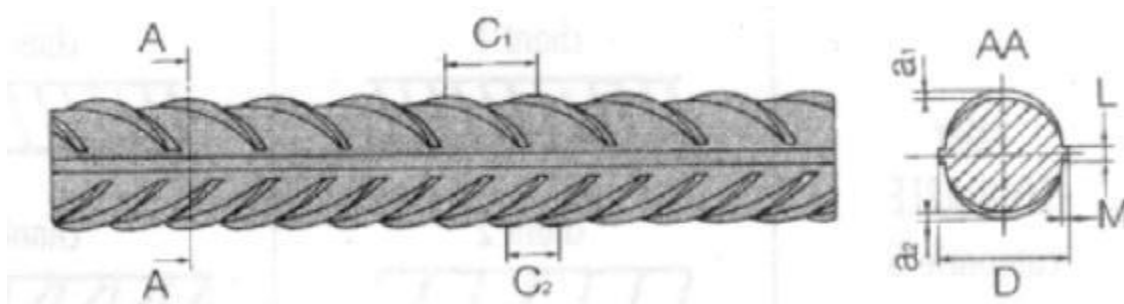


Fig1.6 Vue de face et coupe transversal d'une barre HA

## 1.2 Façonnage <sup>[3]</sup> :

C'est un terme qui désigne dans un sens général une mise en forme.

Les barres d'armatures sont produites par les aciéries, et sont disponibles avec des diamètres variant entre 6 mm et 50 mm .Elles sont ensuite pliées par les fournisseurs selon les plans établis par l'ingénieur civil. Sur le chantier, elles sont assemblées par ligature, par soudage ou par des coupleurs mécaniques, pour former des cages d'armature. Les spécialistes de la pose d'armatures sont communément appelés ferrailleurs.

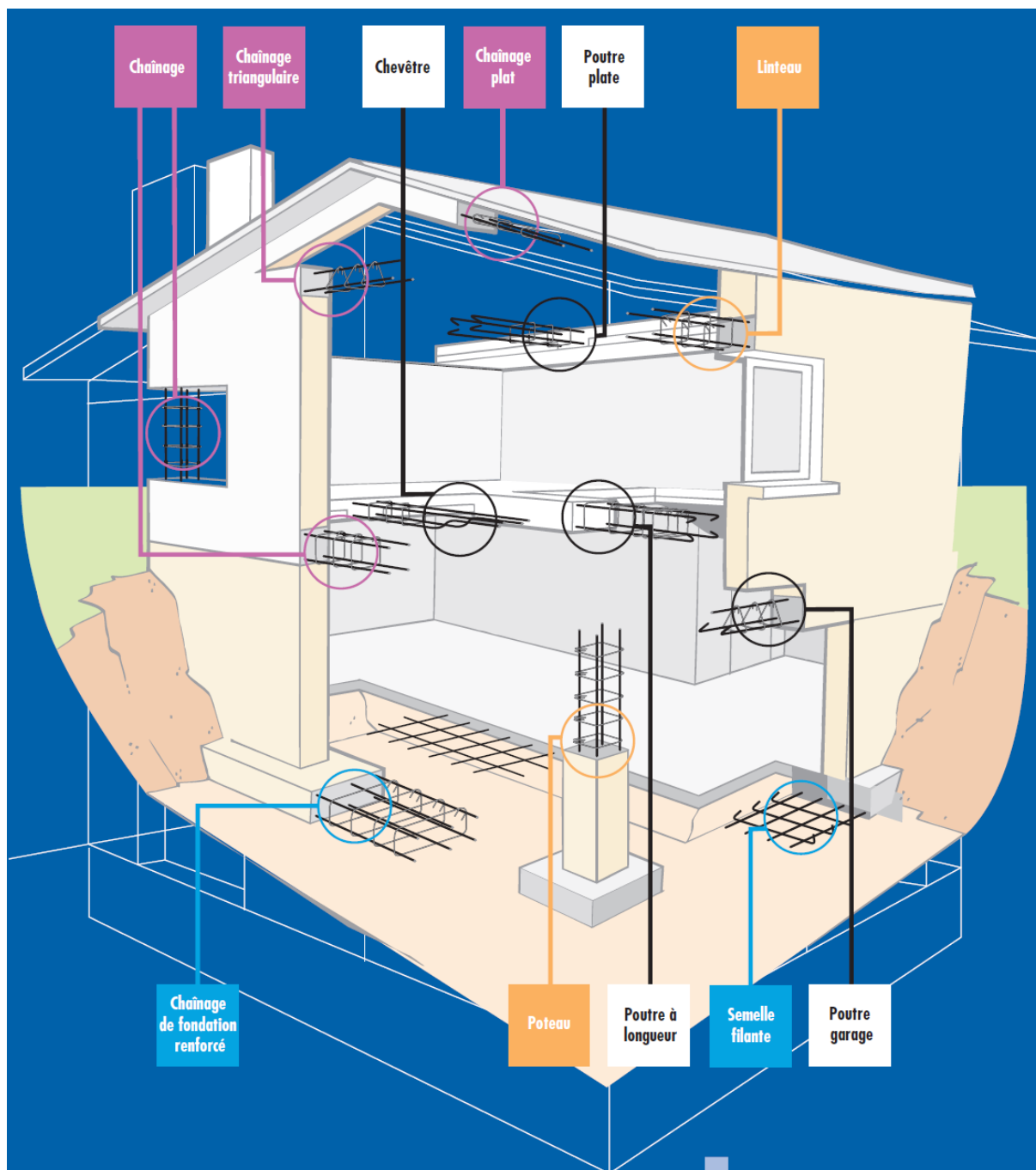
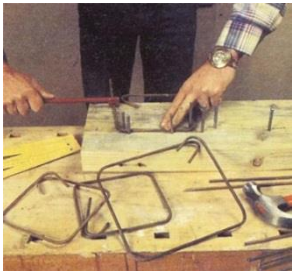




Fig1.7 Les armatures standards

**1.2.1 Procédés de façonnage :**

Actuellement le façonnage de ferraille peut se faire selon l'un des trois procédés suivants :

	façonnage manuel	façonnage semi-automatique	façonnage automatique
			
<b>Cintrage Automatique</b>	X	√	√
<b>Découpage Automatique</b>	X	X	√

**Tab1.3 Diffèrent méthode de façonnage fer à béton**

## 1.3 Commande <sup>[4]</sup> :

### Qu'est-ce qu'un microcontrôleur ?

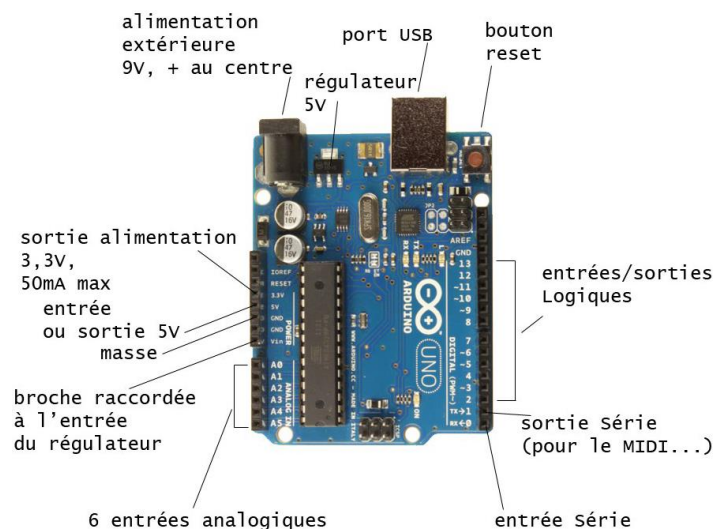
Un microcontrôleur est l'équivalent d'un petit ordinateur tel un PC par exemple, contenu dans un seul boîtier de circuit intégré à plus ou moins grand nombre de pattes.

Il contient ainsi une unité centrale l'équivalent d'un microprocesseur qui équipe votre PC, de la mémoire vive, de la mémoire morte de interfaces diverses pour communiquer avec le monde extérieur et toutes la circuiterie électronique et logique nécessaire pour faire fonctionner tout cela ensemble.

### Qu'est-ce qu'arduino ?

Arduino est une simple carte électronique de petit format supportant un microcontrôleur, entouré au minimum de composants nécessaire à son fonctionnement de base, elle supporte également sur sa périphérie une rangé de connecteurs dans lesquelles peuvent venir s'enficher directement des cartes d'interfaces appeler « shields », elle est aussi équipé d'un connecteur USB permettant de le raccorder a un ordinateur utiliser pour écrire le programme destiné à le piloté.

Le projet arduino dans son ensemble (carte et logiciel) est open-source, c.à.d. sont publique et libre de droit.



**Fig1.8 Carte d'interface Arduino**



### Introduction :

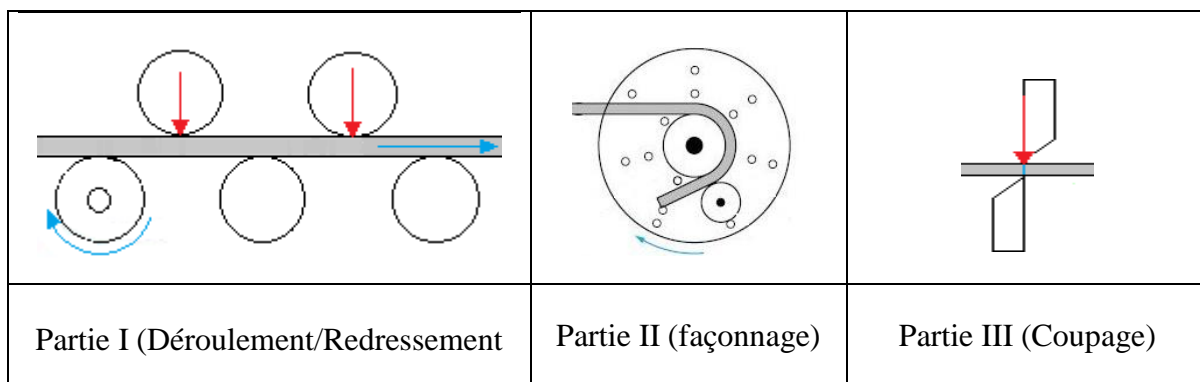
En se basant sur les calculs RDM, on étudiera la résistance des principaux organes et leurs dimensions, Ce calcul permettra à la machine d'assurer ces fonctions principales.

En ce qui concerne le choix des matériaux, on tiendra compte des propriétés mécanique, aptitudes aux déformations, ainsi qu'aux aptitudes à la coupe et au soudage afin de faciliter la fabrication, le tout en gardant en tête le cout, l'aspect et la disponibilité.

### 2.1 Description :

Le système à étudier permet de produire automatiquement des cadres conventionnelles métalliques en fer rond de diamètre 8 mm.

On divisera la machine en trois parties selon l'ordre chronologique de leurs fonctions :



**Fig2.1 L'ordre chronologique de fonction de la machine**

La mise en place de la barre de ferraille sur la partie I (redresseuse) se fait manuellement. L'avancement de la barre se fait grâce à la motricité de l'une des poulies (poulies1).

Un programme nous demande alors d'introduire les paramètres du cadre à réaliser (cotes, angles, nombre de cadre à façonner)

Chaque fois que le fer rond arrive à la plieuse avec un avancement préalablement déterminé, l'opération de cintrage se réalise, selon le modèle choisi, une fois que le cadre réalisé, la cisaille s'actionne pour finaliser le cadre.

Le contrôle de toutes ces opérations est commandé par un microcontrôleur programmable.

2.2 Calcule et Dimensionnement :

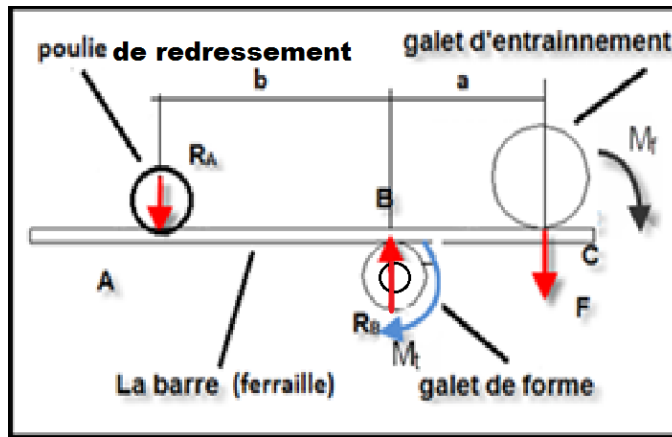


Fig2.2 Schéma de positionnement les outils

2.2.1: Galet de forme (Rayons de courbure minimaux) <sup>[5]</sup> :

Le rayon de courbure des ancrages courbes ne doit pas être inférieur à une valeur minimum pour deux raisons : d'une part ne pas avoir un allongement plastique trop important de la fibre la plus tendue de l'acier, d'autre part, limiter la compression sur le béton dans la partie intérieure du crochet.

Le tableau 1 de la norme NF A 35-027 qui prescrit les diamètres minimaux de façonnage suivant la fonction de l'armature (cadres, ancrages, ou coudes).

