

*REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE*  
*MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE*  
*UNIVERSITE MOULOUD MAMMARI DE TIZI-OUZOU FACULTE DU GENIE DE*  
*CONSTRUCTION DEPARTEMENT GÉNIE MÉCANIQUE*



## *Mémoire de fin d'études*

En vue de l'obtention du diplôme de Master académique en Génie Mécanique  
Spécialité : Fabrication mécanique et productique

### *Thème*

# **Etude de la conception d'un retourneur de palox**

**Propose et dirigé par:**

Mr. Boudaoud Salah

Mr. Zaidi Ali

**Réalise par :**

Mr. Fezzani Mounir

Mr. Boulahbal kheirallah Walid

**Soutenu le 03/07/2024 devant les membres de jury**

- Mr. KACIMI Bachir président de jury.
- Mr. HADJ Ali Youcef examinateur.
- Mr. Boudaoud Salah promoteur
- Mr. Zaidi Ali co-promoteur

**Promotion : 2023/2024**



## **REMERCIEMENTS**

*Louange à Dieu tout puissant de nous avoir donné la force et le courage de mener à terme ce modeste travail.*

*Nous remercions à nos parents, pour leurs soutiens et leurs encouragements pendant toute la vie et qui continueront à nous aider dans tous les projets de l'avenir. Ainsi que les membres de nos familles qui ont participé de près ou de loin à nous encourager et nous aider dans notre projet.*

*Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude à notre promoteur **Mr. BOUDAUD Salah**, et co-promoteur **Mr. ZAIDI Ali** pour l'encadrement de ce mémoire leur aides, leur patience est leur confiance qu'ils nous ont accordés. Nous tenons à remercier les membres de jury à avoir accepté de juger notre travail.*

*Mes sincères remerciements vont également à tous les enseignants, du département de Génie mécanique de l'université Mouloud MAMMERY de Tizi-Ouzou, qui ont participé à notre formation.*

*Enfin nous remercions tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce mémoire.*

## *Dédicace*

*Je m'incline devant Dieu tout puissant qui M'a ouvert la porte du savoir et  
M'a aidé à la franchir.*

*Avec un cœur plein d'amour et de fierté je dédie ce travail :*

*A l'étoile de mon ciel qui a su mettre la lumière dans mon univers, qui m'a  
toujours entourée d'amour, pour me soutenir et m'encouragée durant toute ma  
vie et donne l'espoir de Poursuivre ce chemin jusqu' au bout.*

*« MA MERE AKILA » Que dieu la protège.*

*A l'homme le plus généreux du monde, a celui qui a été toujours présent, qui  
m'a appris les Valeurs de la vie, qui m'a soutenu en toutes circonstances et  
à celui qui m'a tout donné sans Cesse, le bras droit.*

*« MON PERE ABDERRAHMANE EL HOUARI »*

*A Mes grands sœur « GHOUZLANE OUM EL KHEIR, HASNAMANEL » Que  
dieu le garde*

*A mes petits sœur « AYA NASSIMA, NIHAL KAWTAR » Que dieu le garde*

*A Mon binôme et toute sa famille*

*A mes chères amies et mes collègues d'étude*

*A Tous ceux qui me sont chère*

***BOULAHBAL WALID***

# DEDICACE

*Je Dédie ce travail :*

*À mes chers parents «ma mère qui ma bien soutenu LARBI Fatemma et mon père  
Hakim» son oublier ma chère grand mère LOUOUJ Lohra.*

