

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية

**REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE**

وزارة التعليم العالي و البحث العلمي

**Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique**

جامعة أبي بكر بلكايد - تلمسان

Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen-

Faculté de TECHNOLOGIE



## **MEMOIRE**

Présenté pour l'obtention du **diplôme** de **MASTERE**

**en** : Génie Mécanique.

**Spécialité** : Construction Mécanique.

**Par** : AZEDOUZ Nadjib.

### **Thème**

## **Etude Et Conception D'un Dispositif De Cintrage D'une Machine CNC**

Soutenu : Septembre 2021, devant le jury composé de:

Encadreur M. SERDOUN N

Co-encadreur M. BELALIA SA

Président M. ZINAI A.

Examineur Mme BELHADJKACEM F.

grade: MCA

grade: Pr

grade: MCB

grade : MAA

# *Dédicace*

*Louanges à dieu Clément et Miséricordieux qui m'a donné la force physique et morale pour réaliser mon rêve, un rêve que je souhaite se prolonger encore longtemps.*

*Je dédie ce mémoire à tous ceux qui oeuvrent, qui luttent, qui cherchent pour que le savoir soit maître et que chacun de nous soit muni de toutes les armes intellectuelles afin de servir le pays et de vivre noblement.*

*\*En cette heureuse et mémorable circonstance, je tiens à remercier vivement mes chers parents des sources intarissables d'affections, d'attention et de dévouement.*

*\* Tous mes enseignants depuis mon entrée à l'école primaire, à qui je dois ce que je suis et ce que je fais.*

*\* Tous mes amis et mes collègues.*

*\*A tous ceux qui m'ont consacré leur temps et leur attention, je dis encore et toujours MERCI.*

*\* J'espère n'avoir oublié personne.*

*Que Dieu le tout puissant récompense les bienfaisants.*

# *Remerciement*

*Au terme de ce travail j'aimerais bien rendre hommage à tous ceux qui de loin ou de près m'ont apporté leurs encouragements.*

*Je tiens à exprimer mes vifs remerciements envers mon encadreur Mr SERDOUN NADJIB, et mon Co-encadreur Mr BELALIA SID AHMED pour leur disponibilité, leur encadrement, leur confiance et les conseils qu'ils m'ont généreusement prodigués tout au long de notre recherche.*

*Je suis sensible à l'honneur que me fait MR ZINAI A., de présider le jury de ce travail. Qu'il veuille accepter mon profond respect et mon immense estime. Je suis particulièrement heureux que Mme BELHADJKACE fasse l'honneur de faire partie du jury de ce travail. Qu'il trouve ici l'expression de mes sentiments*

*les plus distingués.*

# *Résumer*

De notre temps les cintreuses constituent un outil indispensable pour les entreprises spécialisées dans le traitement des barres d'armature ainsi que dans notre vie quotidienne. Dans notre travail, nous avons essayé de donner quelques notions fondamentales sur les cintreuses, leurs types, et leur fonctionnement ainsi qu'une vue générale sur la CAO et ses domaine d'utilisation.

Ensuite une partie modélisation présentant le choix de l'outil informatique SolidWorks, ainsi que les différentes étapes pour la conception de chaque pièce de notre cintreuse.

Une troisième partie est consacrée à l'assemblage des différentes pièces qui composent notre modèle.

Mots clés: cintrage, armature, étriers, ancrage, retour élastique, façonnage,

## ملخص :

في الوقت الحاضر ، تعد ماكينات الثني أداة لا غنى عنها للشركات المتخصصة في معالجة حديد التسليح وكذلك في حياتنا اليومية. في عملنا ، حاولنا إعطاء بعض المفاهيم الأساسية حول آلات الثني وأنواعها وتشغيلها بالإضافة إلى نظرة عامة على التصميم بمساعدة الكمبيوتر ومجالات تطبيقه.

بالإضافة إلى المراحل المختلفة لتصميم كل جزء من آلة الثني SolidWorks ثم يقدم جزء النمذجة واختيار أداة الكمبيوتر الخاصة بنا.

جزء ثالث مخصص لتجميع الأجزاء المختلفة التي يتكون منها نموذجنا.

الكلمات المفتاحية : الانحناء ، التعزيز ، الركائب ، التثبيت ، الرجوع المرن ، التشكيل ، التعزيرة

# *ABSTRACT*

From our time the bending machines constitute essential tools for the specialized companies in the manufacturing of furniture like in our daily life.

In our work, we tried to give some basic concepts on the bending machines, their types, and their operation as well as a general sight on the CAO and its areas of use.

Then a modeling part presents the selection of computer tools SolidWorks, and the various stages for the design of each part of our bending machine.

A third part is devoted for the assembly of the various parts which compose our model

Keywords: bending, reinforcement, stirrups, anchoring, spring back, shaping

# *Nomenclature*

M	Moment autour de l'axe neutre
$\sigma_b$	Contrainte de flexion
y	Distance perpendiculaire à l'axe neutre
I	Moment d'inertie
D	diamètre de bar
L	Longueur de la barre
F	un effort axial de traction
$F_t$	force actuel
$\Theta$	angle au centre
$\Phi$	diamètre de la barre
r	rayon de la fibre moyenne
$L_1, L_2$	longueur rectiligne
$F_1$	effort a l'entrée de la courbure
$F_2$	effort a la sortie de la courbure
<b>T</b>	contrainte d'adhérence
$\tau_{su}$	contrainte d'adhérence acier-béton à l'ELU
t	le diamètre d'une barre d'armature
$\theta_1$	l'angle avant le retour élastique
$\theta_2$	l'angle après le retour élastique
$\Delta\theta$	l'angle de retour élastique.

# Liste des figures

Figure1.1 : les armatures standards.....	6
Figure1.2 : Fer rond lisse.....	7
Figure1.3 : Treillis soudé en fer HA .....	8
Figure1.4 : Treillis soudé en fer lisse.....	8
Figure1.5 : Fer à haute adhérence.....	8
Figure1.6: Armature torsadée à verrous.....	8
Figure1.7 : Vue de face et coupe transversal d'une barre HA.....	9
Figure1.8 : formes des étriers .....	9
Figure1.9 : cintrage classique a main.....	11
Figure1.10 : Cintreuse de barres d'armature pour les barres de 8 mm de diamètre.....	11
Figure1.11 : Vue de dessus du processus de cintrage manuel des barres d'armature .....	12
Figure 1.12. Processus de cintrage des barres d'armature dans une configuration expérimental..	13
figure1.13 : cintreuse manuelle .....	13
Figure1.14 : cintreuse pneumatique.....	15
Figure1.15 : cintreuse hydraulique .....	16
Figure 1.16: cintreuse électrique.....	18
Figure 1.17 : cintreuse automatique cnc .....	21
Figure 1.18 : L'opération de cintrage 3D.....	24
Figure 2-1 : « Diagramme pieuvre ».....	28
Figure 2.2 : Pourquoi, comment et quand du diagramme FAST [14] .....	29
Figure 2.3 : Diagramme FAST simplifié .....	30
Figure 2.4 : Structure fonctionnelle du système. ....	31
Figure 2.5 : machine modélisée par solidworks .....	33
Figure 2.6 : les diamètres du dispositif de cintrage .....	34
Figure 2.7 : Représentation des forces sur la plaque circulaire .....	36
Figure2.8 : conception de la pièce à partir de calcul RDM avec Solidwokrs.....	37
Figure2.10.Equilibre d'un petit élément .....	36
Figure2.9. Ancrage par courbure .....	36
Figure2.11 : Coudes et ancrages .....	40
Figure2.12 :Le crochet normal .....	41
Figure2.13 Dimensions des barres façonnées .....	41
Figure2.14: Ancrage des aciers transversaux .....	42
Figure2.15 : Définition du rapport de retour élastique. $t$ : le diamètre d'une barre d'armature, $\theta_1$ : l'angle avant le retour élastique, $\theta_2$ : l'angle après le retour élastique, et $\Delta\theta$ : l'angle de retour élastique.....	43
Figure3.1 :Les trois concepts de base (SolidWorks) .....	49
Figure3.2 : Assemblage des pièces .....	50



Figure3.3 : Mise en plan d'une pièce .....	51
Figure 3.4 : Assemblage de la coque .....	60
Figure 3.5 : notre moteur réducteur modélisée par Solidworks importé.....	61
Figure 3.6 : notre verin modélisée par Solidworks importe.....	61
Figure 3.7 : palier modélisée par Solidworks importé.....	62
Figure3.8 : vue éclaté du moteur réducteur.....	63
Figure3.9 : vu éclaté du verin .....	63
Figure3.10 : vue éclaté de tout la machine .....	64
Figure3.11 : Contraintes les plus utilisé.....	65
Figure3.12 : premiere piece importé.....	65
Figure3.13 : Contraintes coaxiale et coïncidente de la pièce et le réducteur .....	66
Figure3.14 : importer le moteur électrique à l'ensemble précédent .....	66
Figure3.15: Contraintes coïncidente et coaxiale entre l'ensemble précédent et le palier .....	67
Figure3.16 : Contraintes parallèle et coïncidente entre l'assemble précédent el le verin. ....	67
Figure 3.17 : les contraintes entre la table et le sous assemblage.....	68
Figure 3.18 : les contraintes entre la table et les pieds.....	68
Figure 3.19 : L'assemblage final de la cintreuse .....	69
Figure 3.20 : le fonctionnement d'assemblage final de la cintreuse.....	69

# Liste des tableaux

Tableau1.1: Caractéristiques mécanique du fer rond lisse .....	7
Tableau1.2: Caractéristique mécanique du fer à HA .....	7
Tableau1.3: Liste des composants .....	14
Tableau1.4: Liste des composants .....	15
Tableau1.5: Liste des composants .....	18
Tableau2.1: Identification des sous-systèmes. ....	30
Tableau2.2: Cahier des charges fonctionnel.....	32
Tableau2.3: valeurs courantes de $\Theta$ .....	40
Tableau2.4: Valeurs des diamètres minimaux des mandrins de façonnage .....	40
Tableau3.1 les étapes du modélisation de la table .....	51
Tableau3.2 les étapes du modélisation des pieds de la table .....	56
Tableau3.3 les étape du modélisation du dispositif de cintrage .....	58

## Sommaire

<i>Dédicace</i> .....	2
<i>Remerciement</i> .....	3
<i>Résumer</i> .....	4
: ملخص.....	5
<i>ABSTRACT</i> .....	6
<i>Nomenclature</i> .....	7
Liste des figures .....	8
Liste des tableaux.....	10
INTRODUCTION GENERAL .....	1
CHAPITRE I :Généralité sur le cintrage .....	4
1.Introduction.....	5
2.Comment bien ferrailer le béton ? : .....	5
3. Armature [ferraillage] : [2] .....	6
3.1 Types d'aciers pour armature: [3].....	6
3.2Diamètre nominaux des barres de ferraille : .....	8
3.3 Les formes d'étriers : [4] .....	9
4. Généralité sur le cintrage classique du fil de fer : .....	10
5. Les différents types des cintreuses.....	11
5.1cintrage manuel des barres d'armature : [5].....	11
5.2Cintrage semi-automatique : .....	14
5.2.1 Cintreuse pneumatique : .....	14
5.2.2 Cintreuse hydraulique : .....	15
5.2.3 Cintreuse électrique : [7].....	17
5.3 Cintrage automatique :.....	19
5.4 Cintreuse automatique tridimensionnel [10]:.....	21
6. Conclusion : .....	25

CHAPITRE II : Etude conceptuelle du projet .....	26
1.Introduction :.....	27
2. Analyse fonctionnelle externe : [11] .....	27
2.1 Identification des éléments du milieu extérieur : .....	27
2.2 Diagramme des interacteurs : .....	27
3. Analyse fonctionnelle interne : .....	29
3.1 La méthode FAST : .....	29
3.2 Structure fonctionnelle du projet : .....	30
4. Cahier des charges fonctionnel de la cadreuse : .....	31
5. Calcule RDM : [14].....	34
6. Ancrage par courbure :[15] .....	38
6.1 Rayons de courbure minimaux :.....	40
6.2 Dimensions des barres façonnées : .....	41
6.3 Ancrage des Cadres, Etriers, Epingles : .....	42
7. Le phénomène de retour élastique en flexion avec une machine à plier les barres d'armature : [16] .....	42
8. conclusion : .....	44
CHAPITRE III :Modélisation du dispositif de cintrage .....	45
1. Introduction : .....	46
2. Modélisation : [28].....	46
2.1 Définition .....	46
2.2 Avantages.....	46
2.3 Inconvénients .....	47
3. Aperçu sur SolidWorks .....	47
3.1 Définition .....	47
3.2 Historique.....	48
3.3Caractéristiques de SolidWorks : [31].....	48
3.4 Fonctionnement : [32] .....	48
4. Modélisation de la coque de notre cintreuse : .....	51
4.1 La table .....	51
4.2 Les pieds de la table .....	56
4.3 Dispositif de cintrage : .....	58
5. Les pièces intérieures de notre cintreuse : .....	60
5.1 Moteur réducteur : .....	60

5.2 Verin : .....	61
5.3 Palier : .....	62
6. La vu éclaté : .....	62
7. Assemblage : .....	64
8. Conclusion: .....	69
Conclusion général : .....	70
BIBLIOGRAPHIE : .....	70

# INTRODUCTION GENERAL

## INTRODUCTION GENERAL

Aujourd'hui Il est impérieux pour les industriels d'augmenter leurs capacités de production et de respecter les délais de livraison. La mise en place d'un système de production automatisé pour produire une quantité suffisante et de bonne qualité est plus que jamais nécessaire.

L'automatisation des machines industrielles permet : l'amélioration de la qualité des produits, la simplification du travail humain et l'amélioration de la vitesse de production. Parmi les machines automatisée on trouve les machines de cintrage des barres d'armature par CNC (machines commande numérique par ordinateur).

Le but de notre travail c'est la conception assistée par ordinateur de ses pièces de la machine avec un logiciel de CAO.

Notre projet de fin d'études consiste à concevoir, modélisée un dispositif de cintrage machine CNC, le mouvement rotation sont assurés par un moteur électrique et la translation assurés par un vérin.

Le logiciel utilisé pour la conception est SOLIDWorks. Ce logiciel de CAO, est réputé pour sa simplicité d'utilisation et se veut intuitif. Le logiciel SolidWorks permet de : concevoir des objets en 3D de manière très précise.

Notre mémoire est organisé comme suit :

- Le premier chapitre contient des généralités sur les armatures et le cintrage classique et aperçu général sur les différents type des cintreuses utilisées dans le domaine de génie civil.
- Le deuxième chapitre est Commencer par un Analyse Fonctionnelle du Besoin, après les calculs RDM nécessaire pour la conception du dispositif.
- Le dernier chapitre est consacré à une présentation du logiciel Solidworks ainsi que les différentes étapes pour la conception et l'assemblage de la cintreuse.

## INTRODUCTION GENERAL

- Enfin notre travail s'achève par une conclusion générale suivie des perspectives.

Il a été pour nous un grand plaisir de travailler sur une activité possédant des enjeux, et nous à donner la motivation pour mener à terme ce projet qui est conforme avec notre filière mes malheureusement nous ne pouvons pas faire la réalisation de machine car les conditions temporaire de l'épidémie de covid19.



**CHAPITRE I :**  
**Généralité sur le cintrage**

## **1.Introduction**

Les barres d'armatures joué un rôle important dans la construction du béton .Il 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. [1]

L'opération de pliage des bars d'armatures ce fais manuellement et au fil du temps les projets de construction (habitations, routes, hôpitaux et autre structures) augmente avec l'augmentation de population et a cause de facteur humain les projets ne peut pas réaliser à l'heure, donc il faut l'automatisation de l'une de ces fonction qui et le cintrage de ferraille de construction.

## **2.Comment bien ferrailer le béton ? :**

La résistance mécanique du béton en traction et compression est optimisée par l'ajout des tiges de fer en acier doux, et il a une ductilité suffisante pour s'adapter aux différentes formes de coffrage. La préparation des armatures est une technique assez facile à apprendre, mais des règles strictes doivent tout de même être respectées, tant au niveau de la taille que de l'épaisseur. L'acier et le béton ayant des coefficients de dilatation compatibles, leur combinaison permet une construction efficace en béton armé.

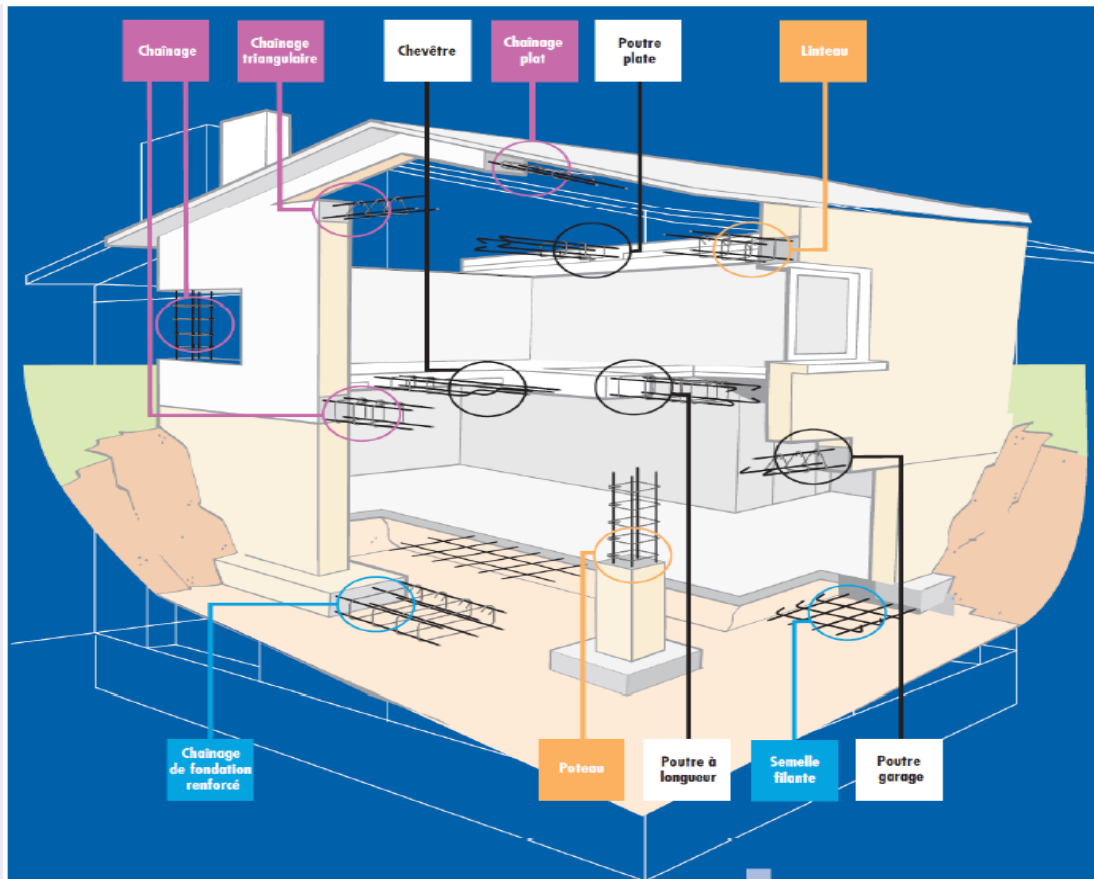


Figure 1.1 : les armatures standards

### 3. Armature [ferrailage] : [2]

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, et une surface nervurée pour améliorer son adhérence avec le béton.

#### 3.1 Types d'aciers pour armature: [3]

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

## CHAPITRE I : Généralité sur le cintrage

### A/ Ronds lisses:

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

Table1.1: Caractéristiques mécanique du fer rond lisse

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



Figure1.2 : Fer rond lisse

### 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 es 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.

Table1.2: Caractéristique mécanique du fer à HA

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		12
HA FeE 45	45	52	12
HA FeE 50	50	57,5	12

## CHAPITRE I : Généralité sur le cintrage



Figure1.3 : 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.



Figure1.4 : Treillis soudé en fer lisse



Figure1.5 : Treillis soudé en fer HA

### 3.2Diamètre 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 **m**).

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.

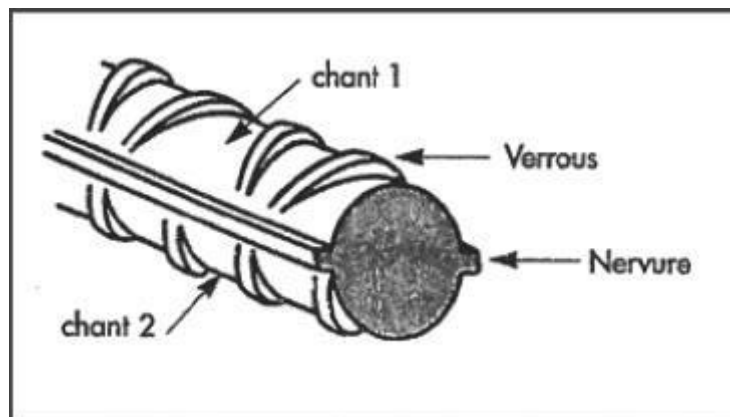


Figure1.6: Armature torsadée à verrous

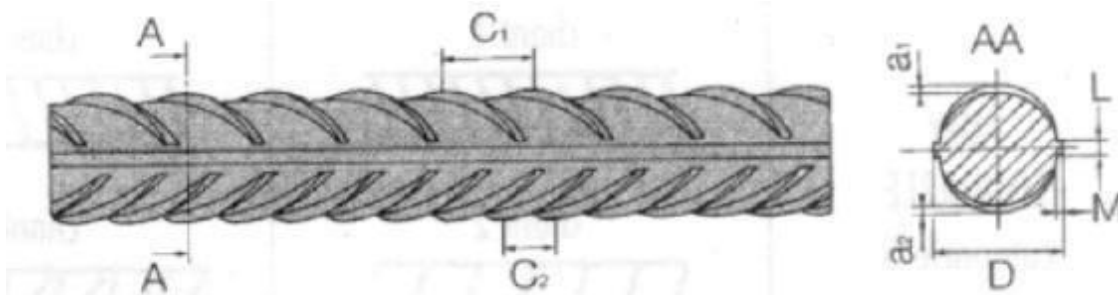


Figure 1.7 : Vue de face et coupe transversal d'une barre HA

### 3.3 Les formes d'étriers : [4]

Les étriers ont également de nombreuses formes en fonction des dimensions des colonnes et des poutres et de l'application de l'étrier :

- 1) Étriers à boucle fermée : les étriers à boucle fermée sont plus couramment utilisés ; ils offrent une plus grande résistance à la torsion et une meilleure résistance sismique ; ils sont obligatoires pour les poutres avec armature de compression.
- 2) Étriers à boucle ouverte : en raison de sa boucle ouverte, l'étrier à boucle ouverte produit moins de congestion d'armature, ce qui facilite l'écoulement du béton lors de sa mise en place.
- 3) Étriers circulaires : Utilisés dans les colonnes circulaires.
- 4) Étriers en forme de U.
- 5) Étriers en spirale.