Diamètre nominal de l'acier	Dimensions en millimètres												
	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	32	40
Cadres, étriers, épingles ou assimilés, y compris leur ancrage d'extrémité	20	25	30	30	40	40	50	70	100	150	200	Sans objet	
Ancrages	50	70	70	70	100	100	100	150	150	200	250	300	400
Coudes	Sans objet	100	100	100	150	150	200	200	250	300	400	500	500

Tab2.1 Diametre de interieurs de cintrage minimauxpour les acier à Haute Adhérence

2.2.2 Galet d'entraînement :

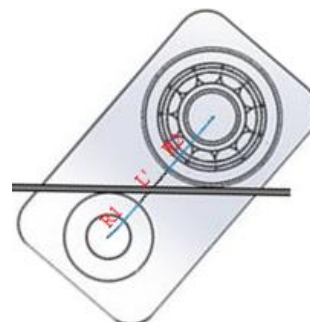
Fig. 2.3 Rayon de cintrage extérieur

$$L (\text{entraxe}) = R_1 + L' + R_2$$

$$\text{Donc : } R_2 = L - R_1 - L'$$

**L = 53.5 mm** , **L' = 15 mm**  
(Valeurs tirées d'une coudeuse manuel)

$$R_2 = 23.5 \text{ mm}$$



\*On cherche à Déterminée les réactions  $R_A$  et  $R_B$  en fonction de la force de poussé  $F$  :<sup>[6]</sup>

$F$  : Force exercer par le galet d'entraînement ( $N$ )

$R_A$  : Reaction sur la poulie de redressement ( $N$ )

$R_B$  : Reaction sur le galet de forme ( $N$ )

$$a = 0.0535 \text{ m}$$

$$b = 0.567 \text{ m}$$

$M_f$  : Moment resultant de la force  $F$  par le bras de levier  $a$  ( $N.m$ )

$M_f = 57 \text{ N.m}$  (Couple nécessaire pour façonné ferraille de diamètre  $8 \text{ mm}$ )

En prend  $M_f = 60 \text{ N.m}$

-Calcule la force de poussé :

$$F = \frac{M_f}{a} \quad ; \quad F = \frac{60}{0.0535} = 1121.5 \text{ N} \quad (\text{pour le galet d'entreenement})$$

-Déterminé les réaction  $R_A$  et  $R_B$  :

$$\sum M_{/A} = 0$$

$$\sum M_{/A} = R_B * b - F * (b + a) = 0$$

$$R_B = F * (b + a) / b \quad \dots\dots\dots (1)$$

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

$$\sum F_{ext} = -R_A - F + R_B = 0$$

$$R_A = F * a / b \quad \dots\dots\dots (2)$$

A.N:

$$R_A = \frac{1121.5 * 0.0535}{0.567} = 105.82 \text{ N} \quad (\text{pour la poulie de redressement})$$

$$R_B = \frac{1121.5 * (0.567 + 0.0535)}{0.567} = 1227.32 \text{ N} \quad (\text{pour le galet de forme})$$

La condition de résistance en cas de torsion (arbre) :

$$\tau_{max} \leq R_{Pg}$$

$$M_t^{max} * Y_{max} / I_0 \leq R_{Pg}$$

$\tau_{max}$  : Contrainte de glissement (**MPa**)

$R_{Pg}$  : La résistance pratique au glissement du matériau,  $R_{Pg} = R_{eg}/s$  (**MPa**)

$R_{eg}$  : La résistance élastique au glissement du matériau (Pour les acier-doux  $R_{eg} = 0.5 R_e$ ) (**MPa**)

$s$  : Coefficient de sécurité (3 à 4 pour machine à outil, réservoir sous pression)

$R_e$  : La limite élastique du matériau (pour le XC38  $R_e = 650$  **MPa**,  $R_{eg} = 325$  **MPa**,  $R_{Pg} = 108.33$  **MPa**)

$M_t^{max}$  : Moment de torsion maximal.

$Y_{max}$  : Distance entre la fibre externe et la fibre neutre.  $Y_{max} = D/2$  (**mm**)

$I_0$  : Le moment polaire de la section de l'arbre.  $I_0 = \pi * D^4 / 32$  (**mm<sup>4</sup>**)

$D$  : Le diamètre de l'arbre en **mm**

On a :  $M_t^{max}$  de l'arbre =  $M_f^{max}$  de la barre.

D'après des mesures que nous avons effectué nous avons vu que le moment nécessaire pour fléchir une barre d'acier **SE500** de diamètre 8mm est **57 N.m**, nous devons alors appliquer une valeur supérieur à celle-ci, on prend **60 N.m**.

Donc :  $M_t^{max} * Y_{max} / I_0 \leq R_{Pg}$

On trouve :  $D > \sqrt[3]{(16 * M_t^{max} / \pi * R_{Pg})}$

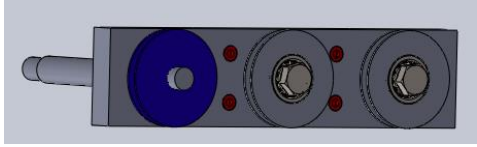
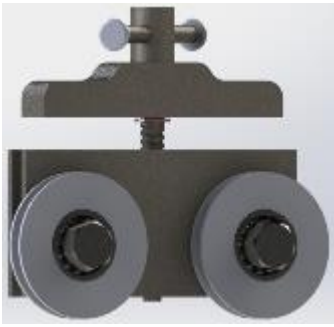

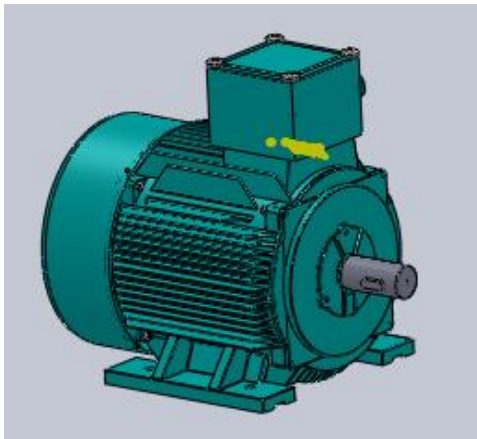
AN:  $D > \sqrt[3]{(16 * 60000 / \pi * 108.33)} = 14.13$  **mm**

On doit alors utiliser un arbre de diamètre supérieur a  $D = 14.13$  **mm** conforme aux normes des paliers; on a choisis  $D = 20$  **mm**.

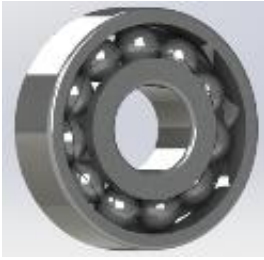


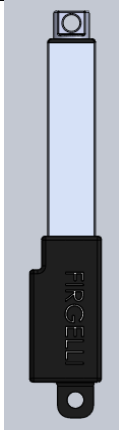
### 2.3 Organes de la machine :

La présentation des organes sera répartie en trois paragraphes, Chacun contiendra un tableau précisant la forme, la fonction et le **matériau de chaque organe**.<sup>[7]</sup>

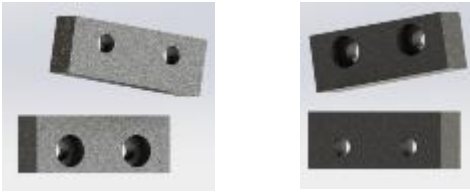
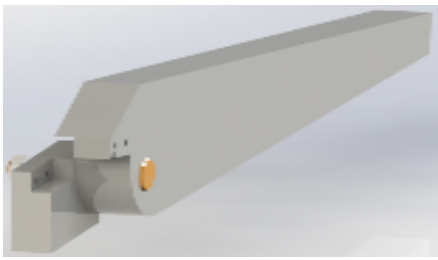
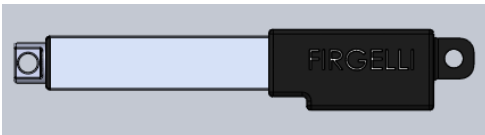
#### 2.3.1 Partie I :

Parties	Organes	Illustrations	Choix
<p><b>I.</b> La fonction de redressement se fait par l'insertion de la barre dans une série de <b>gorges</b> présente sur les <b>poulies</b>, la motricité de l'une des poulies permet de faire avancer le ferraille, le mouvement de rotation est transmis à celle-ci par un <b>arbre</b> mené par un <b>moteur</b> par <b>courroie</b>.</p>	Dérouleuse		XC38 $R_e = 400 \text{ MPa}$ $HB = 190$
	Redresseuse		XC38 $R_e = 400 \text{ MPa}$ $HB = 190$
	Arbre de transmission		XC18 $R_e = 270 \text{ MPa}$ $HB = 150$
	Moteur		Selon catalogue moteurs <b>SEIPEE</b>  $F = 50 \text{ Hz}$ $P = 1.1 \text{ Kw}$ $N_n = 1400 \text{ tr/min}$ $T_n = 7.50 \text{ Nm}$

## 2.3.2 Partie II :

<p><b>II.</b> Un vérin attaché à l'une de ces extrémités à une <b>manivelle</b>, l'allongement de ce vérin produit une rotation de l'<b>arbre</b>, ce qui anime le <b>porte galet</b> permettant de produire la fonction de cintrage, cette fonction est assurée par l'exercice de la force par le <b>galet d'entraînement</b> sur la barre, et l'enroulement de cette dernière sur le <b>galet de forme</b>.</p>	<p><b>Galet d'entraînement</b></p>		<p>SKF - 7303 BE - Full,DE,AC,Full_68 <b>100cr6</b> <b>Re=800MPa</b> <b>HB=217</b></p>
	<p><b>Galet de forme</b></p>		<p>XC10 <b><math>R_e = 345 \text{ MPa}</math></b> <b>HB = 170</b></p>
	<p><b>Arbre de transmission</b></p>		<p>XC38 <b><math>R_e = 580 \text{ MPa}</math></b> <b>HB = 260</b></p>
	<p><b>Vérin</b></p>		<p>Vérin électrique ESBF 1.7 KN</p>

## 2.3.3 Partie III :

<p><b>III.</b> La fonction de coupe se produit une fois le façonnage terminé, elle est assurée par deux <b>lames</b>; l'une montée sur un <b>support fixe</b>, tandis que l'autre est montée sur un <b>support pivotant</b> actionné par un <b>vérin</b>.</p>	<p><b>Lame</b></p>		<p>Acier a outil <b>BÖHLER</b> <b>X210Cr12</b> <math>R_e =</math> <b>HRC = 63-65</b></p>
	<p><b>Support lame</b></p>		<p>XC38 <math>R_e = 400 \text{ MPa}</math> <b>HB = 190</b></p>
	<p><b>Vérin</b></p>		<p>Vérin électrique ESBF 1.7 KN</p>

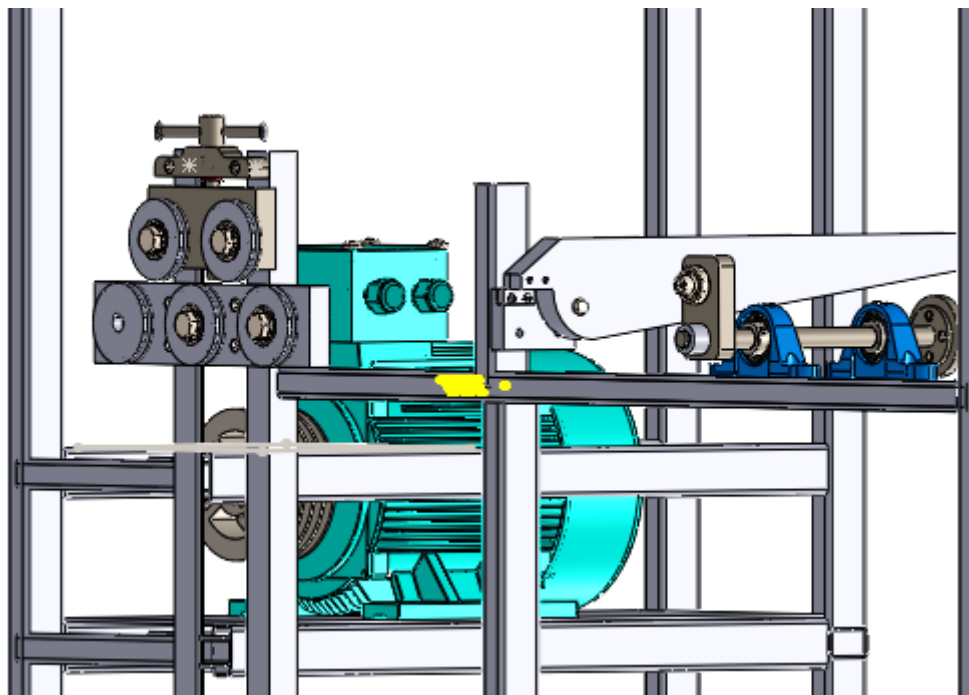
**Introduction :**

Pour vérifier la résistance des principaux organes, leurs dimensions et leurs matériaux de construction proposée, On utilise la fonction « Simulation » du logiciel « SolidWorks ».

La Simulation permet de construire une maquette virtuelle pour illustrer et valider les solutions proposées de la conception préalable de cet objet qui n'a pas encore d'existence réel.

Cette fonction est définie par les facteurs suivants :

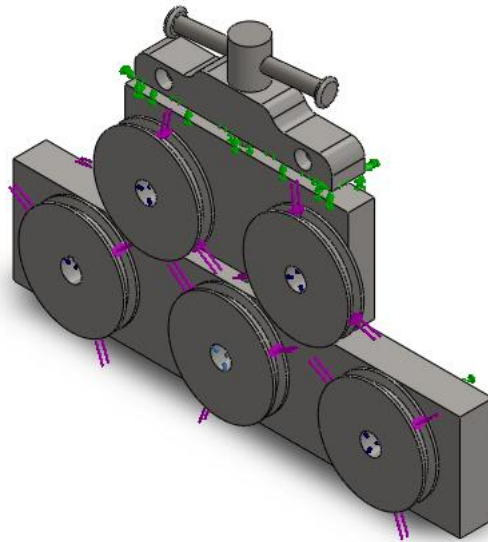
- \*Les dimensions du modèle.
- \*Propriétés du matériau.
- \*Chargements de condition aux limites.
- \*En fin présentation des résultats.