*À mes chers frères « Samir, et Ahmed Rayan»*

*À toute ma famille*

*À mon binôme et toute sa famille*

*À tout mes amis*

*À tout la promotion*

*2023/2024*

*FELZANI MOUJIB*

## Liste des planches

**Planche N°01** : Arbre 01

**Planche N°02** : Arbre semi crue 01

**Planche N°03** : Arbre 02

**Planche N°04** : Tube carré 01

**Planche N°05** : Roue denter

**Planche N°06** : Crémaillère

**Planche N°07** : Fourche

**Planche N°08** : Arbre semi crue 02

**Planche N°09** : Plaque 01

**Planche N°10** : PLAQUE02

**Planche N°11** : Support 01

**Planche N°12** : Support Pivot

**Planche N°13** : Support 02

**Planche N°14** : Tôle 01

**Planche N°15** : Tôle 02

**Planche N°16** : Tôle Plier

**Planche N°17** : Tôle 03

**Planche N°18** : Tôle 04

**Planche N°19** : Tube carré 02

**Planche N°20** : Tube carre 03

**Planche N°21** : Tube carre 04

**Planche N°22** : PLAQUE03

# Abréviations

S235 : Nuance d'acier

CAO : Conception Assistée par ordinateur

PVC : Polychlorure de Vinyle

CNC : Commande numérique par ordinateur

CIM : Computer integrated manufacturing

CC BY: License Creative Commons Attribution

# Liste des Figures

Figure 1 : Machine agricole .....	3
Figure 2:Chariot élévateur avec un vide palox .....	5
Figure 3:Chariot élévateur. ....	8
Figure 4:Nomenclature d'un chariot élévateur .....	9
Figure 5: Retourneur de palox. ....	12
Figure 6: Palox .....	22
Figure 7 : Schéma de transfert d'énergie. ....	24
Figure 8 : Schématisation d'un vérin simple effet.....	25
Figure 9 : Schématisation d'un vérin double effet .....	25
Figure 10 : transfert d'énergie d'un vérin.....	26
Figure 11 : Caractérisation du vérin.....	27
Figure 12: Composition d'un vérin double effet .....	28
Figure 13 : clapet anti-retour .....	28
Figure 14: Dessin descriptif clapet anti-retour .....	29
Figure 15 : Clapets anti-retour montés en série ou en parallèle . ....	29
Figure 16 : schéma d'un clapet anti-retour .....	30
Figure 17 : Encastrement de la fourche.....	32
Figure 18: Configuration de matériau .....	34
Figure 19:Configuration de la fourche (maillage).....	35
Figure 20:Fourche modèle pour simulation Statique, Contraintes. ....	37
Figure 21:Diagramme des contraintes en fonctions de longueur.....	37
Figure 22: Fourche modelé pour simulation Statique, Déplacements .....	40
Figure 23:Diagramme des déplacements en fonctions de longueur .....	41
Figure 24:fourche modele pour simulation Statique Tracé de cisaillement.....	42
Figure 25:Diagramme des forces de Cisaillement en fonctions de la longueur.....	42
Figure 26:Fourche modele pour simulation Statique Tracé de cisaillement moment. ....	43
Figure 27:Diagramme des moments de Cisaillement en fonctions de la longueur. ....	44
Figure 28:Tracer de la taille de la gorge du cordon de soudure. ....	47

## Liste des planches

**Planche N°01** : Arbre 01

**Planche N°02** : Arbre semi crue 01

**Planche N°03** : Arbre 02

**Planche N°04** : Tube carré 01

**Planche N°05** : Roue denter

**Planche N°06** : Crémaillère

**Planche N°07** : Fourche

**Planche N°08** : Arbre semi crue 02

**Planche N°09** : Plaque 01

**Planche N°10** : PLAQUE02

**Planche N°11** : Support 01

**Planche N°12** : Support Pivot

**Planche N°13** : Support 02

**Planche N°14** : Tôle 01

**Planche N°15** : Tôle 02

**Planche N°16** : Tôle Plier

**Planche N°17** : Tôle 03

**Planche N°18** : Tôle 04

**Planche N°19** : Tube carré 02

**Planche N°20** : Tube carre 03

**Planche N°21** : Tube carre 04

**Planche N°22** : PLAQUE03

## Liste des symboles

$\delta e$ : La limite d'élasticité

$s$  : Le coefficient de sécurité

$\delta c$  : Contrainte axiale et de flexion limite supérieure

$\tau$ : Le taux de chargement maximal

$\delta f$  : Limite de fatigue

$\delta R$ : Résister à la rupture

$\delta trc$  : Contrainte de traction

$\delta adm$ : Contrainte admissible

$\delta max$  : Contrainte maximale

$\tau f$ : Taux de fatigue

$F_v$  : Force du vérin

$R$  : Rayon de la roue d'entrée

$r$  : rayon de l'axe de rotation.

$M_{re}$  : Moment résultant

$F_{cr}$  : Force de la crémaillère

$F_c$  : Force du chargement

$d$  : la distance entre le centre de gravité et la fourche

$\sigma_{eq}$  : Contrainte équivalente

$S$ : la section du cordon de soudure

$f_u$ : Est la valeur nominale de la contrainte ultime la plus faible des pièces assemblées  $\gamma M \omega$  :  
est le coefficient partiel de sécurité des soudures (= 1,25).

$\beta \omega$ : La valeur du facteur de corrélation.

$F$  : est la force extérieure appliquée à la soudure.

$a$ : Dimension de gorge de la soudure.

$l$ : Longueur de la soudure

## Liste des Tableaux

<b>Tableau 1 : Caractéristiques Techniques</b> .....	30
<b>Tableau 2: Pressions - VS2C 3/8'' - 1/2''</b> .....	31
<b>Tableau 3: Pressions - VS2C 3/4''</b> .....	31
<b>Tableau 4: <i>Configuration de chargement</i></b> : .....	32
<b>Tableau 5: Identification du matériau</b> : .....	33
<b>Tableau 6: Interaction global</b> .....	35
<b>Tableau 7: Forces de réaction</b> .....	36
<b>Tableau 8: Moments de réaction</b> .....	36
<b>Tableau 9: Dérivant résultat de la simulation cordon de soudure.</b> .....	45
<b>Tableau 10: Les valeurs du facteur de corrélation.</b> .....	48

## SOMMAIRE :

REMERCIEMENT

DIDICAS

Abréviations

Liste des Figures

Liste des planches

Liste des symboles

Liste des Tableaux

I.	INTRODUCTION ET GENERALITES SUR LES RETOURNEURS DE PALOX EXISTANTS :.....	2
I.1.	INTRODUCTION ET GENERALITES :.....	2
I.2.	HISTORIQUE DES RETOURNEURS DE PALOX :.....	4
I.3.	MACHINES ET OUTILS AGRICOLES NOVATEURS :.....	5
I.4.	UN CHARIOT ELEVATEUR :.....	7
I.4.1.	DEFINITION :.....	7
I.4.2.	UTILISATIONS COURANTES :.....	8
I.4.3.	DESCRIPTION TECHNIQUE :.....	9
I.5.	RETOURNEUR DE PALOX :.....	11
I.5.1.	DEFINITION DES RETOURNEURS DE PALOX :.....	11
I.5.2.	IMPORTANCE DE LA CONCEPTION ET DU DEVELOPPEMENT :.....	12
I.5.3.	IMPORTANCE DE PALOX TURNING DANS L'INDUSTRIE :.....	12
I.5.4.	EVOLUTION DES RETOURNEURS DE PALOX DANS LE TEMPS :.....	13
I.5.5.	IMPORTANCE DE LA CONCEPTION ET DU DEVELOPPEMENT :.....	14
I.5.6.	CONCEPTION D'UN RETOURNEUR DE PALOX :.....	15
I.5.7.	UTILISATIONS COURANTES DES RETOURNEURS DE PALOX :.....	16
I.5.8.	UTILISATION DES RETOURNEURS DE PALOX DANS L'AGRICULTURE : .	16
I.5.9.	AVANTAGES ET INCONVENIENTS DES RETOURNEURS DE PALOX : .....	17
I.5.10.	FONCTIONNEMENT DES RETOURNEURS DE PALOX :.....	18
I.5.11.	MESURES DE SECURITE POUR PALOX TURNING :.....	19