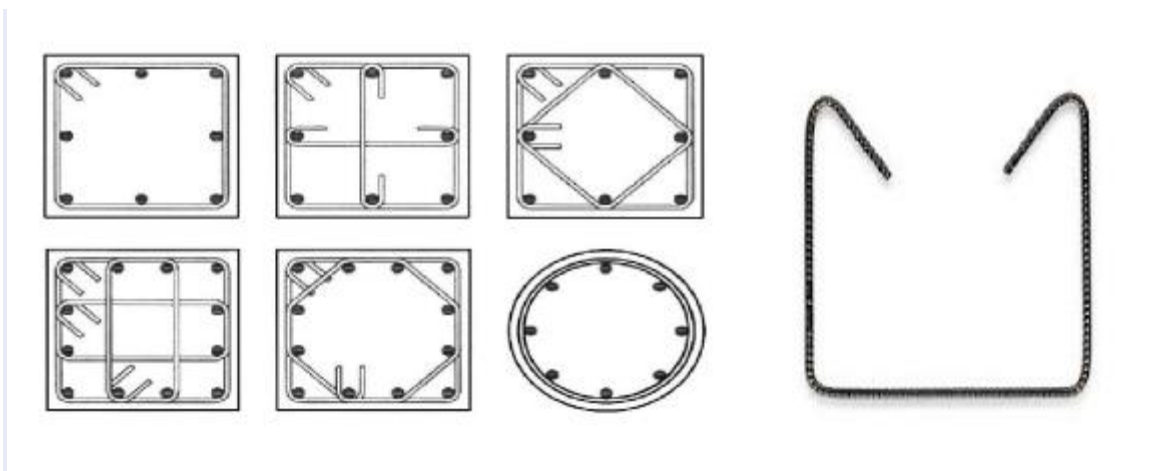


Figure 1.8 : formes des étriers

#### **4. Généralité sur le cintrage classique du fil de fer:**

Matériel nécessaire

- Griffes à coude
- Marteau
- Cisaille
- Tenaille
- Madrier
- Goujons métalliques
- Fil de fer recuit

Pour réaliser le pliage des armatures, planter des goujons métalliques dans un madrier, tordre le fer avec une griffe à couder.

Le façonnage à réaliser dépend de la forme de la pièce de béton à armer. Les fers doivent être recourbés à leur extrémité, afin de renforcer l'ancrage dans le béton. Pour couper les fers, il faut utiliser une grosse cisaille, voire une scie à métaux.

Lorsque l'on souhaite réaliser une pièce de section carrée, par exemple un poteau, tordre les fers de façon à former un carré. Le diamètre des fers est fonction de la pièce, mais aussi de la place du fer dans le ferrailage.

Comme déjà mentionné, planter les goujons dans le madrier de bois, en fonction de la forme qui doit être donnée au fer. Façonner toutes les pièces d'armatures avant de les assembler.

Pour assembler deux fers en prolongement l'un de l'autre, il faut utiliser du fil de fer recuit, qui va permettre de lier les fers entre eux. La longueur de cette liaison doit être égale à 40 fois le diamètre des fers concernés.

Cette liaison permet de maintenir les fers en place lors du coulage du béton.

Assembler les barres longitudinales (les fers d'armature) et les cadres (les étriers). Avant de réaliser cet assemblage, penser à marquer sur les fers l'emplacement des étriers.

Il reste à assembler les étriers sur les fers, toujours avec du fil de fer recuit, serré à la pince et coupé avec une tenaille. A titre d'exemple, pour armer un poteau en béton, prévoir un étrier tous les 20 cm.

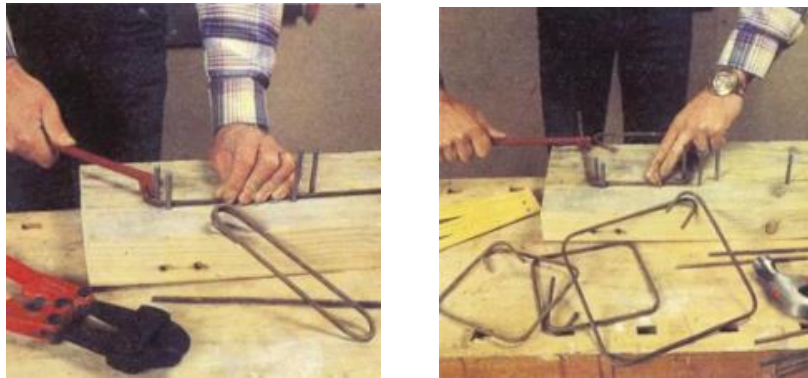


Figure1.9 : cintrage classique a main

## 5. Les différents types des cintreuses

### 5.1 cintrage manuel des barres d'armature : [5]

Une plaque métallique à trois broches est fixée sur le dessus d'une table d'hauteur varie entre 800 cm et 1200 cm. L'installation de pliage manuel de barres d'armature est montre par la figure (1.10).



Figure1.10 : Cintreuse de barres d'armature pour les barres de 8 mm de diamètre

La vue de dessus de la table à trois broches avec la barre d'armature et un levier qui aide au pliage de la barre d'armature montre par la figure (11).



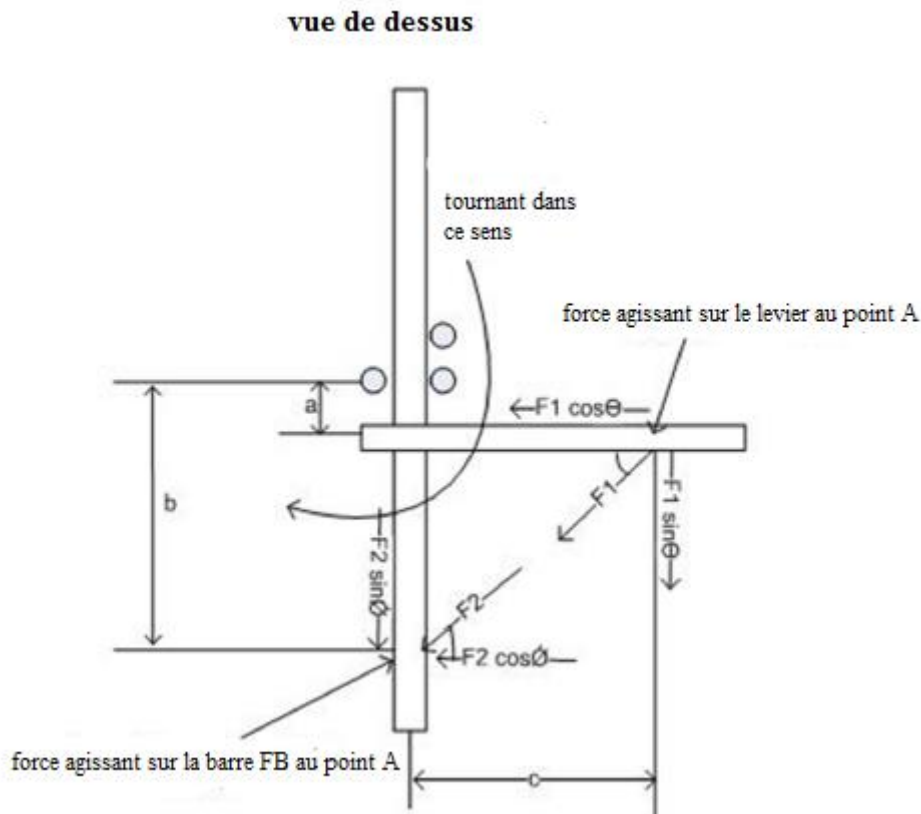


Figure 1.11 : Vue de dessus du processus de cintrage manuel des barres d'armature

Caractéristiques d'un établi typique et divers détails de la tige illustrés à la figure (12).

Les tiges et leviers sont placés entre les trois axes de la table de travail. Le levier est situé sur le dessus de la barre d'acier. Dans la cintreuse, maintenez votre main droite sur le levier à la position B du pôle "c", et placez votre main gauche sur le diamètre de barre d'acier le plus couramment utilisé levier à la position A du pôle "b". Le levier sera situé à "a" sur la première broche du compteur à trois broches. La cintreuse de barres d'armature applique ensuite la force nécessaire pour plier la barre d'armature. Habituellement, la même table à trois axes peut être utilisée pour plier des barres d'acier de différents diamètres. C'est le processus général de pliage des barres d'acier de 8 mm et 10 mm de diamètre, qui est les diamètres de barres d'armature les plus couramment utilisés.

Les paramètres critiques impliqués dans le processus de pliage des barres d'acier peuvent être divisés en paramètres fixes et paramètres variables. Les paramètres fixes tels que le diamètre de la barre, le matériau de la barre et le point de pression sont des valeurs constantes, c'est-à-dire qu'ils ne changeront pas pendant le pliage de la barre. Les trois paramètres variables de la force

## CHAPITRE I : Généralité sur le cintrage

de flexion, de l'angle de flexion et du temps de flexion dépendent des connaissances professionnelles des travailleurs concernés.



Figure 1.12. . Processus de cintrage des barres d'armature dans une configuration expérimentale



figure1.13 : cintreuse manuelle

## 5.2 Cintrage semi-automatique :

### 5.2.1 Cintreuse pneumatique :

Comme la population augmente de jour en jour, la demande de construction pour construire les bâtiments d'habitation, les industries, les ponts aériens est en constante augmentation. Plusieurs problèmes se posent lorsque l'on considère la force humaine par rapport au mécanisme automatique. En utilisant méthode conventionnelle, il n'est pas possible d'augmenter taux de construction et de réduire les délais. Ainsi, l'automatisation dans le système de construction est nécessaire. L'étrier n'est rien d'autre qu'une tige de forme carrée, rectangulaire ou trapézoïdale qui est attachée à la tige structurelle à une distance spécifique pour améliorer la résistance.

Le développement d'un mécanisme de flexion de petits étriers est un domaine d'intérêt que de nombreuses recherches souhaitent explorer. Le cintrage semi-automatique (pneumatique) est un véritable système mécatronique employé qui combine des éléments de mécanique, d'électronique et de contrôle. Le cadre de base de la cintreuse pneumatique consiste en d'une base en acier doux sur laquelle est monté un dispositif de piston-cylindre à commande pneumatique qui applique la force ou la poussée nécessaire pour plier la tige. Un dispositif rotors d'alimentation actionnés par un moteur à balai sert de mécanisme d'alimentation automatique des tiges. Un capteur monté le long du parcours détecte la présence de la tige qui contrôle si le piston doit être actionné ou non. Le capteur peut être ajusté pour correspondre à la longueur de la tige qui doit être pliée.

*Table 1.3: Liste des composants*

S.No	Description
1	Microcontrôleur
2	Moteur d'essuie-glace
3	Capteur de proximité
4	DCV à solénoïde
5	Verin pneumatique
6	Rotor d'alimentation
7	Fixation
8	Compresseur

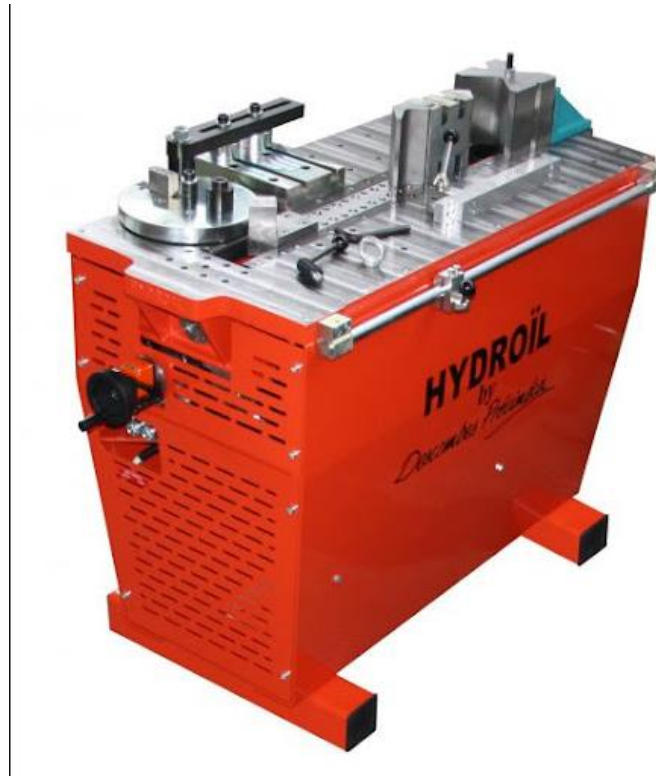


Figure 1.14 : cintruse pneumatique

### 5.2.2 Cintruse hydraulique :

La charge hydraulique a plus de puissance par rapport aux autres types de charges comme les charges pneumatiques et électriques. En utilisant des charges lourdes, nous pouvons augmenter la productivité du produit.

Table 1.4: Liste des composants

S.No	Description
1	Réservoir 40 litres
2	Filtre
3	Pompe à palettes
4	Moteur électrique 2hp
5	Soupape de sécurité
6	Manomètre
7	Cylindres hydrauliques
8	Tuyaux
9	Valve de contrôle de direction-4/3 (P40)



*Figure 1.15 : cintreuse hydraulique*

L'huile hydraulique utilisée dans ce processus est initialement stockée dans un réservoir d'une capacité de 40 litres. Un filtre renifleur d'air est monté sur le réservoir pour remplir l'air qui passe dans le réservoir et filtrer l'huile pendant le remplissage du réservoir. En outre, une crépine d'aspiration est utilisée pour aspirer l'huile dans le système. Un moteur électrique de 2 CV est couplé à la pompe à palettes pour entraîner le fluide. Lorsque le moteur tourne, l'accouplement qui relie le moteur et la pompe entraîne la rotation de la pompe à son tour. En fonction de la vitesse de rotation de la pompe, un vide est créé, ce qui permet d'aspirer l'huile et de la faire monter dans le système. Le site pression de l'huile dépend de la vitesse du système. L'huile sous pression passe par un clapet anti-retour qui empêche le retour de l'huile dans le système. Elle est suivie d'un filtre de ligne de pression pour filtrer l'huile des particules de poussière. A soupape de décharge de pression est connectée en parallèle à la ligne de sortie du filtre Cette soupape de décharge est utilisée pour empêcher le système d'être affecté par un excès de pression. A cette limite, la soupape est activée et libère l'excès de pression. Le débit de ces valves est mesuré à l'aide d'un manomètre monté sur la ligne de conduite et il peut être ajusté. L'huile sous pression entre dans la vanne de contrôle directionnel (P-40). Le DCV utilisé ici est un DCV P-40 4/3 centré par ressort et actionné par un joystick. Sur l'autre extrémité du DCV est connectée à un cylindre à double action. Ce cylindre est impliqué dans l'opération de pliage. Lorsque le gauche est activé, l'huile coule dans l'extrémité du piston du cylindre, ce qui provoque l'extension du cylindre. La force d'extension du cylindre est utilisée pour l'opération de pliage. Une fois le

cintrage terminé, le tiroir droit est activé. Cela provoque la rétraction du cylindre. Ce processus est répété pour le cintrage des étriers commandés manuellement. [6]

### 5.2.3 Cintreuse électrique : [7]

La cintreuse semi-automatique est actionnée par des moyens électriques, l'ouvrier ne devant fournir que les barres et actionner les interrupteurs. Il s'agit d'une machine mobile, qui peut donc être transportée n'importe où. Cette machine à plier est préférée en raison de sa grande précision, de sa simplicité d'utilisation et de sa faible consommation d'énergie. Les cintreuses électriques sont souvent utilisées dans les secteurs de l'automobile, de l'aérospatiale, de la construction et de la construction navale. Dans l'industrie aérospatiale, la précision est requise et des pièces lourdes doivent être pliées. Ces machines à plier offrent non seulement la précision mais sont également plus efficaces en termes de consommation d'énergie que les machines à plier fonctionnant avec d'autres mécanismes. Dans la méthode traditionnelle, le cintrage d'une barre de renfort droite est effectué à l'aide d'un mécanisme manuel. La précision totale du pliage dépend de l'habileté et de l'expérience de l'ouvrier. Il y a des machines pneumatiques et hydrauliques qui sont également utilisées pour créer des étriers, mais ces machines ont l'inconvénient majeur d'exiger un espace énorme pour le réservoir de stockage et le compresseur, ce qui rend la machine lourde et instable. La cintreuse électrique vise à plier les tiges et les bandes métalliques aux dimensions requises. Actuellement, les tiges et les bandes métallique sont pliées manuellement, ce qui présente de nombreux inconvénients comme le manque de précision, une faible productivité et une fatigue importante des opérateurs. Cette machine automatique présente des avantages significatifs par rapport aux autres machines. Le processus de pliage manuel souffre de divers inconvénients. Non seulement les travailleurs exposent leurs mains à des heures de mouvements fastidieux, mais ils subissent aussi parfois des lésions internes à leurs organes, par exemple le syndrome du canal carpien, etc.

Auparavant, les opérations de cintrage étaient effectuées à l'aide d'une cintreuse pneumatique qui présentait de nombreux inconvénients, comme le réglage continu des étriers et le manque de précision du produit final. La puissance requise de cette machine à plier pneumatique était également élevée. En raison de ses pièces alternatives, le coût de maintenance a également augmenté, ce qui a incité l'entreprise à développer une machine qui remplace cette machine pneumatique. C'est donc pour éviter les inconvénients énumérés ci-dessus que la conception et le développement d'une cintreuse semi-automatique ont été conçus.

*Table 1.5: Liste des composants*

S.No	Description
1	1. Moteur
2	2. Accouplement
3	3. Entraînement par vis sans fin
4	4. Arbre
5	5. Plaque circulaire



6

*Figure 1.16: cintreuse électrique*

### 5.3 Cintrage automatique :

#### A. "DÉVELOPPEMENT ET EXPÉRIENCES SUR LE TERRAIN D'UN SYSTÈME ENTIÈREMENT AUTOMATISÉ DE CAD/CAM DE BARRES D'ARMATURE [8] "

Le développement d'une machine de fabrication de barres d'armature entièrement automatisée, utilisant la technologie actuelle des machines informatisées machine à commande numérique. Le développement a impliqué un système de simulation graphique. La machine qui en résulte reçoit la matière première sous une forme discrète et des longueurs finies. La matière première est introduite dans la machine, pliée, coupée à la taille voulue et collectée, le tout automatiquement. L'article décrit également une expérience réelle sur le terrain avec le système de CFAO entièrement automatisé dans une grande usine de fabrication de barres d'armature. L'expérimentation était basée sur l'intégration du système de CAO/FAO dans la avec l'installation existante de l'usine. Un lien de communication a été développé pour permettre le transfert des données après leur extraction et leur traitement par le système de CAO/FAO.

Explication de l'usine de fabrication de barres d'armature entièrement automatisée :

- Système d'alimentation en matière première ; le système d'alimentation en matière première été conçu pour un flux continu de matière bien qu'elle soit fournie à l'usine sous forme de barres discrètes d'une longueur finie. Les conteneurs sont inclinés (environ 20°) pour aider les barres à glisser vers la sortie.
- Système de coupe et de pliage ; La machine comporte deux têtes de pliage, qui comprennent des moyens de déplacement longitudinal, une table, un système de traction et une tête de coupe. L'opération de pliage proprement dite est effectuée par les têtes de cintrage. La barre entre dans la tête de cintrage, un stator la saisit et un rotor commence à tourner- le sens et l'angle de rotation étant déterminé par la forme de barre souhaitée. L'opération de cintrage est imprécise en raison de l'effet de "retour élastique", qui est le principal obstacle au cintrage précis d'une barre d'armature. Le problème du retour élastique peut être résolu avec un système de contrôle intelligent, tel que celui développé par l'Université d'État de la Caroline du Nord.



## CHAPITRE I : Généralité sur le cintrage

- Manipulateur de barres excédentaires ; barre. Dans la plupart des cas, après avoir coupé toutes les barres d'armature d'une barre de matière première, il reste une barre excédentaire, plus courte que la longueur que la longueur souhaitée pour la barre d'armature suivante
- dStockage temporaire de produits finis ; Le FPTS est monté sur des rails, ce qui lui permet de passer de la pile de chariots vides à chenilles, ce qui lui permet de se déplacer de la pile de chariots vides, à son sous la machine à couper et à plier. Lorsqu'une barre d'armature est finie, elle glisse vers le bas sur le FPTS. Le contrôleur de la machine détermine l'emplacement de la chute des barres d'armature. Lorsqu'un chariot est plein, il est automatiquement déplacé vers la pile des chariots chargés et est remplacé par un chariot vide de la pile de chariots vides.

### B. "CINTRAGE AUTOMATIQUE DES BARRES D'ARMATURE PILOTÉ PAR LE PROCESSUS [9]"

Ce nouveau concept de cintrage des barres d'armature, qui est basé sur la fusion des avantages offerts par l'intégration de capteurs électroniques, moteurs commandés par ordinateur et communication de données avec un ordinateur personnel. La complexité de la prédiction du retour élastique de la barre d'armature par la reconnaissance des formes et le contrôle de l'impédance est également abordés. Il est démontré comment un tel système pourrait réduire les coûts par la reconnaissance des formes et le contrôle de l'impédance est également abordés. Il est démontré comment un tel système pourrait réduire les coûts associés au camionnage, la manutention, au stockage sur site et aux pertes de temps des expéditions courtes, des livraisons tardives, des ordres de modification et les barres d'armature.



7

*Figure 1.17 : cintruse automatique cnc*

#### **5.4 Cintruse automatique tridimensionnel [10]:**

Les cintruses de fils automatisées sont utilisées pour créer des courbures précises et complexes dans une variété de matériaux, formes de section transversale et tailles. Automatique peuvent être actionnées, par exemple, par commande numérique par ordinateur (CNC). Les cintruses de fil CNC permettent à un utilisateur de concevoir une forme en utilisant forme à l'aide d'un ordinateur ou d'un autre dispositif de traitement, et la machine crée la forme de manière cohérente en fonction d'un programme de pièces. En automatisant le processus de formage du fil, des pièces compliquées peuvent être fabriquées au-delà des capacités des artisans humains normalement qualifiés. En outre, les cintruses de fils CNC peuvent être utilisées pour créer des pièces de manière répétée, ce qui réduit le besoin d'inspecter ou de retravailler les pièces individuelles. Par exemple, la création de chariots d'épicerie en fil métallique d'épicerie en fil métallique exige de nombreux pliages précis qui ne sont pas facile à exécuter manuellement.