**Fig.3.1 Cadreuse de Ferraille**

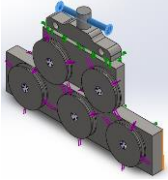
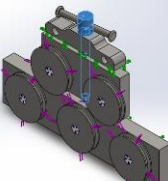
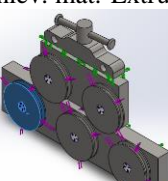


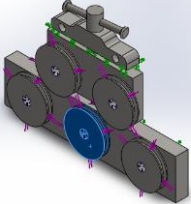
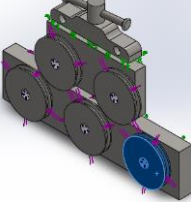
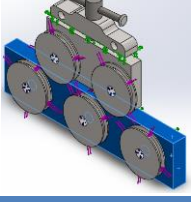
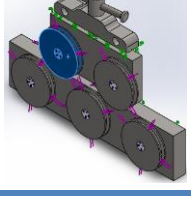
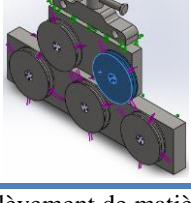
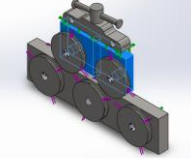
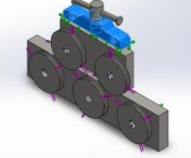
## Informations sur le modèle:



Nom du modèle: Assemblage final Partie I  
Configuration actuelle: Défaut

## Corps volumiques

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
Congé6 	Corps volumique	Masse:0.0761859 kg Volume:9.7052e-006 m <sup>3</sup> Masse volumique:7850 kg/m <sup>3</sup> Poids:0.746621 N	C:\Users\Acer\Desktop\PFE ARD\solidworks\Partie I\brat.SLDPRT Jun 07 13:50:51 2016
Enlèv. mat.-Extru.5 	Corps volumique	Masse:0.22327 kg Volume:2.84421e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7850 kg/m <sup>3</sup> Poids:2.18805 N	C:\Users\Acer\Desktop\PFE ARD\solidworks\Partie I\visse etau.SLDPRT Jun 08 12:05:25 2016
Enlèv. mat.-Extru.4 	Corps volumique	Masse:0.393703 kg Volume:5.01532e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7850 kg/m <sup>3</sup> Poids:3.85829 N	C:\Users\Acer\Desktop\PFE ARD\solidworks\Partie I\poulie derouleuse.SLDPRT Jun 07 14:16:35 2016

<p>Boss.-Extru.2</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:0.393703 kg                  Volume:5.01532e-005 m<sup>3</sup>                  Masse volumique:7850 kg/m<sup>3</sup>                  Poids:3.85829 N</p>	<p>C:\Users\Acer\Desktop\PFEDesktop\ARD\solidworks\Partie I\poulie derouleuse.SLDPRT                  Jun 07 13:47:46 2016</p>
<p>Boss.-Extru.2</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:0.393703 kg                  Volume:5.01532e-005 m<sup>3</sup>                  Masse volumique:7850 kg/m<sup>3</sup>                  Poids:3.85829 N</p>	<p>C:\Users\Acer\Desktop\PFEDesktop\ARD\solidworks\Partie I\poulie derouleuse.SLDPRT                  Jun 07 13:47:46 2016</p>
<p>Boss.-Extru.1</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:5.21962 kg                  Volume:0.00066492 m<sup>3</sup>                  Masse volumique:7850 kg/m<sup>3</sup>                  Poids:51.1523 N</p>	<p>C:\Users\Acer\Desktop\PFEDesktop\ARD\solidworks\Partie I\support derouleuse.SLDPRT                  Jun 07 14:44:53 2016</p>
<p>Boss.-Extru.2</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:0.39414 kg                  Volume:5.02089e-005 m<sup>3</sup>                  Masse volumique:7850 kg/m<sup>3</sup>                  Poids:3.86257 N</p>	<p>C:\Users\Acer\Desktop\PFEDesktop\ARD\solidworks\Partie I\poulie redressement.SLD PRT                  Jun 07 13:47:46 2016</p>
<p>Boss.-Extru.2</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:0.39414 kg                  Volume:5.02089e-005 m<sup>3</sup>                  Masse volumique:7850 kg/m<sup>3</sup>                  Poids:3.86257 N</p>	<p>C:\Users\Acer\Desktop\PFEDesktop\ARD\solidworks\Partie I\poulie redressement.SLD PRT                  Jun 07 13:47:46 2016</p>
<p>Enlèvement de matière- Balayage2</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:1.98871 kg                  Volume:0.000253339 m<sup>3</sup>                  Masse volumique:7850 kg/m<sup>3</sup>                  Poids:19.4894 N</p>	<p>C:\Users\Acer\Desktop\PFEDesktop\ARD\solidworks\Partie I\support poulies.SLDPRT                  Jun 08 12:42:28 2016</p>
<p>Enlèv. mat.-Extru.9</p> 	<p>Corps volumique</p>	<p>Masse:0.603461 kg                  Volume:7.6874e-005 m<sup>3</sup>                  Masse volumique:7850 kg/m<sup>3</sup>                  Poids:5.91392 N</p>	<p>C:\Users\Acer\Desktop\PFEDesktop\ARD\solidworks\Partie I\support visse etau.SLDPRT                  Jun 07 13:43:54 2016</p>

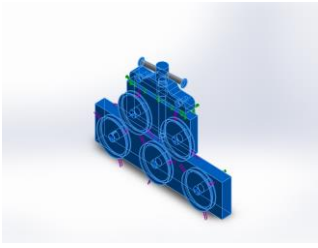
**Propriétés de l'étude :**

<b>Nom d'étude</b>	Etude Partie I
<b>Type d'analyse</b>	Statique
<b>Type de maillage</b>	Maillage volumique
<b>Effets thermiques:</b>	Activé(e)
<b>Option thermique</b>	Inclure des chargements thermiques
<b>Température de déformation nulle</b>	298 Kelvin
<b>Inclure la pression du fluide calculée par SolidWorks Flow Simulation</b>	Désactivé(e)
<b>Type de solveur</b>	FFEPlus
<b>Stress Stiffening:</b>	Désactivé(e)
<b>Faible raideur:</b>	Désactivé(e)
<b>Relaxation inertielle:</b>	Désactivé(e)
<b>Options de contact solidaire incompatible</b>	Automatique
<b>Grand déplacement</b>	Désactivé(e)
<b>Vérifier les forces externes</b>	Activé(e)
<b>Friction</b>	Désactivé(e)
<b>Méthode adaptative:</b>	Désactivé(e)
<b>Dossier de résultats</b>	Document SolidWorks (C:\Users\Acer\Desktop\PFE ARD\SolidWorks\Partie I)

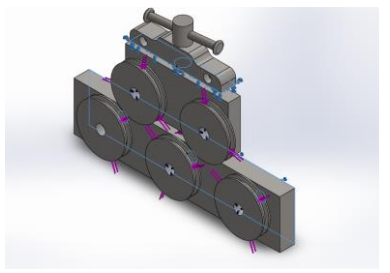
**Unités:**

<b>Système d'unités:</b>	SI (MKS)
<b>Longueur/Déplacement</b>	mm
<b>Température</b>	Kelvin
<b>Vitesse angulaire</b>	Rad/sec
<b>Pression/Contrainte</b>	N/m <sup>2</sup>

Propriétés du matériau:

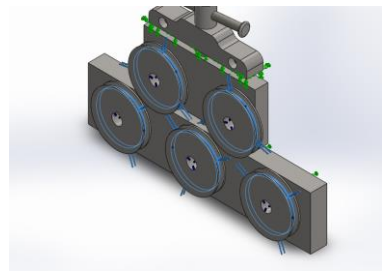
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	<b>Nom:</b> 1.1181 (C35E) <b>Type de modèle:</b> Linéaire élastique isotropique <b>Critère de ruine par défaut:</b> Inconnu <b>Limite d'élasticité:</b> 5.8e+008 N/m <sup>2</sup> <b>Limite de traction:</b> 7e+008 N/m <sup>2</sup> <b>Module d'élasticité:</b> 2.11e+011 N/m <sup>2</sup> <b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28 <b>Masse volumique:</b> 7850 kg/m <sup>3</sup> <b>Module de cisaillement:</b> 7.9e+010 N/m <sup>2</sup> <b>Coefficient de dilatation thermique:</b> 1.1e-005 /Kelvin	Corps volumique 1 (Congé6) (Assemblage visse-1/brat-1), Corps volumique 1 (Enlèv. mat.-Extru.5) (Assemblage visse-1/visse etau-1), Corps volumique 1 (Enlèv. mat.-Extru.4) (Assemblage1-1/poulie derouleuse-2), Corps volumique 1 (Boss.-Extru.2) (Assemblage1-1/poulie redressement-1), Corps volumique 1 (Boss.-Extru.2) (Assemblage1-1/poulie redressement-2), Corps volumique 1 (Boss.-Extru.1) (Assemblage1-1/support derouleuse-1), Corps volumique 1 (Boss.-Extru.2) (poulie roulement-1/poulie redressement-1), Corps volumique 1 (Boss.-Extru.2) (poulie roulement-2/poulie redressement-1), Corps volumique 1 (Enlèvement de matière-Balayage2) (support poulies-1), Corps volumique 1 (Enlèv. mat.-Extru.9) (support visse etau-1)
	Données de la courbe: N/A	

**Actions extérieures:**

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		<b>Entités:</b> 2 face(s) <b>Type:</b> Géométrie fixe

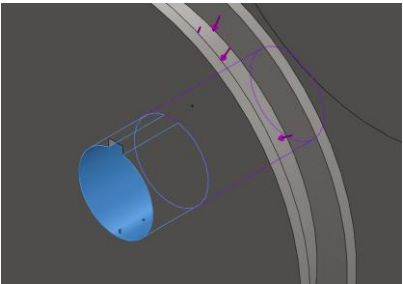
**Forces résultantes**

Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction (N)	-0.000410161	-0.000924084	-0.00763676	0.00770339
Moment de réaction (N-m)	0	0	0	0

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		<b>Entités:</b> 5 face(s) <b>Type:</b> Force normale <b>Valeur:</b> 105.82 N

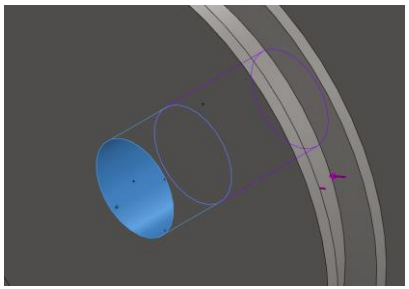
**Définitions des connecteurs :**

**Connecteur axe/boulon/palier :**

Référence du modèle	Détails du connecteur	Détails de résistance
 Connecteur d'axe-1	<b>Entités:</b> 2 face(s) <b>Type:</b> Axe <b>Type de connexion:</b> Avec circlips (aucune translation) <b>Valeur de la raideur en rotation:</b> 0 <b>Unités:</b> SI	Aucune donnée

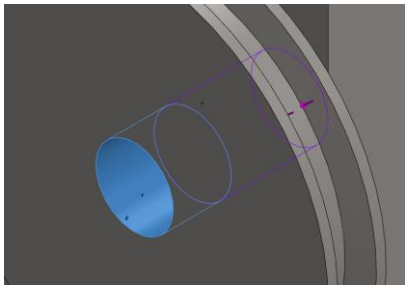
**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	0	0	0.42914	0.42914
Force de cisaillement (N)	0.36264	0.17909	0	0.40446
Moment de torsion (N-m)	0	0	1.5724e-020	1.5724e-020
Moment de flexion (N-m)	0.00094051	-0.0022471	0	0.002436

 <p style="text-align: center;"><b>Connecteur d'axe-2</b></p>	<p><b>Entités:</b> 2 face(s)  <b>Type:</b> Axe  <b>Type de connexion:</b> Avec circlips  (aucune translation)  <b>Valeur de la raideur en rotation:</b> 0  <b>Unités:</b> SI</p>	Aucune donnée
--	--	---------------

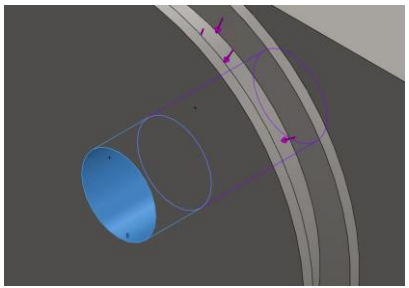
**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	0	0	3.7969	3.7969
Force de cisaillement (N)	0.10298	0.072166	0	0.12575
Moment de torsion (N-m)	0	0	8.9546e-017	8.9546e-017
Moment de flexion (N-m)	0.0004671	-0.00069237	0	0.00083519