I.5.12.	TYPES DE RETOURNEUR DE PALOX :	20
I.5.12.1.	RETOURNEUR DE PALOX MANUEL :	20
I.5.12.2.	RETOURNEUR DE PALOX ELECTRIQUE :	21
I.5.12.3.	RETOURNEUR DE PALOX HYDRAULIQUE :	21
I.5.12.4.	RETOURNEUR DE PALOX PNEUMATIQUE :	21
I.6.	PALOX :	21
I.6.1.	DEFINITION :	21
I.6.2.	TYPE DE PALOX :	22
I.7.	DEFINITION ET CARACTERISATION DU MODEL AVEC ROTATIONJUSQUE A 120° :	23
I.7.1.	DEFINITION DU MODELE ET CONCEPTS CLES :	23
I.7.2.	CARACTERISATION DU MODELE :	23
I.7.3.	LES ATTENTES VIS A VIS DU PRODUIT AROTATION A 120° :	24
I.7.4.	LES TROIS POINTS FORT :	24
I.7.5.	L'AMELIORATION DE LA PRODUCTIVITE :	24
II.	VERIN :	24
II.1.	INTRODUCTION :	24
II.2.	DEFINITION :	24
II.3.	VERIN SIMPLE EFFET :	24
II.4.	VERIN DOUBLE EFFET:	25
II.5.	FONCTIONNEMENT :	25
II.6.	CONSTITUTION DES VERINS SIMPLE ET DOUBLE EFFET :	26
II.7.	CARACTERISTIQUES D'UN VERIN A DOUBLE EFFET :	27
II.7.1.	COMPOSITION :	28
II.8.	CLAPET :	28
II.8.1.	FONCTION :	29
II.8.2.	CARACTERISTIQUES TECHNIQUES D'VALVE DE SEQUENCE A ACTION DIRECTE	29
III.	SIMULATION SOUS SOLIDWORKS :	31
III.1.	PRESENTATION DE SOLIDWORKS SIMULATION :	31
III.2.	ANALYSE STATIQUE :	32
III.2.1.	CONDITION AUX LIMITES :	32

III.2.2. DONNEES DU MATERIAU : .....	33
III.3. SIMULATION : .....	34
III.3.1. RESULTAT DES EXPERIENCES : .....	36
• FORCES RESULTANTES .....	36
III.3.2. CONTRAINTES : .....	36
CONCLUSION : .....	39
III.3.3. DEPLACEMENT (FLEXION) : .....	40
III.3.4. DEFORMATION : .....	42
III.3.5. LES MOMENT : .....	43
CONCLUSION : .....	44
III.4. ANALYSE DE L'ARBRE DE ROTATION : .....	45
III.4.1. ETUDE STATIQUE CONNECTEUR DE TYPE CORDON DE SOUDURE AVEC SIMULATION SOLIDWORKS: .....	45
CONCLUSION : .....	49
CONCLUSION GENERALE : .....	48

## *Introduction Générale*

## **INTRODUCTION GENERALE :**

Au cours de la dernière décennie, la fabrication de robots était restreinte à des types qui réalisaient des tâches simples. Cependant, avec les avancées rapides de la science et de la technologie robotique, étant donné leurs capacités et leurs compétences élevées, la plupart des usines des pays développés ont tendance à substituer la main-d'œuvre et les travailleurs qualifiés par des robots. Étant donné que ces robots sophistiqués cherchent à diminuer les dépenses et à améliorer les résultats, ils accomplissent leurs tâches avec une précision et une rapidité supérieures à celles des êtres humains, sans subir de salaire, de fatigue, d'ennui, d'absence de travail ou d'autres excuses et plaintes qui les accompagnent. Travail de l'homme.

Ces avancées technologiques ont permis aux agriculteurs du monde entier de cultiver leurs terres de manière plus efficace et plus efficiente que jamais. L'utilisation de machines agricoles adaptées peut permettre de gérer avec un succès sans précédent une parcelle de terre, même minuscule.

L'objectif de ce projet, qui consiste à utiliser des retourneurs de palox ; qui aide à augmenter votre productivité et de limitent considérablement le temps d'immobilisation lors du déversement de charge.

- ✓ Pour atteindre cet objectif, nous avons organisé notre travail en cinq chapitres ; après une introduction générale sur le sujet. Vient le chapitre 1 ce chapitre se focalise sur « Introduction et généralités sur les retourneurs de palox existants ; et définition et caractérisation du model avec rotation jusque à 120° »
- ✓ Le second chapitre traite l'étude des Vérin ; et des Clapet anti retour.
- ✓ Le troisième chapitre consiste à la conception du retourneur de palox à l'aide d'un outil de CAO ; avec c'est plan de fabrication.
- ✓ Le quatrième chapitre nommé « Etudes fonctionnalités du retourneur de palox; analyse des différents résultats.

En fin, au terme de ce travail, une conclusion générale couronne cette étude, appuyés par des perspectives du projet sur le plan industriel.

***CHAPITRE I : généralités sur les  
retourneurs de palox***

## **I. Introduction et généralités sur les retourneurs de palox existants :**

### **I.1. Introduction et généralités :**

L'agriculture a une importance économique importante en Algérie, bien qu'elle soit l'une des premières activités hors hydrocarbures elle est essentielle pour assurer la sécurité alimentaire du pays. La population rurale représente environ 13,8 millions de personnes, dont 3,5 millions d'actifs agricoles [01]. C'est pourquoi le gouvernement consacre une enveloppe budgétaire importante au soutien de l'agriculture et de l'agroalimentaire.