Les machines automatisées de pliage de fil métallique sont utilisées avec différents types de fil. Le fil peut être alimenté directement du stock de bobines à la cintruse de fil, ou peut être fourni en segments droits.

## CHAPITRE I : Généralité sur le cintrage

Une variété de cintruses de fil automatisées est connue dans l'art. Il s'agit notamment de machines bidimensionnelles, dans lesquelles le fil fini est sensiblement plat parce que chaque pli forme le fil dans un seul plan ; et des machines tridimensionnelles, dans lesquelles le fil fini est plus complexe que les autres.

Les machines de pliage de fil connues dans l'art comprennent généralement un mécanisme d'alimentation en fil, un mécanisme de serrage, un mécanisme de pliage et un mécanisme de coupe.

Le mécanisme d'alimentation en fil alimente le mécanisme de pliage. Une fois que le fil est dans la bonne position au niveau du mécanisme de pliage, le mécanisme de serrage fixe le fil tandis que le mécanisme de pliage plie le fil. En répétant les étapes d'alimentation du fil à une position sélectionnée et le pliage du fil à un angle choisi, la machine à plier les fils crée une série complexe de courbures dans le fil. Les cintruses de fil tridimensionnelles comprennent également un dispositif permettant de faire le fil par rapport au mécanisme de pliage. Certaines machines de pliage de fil tridimensionnel connues comprennent un moyen pour faire tourner le mécanisme de pliage par rapport à le fil. En faisant tourner le fil ou le mécanisme de pliage, une forme de fil tridimensionnelle peut être formée en modifiant l'orientation du fil par rapport au mécanisme de pliage à chaque emplacement de pliage. Ce processus est répété jusqu'à ce que le fil soit plié dans sa position finale.

Après que le fil a été plié dans sa position finale, le mécanisme de coupe le fil.

Dans les machines de pliage de fil automatisées (par exemple, CNC), le mécanisme d'alimentation en fil, le mécanisme de serrage, le moyen de rotation, le mécanisme de pliage et le mécanisme de coupe sont chacun entraînés par un ou plusieurs actionneurs par une série d'opérations séquentielles définies dans un programme de pièces. Les actionneurs peuvent être des servomoteurs, des moteurs pas à pas, des vérins hydrauliques ou pneumatiques, ou tout autre dispositif pouvant être commandé électroniquement par des circuits intégrés à un dispositif informatique. Chaque actionneur peut en outre être associé à un ou plusieurs dispositifs de qui fournissent des informations de position associées à l'actionneur respectif. Ces dispositifs de retour peuvent inclure des codeurs, des résolveurs, des interrupteurs de fin de course, des proximité, ou tout autre dispositif pouvant fournir des données de position électroniquement par des circuits intégrés à un dispositif informatique.

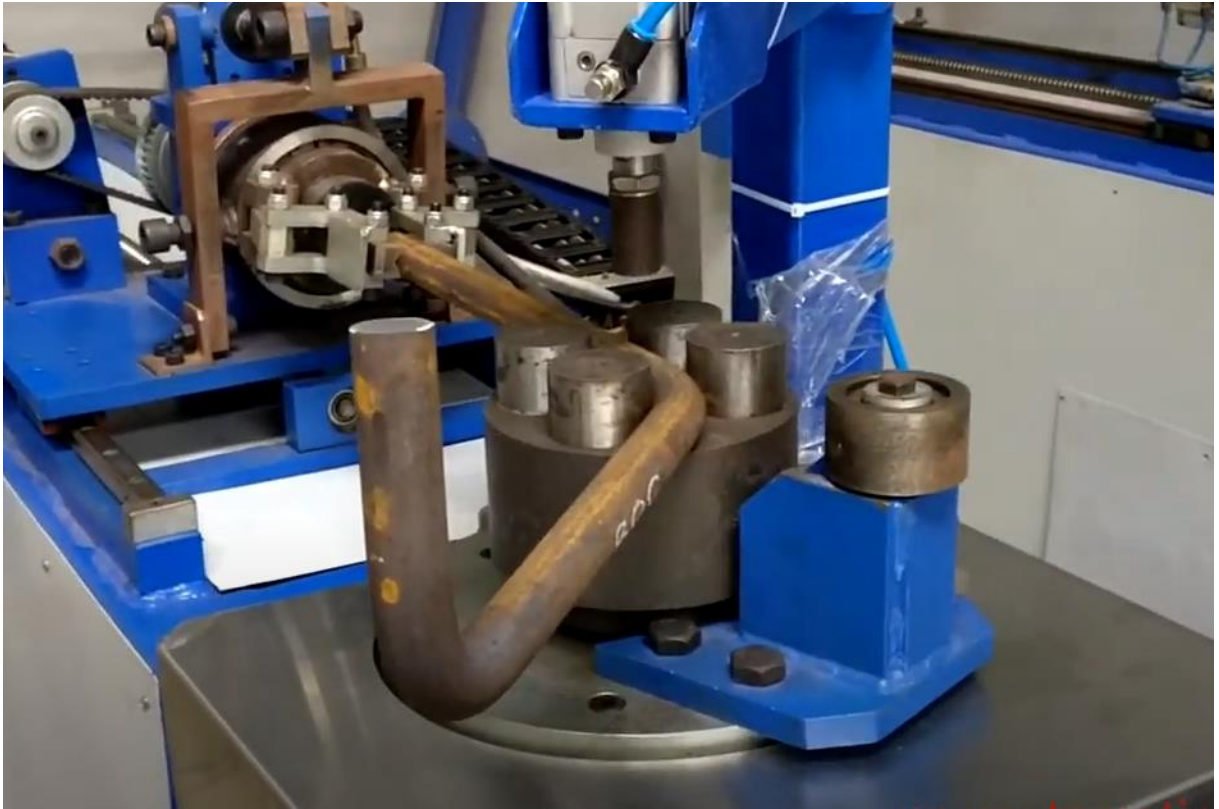
Les machines de pliage de fil tridimensionnelles connues ont généralement une plage de rotation limitée pour le fil ou le mécanisme de pliage. Cette gamme limitée de rotation limitée résulte généralement de conceptions dans lesquelles les câbles ou des tuyaux liés aux actionneurs ou aux

dispositifs de rétroaction limitent la rotation du mécanisme de pliage, ou encore de conceptions dans lesquelles un élément mécanique ne peut tout simplement pas être tourné au-delà d'une certaine plage. Il est souhaitable que les cintruses de fils de permettre une rotation illimitée du fil ou du mécanisme de pliage.

Les cintruses de fil connues utilisent généralement un mécanisme de coupe qui nécessite un remplacement ou un affûtage périodique, et qui coupe le fil à un endroit fixe sur le mécanisme de coupe. Ces mécanismes de coupe connus comprennent généralement un dispositif de cisaillement qui est entraîné contre le fil pour le couper. Le dispositif de cisaillement a un bord aiguisé. Un point fixe le long de l'arête coupe le fil et, après plusieurs coupes, l'arête s'émousse de sorte que le mécanisme de coupe nécessite davantage de force pour couper le fil et forme une extrémité moins souhaitable sur le fil. Ainsi, parce que le dispositif de cisaillement se dégrade, il est souvent conçu pour être remplaçable ou amovible, ce qui nécessite un entretien maintenance. Cette maintenance n'est pas souhaitable car il limite la productivité de la machine à plier le fil

En outre, le mécanisme de coupe des cintruses de fils connues est généralement conçu pour être séparé du mécanisme de pliage. Cette conception connue complique la conception de la machine à plier le fil en exigeant commande d'un axe de mouvement supplémentaire, ce qui nécessite un actionneur séparé et des dispositifs de rétroaction associés ainsi que du matériel informatique et des logiciels qui coordonnent le mouvement du mécanisme de coupe.

Les cintruses de fil connues utilisent généralement un mécanisme d'alimentation séparé du mécanisme de serrage et du mécanisme de coupe. L'inclusion séparée de ces mécanismes nécessite un actionneur séparé et des dispositifs de rétroaction associés, ainsi que du matériel et des logiciels qui coordonnent le mouvement de chaque mécanisme. Une machine à plier les fils simplifiée peut être souhaitable, notamment pour les utilisations dans lesquelles une machine à plier les fils est conçue pour des environnements non industriels où le coût de la machine à plier les fils peut l'emporter sur la flexibilité souhaitée pour une production industrielle à grande échelle.



8

*Figure 1.18 : L'opération de cintrage 3D*

## **6. Conclusion :**

En a parler sur les armatures et le cintrage classique et les différent type des cintreuses utilisée dans le domaine, après en va etudier la cintreuse automatique et specifiquement la partie de cintrage.

**CHAPITRE II :**  
**Etude conceptuelle du projet**

## **1. Introduction :**

Premièrement en vas faire L'Analyse Fonctionnelle du Besoin qui permet d'identifier les relations du produit avec son contexte d'utilisation, afin de dégager des Fonctions de Service, aptes à satisfaire le besoin. L'Analyse Fonctionnelle Technique permet de déterminer les Fonctions Techniques nécessaires aux fonctions de service.

Après, en vas faire le calcul RDM qui permet de calculer les contraintes et les déformations dans la structure de dispositif de cintrage. L'objectif est de concevoir la structure suivant des critères de résistance, de déformation admissible.

## **2. Analyse fonctionnelle externe : [11]**

### **2.1 Identification des éléments du milieu extérieur :**

Pour identifier les fonctions d'un produit, il est nécessaire de pouvoir décrire son environnement, ce qu'on appelle "Environnement externe". Toutes les entités identifiées comme externes au produit sont appelés Éléments de l'Environnement Extérieur : E.M.E.

E.M.E. il doit être objectivement définissable pour tous les participants à l'étude. Oui Vous ne pouvez pas définir complètement un article à l'aide de critères objectifs, de sorte que cet article n'est pas un élément de l'environnement extérieur [12]

Les éléments de l'environnement externe sont :

1. Utilisateur.
2. Fer à béton.
3. Énergie électrique.
4. Milieu ambiant.
5. Normes et sécurité.
6. Commande.
7. Maintenance.
8. Cout.

### **2.2 Diagramme des interacteurs :**

Le schéma donnée dans la Figure II-2 ci-dessous montre le diagramme de l'interacteur Les éléments du système et l'environnement externe sont également appelés diagramme de la pieuvre du système. Les



## CHAPITRE II : Etude conceptuelle du projet

fonctions de service réservées à la suite de l'étude se décomposent en : Fonctions principales notées FP et les fonctions contraintes notées FC.

FP : Fonction de service qui met en relation deux EME ou plus, via le produit

FC : Fonction de service qui met en relation le produit avec un seul EME.

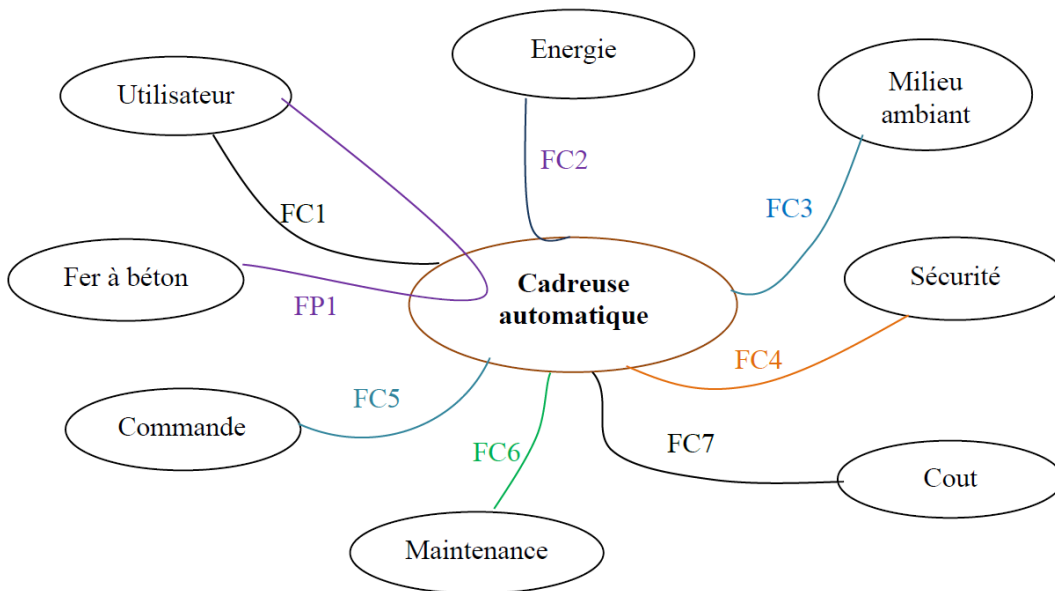


Figure 2-1 : « Diagramme pieuvre »

FP1 : Façonner fer à béton de différentes formes. /Fabriquer une pièce pliée et cambrée.

FC1 : être facile à utiliser.

FC2 : S'alimenter en énergie électrique.

FC3 : Respecter les normes de sécurité.

FC4 : Résister au milieu extérieur.

FC5 : commande du système.

FC6 : Faciliter la maintenance.

FC7 : Être commercialisé à un prix raisonnable.

### 3. Analyse fonctionnelle interne :

L'analyse des fonctions internes décrit le point de vue du concepteur responsable de la livraison du produit Répondre aux besoins exprimés. Le système n'est plus considéré comme une boîte noire, mais Au lieu de cela, l'analyse se concentrera sur l'intérieur de la boîte pour comprendre sa fonction Interne. Le système est considéré comme un ensemble de composants, dont chacun remplit certaines fonctions par rapport à d'autres composants. L'analyse de la fonction interne met en évidence la fonction technique.

#### 3.1 La méthode FAST :

**FAST** (en anglais *functionanalysis system technic*) est un type de diagramme qui présente une manière de penser, d'agir, ou de parler. Le diagramme FAST se construit de gauche à droite, dans la logique suivante: du "pourquoi" au "comment". Grâce à sa culture technique et scientifique, l'ingénieur développe les fonctions de service du produit en fonctions techniques. Il choisit des solutions pour construire finalement le produit. Le diagramme FAST constitue alors un ensemble de données essentielles permettant d'avoir une bonne connaissance d'un produit complexe et ainsi de pouvoir améliorer la solution proposée.

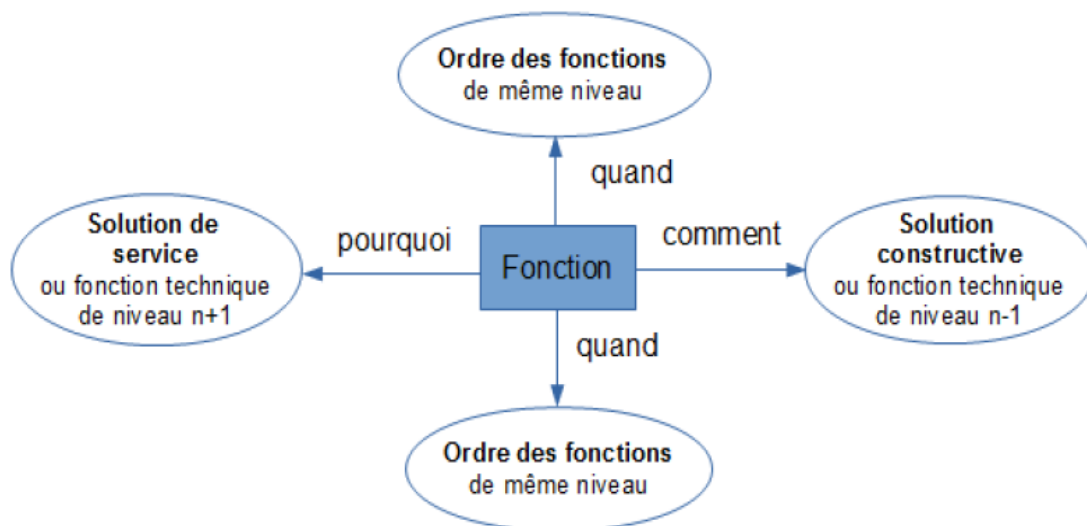


Figure 2.2 : Pourquoi, comment et quand du diagramme FAST [13]

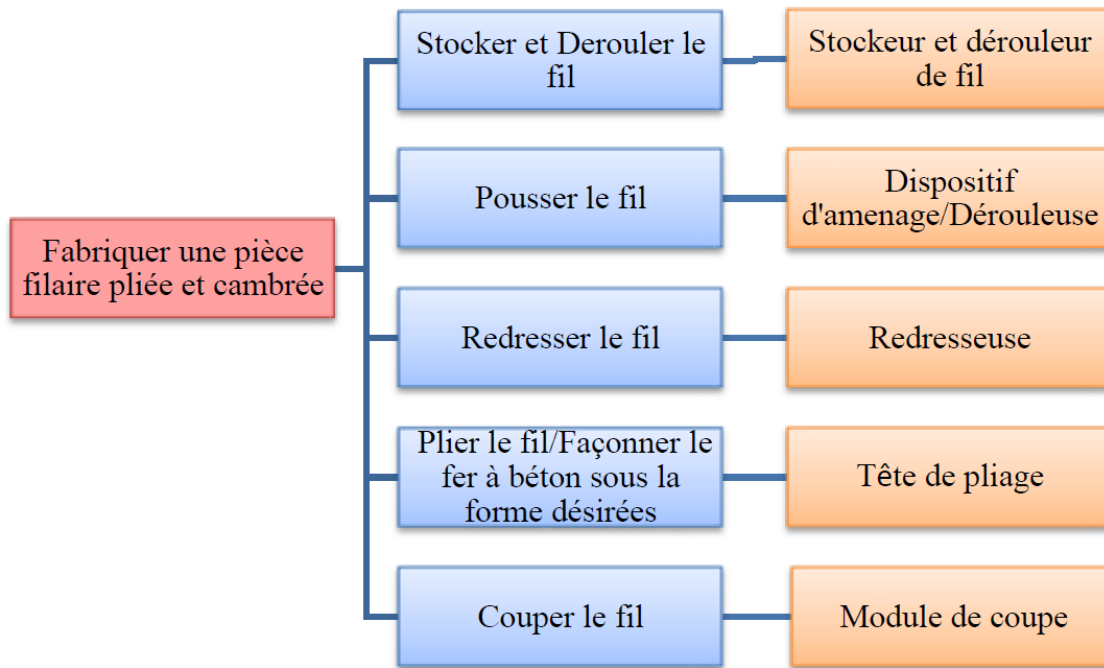


Figure 2.3 : Diagramme FAST simplifié

### 3.2 Structure fonctionnelle du projet :

Les sous-systèmes du produit apparaissent, ils sont donnés par le tableau II-1 suivant :

Tableau 2.1: Identification des sous-systèmes.

Fonctions techniques	Sous système
Stocker et dérouler le fil	Sous-système de stockage Stocqueur et dérouleur de fil/Dévidoir à axe vertical
Pousser/dérouler le fil	Sous-système de Dispositif d'amenage du fil/dérouleur
Redresser le fil	Sous-système de redressement Redresseur de fil
Cambrer ou plier le fil	Sous-système de pliage/façonnage Tête de pliage du fil
Couper le fil	Sous-système de coupe Module de coupe (couteau)
Alimenter la machine en énergie	Sous système d'alimentation en énergie
Commande de système	Sous-système de commande

Ces sous-systèmes couvrent tous les aspects de la conception qui doivent être traités pendant la phase de recherche conceptuelle. La structure fonctionnelle du système est illustrée dans la figure ci-dessous (Figure II-5).

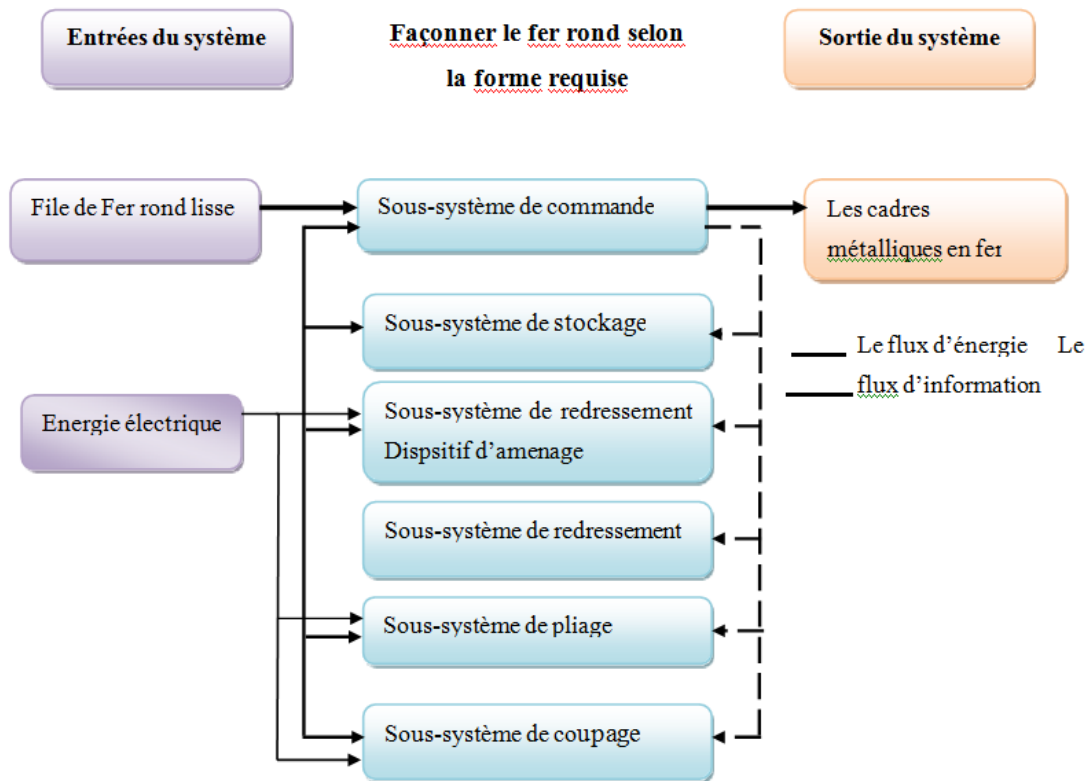


Figure 2.4 : Structure fonctionnelle du système.

#### 4. Cahier des charges fonctionnel de la cadreuse :

Le cahier des charges fonctionnel est un document formalisant un besoin, détaillant les fonctionnalités attendues du système, ainsi que les contraintes (techniques, réglementaires, budgétaires...) auxquelles il est soumis, voir Tableau.

Le cahier des charges fonctionnel donné par le tableau 2.2.