 <p style="text-align: center;"><b>Connecteur d'axe-3</b></p>	<p><b>Entités:</b> 2 face(s)  <b>Type:</b> Axe  <b>Type de connexion:</b> Avec circlips  (aucune translation)  <b>Valeur de la raideur en rotation:</b> 0  <b>Unités:</b> SI</p>	Aucune donnée
---	--	---------------

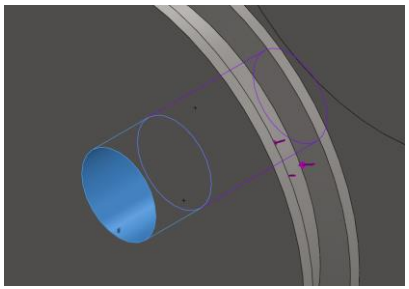
**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	0	0	3.7562	3.7562
Force de cisaillement (N)	-0.097353	0.084687	0	0.12903
Moment de torsion (N-m)	0	0	1.4031e-017	1.4031e-017
Moment de flexion (N-m)	0.00055059	0.00066291	0	0.00086174

 <p style="text-align: center;"><b>Connecteur d'axe-4</b></p>	<p><b>Entités:</b> 2 face(s)  <b>Type:</b> Axe  <b>Type de connexion:</b> Avec circlips  (aucune translation)  <b>Valeur de la raideur en rotation:</b> 0  <b>Unités:</b> SI</p>	Aucune donnée
--	--	---------------

**Forces dans les connecteurs**

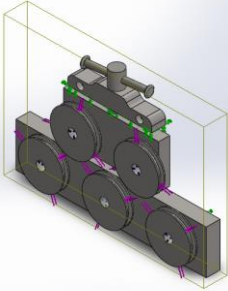
Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	0	0	0.52492	0.52492
Force de cisaillement (N)	-0.28881	-0.0063481	0	0.28888
Moment de torsion (N-m)	0	0	3.6765e-021	3.6765e-021
Moment de flexion (N-m)	-7.6239e-005	0.0016666	0	0.0016683

	<p><b>Entités:</b> 2 face(s)  <b>Type:</b> Axe  <b>Type de connexion:</b> Avec circlips  (aucune translation)  <b>Valeur de la raideur en rotation:</b> 0  <b>Unités:</b> SI</p>	<p>Aucune donnée</p>
<p align="center"><b>Connecteur d'axe-5</b></p>		

## Forces dans les connecteurs

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	0	0	0.33157	0.33157
Force de cisaillement (N)	0.010227	-0.001102	0	0.010287
Moment de torsion (N-m)	0	0	4.9489e-021	4.9489e-021
Moment de flexion (N-m)	-7.6525e-006	-8.0958e-005	0	8.1318e-005

## Informations sur le contact:

Contact	Image du contact	Propriétés du contact
<p>Contact global</p>		<p><b>Type:</b> Solidaire  <b>Composants:</b> 1 composant(s)  <b>Options:</b> Maillage compatible</p>

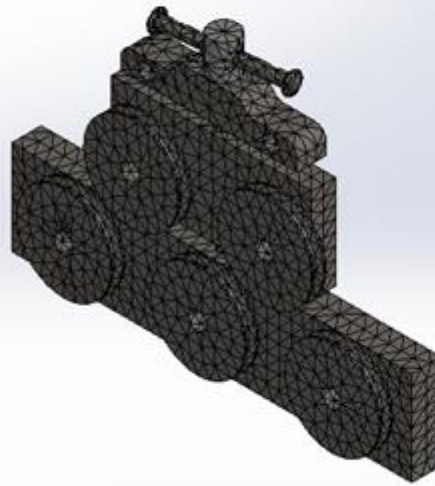
## Informations sur le maillage:

Type de maillage	Maillage volumique
Mailleur utilisé:	Maillage standard
Transition automatique:	Désactivé(e)
Boucles automatiques de maillage:	Désactivé(e)
Points de Jacobien	4 Points
Taille d'élément	10.8213 mm
Tolérance	0.541066 mm
Qualité de maillage	Haute
Remailler les pièces en échec avec un maillage incompatible	Désactivé(e)

**Informations sur le maillage – Détails :**

<b>Nombre total de nœuds</b>	22090
<b>Nombre total d'éléments</b>	12827
<b>Aspect ratio maximum</b>	705.6
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &lt; 3</b>	81.8
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &gt; 10</b>	0.351
<b>% d'éléments distordus (Jacobien)</b>	0
<b>Durée de création du maillage (hh:mm:ss):</b>	00:00:11
<b>Nom de l'ordinateur:</b>	ACER-PC

Nom du modèle: Assemblage\_fiale  
 Nom de l'étude: Etude 1 Partie 1  
 Type de maillage: Maillage volumique

**Forces résultantes :****Forces de réaction :**

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	-0.000410161	-0.000924084	-0.00763676	0.00770339

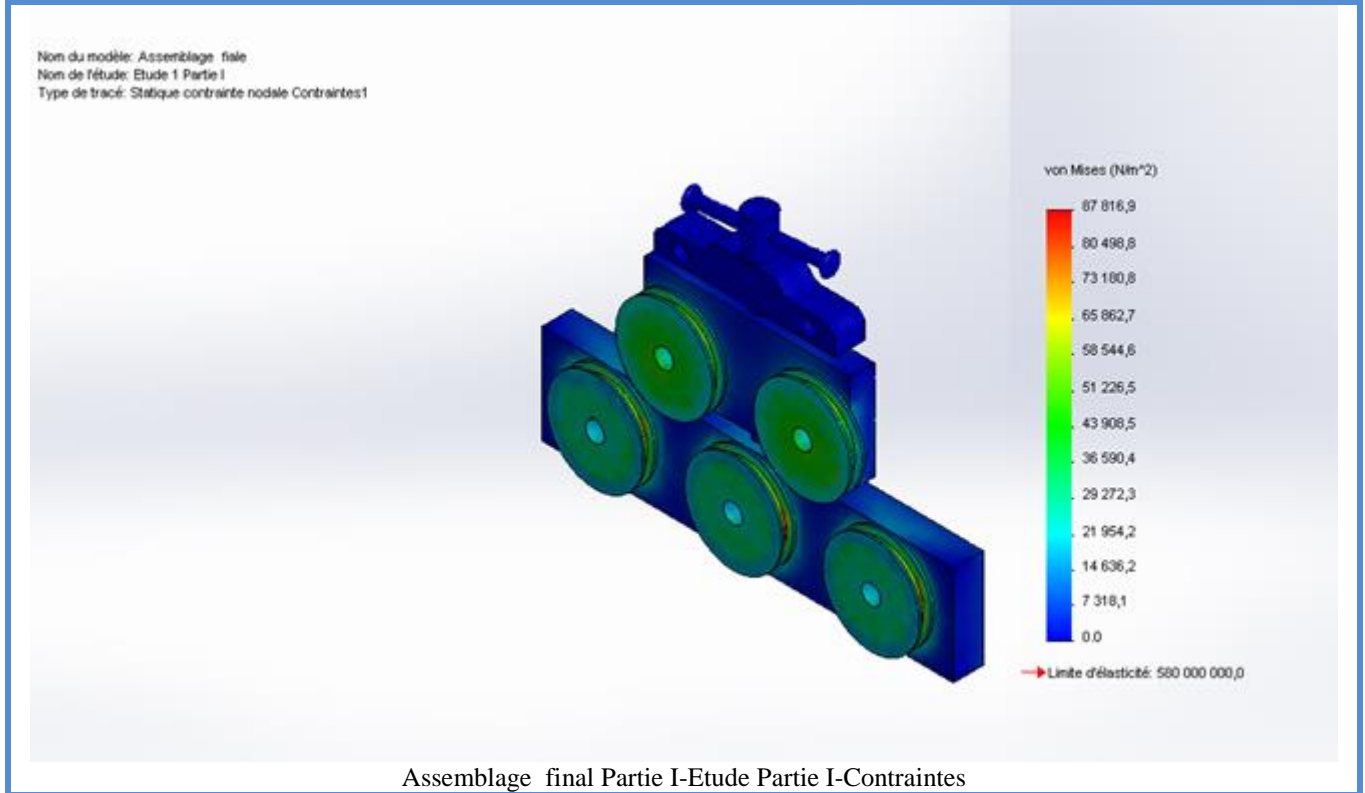
**Moments de réaction :**

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N-m	0	0	0	0

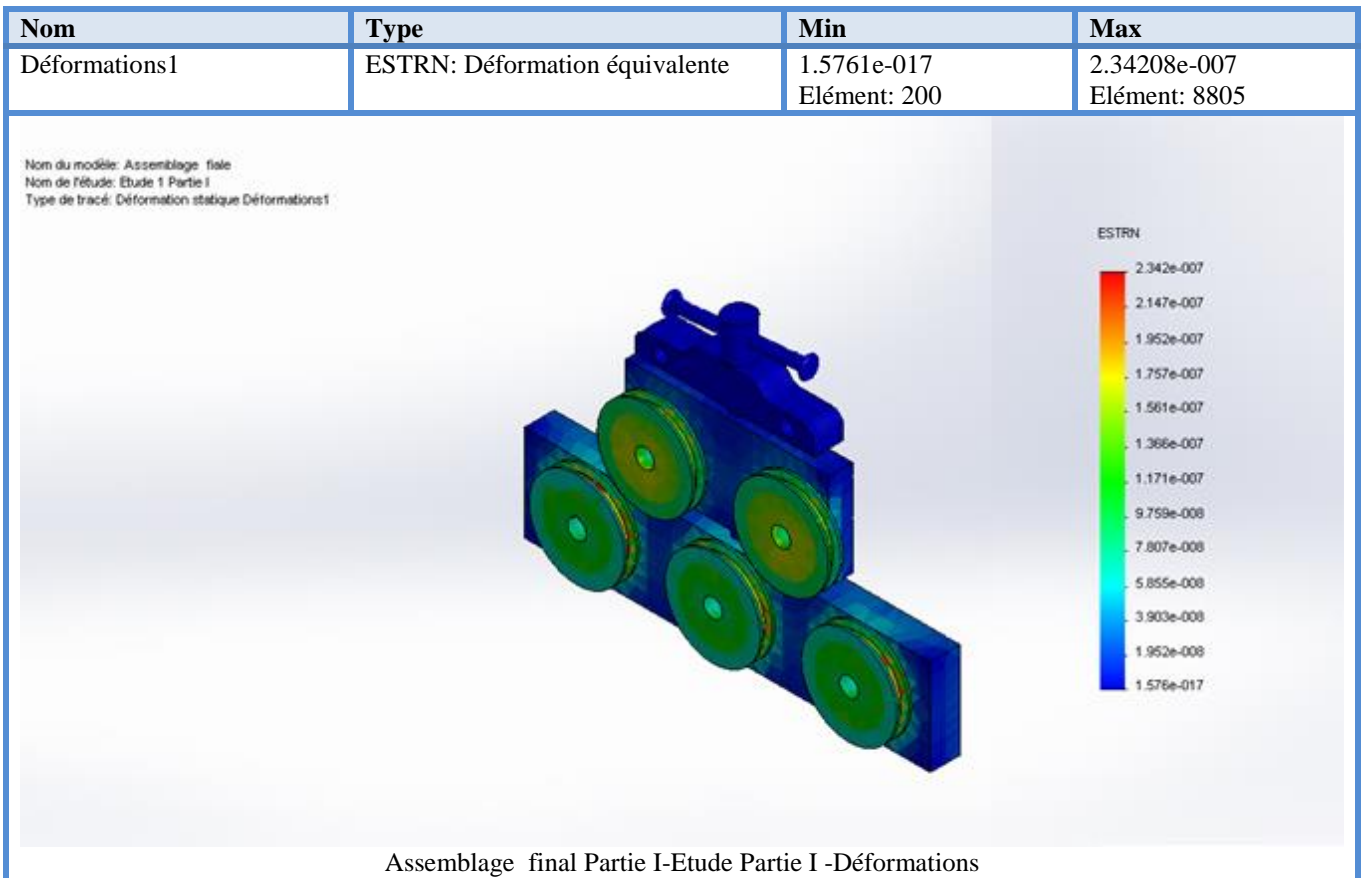
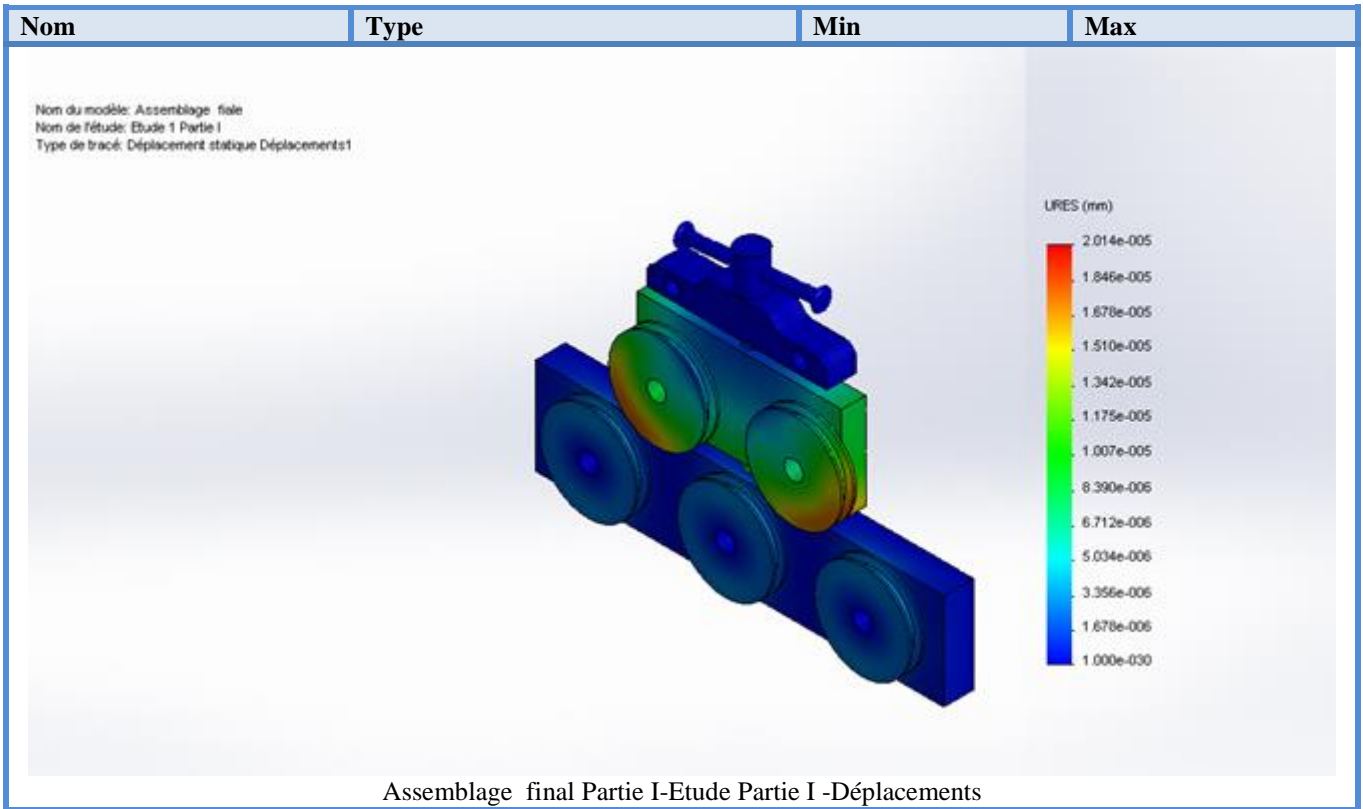