La production des machines et équipement agricole est primordiale pour une relance efficace de ce secteur névralgique de l'économie.

L'étude des liaisons entre le secteur industriel et agricole et des effets qu'elles exercent sur le croissant économique a été au centre du débat théorique depuis longtemps, Cette croissance est mise en condition par l'existence d'une industrie moderne et d'une agriculture à rendement élevé, ce qui implique un flux continu de ressources de l'industrie vers l'agriculture et inversement.

Depuis 1967, l'Algérie a fait de la réforme des secteurs, industriel et agricole une priorité, Il s'agit, en fait du modèle d'intégration industrie-agriculture ayant pour finalité l'industrialisation de l'économie et la transformation des structures agraires.

L'objectif principal de cette étude est d'analyser de manière détaillée et complète l'utilisation en profondeur des retourneurs de palox dans le vaste domaine agro-alimentaire. Notre objectif est de parvenir à une compréhension approfondie et complète des multiples avantages, ainsi que des inconvénients et des limites qui peuvent découler de l'utilisation de ces équipements innovants et indispensables. De plus, nous tenterons d'identifier les tendances actuelles et émergentes dans le secteur de manière détaillée, afin de fournir aux acteurs clés de l'industrie agro-alimentaire des informations précieuses, pointues, qui leur permettront de prendre des décisions éclairées, stratégiques et extrêmement judicieuses concernant l'utilisation optimale, la maintenance adéquate et les améliorations nécessaires de ces dispositifs sophistiqués. Grâce à cette étude approfondie complète et très détaillée, nous espérons pouvoir renforcer et consolider de manière significative la position de l'industrie agro-alimentaire. Ce faisant, nous nous engageons à fournir un contenu expansionniste suffisamment large pour permettre une analyse poussée et exhaustive adaptée à toutes les

parties prenantes impliquées dans le secteur de manière à ce qu'ils puissent bénéficier pleinement des informations portées par notre étude de grande importance.

➤ **Liste des matériels utilisables :**

Famille d'outils de déchaumage	Photo de l'outil	Type de travail
Herse de déchaumage		superficiel 1-2 cm
Bêches roulantes		superficiel 3-4 cm
Vibro-déchaumeur		superficiel 3-4 cm
Déchaumeur à disques indépendants		superficiel 3-4 cm
Croquer crop + rouleau		superficiel 4-5 cm
		profond 8-10 cm
Cultivateur à 2 rangées de dents rigides avec disques de nivellement (néo-déchaumeur)		superficiel 4-5 cm
		profond 8-10 cm

**Figure 1 : Machine agricole**

Les retourneurs de palox, également connus sous le nom de dispositifs de rotation de conteneurs, sont des équipements essentiels largement utilisés dans le domaine de la manutention pour le retournement des palox.

Les palox, des conteneurs en bois ou en plastique spécialement conçus pour le stockage des fruits et légumes, peuvent être facilement basculés de 180 degrés grâce à ces retourneurs de palox. Cette fonctionnalité facilite grandement le chargement et le déchargement des palox, améliorant ainsi l'efficacité et la productivité des opérations de manutention. Les retourneurs de palox existent dans une variété de modèles, offrant aux utilisateurs une diversité d'options pour répondre à leurs besoins spécifiques.

Certains retourneurs de palox sont conçus pour être utilisés manuellement, permettant ainsi aux opérateurs de contrôler le retournement des conteneurs en ajustant la force et la vitesse. D'autres sont équipés de systèmes motorisés pour une rotation automatique, offrant une solution pratique et efficace pour les opérations de grande envergure. L'utilisation des retourneurs de palox s'étend à divers secteurs d'activité, où ils se révèlent être des outils indispensables. Dans le domaine de l'agriculture, par exemple, ces équipements sont utilisés pour manipuler les palox contenant les récoltes de fruits et légumes. Grâce à la rotation facilitée, les travailleurs peuvent charger et décharger les palox plus rapidement et avec moins d'effort physique. De même, l'industrie alimentaire bénéficie également des avantages offerts par les retourneurs de palox. En transformant les matières premières, tels que les légumes coupés ou les fruits préparés, les conteneurs peuvent être retournés pour faciliter les opérations de mélange ou de transformation des produits.

Cela permet d'optimiser le flux de travail et d'assurer une production plus efficace dans les usines et les cuisines industrielles. Les retourneurs de palox jouent également un rôle important dans le domaine de la logistique. Ils sont utilisés lors du chargement et du déchargement des conteneurs dans les entrepôts et les plateformes de distribution. Grâce à leur capacité à retourner les palox, ces équipements permettent de maximiser l'espace de stockage et de garantir une manipulation sûre et précise des produits. En résumé, les retourneurs de palox sont des équipements polyvalents et performants qui facilitent le retournement des conteneurs de fruits et légumes. Qu'ils soient utilisés manuellement ou motorisés, ces dispositifs offrent de nombreux avantages dans différents secteurs tels que l'agriculture, l'industrie alimentaire et la logistique. Grâce à leur utilisation, les opérations de manutention sont optimisées, ce qui entraîne une plus grande efficacité et une productivité accrue. [02]

## **I.2. Historique des retourneurs de palox :**

Les retourneurs de palox ont été développés pour répondre aux besoins croissants de l'industrie agricole et alimentaire en matière de manutention des palox. Leur conception et leur utilisation remontent aux années 1960, avec les premières machines manuelles. Au fil des années, des améliorations considérables ont été apportées pour rendre les retourneurs de palox encore plus efficaces, sûrs et parfaitement adaptés à différents types de palox. Dans les années 1990, les premiers retourneurs de palox motorisés innovants ont été introduits sur le marché, offrant une automatisation accrue des opérations de basculement. Grâce à ces avancées

technologiques, les retourneurs de palox d'aujourd'hui sont dotés de fonctionnalités avancées et intègrent des technologies de pointe pour répondre de manière optimale et précise aux exigences spécifiques des utilisateurs. Ces technologies avancées permettent aux retourneurs de palox de s'adapter rapidement et efficacement aux demandes complexes de l'industrie.