Tableau 2.2: Cahier des charges fonctionnel

Repère	Fonction	Critère d'appréciation	Niveau
FP	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Façonner fer rond</li> <li>Deferent formes</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Mise en fonctionnement</li> <li>programmable</li> <li>-Productivité</li> <li>-Distance</li> <li>-Angle de flexion maximale</li> <li>-Temps</li> <li>-Vitesses minimale</li> <li>-Vitesse d'avance</li> <li>-Accélération minimale.</li> <li>-Encombrement de la machine :</li> <li>-Diamètre max</li> <li>-Résistance pratique élastique en traction de fer à béton</li> <li>-Résistance rupture du fer à béton en essai de traction.</li> <li>-Résistance rupture du fer à béton en essaide cisaillement.</li> <li>-Le poids</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>Programmateur</li> <li>-1500pièces/h</li> <li>-X=0.16m</li> <li>-<math>\alpha=180^0</math></li> <li>-Réaliser un cadre le plus rapidement possible T=2.4s</li> <li>-<math>V_{min}=0.64</math> m/s</li> <li>-<math>a_{min}=1.6</math> m/s<sup>2</sup></li> <li>-<math>a_{max}=5.2</math> m/s<sup>2</sup></li> <li>-Dimension compatible</li> <li>-D=10 mm</li> <li>-300 MPa</li> <li>-480 MPa</li> <li>-360 MPa</li> <li>-Doitêtre<math>\leq 1500</math>kg</li> </ul>
FC1	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Être facile a utilisé.</li> <li>- Permet de contrôler le mouvement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Utiliser un moyen de commande Et contrôle facile</li> <li>- Vitesse</li> <li>- Déplacement</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Moteur asynchrone</li> <li>- Vérin pneumatique</li> <li>- API</li> </ul>
FC2	<ul style="list-style-type: none"> <li>- S'alimenter en énergie électrique</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Type de générateur Autonome</li> <li>- Type de technologie</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Energieélectrique12V (amplificateur)</li> <li>- Tout et echnologie</li> </ul>

## CHAPITRE II : Etude conceptuelle du projet

		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Tension</li> <li>- Fréquence</li> </ul>	Permettant d'assurer l'alimentation Réseau 230V
		<ul style="list-style-type: none"> <li>- Voltage</li> </ul>	U=220 V±10% F=50 Hz±5 Hz
FC3	Respecter les Normes de sécurité	Normes de sécurité	-ISO; AFNOR; AFCAB...
FC4	Résister au milieu ambiant	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Température</li> <li>- Corrosion</li> <li>- Deschocs</li> <li>- Humidité de l'air</li> <li>- Dépôt de poussière</li> </ul>	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Température de <math>\leq 50^{\circ}\text{c}</math></li> <li>- Léger</li> <li>- Peinture ,...</li> </ul>
FC5	Commande du système	- Utiliser un moyen de commande et contrôle facile	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Des commandes simples</li> <li>- API.</li> </ul>
FC6	Faciliter la maintenance	- Maintenance	<ul style="list-style-type: none"> <li>- Facile à monter et à Démonté</li> </ul>
FC7	Être commercialisé à Un prix raisonnable	- Prix total de la cadreuse	□

Ce cahier de charge fait pour toute la machine mais nous en va étudier juste la partie de cintrage

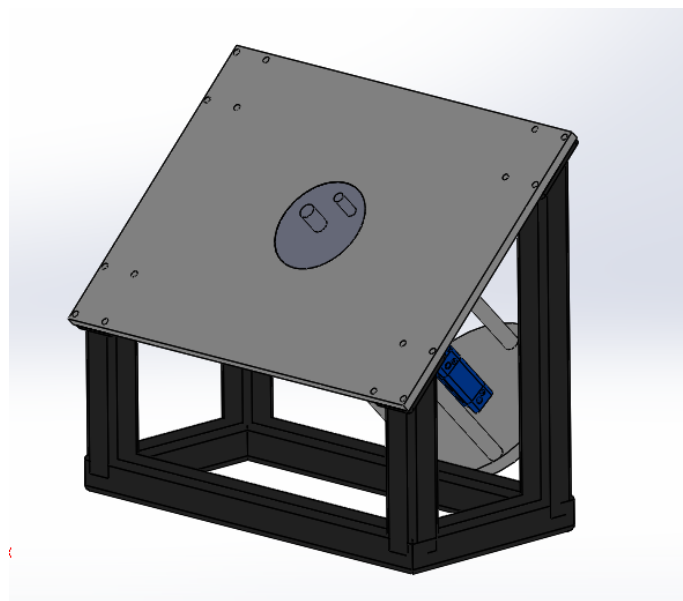


Figure 2.5 : machine modélisée par solidworks

### 5. Calcule RDM : [14]

Pour démarrer le processus de conception, nous avons considéré plusieurs Les propriétés des matériaux, telles que la limite d'élasticité, Résistance à la traction, etc. La figure 2.6 montre l'effet sur "Plieuse automatique" aux dimensions appropriées.

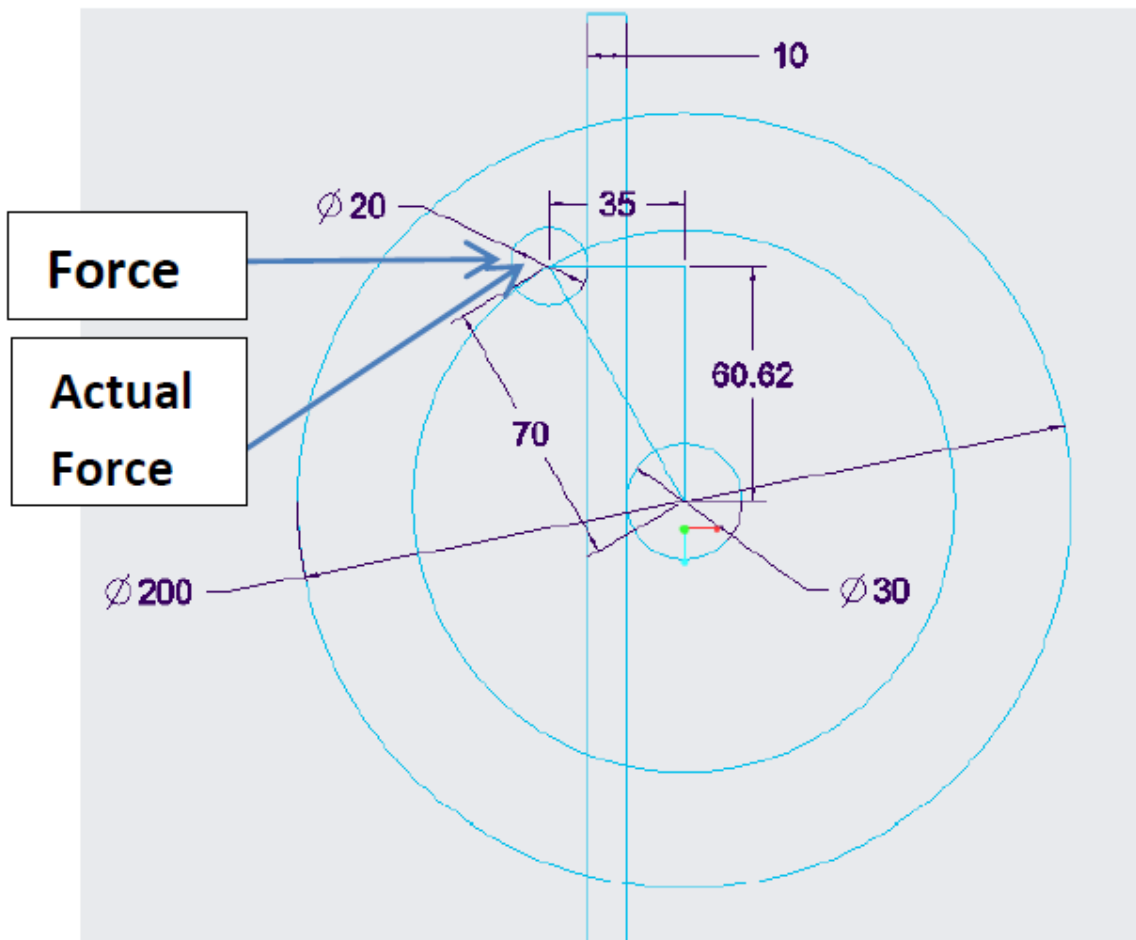


Figure 2.6 : les diamètres du dispositif de cintrage

• Force requise pour plier la barre :

$M$  = Moment autour de l'axe neutre

$\sigma_b$  = Contrainte de flexion

$y$  = Distance perpendiculaire à l'axe neutre

$I$  = Moment d'inertie

## CHAPITRE II : Etude conceptuelle du projet

$$\frac{m}{I} = \frac{\sigma_b}{y}$$
$$I = \frac{\pi}{64} \times D^4$$

D=10mm dia. de bar

$$I = \frac{\pi}{64} \times 10^4$$
$$I = 490 \text{ mm}^4$$

Pour les barres SI Grade 20, la limite d'élasticité est donnée ci-dessous.

$$S_{yt} = 271 \frac{N}{\text{mm}^2}$$

Facteur de sécurité = 3

$$y = \frac{D}{2} = \frac{10}{2} = 5 \text{ mm}$$
$$\sigma_b = \frac{S_{yt}}{3} = \frac{271}{3} = 90.33 \text{ N/mm}^2$$

$$M = \frac{I \times \sigma_b}{Y}$$
$$= \frac{490 \times 90.33}{5}$$
$$M = 8868.05 \text{ N.mm}$$

L = Longueur de la barre à partir de l'endroit où le coude est requis.

L = 250 mm

En considérant une poutre simplement soutenue avec une charge ponctuelle au centre

w = F = force

$$M = \frac{w \times L}{4}$$
$$w = \frac{4 \times M}{L}$$
$$= \frac{4 \times 8868.05}{125}$$
$$W = 283 \text{ N}$$
$$W \cong 285 \text{ N}$$



La force calculée ci-dessus est considérée comme agissant dans la direction perpendiculaire à la barre, nous devons donc calculer la force réelle et sa direction.

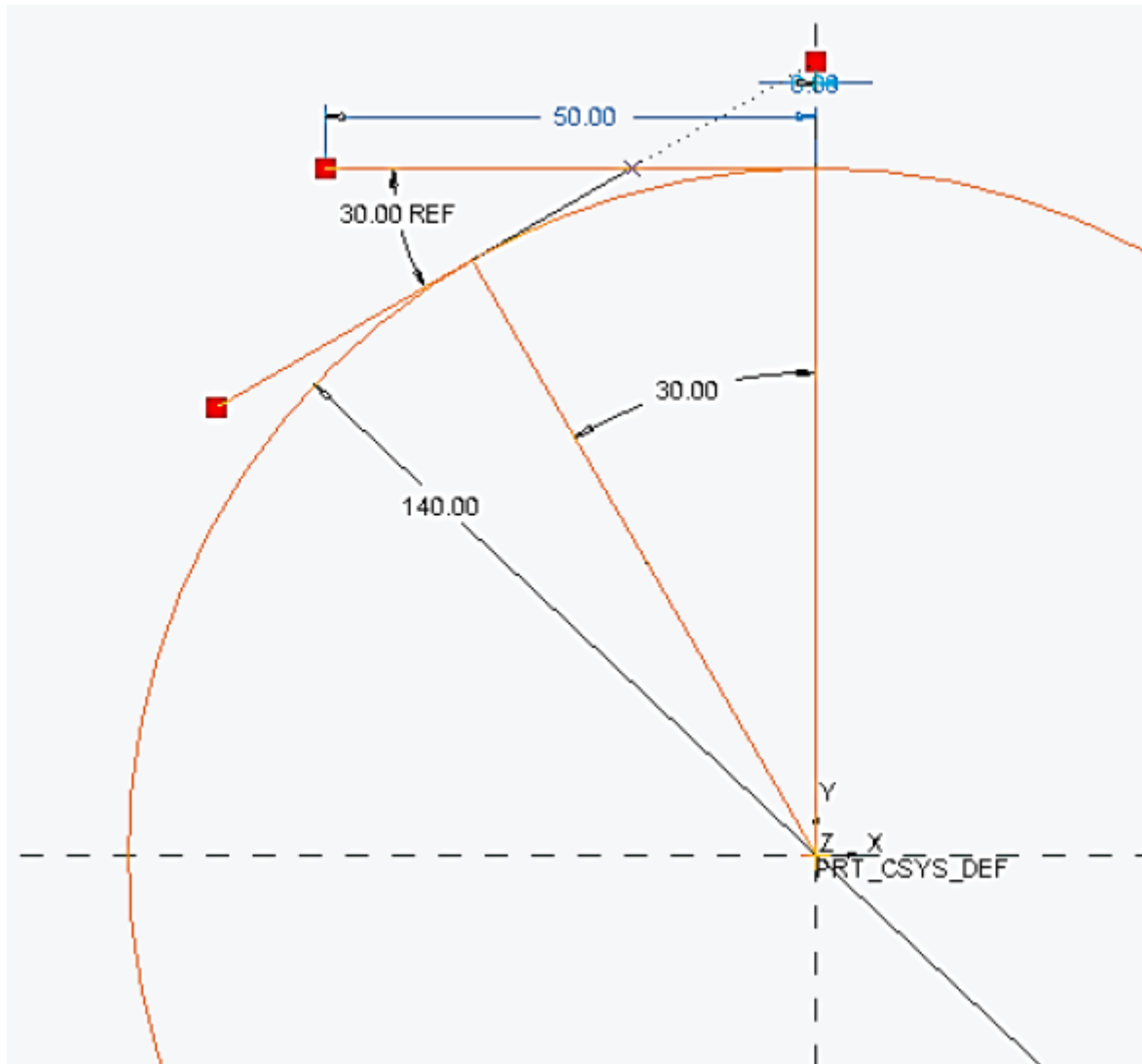


Figure 2.7 : Représentation des forces sur la plaque circulaire

$$\cos\theta = \frac{\text{adjacent side}}{\text{hypotenuse}}$$

$$\cos\theta = \frac{60.62}{70} = 0.866$$

$$\theta = 30^\circ$$

$F_t$  = actual force

$$\cos 30^\circ = \frac{F}{F_t}$$

$$= \frac{285}{F_t}$$

$$F_t = 330 \text{ N}$$

$$T = F_t \times R$$

$$= \frac{330 \times 70}{1000}$$

$$T = 23.1 \text{ N.m}$$

$$P = \frac{2\pi NT}{60}$$

$$P = \frac{2\pi \times 90 \times 23.1}{60}$$

$$= 217.71 \text{ watt}$$

$$P = 0.22 \text{ Kw}$$

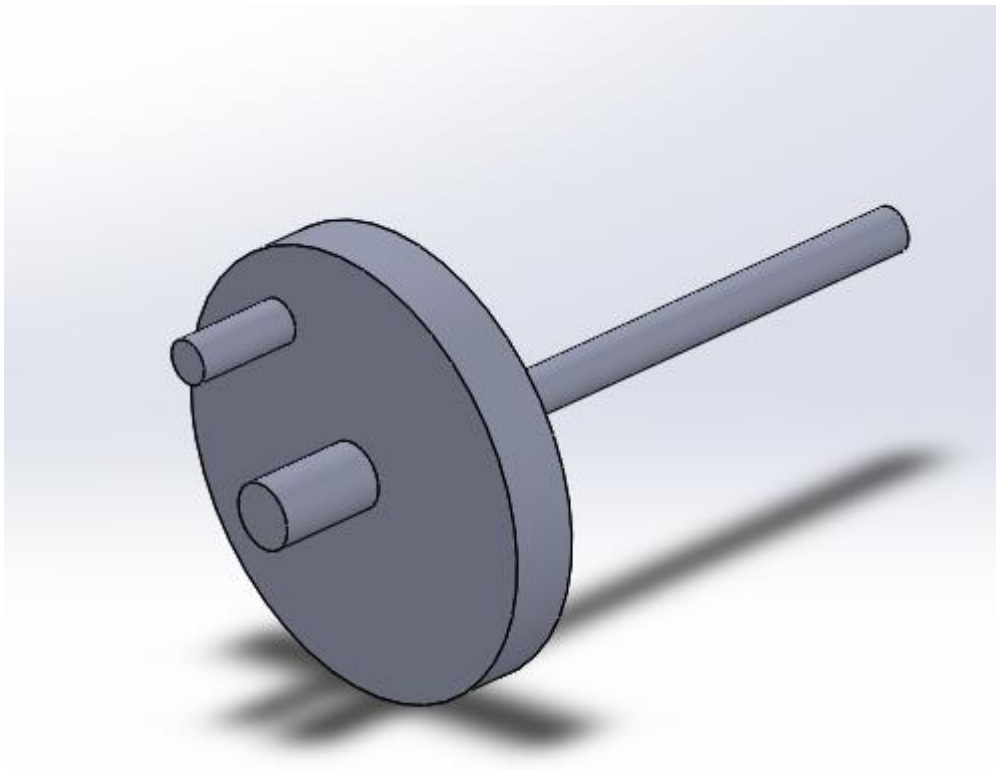


Figure2.8 : conception de la pièce à partir de calcule RDM avec Solidwokrs

## 6. Ancrage par courbure : [15]

Si on exerce un effort de traction sur un élément de barre courbe scellé dans le béton, la courbure de la barre donne naissance à un effort de frottement, fonction de la courbure de la barre et du coefficient de frottement acier sur béton, pris égal à 0,4. Cet effet est connu sous le nom "d'effet de courroie".

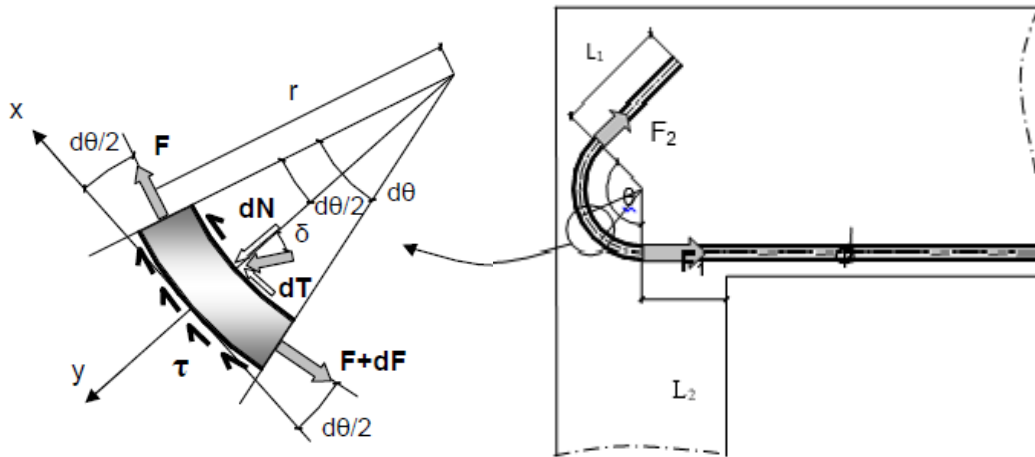


Fig.2.10. Equilibre d'un petit élément

Fig2.9. Ancrage par courbure

- Θ Angle au centre
- Φ diamètre de la barre
- r rayon de la fibre moyenne
- L1 L2 longueur rectiligne
- F1 effort à l'entrée de la courbure
- F2 effort à la sortie de la courbure
- τ contrainte d'adhérence

Si l'on isole un petit élément (voir Fig.2.9 et 2.10), le bilan des actions qu'il subit est le suivant:

**F+dF** un effort axial de traction

**F** un effort axial de traction

**dN et dT** les composantes normale et tangente de l'action de contact du béton sur l'acier, inclinée de

$\delta$  tel que  $\text{tg } \delta = 0,4 = dT/dN$

## CHAPITRE II : Etude conceptuelle du projet

$\pi \cdot \Phi \cdot r \cdot d\theta \cdot \tau_{su}$  l'effet d'adhérence acier – béton, de contrainte  $\tau_{su}$  et qui s'exerce le long de l'élément sur une aire égale à  $\pi \cdot \Phi \cdot r \cdot d\theta$

L'équilibre du petit élément donne le système d'équation suivant:

$$\text{Equilibre sur X} \quad \pi \cdot \Phi \cdot r \cdot d\theta \cdot \tau_{su} + 0,4 \cdot dN + F \cdot \cos d\theta/2 - (F+dF) \cdot \cos d\theta/2 = 0$$

$$\text{Equilibre sur Y} \quad dN - F \cdot \sin d\theta/2 - (F+dF) \cdot \sin d\theta/2 = 0$$

$d\theta$  étant très petit, les cosinus sont approximés à 1 et les sinus à la valeur de l'angle en radian, d'où

$$\pi \cdot \Phi \cdot r \cdot d\theta \cdot \tau_{su} + 0,4 \cdot dN + F - (F+dF) = 0$$

$$dN - F \cdot d\theta/2 - (F+dF) \cdot d\theta/2 = 0$$

$dF \cdot d\theta$  est un infiniment petit du second ordre que l'on néglige devant les autres termes, d'où

$$\pi \cdot \Phi \cdot r \cdot d\theta \cdot \tau_{su} + 0,4 \cdot dN = dF$$

$$dN - F \cdot d\theta = 0$$

$$\text{Soit} \quad dN = F \cdot d\theta$$

$$\pi \cdot \Phi \cdot r \cdot d\theta \cdot \tau_{su} + 0,4 \cdot F \cdot d\theta = dF$$

$$dF/d\theta - 0,4F = \pi \cdot \Phi \cdot r \cdot \tau_{su}$$

Equation différentielle linéaire du premier ordre avec second membre dont les conditions aux limites sont  $F=F_1$  à l'entrée de la courbure et  $F=F_2$  à la sortie de la courbure. La solution de cette équation est:

$$\text{Avec} \quad F_2 = F_1 \cdot e^{-0,4\theta} - \pi \cdot \Phi \cdot r \cdot \tau_{su} [1 - e^{-0,4\theta}] / 0,4$$

$F_2$  effort de traction à la sortie de l'ancrage courbe

$F_1$  effort de traction à l'entrée de l'ancrage courbe

$\Theta$  angle au centre de la zone courbe de l'effort

$r$  rayon de courbure à l'axe de la barre

$\Phi$  diamètre de la barre

$\tau_{su}$  contrainte d'adhérence acier-béton à l'ELU

Pour les valeurs courantes de  $\Theta$  on donne les valeurs suivantes:

Tableau2.3: valeurs courantes de  $\Theta$

$\Theta$	90° $\pi/2$	120° $2\pi/3$	135° $3\pi/4$	180° $\pi$
$e^{-0,4\Theta}$	0,53	0,43	0,39	0,28
$(1 - e^{-0,4\Theta})/0,4$	1,17	1,42	1,53	1,79

### 6.1 Rayons de courbure minimaux :

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 et d'autre part limiter la compression sur le béton dans la partie intérieure du crochet (composante dN précédente).