Résultats de l'étude:

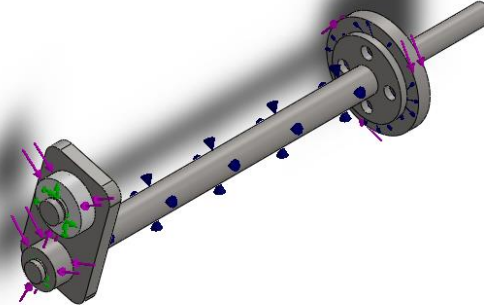
Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON: contrainte de Von Mises	3.57311e-006 N/m <sup>2</sup> Nœud: 468	87816.9 N/m <sup>2</sup> Nœud: 4939



Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	UR1111ES: Déplacement résultant	0 mm Nœud: 6909	2.01356e-005 mm Nœud: 16251


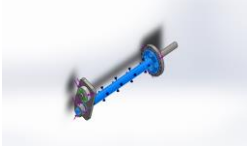






Information sur le modèle:



Nom du modèle: Assemblage final PartieII  
 Configuration actuelle: Défaut

Corps volumiques

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
Boss.-Extru.1 	Corps volumique	Masse:0.0963759 kg Volume:1.23559e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7800 kg/m <sup>3</sup> Poids:0.944484 N	C:\Users\Acer\Desktop\ PFE ARD\solidworks\Partie II\Galet d'entrainement.SLDPR T Jun 05 20:45:18 2016
Boss.-Extru.9 	Corps volumique	Masse:0.891311 kg Volume:0.000113543 m <sup>3</sup> Masse volumique:7850 kg/m <sup>3</sup> Poids:8.73485 N	C:\Users\Acer\Desktop\ PFE ARD\solidworks\Partie II\arbre de transmission.SLDPRT Jun 03 00:13:22 2016
Enlèv. mat.- Extru.4 	Corps volumique	Masse:0.376273 kg Volume:4.79328e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7850 kg/m <sup>3</sup> Poids:3.68747 N	C:\Users\Acer\Desktop\ PFE ARD\solidworks\Partie II\disce.SLDPRT May 31 18:05:36 2016
Boss.-Extru.5 	Corps volumique	Masse:0.0637263 kg Volume:8.118e-006 m <sup>3</sup> Masse volumique:7850 kg/m <sup>3</sup> Poids:0.624518 N	C:\Users\Acer\Desktop\ PFE ARD\solidworks\Partie II\fix 1.SLDPRT Jun 01 19:27:43 2016

<p>Boss.-Extru.1</p> 	Corps volumique	<p>Masse:0.0620268 kg          Volume:7.95216e-006 m<sup>3</sup>          Masse volumique:7800 kg/m<sup>3</sup>          Poids:0.607863 N</p>	<p>C:\Users\Acer\Desktop\          PFE          ARD\solidworks\Partie          II\galet de          forme.SLDPRT          Jun 05 20:33:00 2016</p>
<p>Boss.-Extru.6</p> 	Corps volumique	<p>Masse:0.41797 kg          Volume:5.32446e-005 m<sup>3</sup>          Masse volumique:7850 kg/m<sup>3</sup>          Poids:4.09611 N</p>	<p>C:\Users\Acer\Desktop\          PFE          ARD\solidworks\Partie          II\support          galet.SLDPRT          Jun 03 11:43:06 2016</p>



### Propriétés de l'étude:

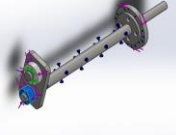
Nom d'étude	Etude 2 Partie II
Type d'analyse	Statique
Type de maillage	Maillage volumique
Effets thermiques:	Activé(e)
Option thermique	Inclure des chargements thermiques
Température de déformation nulle	298 Kelvin
Inclure la pression du fluide calculée par SolidWorks Flow Simulation	Désactivé(e)
Type de solveur	FFEPlus
Stress Stiffening:	Désactivé(e)
Faible raideur:	Désactivé(e)
Relaxation inertielle:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Grand déplacement	Désactivé(e)
Vérifier les forces externes	Activé(e)
Friction	Désactivé(e)
Méthode adaptative:	Désactivé(e)
Dossier de résultats	Document SolidWorks (C:\Users\Acer\Desktop\PFE ARD\SolidWorks\Partie II)

### Unités :

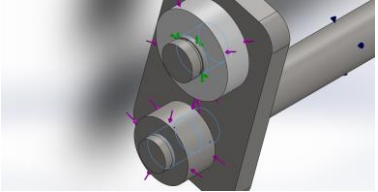
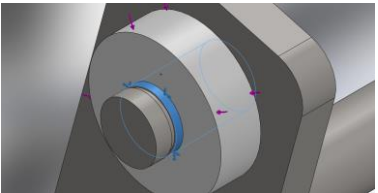
Système d'unités:	SI (MKS)
Longueur/Déplacement	mm
Température	Kelvin
Vitesse angulaire	Rad/sec
Pression/Contrainte	N/m <sup>2</sup>

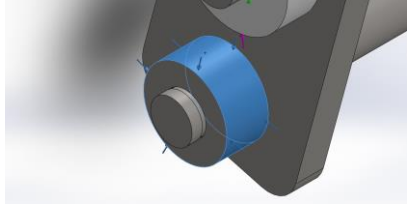
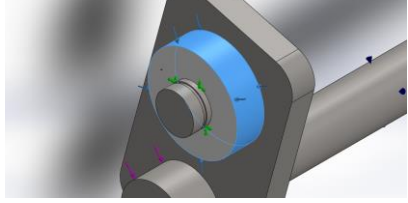
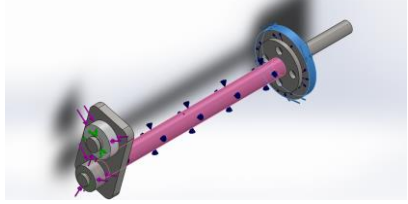
## Propriétés du matériau:

Référence du modèle	Propriétés	Composants
	<p><b>Nom:</b> 1.3505 (100Cr6)</p> <p><b>Type de modèle:</b> Linéaire élastique isotropique</p> <p><b>Critère de ruine par défaut:</b> Inconnu</p> <p><b>Limite d'élasticité:</b> 8.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Limite de traction:</b> 7.5e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Module d'élasticité:</b> 2e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficient de Poisson:</b> 0.3</p> <p><b>Masse volumique:</b> 7800 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Module de cisaillement:</b> 9.15e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficient de dilatation thermique:</b> 1.4e-005 /Kelvin</p>	<p>Corps volumique 1 (Boss.-Extru.1) (Galet d'entraînement-1)</p>
Données de la courbe: N/A		
	<p><b>Nom:</b> 1.1181 (C35E)</p> <p><b>Type de modèle:</b> Linéaire élastique isotropique</p> <p><b>Critère de ruine par défaut:</b> Inconnu</p> <p><b>Limite d'élasticité:</b> 5.8e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Limite de traction:</b> 7e+008 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Module d'élasticité:</b> 2.11e+011 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28</p> <p><b>Masse volumique:</b> 7850 kg/m<sup>3</sup></p> <p><b>Module de cisaillement:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup></p> <p><b>Coefficient de dilatation thermique:</b> 1.1e-005 /Kelvin</p>	<p>Corps volumique 1 (Boss.-Extru.9) (arbre de transmission-1), Corps volumique 1 (Enlèv. mat.-Extru.4) (disce-1), Corps volumique 1 (Boss.-Extru.5) (fix 1-1), Corps volumique 1 (Boss.-Extru.6) (support galet-1)</p>
Données de la courbe: N/A		

	<p><b>Nom:</b> 1.1121 (C10E)  <b>Type de modèle:</b> Linéaire élastique isotropique  <b>Critère de ruine par défaut:</b> Inconnu  <b>Limite d'élasticité:</b> 3.45e+009 N/m<sup>2</sup>  <b>Limite de traction:</b> 4.3e+008 N/m<sup>2</sup>  <b>Module d'élasticité:</b> 2.1e+011 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28  <b>Masse volumique:</b> 7800 kg/m<sup>3</sup>  <b>Module de cisaillement:</b> 7.9e+010 N/m<sup>2</sup>  <b>Coefficient de dilatation thermique:</b> 1.1e-005 /Kelvin</p>	<p>Corps volumique 1 (Boss.-Extru.1) (galet de forme-1)</p>
<p>Données de la courbe: N/A</p>		

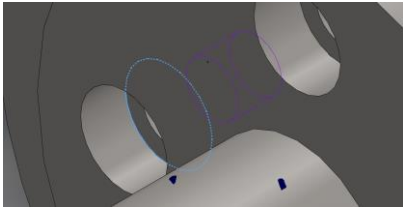
**Actions extérieures:**

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé		
Fixe-1		<p><b>Entités:</b> 3 face(s)  <b>Type:</b> Géométrie fixe</p>		
<p><b>Forces résultantes</b></p>				
Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	72.1361	-18.6167	-23.102	77.9993
Moment de réaction(N-m)	0	0	0	0
Fixe-2		<p><b>Entités:</b> 1 face(s)  <b>Type:</b> Géométrie fixe</p>		
<p><b>Forces résultantes</b></p>				
Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	-71.4126	18.5659	10.4707	74.5257
Moment de réaction(N-m)	0	0	0	0

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		<b>Entités:</b> 1 face(s) <b>Type:</b> Force normale <b>Valeur:</b> 1227.32 N
Force-2		<b>Entités:</b> 1 face(s) <b>Type:</b> Force normale <b>Valeur:</b> 1121.5 N
Couple-1		<b>Entités:</b> 1 face(s) <b>Référence:</b> Face< 1 > <b>Type:</b> Moment de torsion <b>Valeur:</b> -60 N-m

**Définition des connecteurs :**

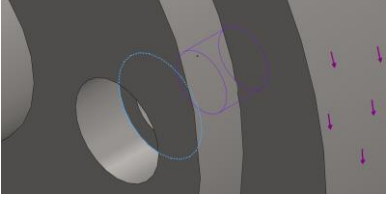
**Connecteur axe/boulon/palier :**

Référence du modèle	Détails du connecteur	Détails de résistance
 <p><b>Vis pour lamage-1</b></p>	<p><b>Entités:</b> 1 arête(s), 1 face(s)</p> <p><b>Type:</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou) (Vis pour lamage)</p> <p><b>Diamètre de la tête:</b> 15 mm</p> <p><b>Diamètre nominal de la tige:</b> 10</p> <p><b>Précontrainte (Moment de torsion):</b> 0</p> <p><b>Module d'Young:</b> 2.1e+011</p> <p><b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28</p> <p><b>Unités de précontrainte:</b> N-m</p>	<p>Aucune donnée</p>

**Forces dans les connecteurs**

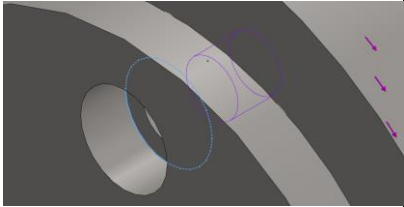
Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
<b>Force axiale (N)</b>	2.1919e-008	-4.724e-009	0.55694	0.55694
<b>Force de cisaillement (N)</b>	0.23478	-21.301	0	21.302
<b>Moment de flexion (N-m)</b>	-0.10794	-0.0017962	0	0.10796