En assurant une manipulation sécurisée et ergonomique des palox, les retourneurs de palox contribuent à une productivité accrue et à une réduction des risques de blessures et de dommages matériels. Conçus pour optimiser le temps et les ressources, les retourneurs de palox sont devenus des équipements incontournables dans l'industrie agricole et alimentaire moderne. Avec une gamme de modèles disponibles sur le marché, il est possible de trouver le retourneur de palox qui répond parfaitement aux besoins spécifiques de chaque opération de manutention des palox. Que ce soit pour des petites exploitations agricoles ou de grandes installations alimentaires, les retourneurs de palox offrent une solution fiable et efficace pour améliorer l'efficacité et la sécurité des opérations de manutention des palox.[03] [04] [05]

### I.3. Machines et outils agricoles novateurs :



**Figure 2:Chariot élévateur avec un vide palox**

La robotisation s'introduit désormais dans les champs et les élevages, ce qui provoque un grand bouleversement dans le monde des machines agricoles. La robotisation des outils utilisés en agriculture a pour but de faire progresser les performances des modes de production mais également le stockage de l'énergie. L'objectif est de concilier économie et

écologie. Les agriculteurs veulent d'autant plus progresser vers des techniques sans labour et le semis direct. Par conséquent, l'apparition des matériels comme les charrues déchaumeuses, semoirs combinés ou encore semoirs de semis directs a permis de faire développer la pratique du travail du sol. De plus, des méthodes qui permettent de diminuer la pulvérisation chimique existent. Elles s'appuient sur des matériels spécifiques. Les agriculteurs peuvent alors aujourd'hui désherber autrement. Ils peuvent adopter le désherbage mécanique ou le désherbage mixte qui combine la pulvérisation sur le rang et binage dans l'inter-rang. Il y a aussi le désherbage préventif qui utilise un dispositif à ajouter sur les grilles des moissonneuses batteuses. Les innovations apportées aux outils agricoles sont nombreuses. Pour désherber par exemple entre les rangs et entre les plants, les agriculteurs peuvent recourir à l'utilisation d'une bineuse.

En agriculture, l'innovation joue un rôle crucial pour améliorer la productivité, réduire l'impact environnemental et faciliter le travail des agriculteurs. Voici quelques exemples d'outils et de machines agricoles novateurs qui contribuent à cette évolution :

❖ **Robotisation :**

- Les robots agricoles, autrefois issus de la science-fiction, sont désormais présents dans les champs et les élevages.
- La robotique et la cobotique transforment le monde des machines agricoles.
- Ces solutions pratiques concilient économie et écologie en exploitant les avancées continues dans la production et le stockage de l'énergie.

❖ **Techniques sans labour et semis direct :**

- Les charrues déchaumeuses, les cultivateurs et les semoirs de semis directs préservent davantage les mécanismes biologiques et chimiques du sol par rapport au labour profond classique.
- Ces pratiques du travail du sol sont plus respectueuses de l'environnement.

❖ **Désherbage alternatif :**

- Pour réduire la pulvérisation chimique, des méthodes alternatives existent.
- Le désherbage mécanique est privilégié en agriculture biologique, tandis que le désherbage mixte combine pulvérisation sur le rang et binage dans l'inter-rang.
- Le désherbage préventif piège les adventices avec la menue paille à la sortie des moissonneuses-batteuses.

**❖ Agriculture de précision :**

- L'optimisation de la collecte des données, leur traitement et les flux d'informations dans les exploitations agricoles connectées (Big Data, gestion du parc de machines, etc.) est essentielle.
- Les véhicules du futur (tracteurs, drones, robots) connectés en réseau créent des systèmes intelligents et autonomes.
- La sécurité et le confort de l'agriculteur sont maximisés tout en améliorant l'efficacité de la production.

En somme, l'agriculture évolue grâce à ces outils novateurs, et les agriculteurs s'adaptent pour préserver l'environnement tout en augmentant leur productivité

**I.4. Un chariot élévateur :****I.4.1. Définition :**

La définition d'un chariot élévateur est un équipement de manutention qui se compose d'un châssis, d'un système de levage et d'un ensemble de fourches réglables ou d'un autre dispositif de saisie de charges. Il est généralement alimenté par un moteur électrique ou thermique et dispos d'un système hydraulique pour permettre la levée et la descente des charges. Les chariots élévateurs peuvent être utilisés aussi bien en intérieur qu'en extérieur et sont disponibles dans différents modèles et capacités en fonction des besoins spécifiques de chaque tâche de levage.



**Figure 3:Chariot élévateur.**

#### **I.4.2. Utilisations courantes :**

Les chariots élévateurs sont largement utilisés dans de nombreux secteurs d'activité tels que la logistique, la construction, l'industrie manufacturière et le commerce de détail. Ils sont utilisés pour déplacer et empiler des palettes de marchandises dans les entrepôts, charger et décharger des camions, transférer des matériaux sur les chantiers de construction, et bien plus encore. Grâce à leur polyvalence et à leur capacité de levage, les chariots élévateurs jouent un rôle essentiel dans l'optimisation des opérations de manutention et contribuent à améliorer l'efficacité et la productivité des tâches quotidiennes. [06] [07] [08]

### I.4.3. Description technique :



**Figure 4: Nomenclature d'un chariot élévateur**

Les chariots élévateurs sont composés de nombreux éléments et accessoires qui lui sont propres.