Tableau2.4: Valeurs des diamètres minimaux des mandrins de façonnage

HA	4	5	6	7	8	9	10	12	14	16	20	25	32	40	
Cadre, étriers, épingles	20	20	30	30	30	40	40	50	70	100	150	Sans objet			
Ancrages	40	50	70	70	70	100	100	100	150	150	200	250	300	400	
Coudes	Sans objet							150	200	200	250	300	400	500	500



Figure2.11 : Coudes et ancrages

Coudes = Façonnage en partie courante d'un élément d'armature permettant la transmission intégrale de

l'effort de traction entre les deux parties droites adjacentes

Ancrage : Extrémité d'un élément d'armature comportant un façonnage prolongé d'une partie droite de longueur réglementaire et dans laquelle l'effort de traction décroît progressivement.

Les angles courants sont 90° (crochet dit à retour d'équerre), 120°, 135° et 180°.

Il existe ce que l'on appelle le crochet normal qui par définition comporte une partie en demi-cercle suivie d'un retour rectiligne d'une longueur égale à deux fois le diamètre de la barre (voir Fig.2.12). A défaut de calculs plus précis, on peut admettre que l'ancrage d'une barre rectiligne terminée par un crochet normal est assuré lorsque la longueur de la partie ancrée, mesurée hors crochet est au moins égale à :

- 0,6.Ls pour une barre lisse de classe Fe E 215 ou 235
- 0,4.Ls pour une barre à haute adhérence de classe Fe E 500

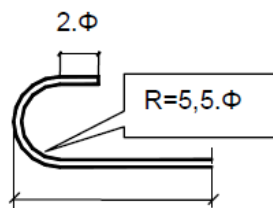


Fig2.12 : Le crochet normal

L'encombrement d'un ancrage à 180° pour une barre HA20 en Fe E500 est  $t:0,4.50.2=40\text{cm}$ .

## 6.2 Dimensions des barres façonnées :

Rayon de courbure à l'axe de la barre : R

Longueur développée de l'ancrage ( $\theta$  en rad)

$$L_d = L_1 + R \cdot \theta + L_2$$

Longueur d'appui  $D_2 = L_2 + R + \phi/2$

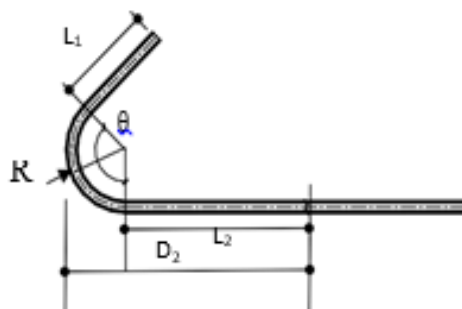


Figure2.13 Dimensions des barres façonnées

### 6.3 Ancrage des Cadres, Etriers, Epingles :

On admet que les ancrages des extrémités de barres façonnées encadres, étriers, épingles sont assurés par courbure suivant le rayon minimal, si les parties courbes sont prolongées par des parties rectilignes au moins égales à:  $5.\Phi$  à la suite d'un arc de  $180^\circ$

$10.\Phi$  à la suite d'un arc de  $135^\circ$

$15.\Phi$  à la suite d'un arc de  $90^\circ$

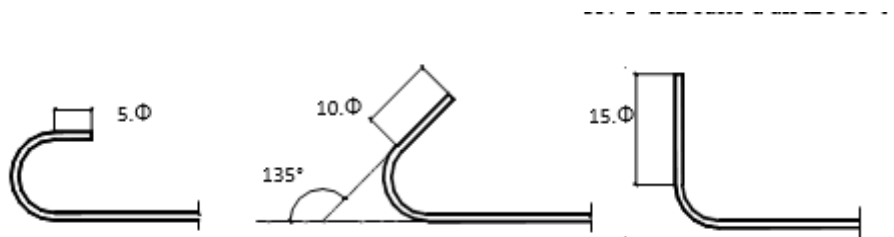


Figure 2.14: Ancrage des aciers transversaux

### 7. Le phénomène de retour élastique en flexion avec une machine à plier les barres d'armature : [16]

Dans le passé, le cintrage des barres d'armature était effectué par des ouvriers utilisant des machines à cintrer sur les chantiers de construction. Ce processus, appelé "traitement des barres d'armature sur le terrain", se caractérise par une perte importante de matériau et une mauvaise qualité de finition, car la précision du cintrage dépend essentiellement de l'expérience des ouvriers [17, 18]. Pour améliorer la qualité du traitement des barres d'armature, le traitement en usine a été développé. Le traitement en usine des barres d'armature fournit un travail de meilleure qualité et a une productivité plus élevée que le traitement sur le terrain des barres d'armature en raison du contrôle par ordinateur des machines à plier automatisées permettant de réduire le temps de construction et le nombre d'employés sur le terrain [19, 20]. La précision de la prédiction du phénomène de retour élastique joue un rôle clé dans le succès du contrôle informatique du cintrage des barres d'armature. Le phénomène de retour élastique fait référence à un processus de récupération

partielle de la forme de la barre d'armature pliée en raison de la récupération élastique du matériau de la barre d'armature une fois que la contrainte appliquée sur la barre d'armature est relâchée. La déviation de retour élastique dépend très fortement de l'angle de flexion, du rayon de flexion, du diamètre de la barre d'armature, du coefficient de friction et de la limite élastique du matériau [21-23]. Au cours des dernières décennies, le phénomène de retour élastique a été étudié principalement de manière expérimentale. Pourboghrat et Chu [24] ont prédit le phénomène dans des conditions de déformation plane. Kawaguchi et al. [25] ont étudié le phénomène et les contraintes résiduelles associées d'un cantilever à l'aide d'une analyse par éléments finis (FEA). Al-Qureshi a analysé le phénomène en tenant compte du rayon de courbure, de l'épaisseur du matériau et de la contrainte-déformation du matériau en utilisant une technique élémentaire de limite supérieure et une validation expérimentale a également été effectuée [26].

Il a été démontré qu'un plus grand diamètre de barre d'armature, un plus grand rayon de courbure et un plus grand coefficient de friction minimiseraient le retour élastique, tandis qu'un plus grand angle de courbure et une plus grande limite élastique initiale entraînent un retour élastique plus important.

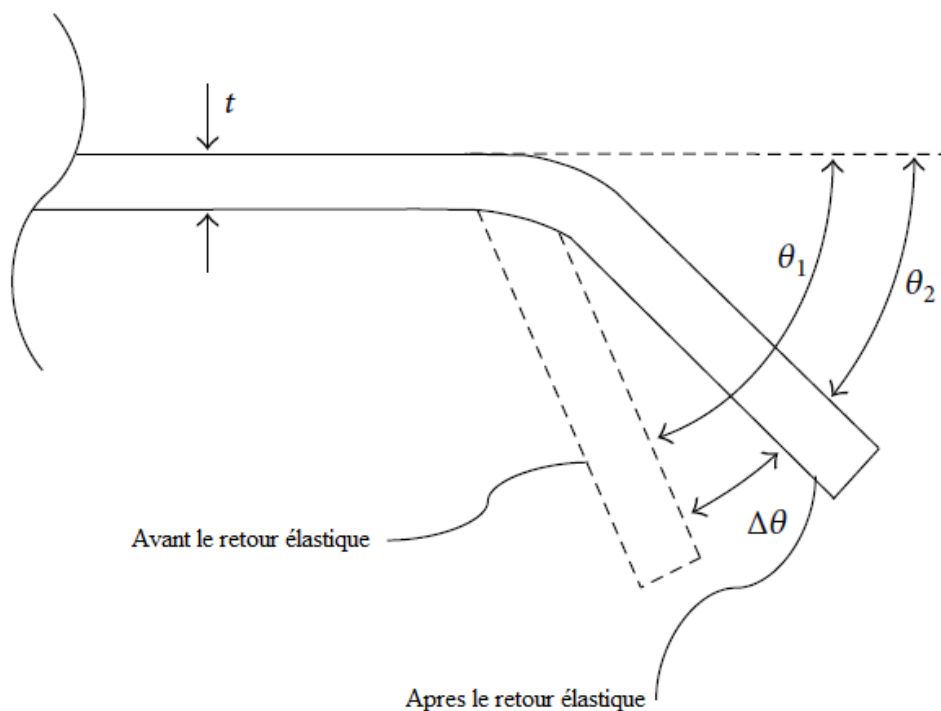


Figure 2.15 : Définition du rapport de retour élastique.  $t$  : le diamètre d'une barre d'armature,  $\theta_1$  : l'angle avant le retour élastique,  $\theta_2$  : l'angle après le retour élastique, et  $\Delta\theta$  : l'angle de retour élastique.



## **8. conclusion :**

A partir d'analyse fonctionnelle et les calculs RDM en vas passer a la conception du dispositif de cintrage par conception assistée par ordinateur (CAO) en utilisant logiciel SOLIDWORKS.

**CHAPITRE III :**  
**Modélisation du dispositif de**  
**cintrage**

# Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

## 1. Introduction :

Aujourd'hui, l'industrie doit répondre de plus en plus rapidement aux besoins des consommateurs. La concurrence avec d'avantage de nouveaux produits est très rapide et leur cycle de vie est de plus en plus court. Par conséquent, il est nécessaire de réduire le temps de conception des produits. Depuis l'introduction de l'informatique pour la conception, la CAO et la FAO, il a été possible de concevoir et de simuler de nouveaux produits avec une vitesse et une précision plus élevées. Ces dernières années, il y a eu de plus en plus de discussions sur la réduction du nombre de prototypes utilisés dans le cycle de conception. Ces prototypes sont utilisés pour vérifier les choix de conception où sont utilisés pour vérifier la validité des simulations ou des calculs de résistance. [27]

Dans ce chapitre nous allons présenter les étapes de partie de conception du dispositif de cintrage faites sur le logiciel SolidWorks.

## 2. Modélisation : [28]

### 2.1 Définition

Il existe trois types de modélisation 3D : filaire, surfacique et volumique. Ces modélisations permettent une représentation « réelle » des objets. Elles apportent une aide très précieuse quand la complexité des formes et/ou des représentations de ces formes devient trop importante pour la méthode classique du dessin technique utilisée en 2D.

Une des contradictions importantes que doivent résoudre les modélisations tridimensionnelles est la nécessité d'une représentation, la plus réelle possible, des objets et la nécessité d'un temps de réponse le plus réduit possible (pour l'affichage à l'écran).

Une solution est de faire varier la modélisation et/ou la représentation utilisée en fonction du stade d'avancement des travaux où elle intervient. Par exemple, dans un même logiciel, « couplage » des modélisations filaire et surfacique ou surfacique et volumique, ou « couplage » de différentes représentations : traits ou mages (ombrées, colorées).

### 2.2 Avantages

Le 3D permet souvent de diminuer (ou d'éviter) l'étape coûteuse (et fastidieuse) de la maquette. Ceci grâce aux caractéristiques suivantes :

- les visualisations possibles ;
- l'ouverture du modèle.

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

Il est possible de visualiser l'objet sous différents angles : l'utilisateur définit lui-même les directions d'observation qu'il désire, et ceci d'une manière simple. Suivant le modèle et le logiciel, il est possible de faire varier le type de représentation (ombrage, élimination des arêtes cachées...). Mais il faut noter que le 3D (les logiciels eux mêmes ou leur utilisation) ne doit pas se limiter à faire de « belles images ».

L'ouverture du modèle permet la connexion avec des logiciels spécifiques en vue de réaliser différentes applications ou opérations telles que calculs de structures, élaboration de gammes d'usinage, programmation de machines-outils à commande numérique...

### 2.3 Inconvénients

Les inconvénients ne sont pas absents, surtout en ce qui concerne :

- les coûts ;
- les temps ;
- les applications.

Les logiciels 3D coûtent plus cher que les 2D.

Le 3D demande souvent un temps d'apprentissage plus long que le 2D. Ces logiciels possèdent un nombre de commandes plus important et sont d'utilisation plus complexe.

Ils demandent aussi un temps d'adaptation plus important car ils apportent des changements plus profonds dans les méthodes de travail. Ils ont une gamme d'applications différente du 2D. Le choix de ces applications doit être sérieusement étudié sous peine de se révéler très pénalisant pour l'utilisateur : essentiellement en temps et en motivation.

## 3. Aperçu sur SolidWorks

### 3.1 Définition

Le logiciel de conception mécanique SolidWorks est un outil de conception de modélisation volumique paramétré, basée sur des fonctions, qui tire parti des fonctionnalités de Windows, connu pour sa convivialité. On peut créer des modèles volumiques 3D entièrement intégrés (avec ou sans contraintes) tout en utilisant des relations automatiques ou définies par l'utilisateur pour saisir l'intention de conception.

Un modèle SolidWorks est entièrement intégré par rapport aux mises en plan et aux assemblages qui le référence. Les changements introduits dans le modèle sont entièrement reflétés dans les mises en plan et les assemblages qui lui sont associés. Inversement, si on effectuera des changements dans le contexte d'une mise en plan ou d'un assemblage, ces changements sont reflétés dans le modèle. [29]

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

### 3.2 Historique

En 1993, trois ingénieurs de B.T.C ont créé un logiciel de CAO de la génération des modeleurs 3D.

Le développement de ce logiciel a nécessité trois années, et sa venue en Europe en 1996. Dix mises à jour depuis ont participé à l'évolution de ce produit. C'est un produit qui a été écrit et optimisé pour l'environnement Windows.

En juillet 1997, DASSAULT SYSTEM rachète la société qui est détentrice de la licence du produit et l'intègre dans l'univers DASSAULT. [30]

### 3.3 Caractéristiques de SolidWorks : [31]

- a. Modèle géométrique : Le plus complet utilisé dans les systèmes de CAO, utilisant les informations qui relient les géométries de modèle entre elles.
- b. Paramétrique : Les cotes et les relations utilisées pour créer une fonction sont saisies et stockées dans le modèle, ce qui permet de les changer rapidement et sans difficulté.
- c. Basé sur des fonctions : On peut classer les fonctions de SolidWorks en deux catégories :
  - Fonction esquissée : basée sur une esquisse 2D (enlèvement de matière, extrusion..).
  - Fonction appliquée : sont les fonctions créées directement sur le modèle volumique (chanfrein, congé, ...).
- d. Associatif : Les changements introduits dans le modèle sont directement reflétés dans les mises en plans ou les assemblages qui lui sont associés.

### 3.4 Fonctionnement : [32]

SolidWorks est un modeleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan, voir figure 1.3. Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés (associativité).

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

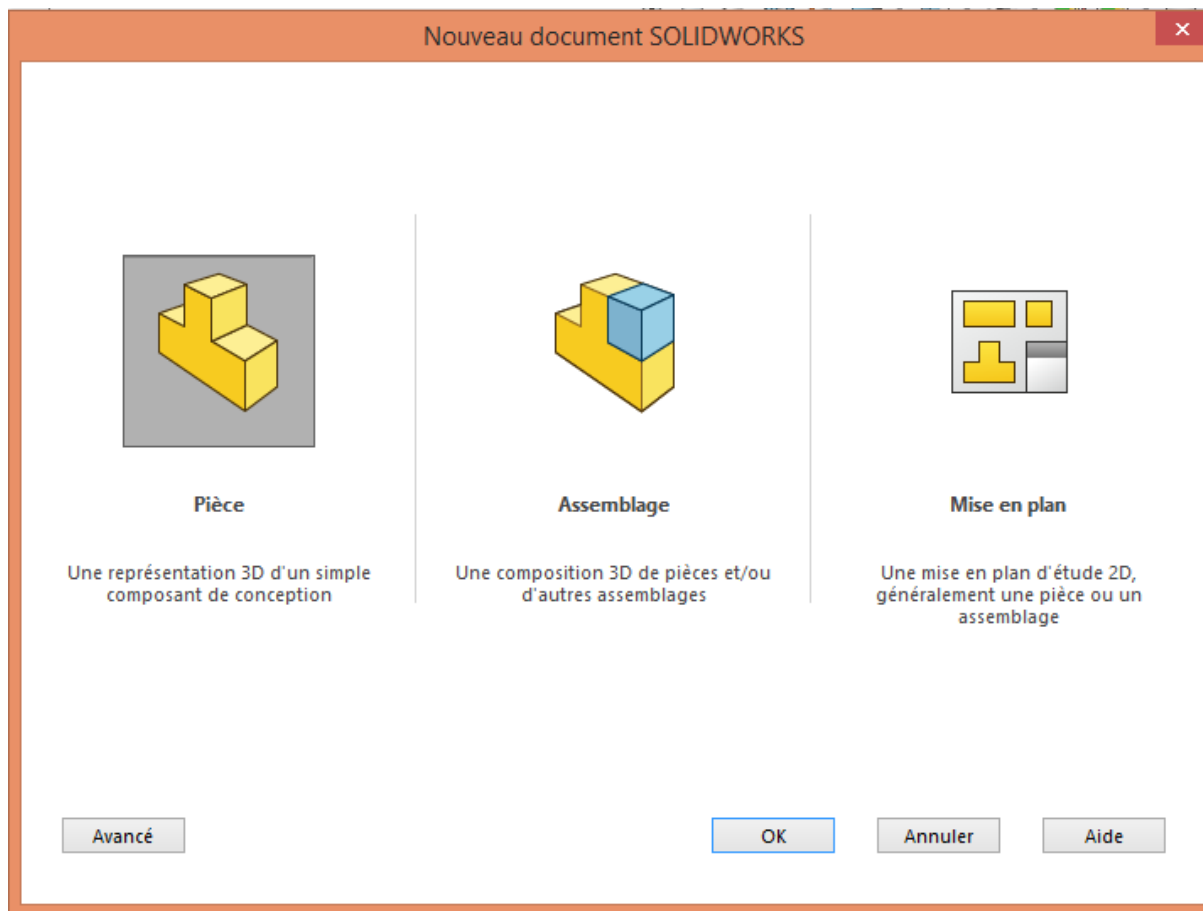


Figure 3.1: Les trois concepts de base (SolidWorks)

Un dossier complet contenant l'ensemble des relatifs à un même système constitue une maquette numérique. De nombreux logiciels viennent compléter l'éditeur SolidWorks. Des utilitaires orientés métiers (tôlerie, bois, BTP...), mais aussi des applications de simulation mécanique ou d'image de synthèse travaillent à partir des éléments de la maquette virtuelle.

### a. Pièce

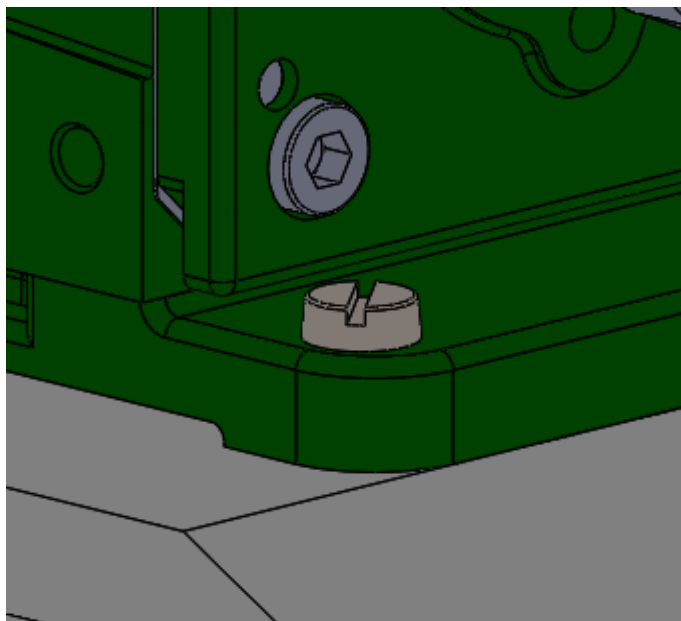
Une pièce est la réunion d'un ensemble de fonctions volumiques avec des relations d'antériorité, des géométriques, des relations booléennes (ajout retrait). Cette organisation est rappelée sur l'arbre de construction. Chaque ligne est associée à une fonction qu'on peut renommer à sa guise.

### b. Assemblages

Les assemblages sont obtenus par la juxtaposition de pièces. La mise en position de pièces est définie par un ensemble des contraintes d'assemblage associant, deux entités respectives par une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxialité...). Dans une certaine mesure, ces associations de contraintes

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

s'apparentent aux liaisons mécaniques entre les pièces. Le mécanisme monté, s'il possède encore des mobilités, peut être manipulé virtuellement. On peut alors aisément procéder à des réglages à l'aide des différents outils disponibles (déplacement composants, détection de collision ou d'interférence, mesure des jeux, ect...).



*Figure3.2 : Assemblage des pièces*

### c. Mise en plan

Une fois les pièces ou assemblages créés, il est possible de générer automatiquement les mise en plan (représentation 2D) avec insertion automatique des côtes et liaisons entre les vues 2D et le modèle 3D.

De plus, des fonctions d'habillage (texte, hachure, cotation,...) permettent à l'utilisateur d'annoter rapidement un plan. Pour faire des mises en plan, il est tout d'abord nécessaire d'avoir des fonds de plan pour y projeter les dessins. Ces fonds de plans ont un format (A4, A3,...), une orientation (portrait ou paysage) et contiennent éventuellement un cartouche.