 <p><b>Vis pour lamage-2</b></p>	<p><b>Entités:</b> 1 arête(s), 1 face(s)  <b>Type:</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou) (Vis pour lamage)  <b>Diamètre de la tête:</b> 15 mm  <b>Diamètre nominal de la tige:</b> 10  <b>Précontrainte (Moment de torsion):</b> 0  <b>Module d'Young:</b> 2.1e+011  <b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28  <b>Unités de précontrainte:</b> N-m</p>	<p>Aucune donnée</p>
---	--	----------------------

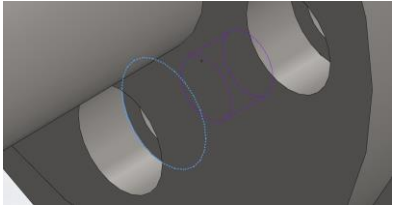
**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
<b>Force axiale (N)</b>	-1.6937e-008	7.8489e-009	-1.2176	-1.2176
<b>Force de cisaillement (N)</b>	-0.8626	21.654	0	21.672
<b>Moment de flexion (N-m)</b>	0.10751	0.0038033	0	0.10758

 <p><b>Vis pour lamage-3</b></p>	<p><b>Entités:</b> 1 arête(s), 1 face(s)  <b>Type:</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou) (Vis pour lamage)  <b>Diamètre de la tête:</b> 15 mm  <b>Diamètre nominal de la tige:</b> 10  <b>Précontrainte (Moment de torsion):</b> 0  <b>Module d'Young:</b> 2.1e+011  <b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28  <b>Unités de précontrainte:</b> N-m</p>	<p>Aucune donnée</p>
---	--	----------------------

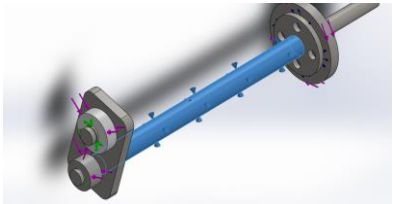
**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	-1.2264e-009	4.9766e-010	0.10477	0.10477
Force de cisaillement (N)	-22.548	1.0039	0	22.571
Moment de flexion (N-m)	0.0048609	0.11195	0	0.11206

	<p><b>Entités:</b> 1 arête(s), 1 face(s)</p> <p><b>Type:</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou) (Vis pour lamage)</p> <p><b>Diamètre de la tête:</b> 15 mm</p> <p><b>Diamètre nominal de la tige:</b> 10</p> <p><b>Précontrainte (Moment de torsion):</b> 0</p> <p><b>Module d'Young:</b> 2.1e+011</p> <p><b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28</p> <p><b>Unités de précontrainte:</b> N-m</p>	<p>Aucune donnée</p>
<p><b>Vis pour lamage-4</b></p>		

**Forces dans les connecteurs**

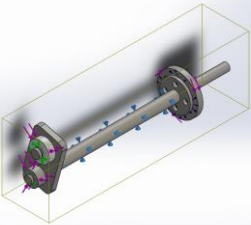
Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	2.0873e-009	1.6833e-010	-0.19845	-0.19845
Force de cisaillement (N)	21.788	0.28626	0	21.79
Moment de flexion (N-m)	0.001617	-0.11098	0	0.11099

	<p><b>Entités:</b> 1 face(s)</p> <p><b>Type:</b> Palier</p>	<p>Aucune donnée</p>
<p><b>Appui de type palier-1</b></p>		

**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	0	0	0	0
Force de cisaillement (N)	0	0	0	0
Moment de flexion (N-m)	0	0	0	0

**Informations sur le contact:**

Contact	Image du contact	Propriétés du contact
Contact global		<b>Type:</b> Solidaire <b>Composants:</b> 1 composant(s) <b>Options:</b> Maillage compatible

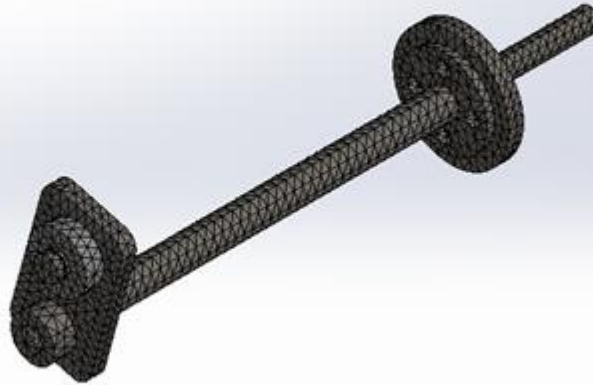
**Informations sur le maillage**

<b>Type de maillage</b>	Maillage volumique
<b>Mailleur utilisé:</b>	Maillage standard
<b>Transition automatique:</b>	Désactivé(e)
<b>Boucles automatiques de maillage:</b>	Désactivé(e)
<b>Points de Jacobien</b>	4 Points
<b>Taille d'élément</b>	6.24324 mm
<b>Tolérance</b>	0.312162 mm
<b>Qualité de maillage</b>	Haute
<b>Remailler les pièces en échec avec un maillage incompatible</b>	Désactivé(e)

**Informations sur le maillage – Détails :**

<b>Nombre total de nœuds</b>	16689
<b>Nombre total d'éléments</b>	9834
<b>Aspect ratio maximum</b>	13.328
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &lt; 3</b>	95.2
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &gt; 10</b>	0.539
<b>% d'éléments distordus (Jacobien)</b>	0
<b>Durée de création du maillage (hh:mm:ss):</b>	00:00:09
<b>Nom de l'ordinateur:</b>	ACER-PC

Nom du modèle: Assemblage2  
 Nom de l'étude: Etude 2 Partie I  
 Type de maillage: Maillage volumique

**Forces résultantes :****Forces de réaction**

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	0.723453	-0.0507674	-12.6313	12.6521

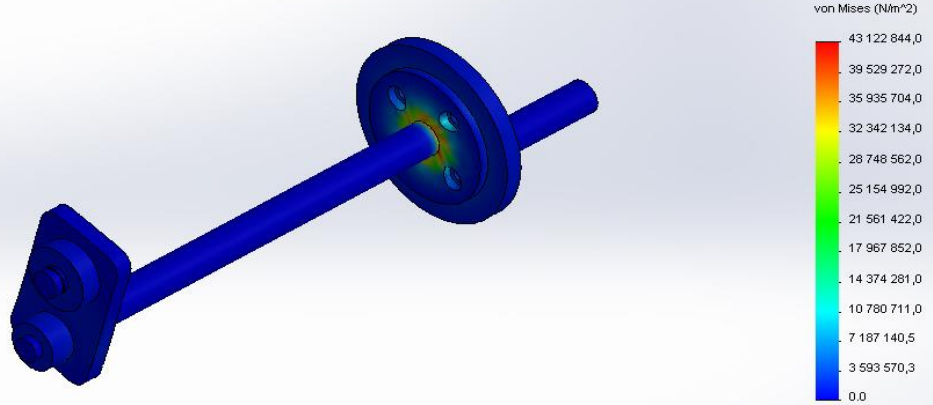
**Moments de réaction**

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N-m	0	0	0	0

Résultats de l'étude :

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON: contrainte de Von Mises	0.0299487 N/m <sup>2</sup> Nœud: 5864	4.31228e+007 N/m <sup>2</sup> Nœud: 1267

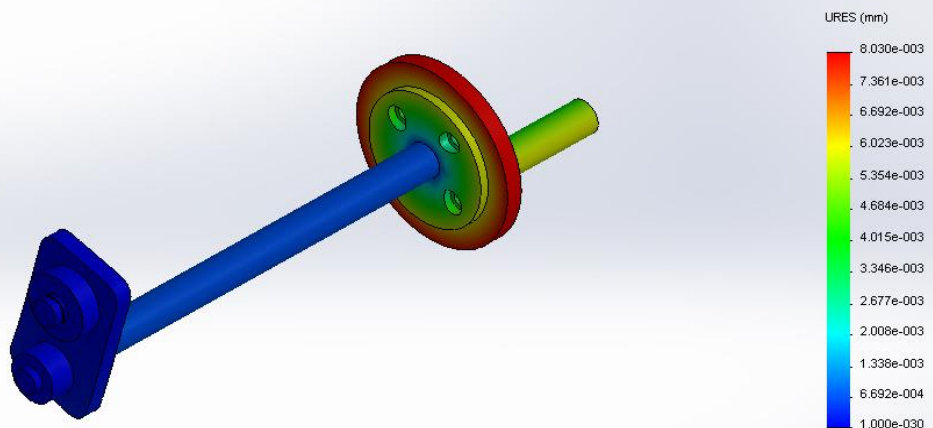
Nom du modèle: Assemblage2  
 Nom de l'étude: Etude 2 Partie II  
 Type de tracé: Statique contrainte nodale Contraintes1  
 Echelle de déformation: 4675.24



Assemblage final Partie II-Etude Partie II -Contraintes

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES: Déplacement résultant	0 mm Nœud: 1	0.00803046 mm Nœud: 8145

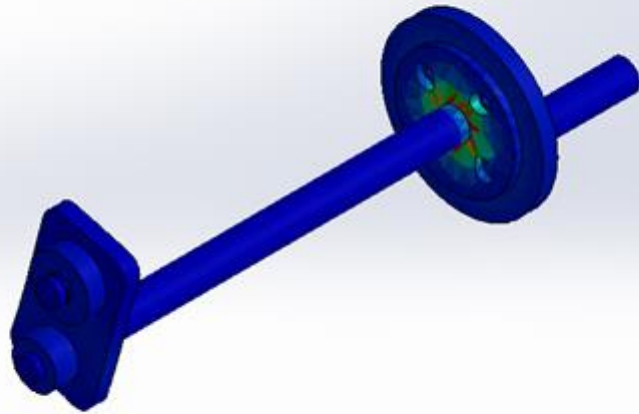
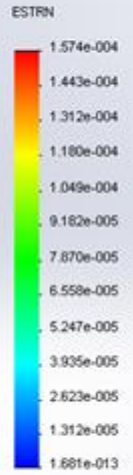
Nom du modèle: Assemblage2  
 Nom de l'étude: Etude 2 Partie II  
 Type de tracé: Déplacement statique Déplacements1  
 Echelle de déformation: 4675.24



Assemblage final Partie II-Etude Partie II -Déplacements

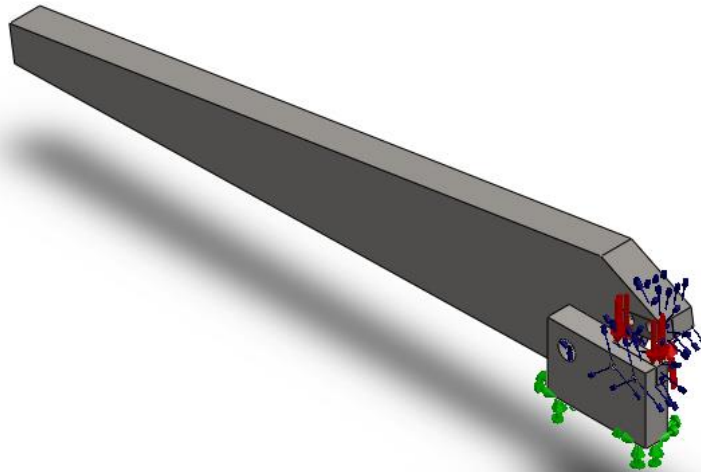
Nom	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN: Déformation équivalente	1.6814e-013 Elément: 2153	0.0001574 Elément: 3480

Nom du modèle: Assemblage2  
 Nom de l'étude: Etude 2 Partie II  
 Type de tracé: Déformation statique Déformations1  
 Echelle de déformation: 4675.24



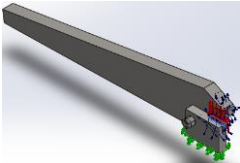
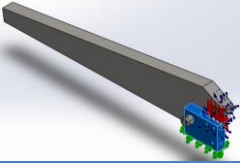
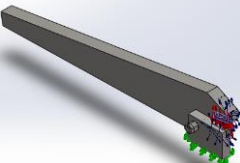
Assemblage final Partie II-Etude Partie II -Déformations

Informations sur le modèle :

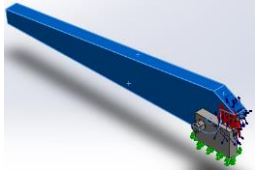


Nom du modèle: Assemblage final partie III  
 Configuration actuelle: Défaut

Corps volumiques

Nom du document et référence	Traité comme	Propriétés volumétriques	Chemin/Date de modification du document
Enlèv. mat.- Extru.3 	Corps volumique	Masse:0.0411565 kg Volume:5.2362e-006 m <sup>3</sup> Masse volumique:7860 kg/m <sup>3</sup> Poids:0.403334 N	C:\Users\Acer\Desktop\ PFE ARD\solidworks\Partie III\lahme.SLDPRT Jun 06 12:07:27 2016
Enlèv. mat.- Extru.3 	Corps volumique	Masse:0.766051 kg Volume:9.75861e-005 m <sup>3</sup> Masse volumique:7850 kg/m <sup>3</sup> Poids:7.5073 N	C:\Users\Acer\Desktop\ PFE ARD\solidworks\Partie III\lame inferieur.SLDPRT Jun 06 11:23:10 2016
Enlèv. mat.- Extru.5 	Corps volumique	Masse:0.0411565 kg Volume:5.2362e-006 m <sup>3</sup> Masse volumique:7860 kg/m <sup>3</sup> Poids:0.403334 N	C:\Users\Acer\Desktop\ PFE ARD\solidworks\Partie III\lahme modifier.SLDPRT Jun 06 12:54:02 2016