Il est important de comprendre la terminologie et signification des composants du chariot élévateur notamment pour les collaborateurs amenés à l'utiliser que ce soit pour effectuer des opérations de manutention ou des entretiens.

Nous allons vous présenter les principales caractéristiques qui composent un chariot élévateur.

1. **Le mât :** il permet de soulever, d'abaisser ou d'incliner des charges. Majoritairement, le mât est situé à l'avant du chariot élévateur. Il existe différents types de mât : simplex (une paire d'échelle), duplex (deux paires d'échelle), triplex (trois paires d'échelle) et quadruplex (quatre paires d'échelle). Le choix entre ces différents mâts s'effectue notamment en fonction de la hauteur d'élévation maximale souhaitée, la hauteur de passage de porte la plus basse, la hauteur de levée libre ...

2. **Fourches :** elles permettent de manutentionner une charge. Il existe différents modèles de fourches qui varient en fonction de leurs dimensions et capacités. Vous pouvez y ajouter des rallonges de fourches permettant ainsi le transport de charges plus encombrantes.

3. **Le tablier porte charge** : il est situé à l'avant du mât du chariot élévateur. Il supporte les fourches ainsi que les accessoires pouvant y être attelés (éperon, écarteur de fourches). Si le tablier porte-charge est équipé d'un translateur (TDL), il peut se déplacer sur la gauche ou la droite.

4. **Pneus** : les chariots ont besoin de pneus pour rouler cependant le nombre et le type de pneus peuvent varier. Il existe les pneus pleins souples (PPS), increvables, permettant de se déplacer en intérieur et extérieur. Dans la même gamme, vous pouvez retrouver les PPS no marking, pour ne laisser aucune trace sur le sol lors des utilisations en intérieur. Les pneus à bandage conçus pour résister à l'usure sont idéals pour la manutention en intérieur, sur des surfaces plates et lisses et pour le transport de charges importantes. Enfin, il existe les pneus gonflables. Par ailleurs, le chariot élévateur peut avoir 3 ou 4 pneus variant en fonction de sa capacité de charge.

5. **Le moteur** : il existe différentes énergies, électriques (à batterie) ou thermiques (gaz ou diesel).

6. **Roues** : Il faut distinguer deux types de roues. Les roues motrices qui vont recevoir la puissance du moteur pour la restituer au chariot élévateur afin de lui permettre de se déplacer. Les roues directrices, situées à l'arrière des matériels de manutention permettent de manœuvrer plus facilement le chariot.

7. **Vérins d'élévation** : ils sont hydrauliques et permettent de soulever ou d'abaisser des charges. Il existe des vérins à simple effet (ils ne travaillent que dans un sens) et à double effet (ils ont deux directions de travail, la pression est appliquée de chaque côté du piston)

8. **Vérins d'inclinaison** : ils servent à incliner les fourches du chariot élévateur de façon à sécuriser le maintien de la charge contre le tablier lorsque le chariot est en état de fonctionnement

9. **Contrepoids** : situé à l'arrière, il assure la stabilité du chariot lors de la levée d'une charge permettant ainsi d'éviter son basculement. Le contrepoids installé sur le chariot est en corrélation avec la capacité de charge de celui-ci. Sur les chariots électriques, les batteries vont-elles mêmes servir de contrepoids.

10. **Plaque de charge** : elle mentionne les caractéristiques liées aux capacités résiduelles du matériel, sa hauteur d'élévation, sa capacité de charges et ses accessoires. Ces indications vont permettre à l'opérateur d'utiliser la machine adéquate en fonction de l'opération à effectuer.

11. **Cabine de l'opérateur** : depuis sa cabine, l'opérateur contrôle l'ensemble des mouvements du chariot élévateur. A l'intérieur figure le volant, les pédales de marche avant, arrière et frein, les boutons de commandes etc. Il existe différents modèles de cabine : complète avec des portes ou semi-complète sans porte pour l'utilisateur.

12. **Siège** : les chariots élévateurs à conducteur porté assis sont tous équipés d'un siège cariste. Il existe un large choix de sièges, par exemple à suspension mécanique ou pneumatique, revêtement en tissus ou en PVC, avec ou sans accoudoir etc.

13. **Volant** : il permet à l'opérateur de contrôler les roues directrices du chariot et ainsi de le manœuvrer.

14. **Toit de protection** : il assure la sécurité du cariste en le protégeant en cas de chute d'objets ou de charges sur la cabine.

## **I.5. Retourneur de palox :**

### **I.5.1. Définition des retourneurs de palox :**

Les retourneurs de palox sont des équipements spécialement conçus pour effectuer le retournement de palox. Ils sont utilisés dans l'industrie pour faciliter le chargement et le déchargement des produits stockés dans ces conteneurs. Les retourneurs de palox sont équipés de dispositifs mécaniques et/ou hydrauliques qui permettent de saisir les palox et de les retourner en position inversée. Cette opération permet un accès plus facile aux produits et facilite le processus de tri, de déchargement ou de remplissage des palox. Ces machines sont essentielles dans de nombreux secteurs industriels où le transport et le stockage de produits en vrac sont courants. [09] [10] [11]