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

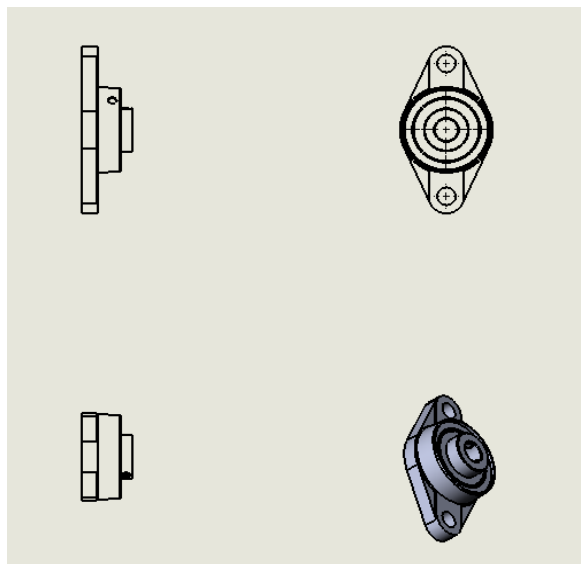
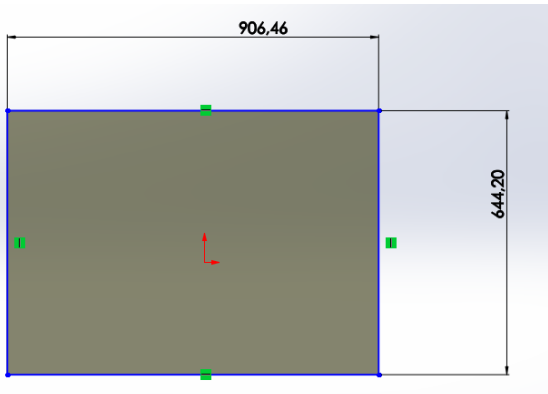


Figure 3.3 : Mise en plan d'une pièce

### 4. Modélisation de la coque de notre cintruse :

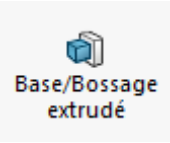
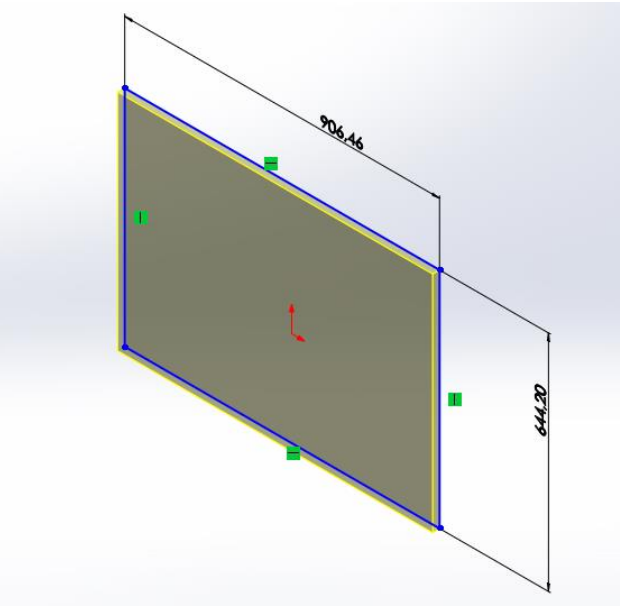
#### 4.1 La table

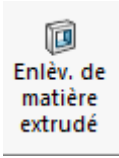
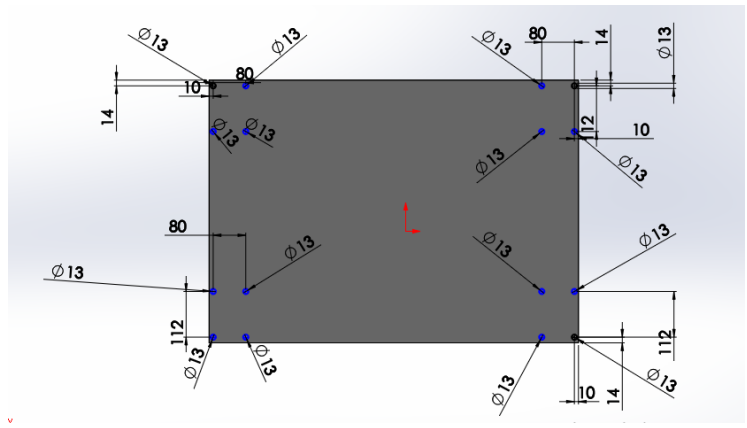
Tableau 3.1 les étapes du modélisation de la table

1	Démarrer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.	
2	Sélectionner le plan de face, créer une esquisse et dessiner un rectangle.	

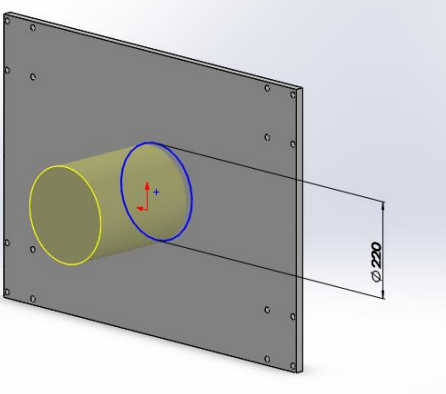
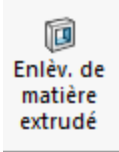
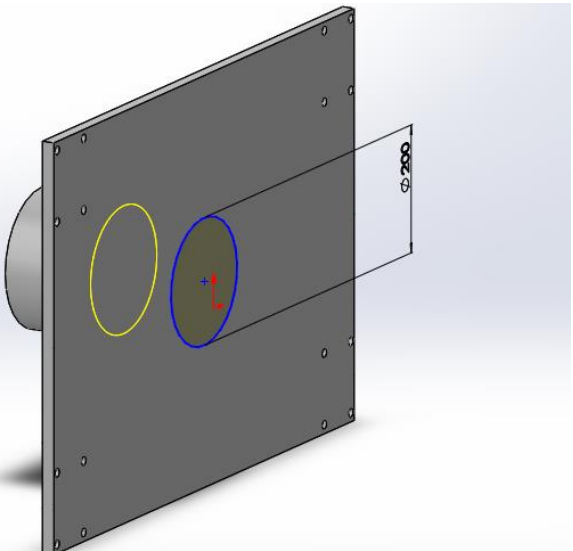


# Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

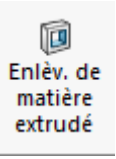
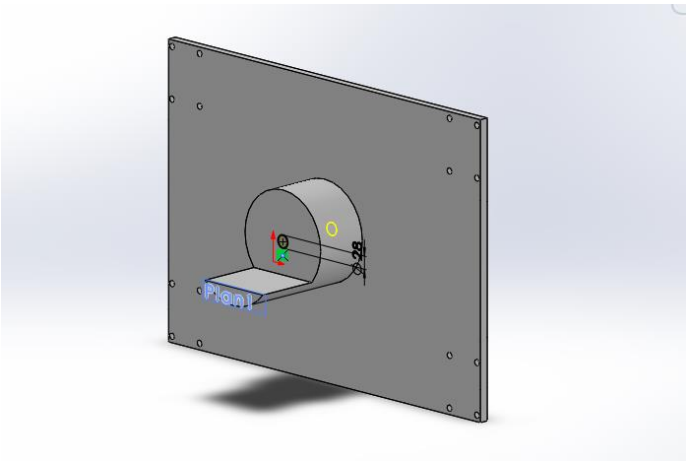
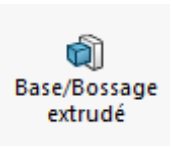
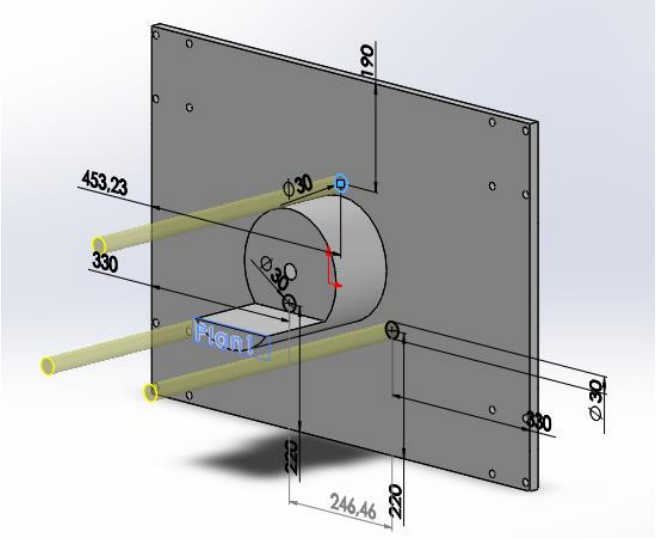
3	<p>Extruder</p>  <p>Base/Bossage extrudé</p> <p>l'esquisse à 20mm.</p>	
---	---	--

4	<p>Créer un Enlèvement de matière extrudé</p>  <p>Enlèv. de matière extrudé</p> <p>à partir de l'esquisse, de 20mm</p>	
---	---	--

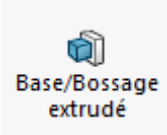
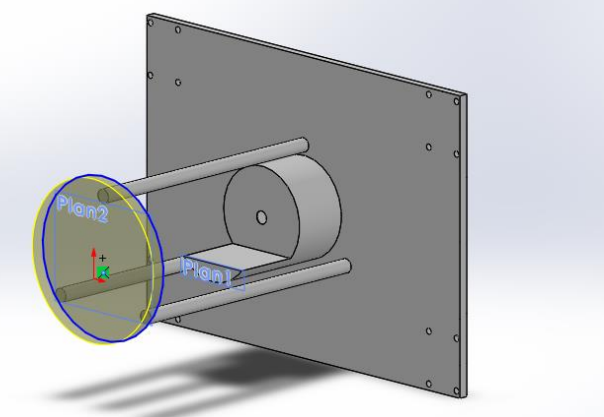
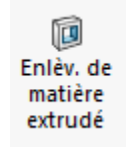
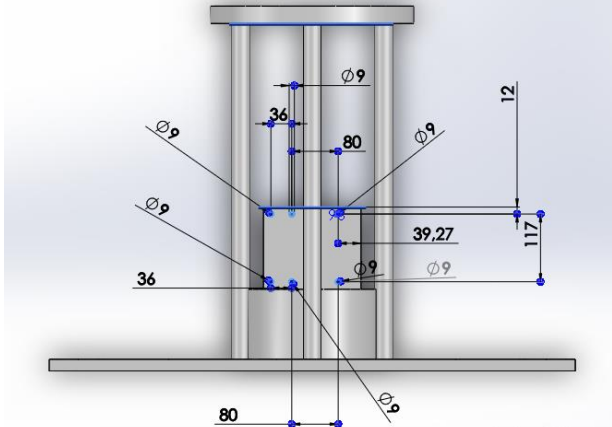
## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

5	<p>Sélectionner la face et créer une nouvelle esquisse. Dessiner le cercle de diamètre 220mm.</p>	
6	<p>Sélectionner la face et créer une nouvelle esquisse. Dessiner le cercle de diamètre 200mm.</p> <p> Enlèvement de matière extrudé</p> <p>Créer un Enlèvement de matière extrudé à partir de l'esquisse, en définissant un profondeur de 140 mm.</p>	

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

7	<p>Créer une nouvelle esquisse dans un nouveau plan.</p>  <p>Créer un Enlèvement de matière extrudé à partir de l'esquisse, en définissant un profondeur de 142 mm.</p>	
8	<p>Sélectionner la face et créer une nouvelle esquisse.</p> <p>Dessiner 3 cercle de diamètre 30mm.</p> <p>Extruder l'esquisse à 580 mm.</p> 	

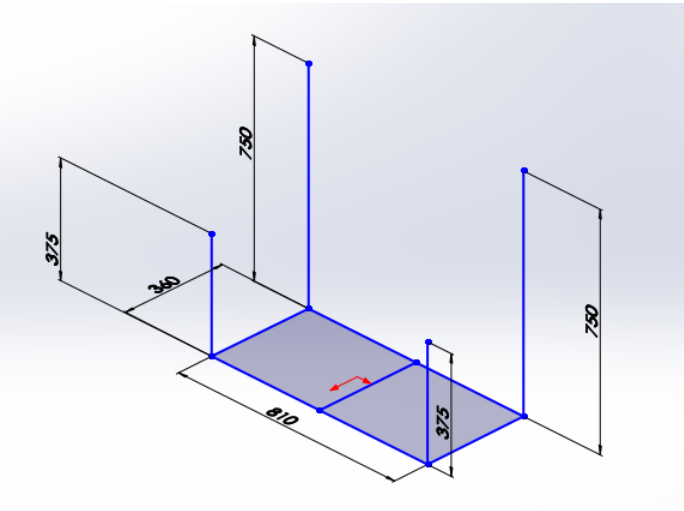
# Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

9	<p>Sélectionner nouvelle face, créer une nouvelle esquisse.</p> <p>Dessiner le cercle de diamètre</p> <p>Extruder</p> <p></p> <p>l'esquisse à 20mm</p>	
	<p>Sélectionner nouvelle face, crée une nouvelle esquisse</p> <p>Dessiner les 6 cercles de diamètre 9mm</p> <p>Créer un Enlèvement de matière extrudé</p> <p></p> <p>À partir de l'esquisse.</p>	

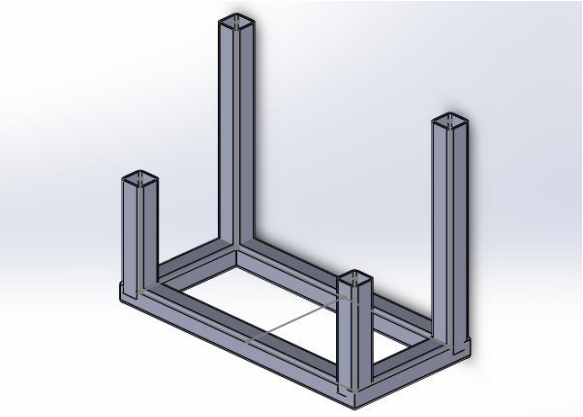
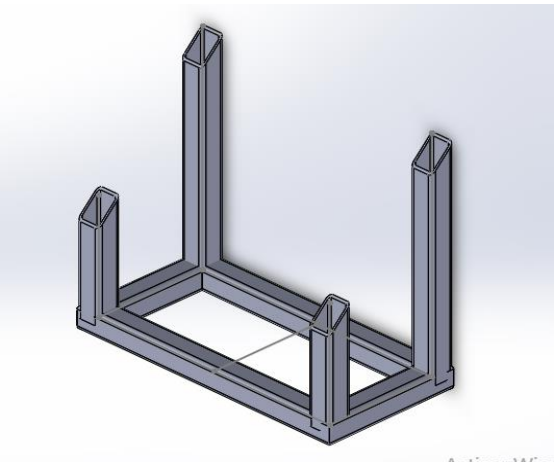
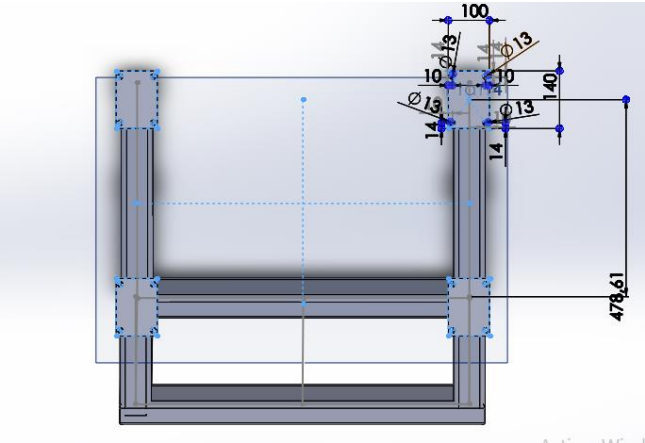
# Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

## 4.2 Les pieds de la table


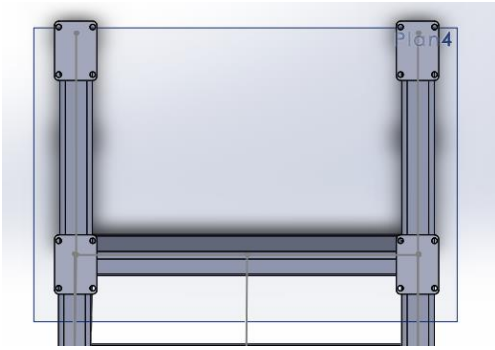
Tableau3.2 les étapes de modélisation des pieds de la table

1	Démarrer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.	
2	Sélectionner le plan de face, créer une esquisse 3d.	 A 3D sketch of a table leg. The sketch is shown in a perspective view. It consists of a rectangular base and two vertical legs. The base has a length of 810 and a width of 375. The two vertical legs are 750 high. The distance between the two legs is 36. The sketch is drawn in blue lines on a light gray background.

# Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

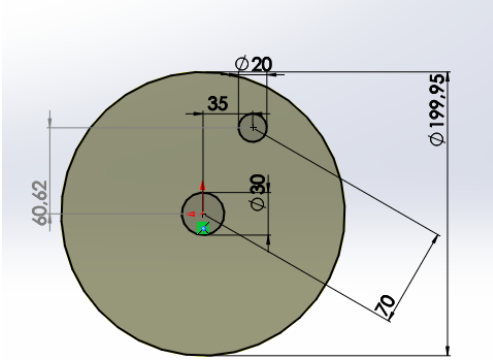
3	<p>Sélectionner la fonction</p> <p>Construction soudée</p> <p>et choisir</p> <p>Tube carré 3 X 3 X 0.25(1)</p>	
4	<p>Créer un Enlèvement de matière extrudé à partir de l'esquisse</p> <p>Enlèv. de matière extrudé</p>	
5	<p>Créer une nouvelle esquisse dans un nouveau plan.</p> <p>Extruder</p> <p>Base/Bossage extrudé</p> <p>l'esquisse à 10mm</p>	

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

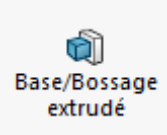
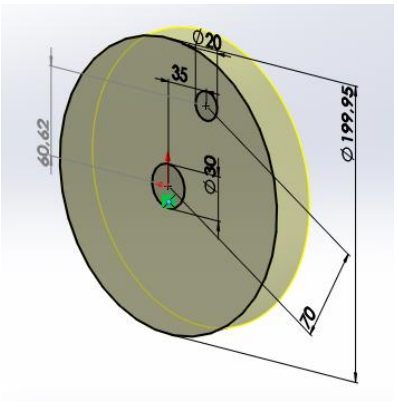
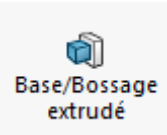
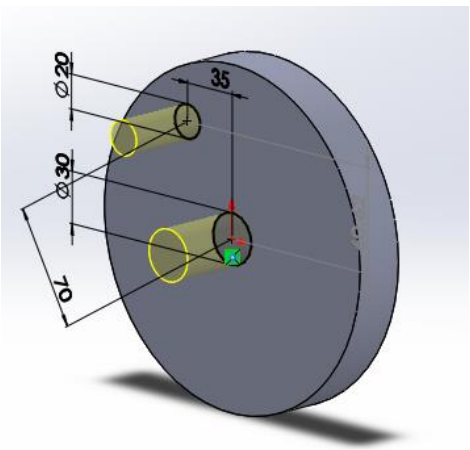
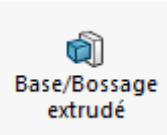
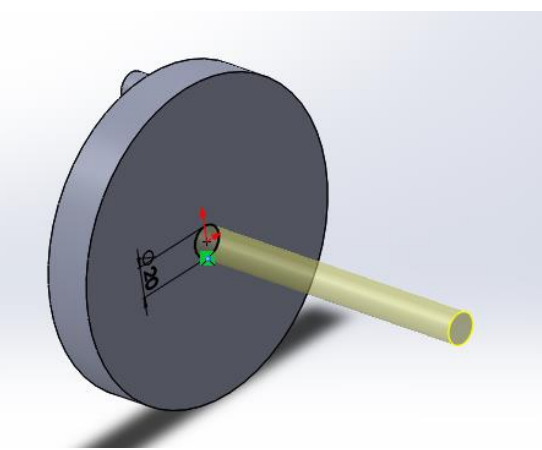
6	<p>Créer des congés et sélectionner les faces, des rectangle</p> 	
---	--	--

### 4.3 Dispositif de cintrage :

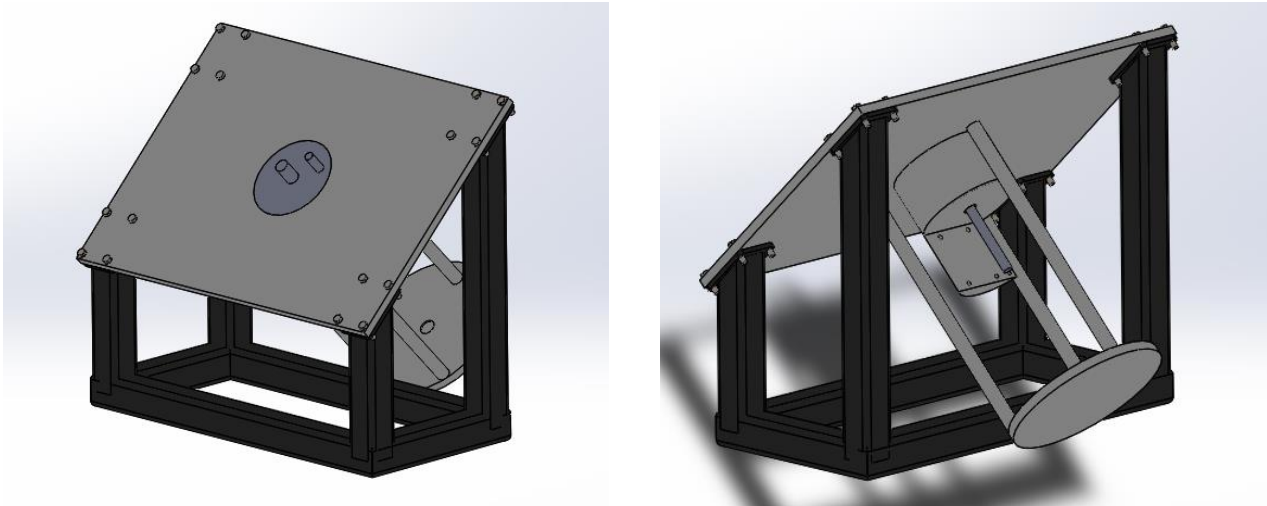
Tableau3.3 les étapes de modélisation du dispositif de cintrage

1	<p>Démarrer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.</p>	
2	<p>Sélectionner le plan de face, créer une esquisse et dessiner les 3 cercle</p>	

# Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

3	<p>Extruder</p>  <p>Base/Bossage extrudé</p> <p>l'esquisse à 30mm.</p>	
4	<p>Sélectionner les 2 cercle interieur.</p> <p>Extruder</p>  <p>Base/Bossage extrudé</p> <p>l'esquisse à 50mm.</p>	
5	<p>Sélectionner la face, créer une nouvelle esquisse.</p> <p>Dessiner un cercle.</p> <p>Extruder</p>  <p>Base/Bossage extrudé</p> <p>l'esquisse à 265 mm.</p>	





10Figure 3.4 : Assemblage de la coque

### 5. Les pièces intérieures de notre cintruse :

A l'intérieure de la machine en a un moteur réducteur, un verin et un system de raccordement entre les deux.