	Corps volumique	<b>Masse:8.41096 kg</b> <b>Volume:0.00107146 m<sup>3</sup></b> <b>Masse volumique:7850 kg/m<sup>3</sup></b> <b>Poids:82.4274 N</b>	<b>C:\Users\Acer\Desktop\ PFE</b> <b>ARD\solidworks\Partie III\lame superieure.SLDPRT</b> <b>Jun 06 12:57:49 2016</b>
---	-----------------	---	---

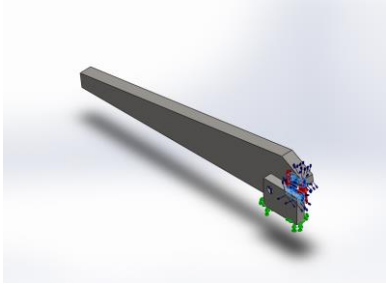
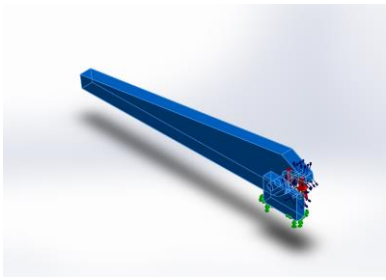
## Propriétés de l'étude :

Nom d'étude	Etude 1
Type d'analyse	Statique
Type de maillage	Maillage volumique
Effets thermiques:	Activé(e)
Option thermique	Inclure des chargements thermiques
Température de déformation nulle	298 Kelvin
Inclure la pression du fluide calculée par SolidWorks Flow Simulation	Désactivé(e)
Type de solveur	FFEPlus
Stress Stiffening:	Désactivé(e)
Faible raideur:	Désactivé(e)
Relaxation inertielle:	Désactivé(e)
Options de contact solidaire incompatible	Automatique
Grand déplacement	Désactivé(e)
Vérifier les forces externes	Activé(e)
Friction	Désactivé(e)
Méthode adaptative:	Désactivé(e)
Dossier de résultats	Document SolidWorks (C:\Users\Acer\Desktop\PFE ARD\SolidWorks\Partie III)

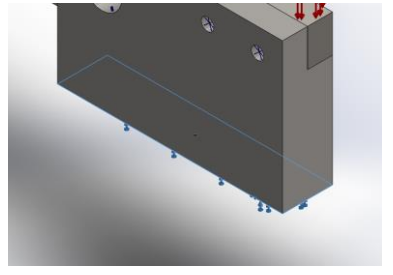
## Unités :

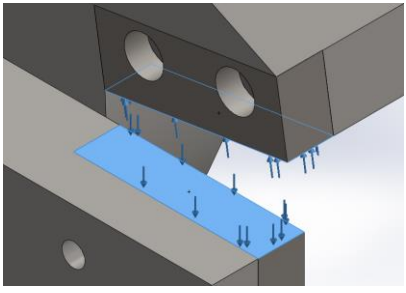
Système d'unités:	SI (MKS)
Longueur/Déplacement	mm
Température	Kelvin
Vitesse angulaire	Rad/sec
Pression/Contrainte	N/m <sup>2</sup>

## Propriétés du matériau :

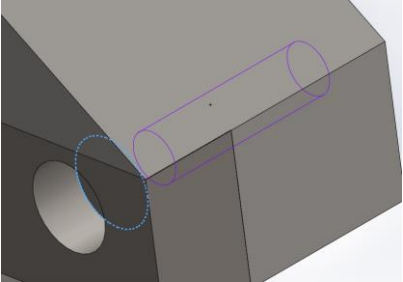
Référence du modèle	Propriétés	Composants
	Nom: <b>AISI Acier à outil type A2</b> Type de modèle: <b>Linéaire élastique isotropique</b> Critère de ruine par défaut: <b>Inconnu</b> Module d'élasticité: <b>2.03e+011 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de Poisson: <b>0.285</b> Masse volumique: <b>7860 kg/m<sup>3</sup></b> Module de cisaillement: <b>7.8e+010 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b>	Corps volumique 1 (Enlèv. mat.-Extru.3) (Assemblage1 lame vs lame inferieur-1/lahme-1), Corps volumique 1 (Enlèv. mat.-Extru.5) (Assemblage2 lame modifier vs lame superieur-1/lame modifier-1)
Données de la courbe: N/A		
	Nom: <b>1.1181 (C35E)</b> Type de modèle: <b>Linéaire élastique isotropique</b> Critère de ruine par défaut: <b>Inconnu</b> Limite d'élasticité: <b>5.8e+008 N/m<sup>2</sup></b> Limite de traction: <b>7e+008 N/m<sup>2</sup></b> Module d'élasticité: <b>2.11e+011 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de Poisson: <b>0.28</b> Masse volumique: <b>7850 kg/m<sup>3</sup></b> Module de cisaillement: <b>7.9e+010 N/m<sup>2</sup></b> Coefficient de dilatation thermique: <b>1.1e-005 /Kelvin</b>	Corps volumique 1 (Enlèv. mat.-Extru.3) (Assemblage1 lame vs lame inferieur-1/lame inferieur-1), Corps volumique 1 (Boss.-Extru.2) (Assemblage2 lame modifier vs lame superieur-1/lame superieure-1)
Données de la courbe: N/A		

## Actions extérieures :

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		<b>Entités:</b> 1 face(s) <b>Type:</b> Géométrie fixe

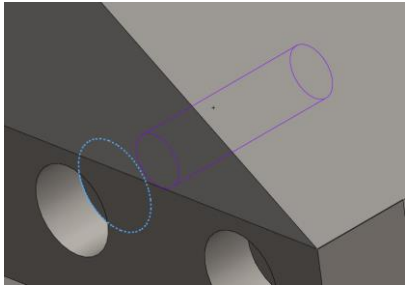
Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Pression-1		<b>Entités:</b> 2 face(s) <b>Type:</b> Normal à la face sélectionnée <b>Valeur:</b> 575 <b>Unités:</b> N/mm <sup>2</sup> (MPa)

**Définitions des connecteurs :****Connecteur axe/boulon/palier :**

Référence du modèle	Détails du connecteur	Détails de résistance
 <p><b>Vis pour lamage-1</b></p>	<p><b>Entités:</b> 1 arête(s), 1 face(s)</p> <p><b>Type:</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou)(Vis pour lamage)</p> <p><b>Diamètre de la tête:</b> 12.75 mm</p> <p><b>Diamètre nominal de la tige:</b> 8.5</p> <p><b>Précontrainte (Moment de torsion):</b> 0</p> <p><b>Module d'Young:</b> 2.1e+011</p> <p><b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28</p> <p><b>Unités de précontrainte:</b> N-m</p>	Aucune donnée

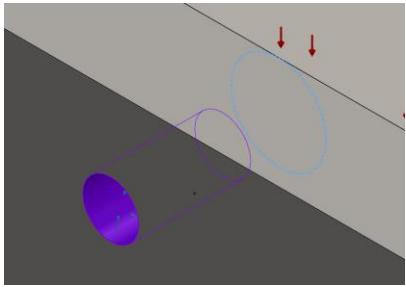
**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
<b>Force axiale (N)</b>	0.17141	-0.075091	643.02	643.02
<b>Force de cisaillement (N)</b>	-1523.1	2415.9	0.68848	2856
<b>Moment de flexion (N-m)</b>	10.303	9.2203	-0.0016685	13.826

 <p><b>Vis pour lamage-2</b></p>	<p><b>Entités:</b> 1 arête(s), 1 face(s)  <b>Type:</b> Boulon  (Diamètre de la tête/écrou)(Vis pour lamage)  <b>Diamètre de la tête:</b> 12.75 mm  <b>Diamètre nominal de la tige:</b> 8.5  <b>Précontrainte (Moment de torsion):</b> 0  <b>Module d'Young:</b> 2.1e+011  <b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28  <b>Unités de précontrainte:</b> N-m</p>	<p>Aucune donnée</p>
---	--	----------------------

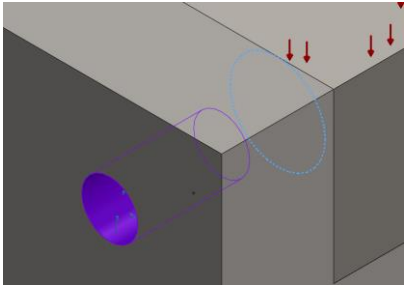
## Forces dans les connecteurs

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	-0.65637	0.28753	-2462.2	-2462.2
Force de cisaillement (N)	-732.04	1307.1	0.34762	1498.1
Moment de flexion (N-m)	7.0187	3.2194	-0.0014955	7.7218

 <p><b>Vis pour lamage-3</b></p>	<p><b>Entités:</b> 1 arête(s), 1 face(s)  <b>Type:</b> Boulon  (Diamètre de la tête/écrou)(Vis pour lamage)  <b>Diamètre de la tête:</b> 12.75 mm  <b>Diamètre nominal de la tige:</b> 8.5  <b>Précontrainte (Moment de torsion):</b> 0  <b>Module d'Young:</b> 2.1e+011  <b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28  <b>Unités de précontrainte:</b> N-m</p>	<p>Aucune donnée</p>
---	--	----------------------

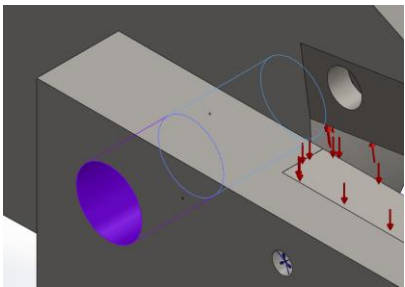
## Forces dans les connecteurs

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	23.316	1.642	-859.9	860.21
Force de cisaillement (N)	569.66	-731.1	14.05	926.94
Moment de flexion (N-m)	4.8528	4.1633	0.13953	6.3955

 <p><b>Vis pour lamage-4</b></p>	<p><b>Entités:</b> 1 arête(s), 1 face(s)  <b>Type:</b> Boulon (Diamètre de la tête/écrou)(Vis pour lamage)  <b>Diamètre de la tête:</b> 12.75 mm  <b>Diamètre nominal de la tige:</b> 8.5  <b>Précontrainte (Moment de torsion):</b> 0  <b>Module d'Young:</b> 2.1e+011  <b>Coefficient de Poisson:</b> 0.28  <b>Unités de précontrainte:</b> N-m</p>	<p>Aucune donnée</p>
---	---	----------------------

**Forces dans les connecteurs**

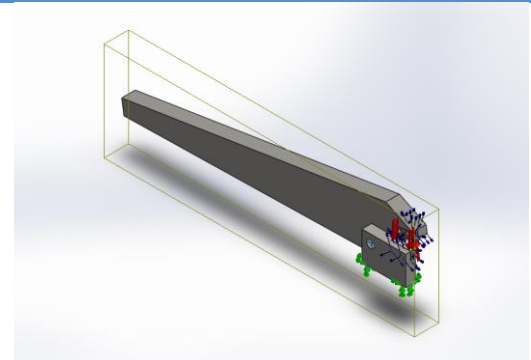
Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	39.59	2.7881	-1460.1	1460.6
Force de cisaillement (N)	219.5	-650.64	4.7093	686.69
Moment de flexion (N-m)	4.3953	1.4637	0.12197	4.6343

 <p><b>Connecteur d'axe-1</b></p>	<p><b>Entités:</b> 2 face(s)  <b>Type:</b> Axe  <b>Type de connexion:</b> Avec circlips (aucune translation)  <b>Valeur de la raideur en rotation:</b> 0  <b>Unités:</b> SI</p>	<p>Aucune donnée</p>
--	---	----------------------

**Forces dans les connecteurs**

Type	Composante X	Composante Y	Composante Z	Résultante
Force axiale (N)	-0	-0	37746	-37746
Force de cisaillement (N)	-14771	-5403.2	0	15728
Moment de torsion (N-m)	-0	-0	3.842e-011	-3.842e-011
Moment de flexion (N-m)	135.03	-239.48	0	274.92

**Informations sur le contact :**

Contact	Image du contact	Propriétés du contact
Contact global		<b>Type:</b> Solidaire <b>Composants:</b> 1composant(s) <b>Options:</b> Maillage compatible

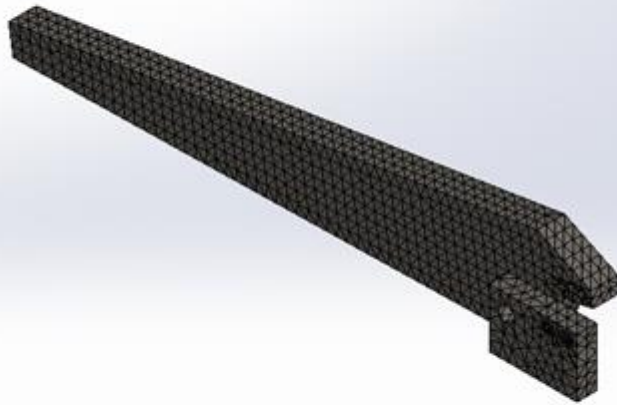
**Informations sur le maillage :**

<b>Type de maillage</b>	Maillage volumique
<b>Mailleur utilisé:</b>	Maillage standard
<b>Transition automatique:</b>	Désactivé(e)
<b>Boucles automatiques de maillage:</b>	Désactivé(e)
<b>Points de Jacobien</b>	4 Points
<b>Taille d'élément</b>	10.5682 mm
<b>Tolérance</b>	0.528408 mm
<b>Qualité de maillage</b>	Haute
<b>Remailler les pièces en échec avec un maillage incompatible</b>	Désactivé(e)