**Figure 5: Retourneur de palox.**

### **I.5.2. Importance de la conception et du développement :**

La conception et le développement du retourneur de palox revêtent une grande importance cruciale dans le secteur agricole. Un retourneur de palox bien conçu et extrêmement efficace permet d'optimiser les opérations de manutention des palox, ce qui se traduit par des gains de temps considérables et une réduction significative des efforts physiques imposés aux travailleurs. De plus, il garantit la sécurité lors du chargement et du déchargement des palox en minimisant au maximum les risques de blessures potentielles. Il est impératif que la conception du retourneur de palox prenne en compte les contraintes inhérentes à l'environnement agricole, telles que la résistance infaillible aux conditions climatiques les plus rudes et aux chocs les plus violents, ainsi que les exigences de performance et de durabilité les plus rigoureuses. Le développement d'un prototype fonctionnel avancé permettra de tester minutieusement et d'ajuster de manière optimale le retourneur de palox avant sa mise en production, afin de garantir sans le moindre doute son bon fonctionnement continu et sa fiabilité absolue. Grâce à ces avancées indéniables, le retourneur de palox révolutionnera de manière notable les opérations agricoles et contribuera de façon conséquente à l'efficacité globale et à la productivité exceptionnelle de l'industrie. [12][13][14]

### **I.5.3. Importance de Palox Turning dans l'industrie :**

La rotation Palox joue un rôle crucial dans la révolution de l'industrie moderne. Son importance ne saurait être surestimée. Dans l'industrie, la rotation à palox a gagné une importance considérable par rapport à la Rotation traditionnelle, car les industries s'efforcent de plus de productivité, d'efficacité coûteuse et d'une précision élevée. Les pièces sont

fabriquées à l'aide de machines de commande numérique par ordinateur (CNC), qui sont plus efficaces et plus précises pour produire des pièces identiques en moins de temps que les machines à commande manuelle. En outre, un niveau plus élevé d'intervention humaine est nécessaire dans le tournage traditionnel, où une personne doit employer une plus grande compétence pour produire des pièces, mais avec une productivité plus faible et un coût supérieur, comme le montre la figure suivante en comparant le temps de cycle et le coût unitaire entre le tournage à palox et la tour traditionnelle. Toutefois, cela ne signifie pas que la rotation traditionnelle n'est plus utilisée. En fait, la rotation traditionnelle est encore largement utilisée aujourd'hui, en particulier pour la production à petite échelle ou les emplois d'un seul coup, où le coût de la mise en place d'une machine de rotation à palox ne peut être justifié. Néanmoins, la croissance constante de la rotation du palox sur le marché est inévitable. De plus, avec l'avancée de la technologie, la capacité de rotation en palox ne cesse d'augmenter. Cela permettra d'élargir davantage les domaines d'application de la rotation à palox et d'éliminer progressivement à long terme les rotations traditionnelles. On s'attend à ce qu'un tourneur à palox doit non seulement maîtriser les compétences de mise en place d'une machine CNC et les connaissances dans son fonctionnement, mais aussi avoir une bonne exposition à la conception moderne de la fabrication, tels que les matériaux, les données et les communications réseau dans l'environnement CIM (computer integrated manufacturing). L'importance de la connaissance palliative a été bien reconnue par les industriels et la société académique. De nos jours, le retourneur de palox n'est pas seulement enseigné dans les universités ou les instituts techniques, mais il est devenu une compétence essentielle requise par les métiers et les industries. Le développement de l'ingénierie et du design modernes se dirige vers des technologies de fabrication avancées, telles que la fabrication additive, qui créent les produits en ajoutant successivement les matériaux, et l'ingénierie assistée par ordinateur. En comprenant les théories et les principes de travail dans la formation d'un tournevis à palox, il ouvrira certainement la voie pour les étudiants à explorer un niveau supérieur d'évolution de l'ingénierie à l'avenir. [15] [16]

#### **I.5.4. Évolution des retourneurs de palox dans le temps :**

La conception des retourneurs de caisses palettes a évolué au fil du temps afin d'accroître la productivité et la sécurité. L'utilisation de systèmes hydrauliques est devenue plus courante, ce qui permet un mouvement plus précis et plus efficace de la caisse-palette. La conception des retourneurs est également devenue plus polyvalente, avec des options de

rotation à 180° et 360°, ainsi que la possibilité de manipuler des caisses palettes de tailles et de poids différents.

En outre, des dispositifs de sécurité tels que des enceintes grillagées et des rideaux de levage automatiques ont été ajoutés pour protéger les opérateurs pendant l'utilisation. L'utilisation d'automates programmables s'est également généralisée, ce qui permet un contrôle plus précis des mouvements du retourneur.

En outre, la conception des retourneurs de caisses palettes a également évolué pour s'adapter à l'utilisation de différents types de matériaux pour les caisses palettes, tels que le plastique et le métal, en plus des caisses palettes traditionnelles en bois. Cela a conduit à la mise au point de retourneurs spécialisés capables de manipuler ces différents matériaux, tels que ceux dotés de têtes rétractables pour la manipulation des caisses palettes en plastique.

### **I.5.5. Importance de la conception et du développement :**

La conception et le développement du retourneur de palox revêtent une grande importance cruciale dans le secteur agricole. Un retourneur de palox bien conçu et extrêmement efficace permet d'optimiser les opérations de manutention des palox, ce qui se traduit par des gains de temps considérables et une réduction significative des efforts physiques imposés aux travailleurs. De plus, il garantit la sécurité lors du chargement et du déchargement des palox en minimisant au maximum les risques de blessures potentielles. Il est impératif que la conception du retourneur de palox prenne en compte les contraintes inhérentes à l'environnement agricole, telles que la résistance infaillible aux conditions climatiques les plus rudes et aux chocs les plus violents, ainsi que les exigences de performance et de durabilité les plus rigoureuses. Le développement d'un prototype fonctionnel avancé permettra de tester minutieusement et d'ajuster de manière optimale le retourneur de palox avant sa mise en production, afin de garantir sans le moindre doute son bon fonctionnement continu et sa fiabilité absolue. Grâce à ces avancées indéniables, le retourneur de palox révolutionnera de manière notable les opérations agricoles et contribuera de façon conséquente à l'efficacité globale et à la productivité exceptionnelle de l'industrie.