#### 5.1 Moteur réducteur :

Le motoréducteur est un appareil composé d'un moteur électrique monophasé ou triphasé et d'un réducteur. Le principe de celui-ci est de réduire la vitesse de sortie grâce à un système de pignon, tout en augmentant le couple.[33]

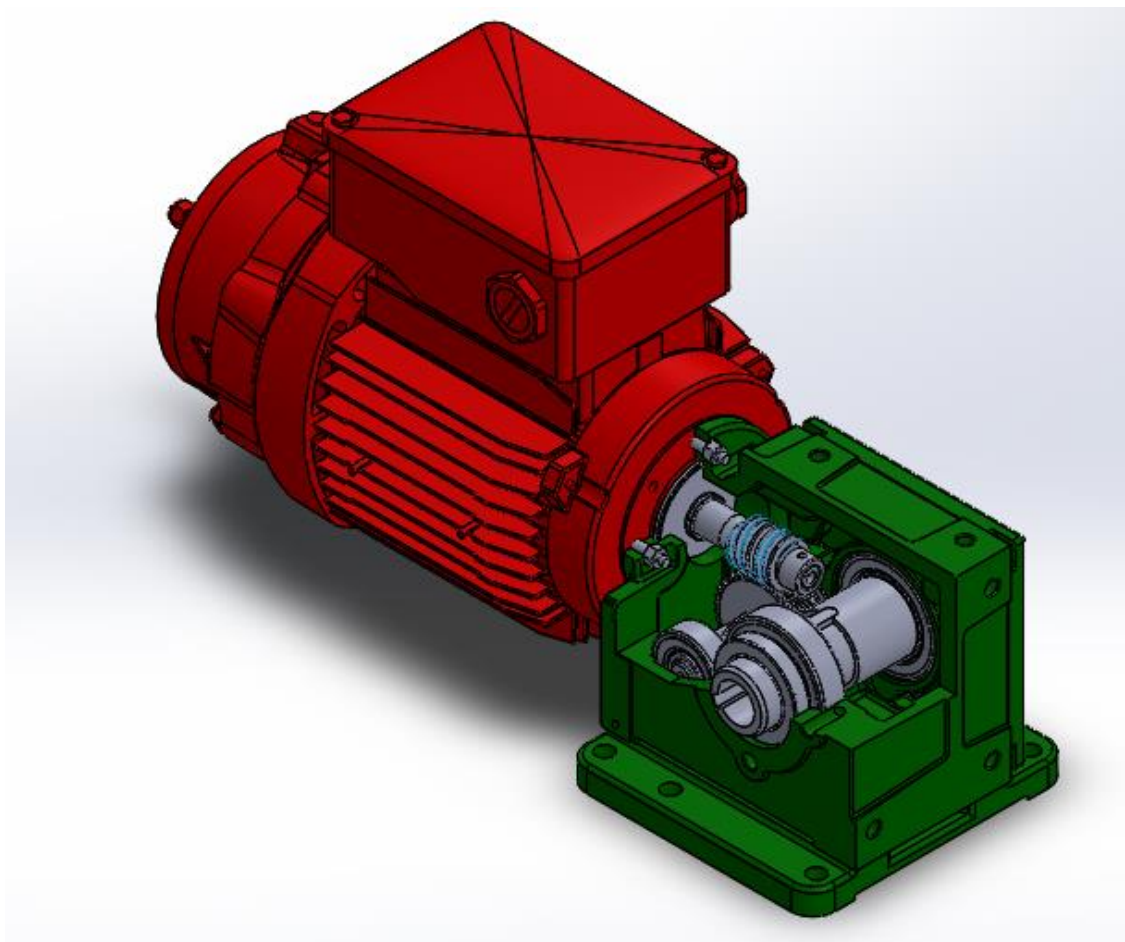


Figure 3.5 : notre moteur réducteur modélisé par Solidworks importé.

### 5.2 Verin :

Un cylindre est un actionneur qui convertit l'énergie pneumatique (air comprimé) en énergie mécanique grâce au mouvement du piston produit dans un cylindre scellé.

Il permet la translation du dispositif de cintrage.

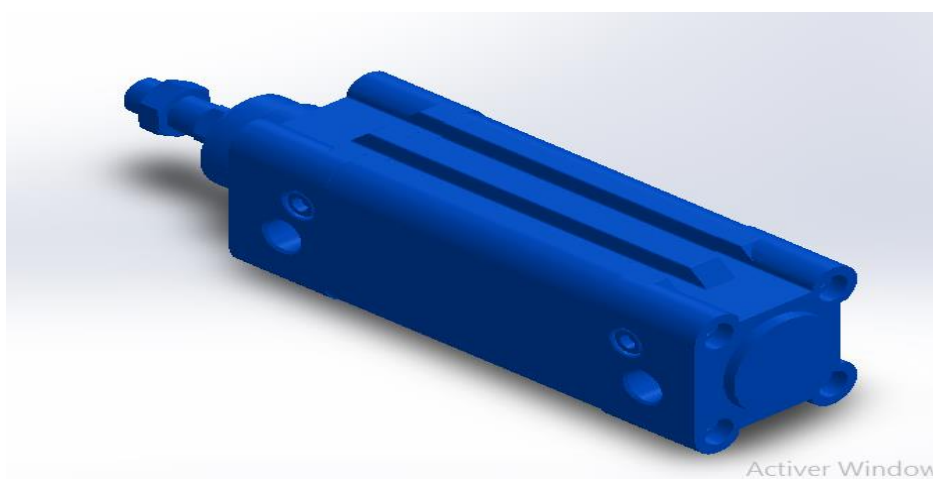
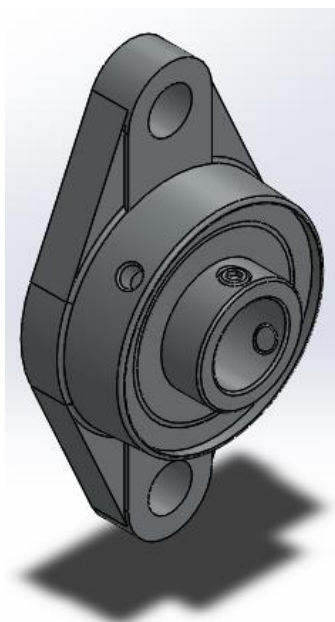


Figure 3.6 : notre verin modélisée par Solidworks importe.

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

### 5.3 Palier :

Les paliers sont des organes utilisés en construction mécanique pour supporter et guider, en rotation, des arbres de transmission. Suivant l'usage désiré, ces paliers peuvent être : lisses, où les arbres qui reposent sur des coussinets sont soumis au frottement de glissement entre les surfaces en contact. [34]

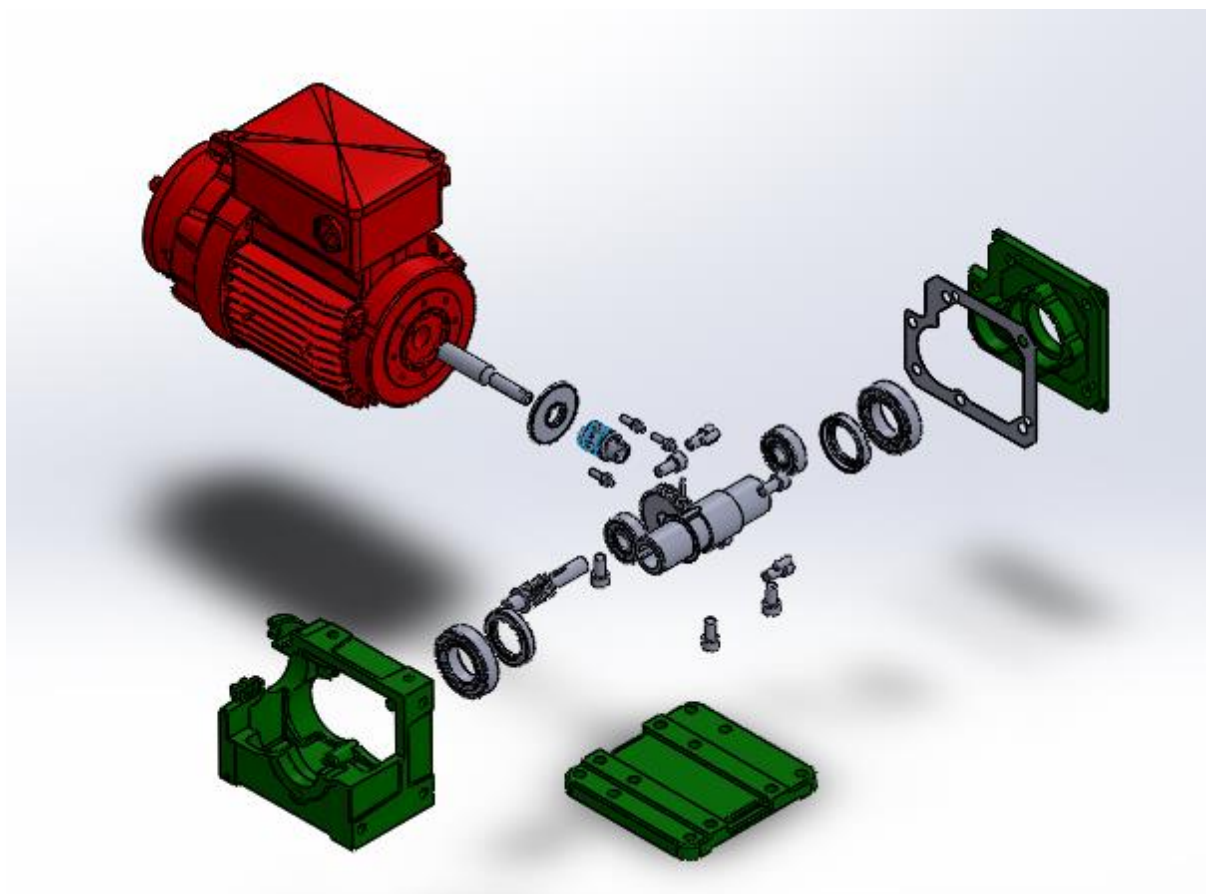


*Figure 3.7 : palier modélisée par Solidworks importé*

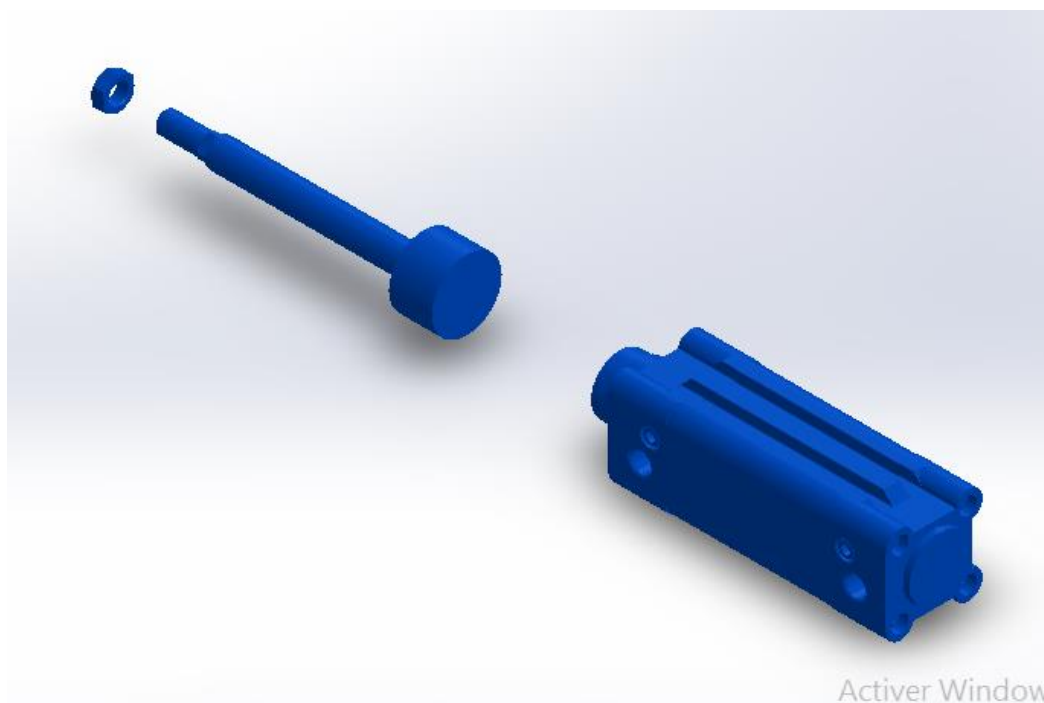
### 6. La vue éclaté :

Une vue en éclaté est la représentation de toutes les pièces d'un mécanisme complet comme si l'objet était éclaté de l'intérieur, ce qui donne une vue sur toutes les pièces du mécanisme.

Une vue en éclaté est généralement utilisée pour montrer le montage d'un mécanisme. La plupart des logiciels de CAO actuels permettent de réaliser des vues en éclaté. [35]

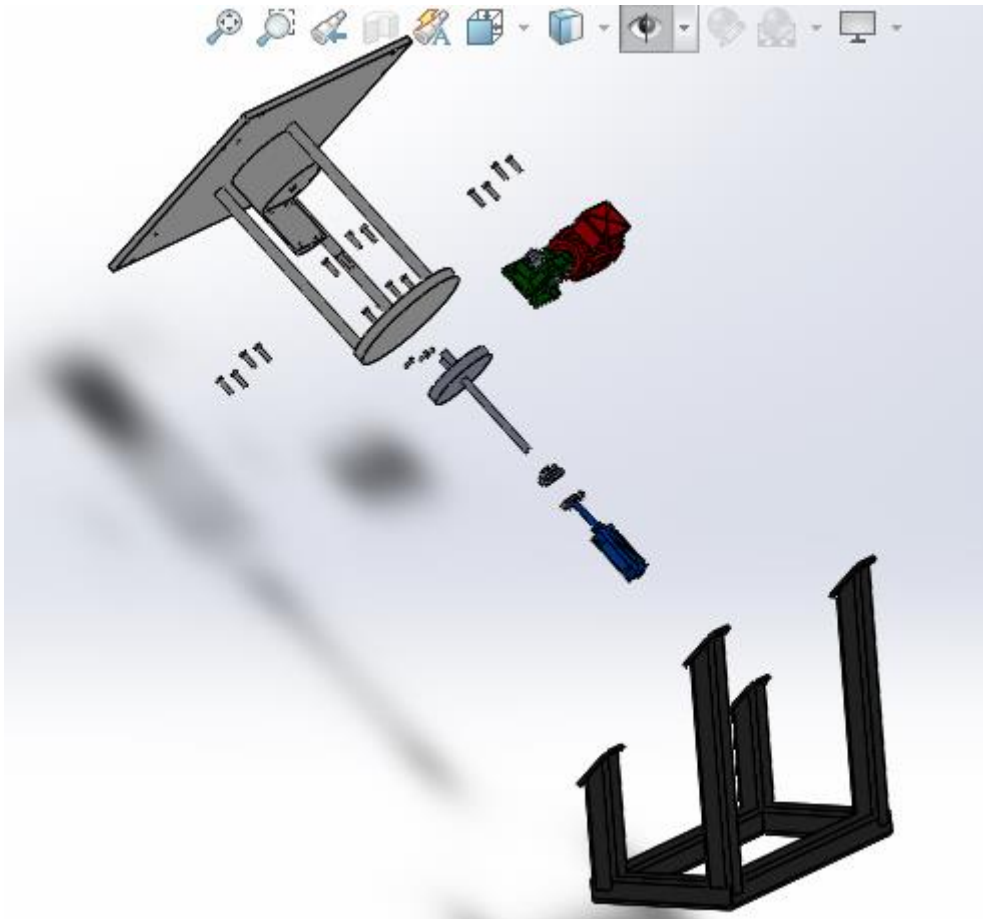


*Figure3.8 : vue éclaté du moteur réducteur*



*Figure3.9 : vu éclaté du verin*

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage



*Figure3.10 : vue éclaté de tous la machine*

### **7. Assemblage :**

Nous avons choisir la fonction assemblage par contrainte qui donnent une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxiale...ect) entre deux pièces.

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

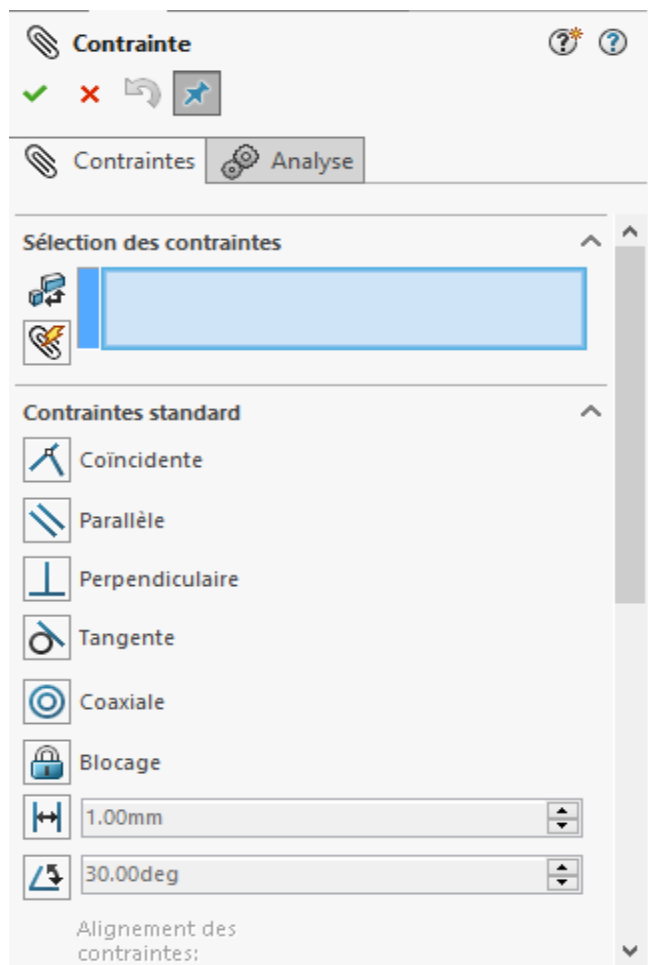


Figure3.11 : Contraintes les plus utilisé

- Pour faire l'assemblage de la machine il faut faire un sous assemblage. On importe la première pièce

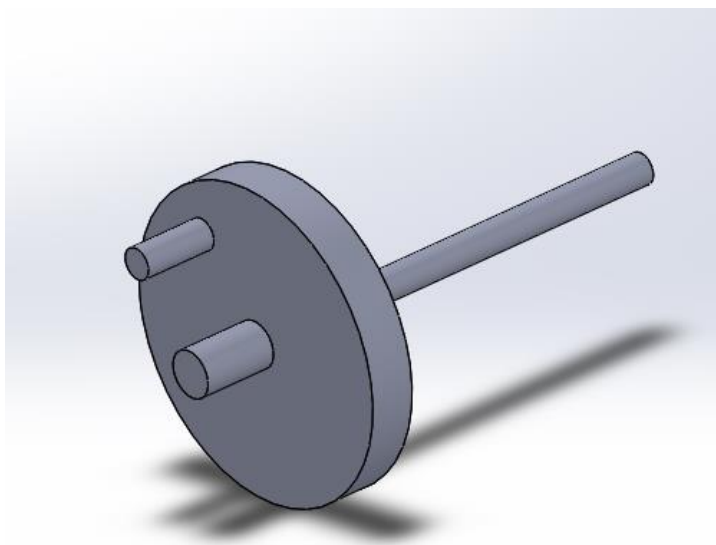
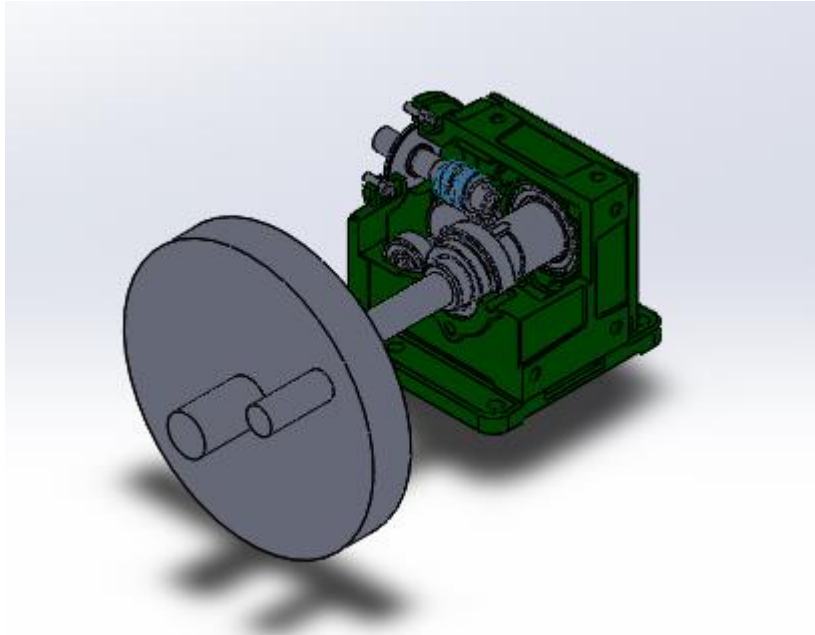


Figure3.12 : première pièce importé

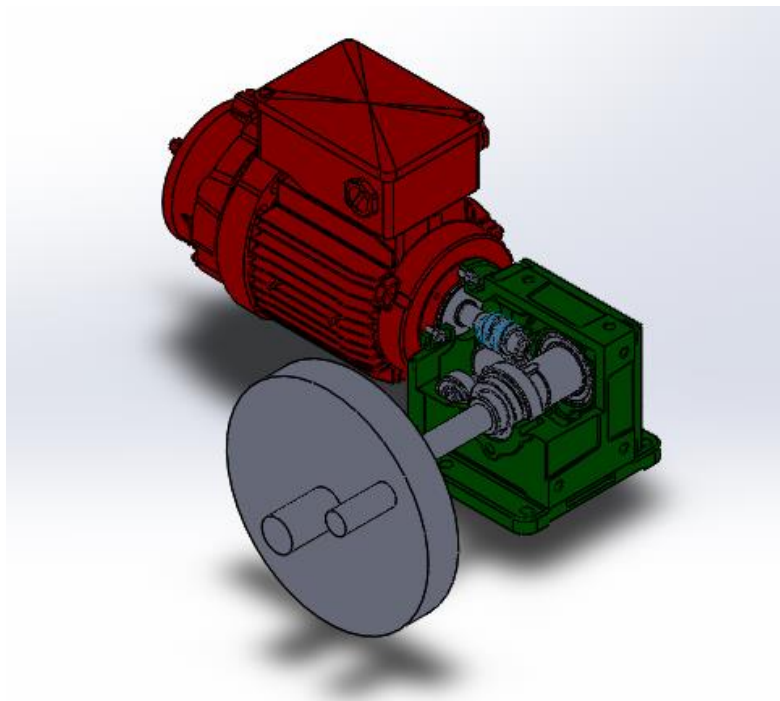
### Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

- On clique sur la fonction contrainte et on fait le premier assemblage de la pièce et le réducteur utilisant les contraintes « coaxiale » et « coïncidente ».



*Figure3.13 : Contraintes coaxiale et coïncidente de la pièce et le réducteur*

- On passe au deuxième assemblage qui regroupe l'ensemble précédent avec le moteur électrique.



*Figure3.14 : importer le moteur électrique à l'ensemble précédent*

### Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

- Le troisième assemblage se fait par la réunion de palier avec l'ensemble précédent par les contraintes « coïncidente » et « coaxiale ».