**Informations sur le maillage – Détails :**

<b>Nombre total de nœuds</b>	16182
<b>Nombre total d'éléments</b>	9709
<b>Aspect ratio maximum</b>	10.442
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &lt; 3</b>	93.1
<b>% d'éléments ayant un aspect ratio &gt; 10</b>	0.0103
<b>% d'éléments distordus (Jacobien)</b>	0
<b>Durée de création du maillage (hh:mm:ss):</b>	00:00:06
<b>Nom de l'ordinateur:</b>	ACER-PC

Nom du modèle: Assemblage final partie II  
 Nom de l'étude: Etude 1  
 Type de maillage: Maillage volumique

**Forces résultantes :****Forces de réaction :**

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	36140.1	2857.09	0.000640869	36252.8

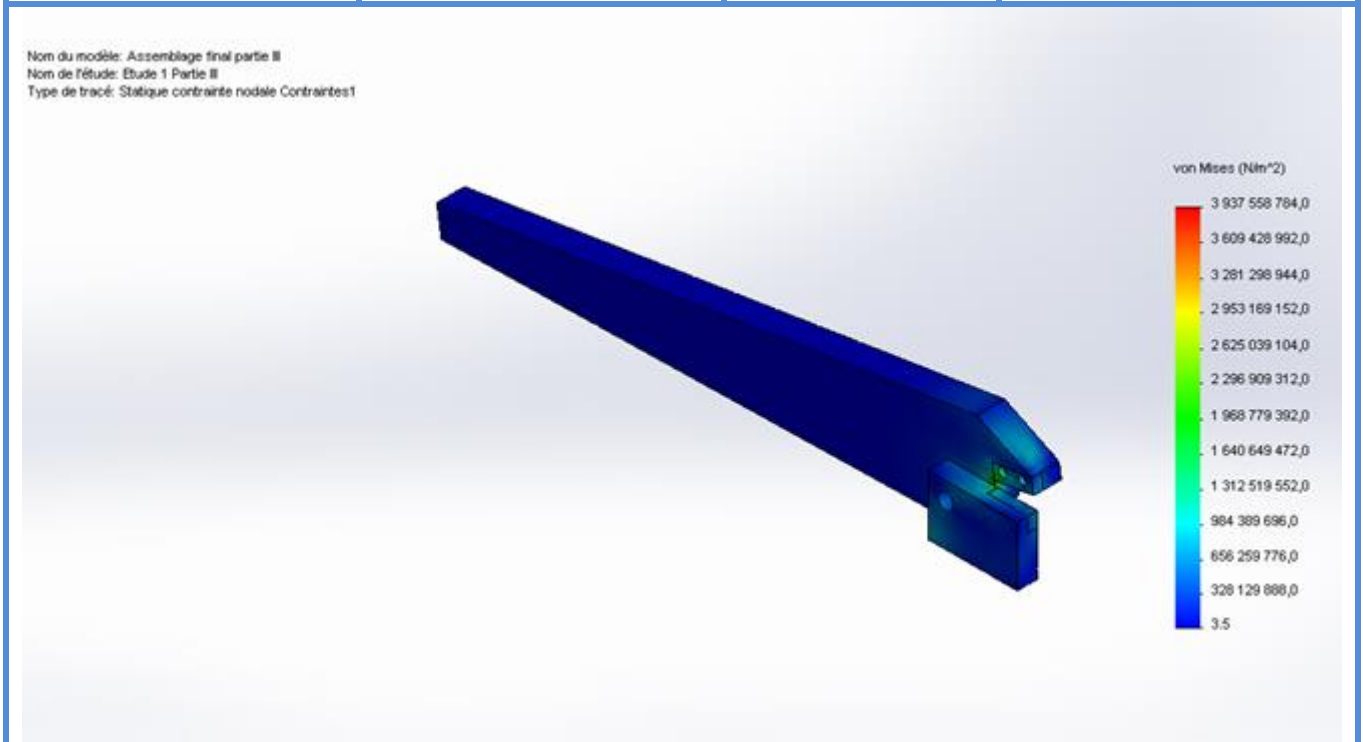
**Moments de réaction :**

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N-m	0	0	0	0



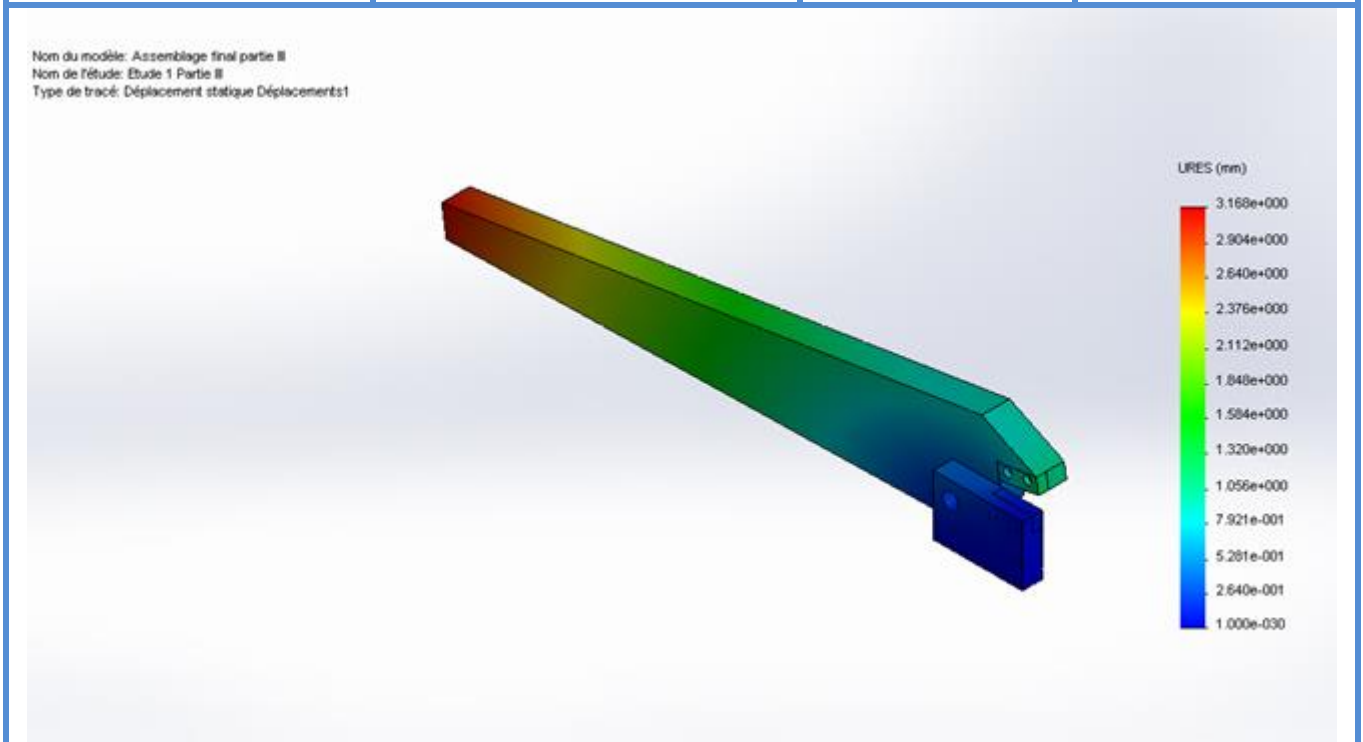
Résultats de l'étude :

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON: contrainte de Von Mises	3.45284 N/m <sup>2</sup> Nœud: 8693	3.93756e+009 N/m <sup>2</sup> Nœud: 2923

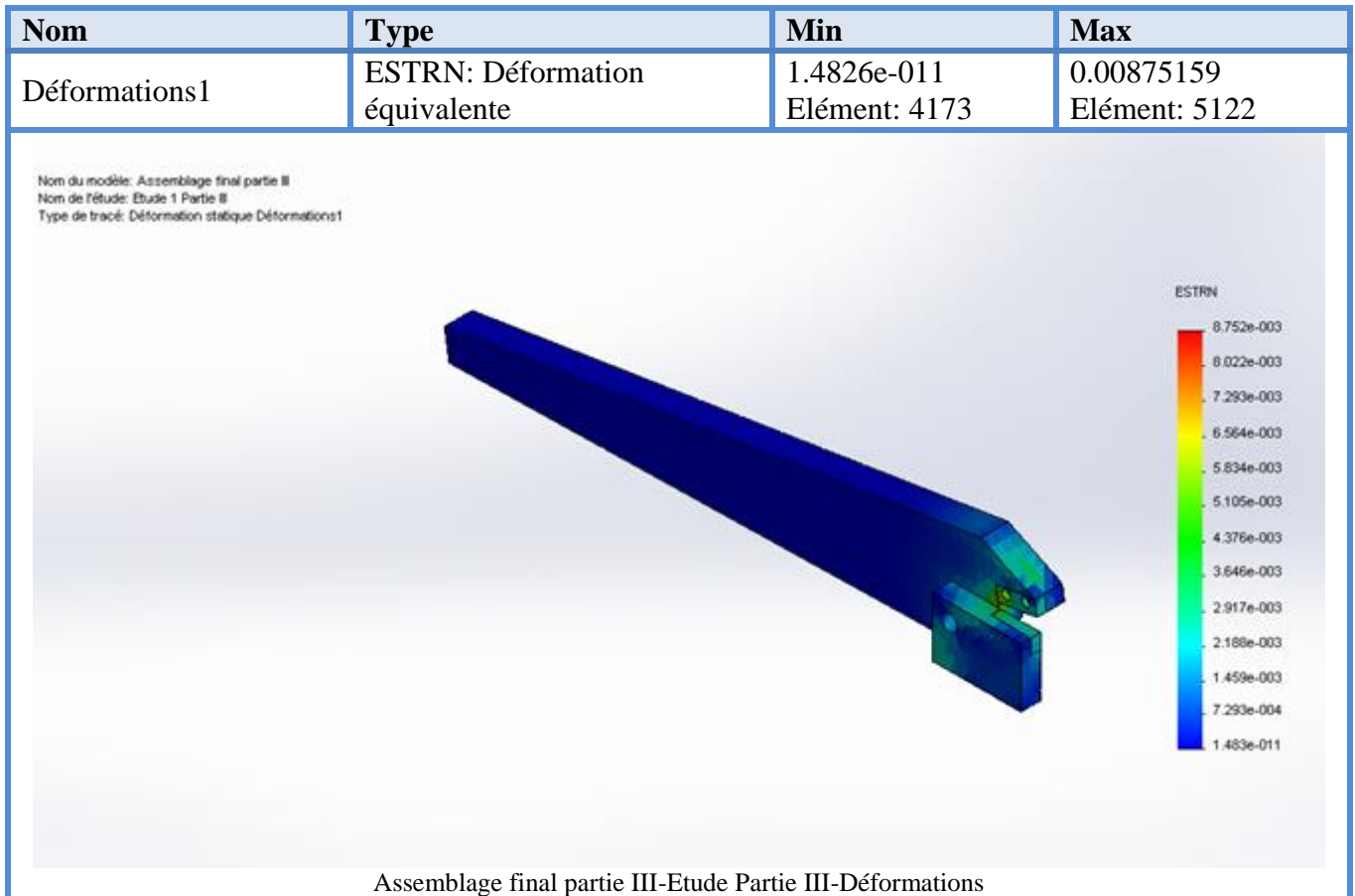


Assemblage final partie III-Etude Partie III-Contraintes

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES: Déplacement résultant	0 mm Nœud: 941	3.16845 mm Nœud: 4589



Assemblage final partie III-Etude Partie III-Déplacements

**Conclusion :**

Les résultats obtenus montrent que les dimensions et le matériau choisis peuvent assurer le bon fonctionnement de la machine.

## Introduction générale

---

Dans la dernière décennie, l'Algérie a connu une explosivité démographique, ce phénomène a donné lieu à une crise immobilière, habitations routes, hôpitaux et autre structures devait être créée, pour faire face à cela l'état à lancer des projets de construction d'une grande ampleur.

Durant le quinquennat 2009-2013 un millions de logement ont était réalisé, hélas la majorité des projets n'a pas été livré à l'heure, la plupart du temps les retard ont été causé par le facteur humain, qui est normalement responsable de l'état d'avancement des projets.

Parmi les solutions existantes pour remédier à ce retard, l'automatisation de certaines fonctions.

Notre PFE traitera de l'automatisation de l'une de ces fonctions qui est le cintrage de ferraille de construction.

Afin de pouvoir optimiser la compréhension de la solution proposer antérieurement, nous devons tout d'abord appréhender certaines connaissances, et nous familiarisé avec certains termes, le premier chapitre consistera de généralités sur le ferrailage le façonnage et la commande des appareils électroniques.

Le second chapitre quant à lui nous fera entrer dans le vif du sujet, il traitera de tous ce qui est en relation avec l'étude de conception, le dimensionnement et le choix des matériaux.

L'utilisation de l'outil informatique nous permettra de simuler des contraintes sur les composantes de la machine en appliquant des forces et moment existants dans le cas réel pour vérifier les résultats trouver dans le chapitre précédant, ces résultats de simulation seront présenté dans le troisième chapitre.

On terminera avec des dessins définitions et des dessins d'ensembles de la machine.