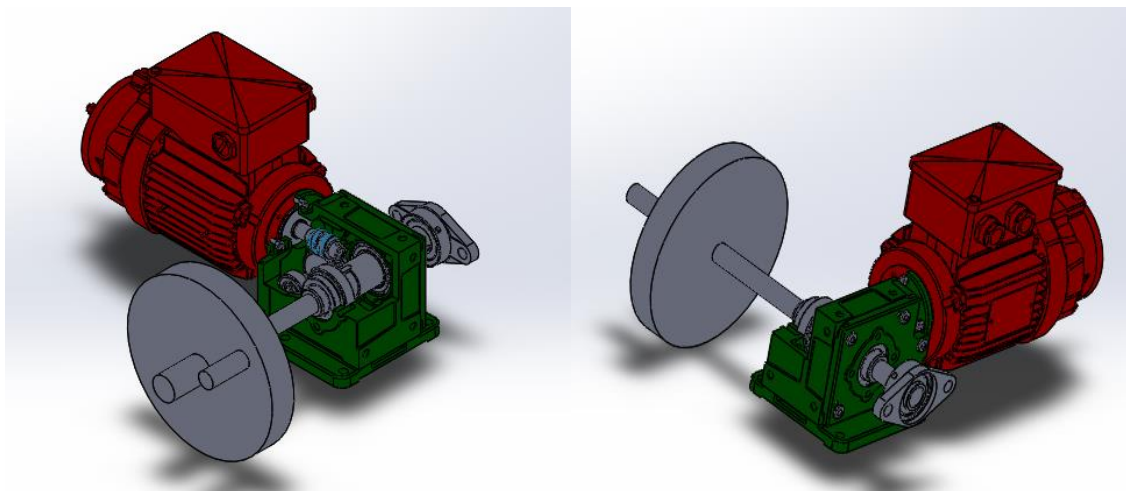


Figure 3.15: Contraintes coïncidente et coaxiale entre l'ensemble précédent et le palier

- Le quatrième assemblage se fait par la réunion de l'ensemble précédent avec le verin, par les contraintes « parallèle » et « coïncidente ».

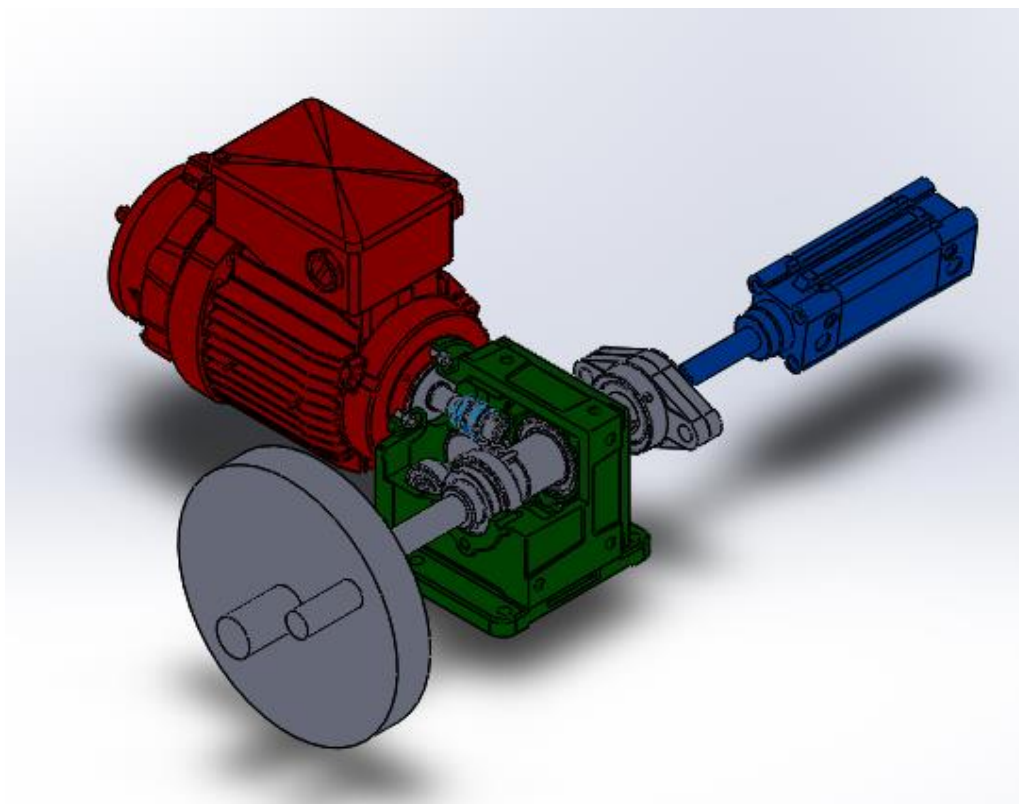


Figure 3.16 : Contraintes parallèle et coïncidente entre l'ensemble précédent et le verin.



## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

- Le cinquième assemblage se fait par la réunion de l'ensemble précédent avec La table, par plusieurs contraintes mentionne sur la figure3.17
- Deux Contrainte coaxiale entre la table et le réducteur.
  - Contraintes coïncidente entre la table et le réducteur.
  - Contrainte coaxiale entre la table et le dispositif de cintrage.
  - Contraintes coïncidente entre la table et le vérin.
  - Contrainte coaxiale entre la table et le vérin.

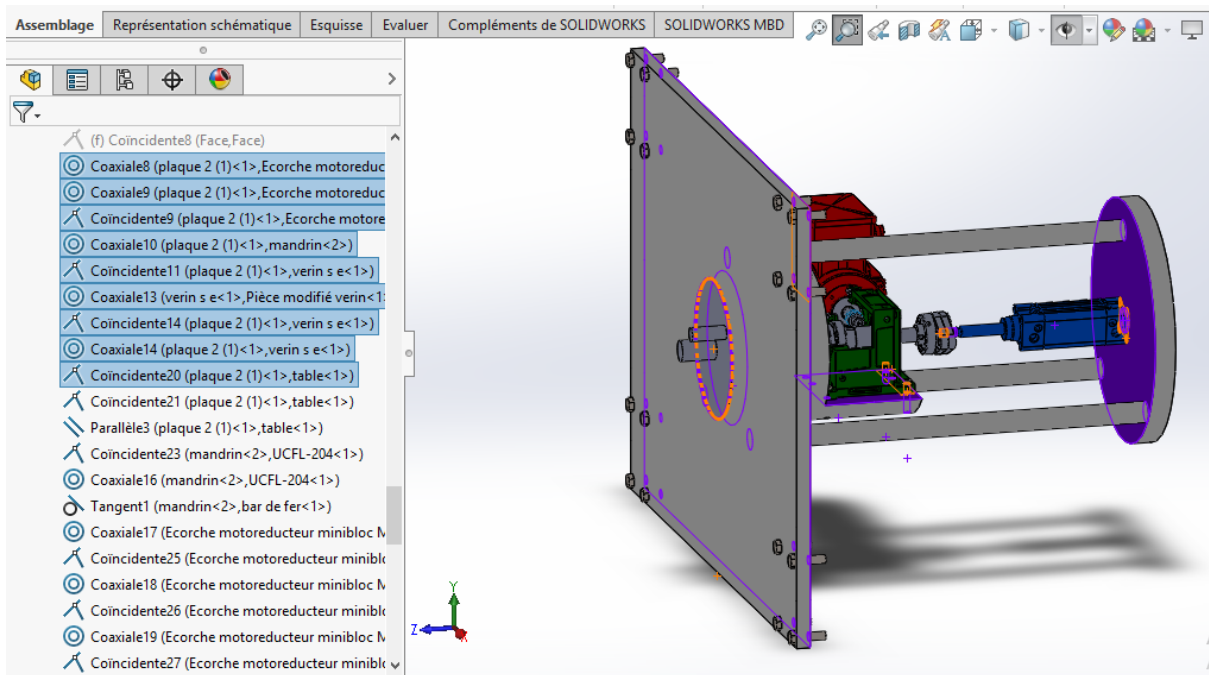


Figure 3.17 : les contraintes entre la table et le sous assemblage.

- Le dernière assemblage se fait par la réunion de l'ensemble précédent avec les pieds de la table, par plusieurs contraintes mentionne sur la figure3.18

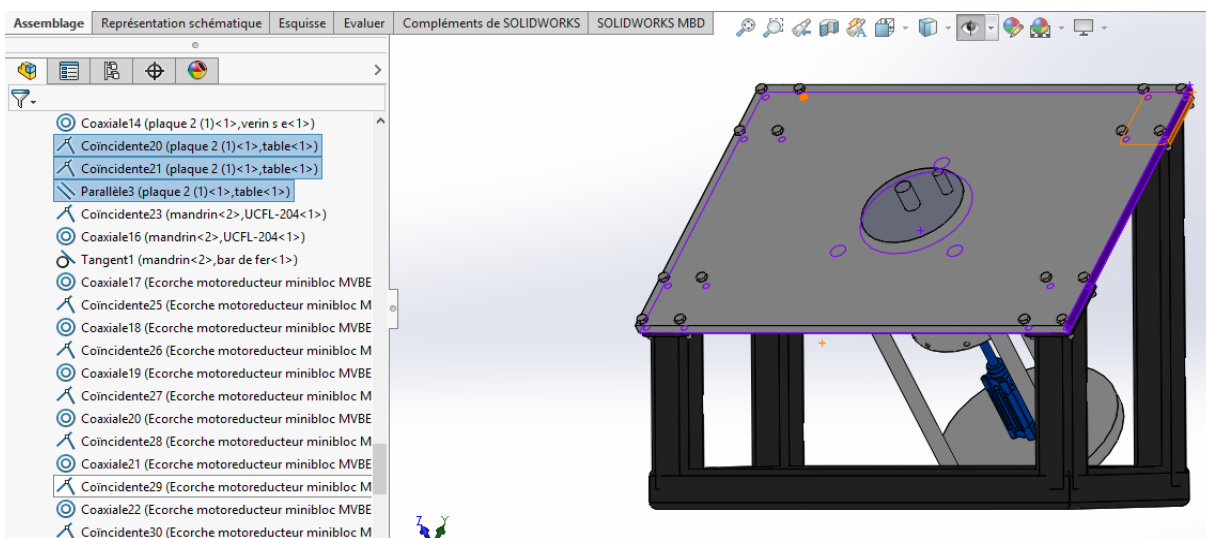


Figure 3.18 : les contraintes entre la table et les pieds.

## Chapitre III : Modélisation du dispositif du cintrage

- Enfin l'assemblage des différentes pièces de notre cintruse présenté sur la figure 3.19 suivante.

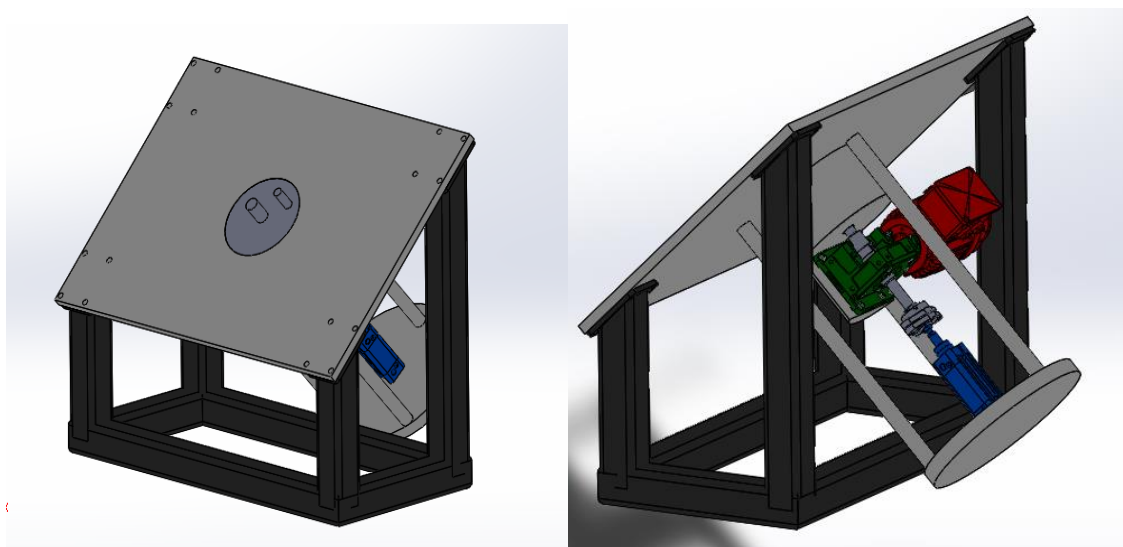


Figure 3.19 : L'assemblage final de la cintruse

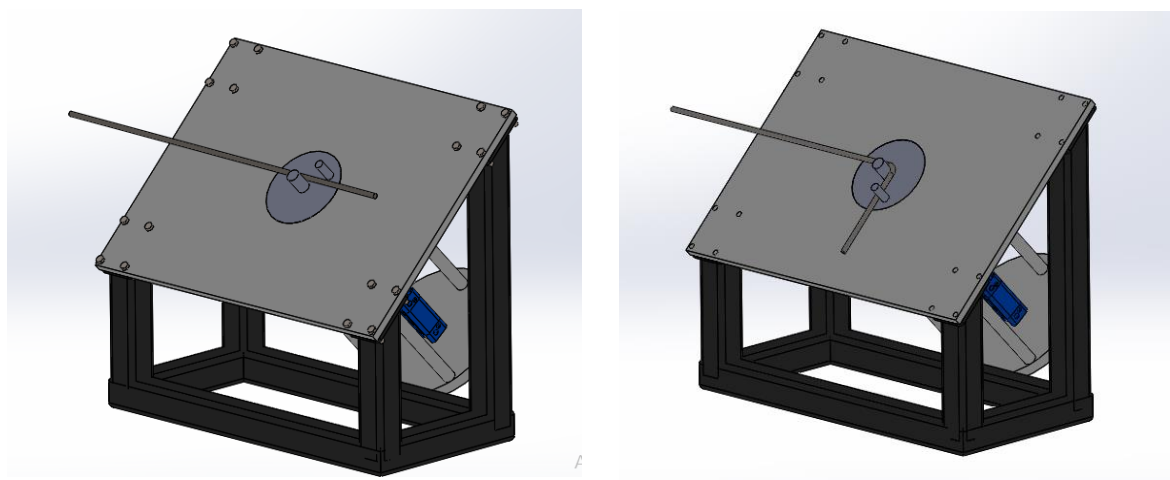


Figure 3.20 : le fonctionnement d'assemblage final de la cintruse

### 8. Conclusion :

Dans ce chapitre nous avons présentés la modélisation des pièces mécanique utilisée dans notre machine et après la conception assistée par l'ordinateur avec logiciel commercial Solidworks.

On finie par l'assemblage des pièces avec deux méthode : par contraintes et avec le complément SolidWorks motion pour présenter et visualiser l'ensemble de notre cintruse.

**Conclusion général**

## CONCLUTION

Le but de ce travail c'est la conception assistée par ordinateur de ses pièces de la machine avec un logiciel de CAO.

-Tout d'abord un état de l'art sur le cintrage d'une façon générale et les cintreuses a été présenté. On a ensuite défini la conception assistée par ordinateur en expliquant l'intérêt de la CAO dans la production et ses applications dans divers secteurs.

-La deuxième étape c'est la définition de la modélisation, ses avantages et inconvénients, ainsi que l'outil de CAO avec lequel on a travaillé qui est SolidWorks, en donnant ses caractéristiques et son fonctionnement.

- Après la modélisation de toutes les pièces, l'assemblage de ces dernières pour composer la cintreuse a été fait en utilisant deux méthodes, par contraintes et avec le complément SolidWorks motion pour présenter et visualiser l'ensemble de notre cintreuse.

Le support du logiciel "SolidWorks" est très utile à mon travail S'efforcer d'atteindre la précision de la conception des pièces et de leurs Assemblage. C'est l'un des outils informatiques les plus importants dans divers secteurs industriels (CAO) aujourd'hui. Sans ce logiciel, je ne pourrai jamais développer mes projets virtuellement. C'est l'avantage et le but de (CAO) car il permet de vérifier le produit avec une précision très importante avant fabrication.

# BIBLIOGRAPHIE

## BIBLIOGRAPHIE

- [1] **Morisot J.M.**, Tableaux détaillés des prix de tous les ouvrages du bâtiment (serrurerie), Carilian, Paris, 1814.
- [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] Mr Lounici Billel Baroud AbdEl Malek, étude et conception d'une cadreuse automatique des barres de ferrailage, Mémoire Master2 en Génie mécanique conception Université de Blida1, 2016.
- [4] Bahaa Basem Yaghmour, Sajed Haitham Qwasmh, Iyad Fayez Abuafifeh, Automatic Rebar Bending Machine to Form Rectangular Stirrups, Palestine Polytechnic University of Hebron, 2018.
- [5] Sasi Deepu et al 2018 IOP Conf. Ser.: Mater. Sci. Eng. **310** 012050.
- [6] Saravanan Natarajan, Design and Fabrication of Hydraulic Rod Bending Machine, International Journal of Innovative Research in Science, Engineering and Technology An ISO 3297 : 2007 Certified Organization, Volume 3, Special Issue 2, disponible sur : [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net), April 2014.
- [7] Design and Development of Automatic Bending Machine, International Journal of Engineering Research & Technology (IJERT), Vol. 9 Issue 06, disponible sur : [www.ijert.org](http://www.ijert.org), June-2020.
- [8] Navon, R., Rubinovitz, Y. and Coffler, M. (1995). Development of a fully automated rebar-manufacturing machine. Automation in Construction, 4(3), pp.239-253.
- [9] Leonhard E. Bemold, PROCESS DRIVEN AUTOMATED REBAR BENDING, Department of Civil Engineering Raleigh.
- [10] Automated Industrial Machinery, Inc. Addison, IL 60101 (US), WIRE BENDING MACHINE, EP 3 238 850 A1, EUROPEAN PATENT APPLICATION, disponible sur : [www.data.epo.org](http://www.data.epo.org), 01.11.2017 Bulletin 2017/44.
- [11] Mr Houalef Ihab-Eddine, Etude et conception d'une cadreuse Automatique bidirectionnelle, Mémoire Master2 en Génie mécanique conception Université de Université Aboubakr Belkaïd-Tlemcen, 2020
- [12] F. Audry, La démarche d'Analyse Fonctionnelle, 2009.
- [13] Y. BARKA et h. BENTAR, Projet de fin étude, Tlemcen, université ABOU BEKR BELKAID-TLEMEN, 2017/2018
- [14] Vadaliya Darshit, Thummar Kuldip, Vala Bhargav, Unal Mohmmad aamir, Tank Kishan, Design and Analysis of Bar-Bending Machine, International Research Journal of Engineering and Technology (IRJET), Volume: 05 Issue: 04, disponible sur : [www.ijert.org](http://www.ijert.org), Apr-2018.

## BIBLIOGRAPHIE

- [15] [gerald.hivin@ujf-grenoble.fr](mailto:gerald.hivin@ujf-grenoble.fr)
- [16] Chang Hwan Choi, Lawrence Kulinsky, JoonSoo Jun, and Jin Ho Kim, A Numerical Study of the Spring-Back Phenomenon in Bending with a Rebar Bending Machine, Hindawi Publishing Corporation Advances in Mechanical Engineering Volume 2014, Article ID 959207, 10 pages [www.researchgate.net](http://www.researchgate.net).
- [17] D. J. Kim and O. J. Kim, “Application method of re-bar factory manufacturing for practical use,” Architectural Institute of Korea, vol. 25, no. 1, pp. 423–426, 2004.
- [18] Y.-C. Jung, B.-Y. Lee, and G.-H. Kim, “Application possibility of folding pre-fabricated rebar cage in domestic construction fields,” Journal of the Korean Institute of Building Construction, vol. 10, pp. 125–132, 2010.
- [19] H. H. Jo, W. Y. Park, T. G. Kang, H. Y. Park, and S. H. Yun, “Analysis of re-bar manufacturing system in plant and its facilitate method,” Korean Journal of Construction Management, vol. 8, no. 1, pp. 57–65, 2007.
- [20] T.-O. Lee, “A study on the actual condition survey of apartment rebar work,” Journal of the Korean Institute of Building Construction, vol. 8, pp. 71–79, 2008.
- [21] V. Esat, H. Darendeliler, and M. I. Gokler, “Finite element analysis of springback in bending of aluminium sheets,” Materials and Design, vol. 23, no. 2, pp. 223–229, 2002.
- [22] W. L. Xu, C. H. Ma, C. H. Li, and W. J. Feng, “Sensitive factors in springback simulation for sheet metal forming,” Journal of Materials Processing Technology, vol. 151, no. 1–3, pp. 217–222, 2004.
- [23] M.-G. Lee, D. Kim, C. Kim, M. L. Wenner, and K. Chung, “Spring-back evaluation of automotive sheets based on isotropic-kinematic hardening laws and non-quadratic anisotropic yield functions, part III: applications,” International Journal of Plasticity, vol. 21, no. 5, pp. 915–953, 2005.
- [24] F. Pourboghrat and E. Chu, “Prediction of spring-back and sidewall curl in 2-D draw bending,” Journal of Materials Processing Technology, vol. 50, no. 1–4, pp. 361–374, 1995.
- [25] T. Kawaguchi, S. Imatani, and K. Yamaguchi, “An elasto visco plastic finite element analysis of sheet metal bending process,” The Japan Society for Technology of Plasticity, vol. 35, pp. 125–130, 1994.
- [26] H. A. Al-Qureshi, “Elastic-plastic analysis of tube bending,” International Journal of Machine Tools and Manufacture, vol. 39, no. 1, pp. 87–104, 1999.
- [27] Maurizio Targhetta-Fotolia.com-Nouvelle présentation 2013 © Dunod, Paris, 2003, 2008 ISBN 978-2-10-059861-8-Usinage de la photo de couverture.
- [28] <http://www.epi.asso.fr/revue/dossiers/d12p123.htm>.

## BIBLIOGRAPHIE

- [29] Formation académique SolidWorks année 2004.
  
- [30] [http://www.general-files.com/download/gs4c07c8e0h32i0/formation\\_sw2004.pdf.html](http://www.general-files.com/download/gs4c07c8e0h32i0/formation_sw2004.pdf.html).
  
- [31] Mme Cheikh N, cours modélisation par outil CAO2, Université Abou BakrBelkaid Tlemcen.
  
- [32] solidworks.fr Profil de la société Purdue Université PurdueResearch and Education Centre for Information Systems en génie 1997.
  
- [33] <https://www.pompe-moteur.fr> › 106-motoreducteur
  
- [34] Palier (mécanique) - Wikipédia<https://fr.wikipedia.org> › wiki ›
  
- [35] [https://fr.wikipedia.org/wiki/Vue\\_en\\_%C3%A9clat%C3%A9](https://fr.wikipedia.org/wiki/Vue_en_%C3%A9clat%C3%A9)