[12] [13] [17]

### **I.5.6. Conception d'un retourneur de palox :**

La conception d'un retourneur de palox dépend de plusieurs facteurs, notamment les dimensions du palox, la capacité de charge, la source d'alimentation, la méthode de basculement, les options de sécurité et la productivité. Les retourneurs de palox sont conçus en fonction des dimensions du palox, qui peuvent varier de 1,20m à 2,00m de largeur.

Le palox est placé dans un logement prévu pour cela à l'aide d'un chariot élévateur. Le plancher support du palox se relève et plaque celui-ci sur la paroi supérieure. Le basculement se fait autour du coin haut du palox, environ 130°. Les deux mouvements sont synchronisés par une valve des équence. La capacité de charge du retourneur de palox doit être adaptée à la charge à déverser, elle peut varier de 1000 kg à 4000 kg. La source d'alimentation du retourneur de palox doit être munie d'une mini centrale hydraulique fonctionnant avec du courant triphasé 380V. Les commandes doivent être manuelles, deux vannes hydrauliques plus un bouton poussoir situés sur le côté du retourneur permettent la mise en route de lamine centrale. Pour des raisons de sécurité, le basculeur doit être dans une enceinte grillagée, sur la face avant (zone de chargement) un rideau se lève automatiquement lors du basculement. En option, un tapis à bande lisse largeur 500 mm en sortie du palox permet de diriger l'ail sur le côté du basculeur. Le retourneur de palox doit permettre d'augmenter la productivité et de limiter considérablement le temps d'immobilisation lors du déversement de charges. Il doit être facile à entretenir et à réparer en cas de panne. Le coût du retourneur de palox doit être adapté au budget de l'utilisateur.

Il existe également des retourneurs de palox 360° qui permettent une rotation à 360°, ce qui permet de déverser les charges dans toutes les directions. Ils sont disponibles en différentes tailles et capacités décharge. Les retourneurs de palox avec têtes rotatives sont équipés de têtes rotatives pour une manipulation plus facile des charges. Ils sont disponibles en différentes tailles et capacités de charge. En résumé, la conception d'un retourneur de palox doit prendre en compte les dimensions du palox, la capacité de charge, la source d'alimentation, la méthode de basculement, les options de sécurité et la productivité. Il existe différents types de retourneur de palox, tels que les retourneurs de palox standard, les retourneurs de palox pour chariot télescopique, les retourneurs de palox 360° et les retourneurs de palox avec têtes rotatives.

### **I.5.7. Utilisations courantes des retourneurs de palox :**

Les retourneurs de palox sont largement utilisés dans plusieurs secteurs de l'industrie, et leur importance ne peut être surestimée. En effet, ils sont essentiels dans de nombreuses exploitations agricoles, où ils facilitent le vidage des palox contenant une variété de fruits, légumes et autres produits agricoles. Grâce à leur fonctionnalité pratique, ils permettent aux agriculteurs de gérer efficacement leur récolte et de maximiser leur rendement. De plus, ces retourneurs de palox jouent un rôle crucial dans les entrepôts de stockage. Ils sont utilisés pour simplifier le processus de déchargement des palox remplis de marchandises. En un rien de temps, ces machines astucieuses retournent les palox, permettant ainsi une manipulation plus facile et une optimisation de l'espace de stockage. Mais ce n'est pas tout, ces machines fiables sont également indispensables dans les centres de distribution alimentaire. Là, elles sont utilisées pour gérer efficacement les palox lors de leur réception et de leur expédition. Grâce à leur grande polyvalence, elles s'adaptent à différents types de palox, assurant ainsi un processus fluide et efficace du début à la fin. En résumé, les retourneurs de palox sont des équipements indispensables dans divers domaines industriels. Leur rôle dans les exploitations agricoles, les entrepôts de stockage et les centres de distribution alimentaire est tout simplement inestimable. Utilisés pour faciliter le vidage, le déchargement et la gestion des palox, ces machines permettent d'optimiser les processus et d'assurer une productivité accrue. Sans eux, l'industrie agroalimentaire ne serait pas aussi performante et efficace qu'elle l'est aujourd'hui. [17] [18] [19]

### **I.5.8. Utilisation des retourneurs de palox dans l'agriculture :**

Les retourneurs de palox jouent un rôle extrêmement crucial dans l'agriculture moderne d'aujourd'hui. Ils sont essentiels pour manipuler les palox à différentes étapes de la chaîne d'approvisionnement agricole, allant de la récolte à la distribution. Ces équipements permettent un chargement extrêmement efficace des produits dans les palox, leur rotation habile pour faciliter un accès plus aisé aux produits à l'intérieur, et enfin, un déchargement sans aucun risque d'endommagement des précieux produits. Ces outils sont véritablement des indispensables pour les exploitations agricoles de grande envergure qui traitent des volumes prodigieux de produits. Grâce à l'utilisation de ces retourneurs de palox, les agriculteurs peuvent non seulement économiser un temps considérable, mais également diminuer de façon significative les probabilités d'accident ou de blessure liés à la manipulation manuelle, tout en préservant la qualité remarquable de leurs produits de première qualité. [20] [21] [11]

### **I.5.9. Avantages et inconvénients des retourneurs de palox :**

Les retourneurs de palox offrent plusieurs avantages considérables aux agriculteurs. Non seulement ils permettent un chargement et un déchargement rapides des palox, ce qui réduit considérablement les temps d'arrêt et augmente de manière significative la productivité, mais ils contribuent également à la santé et à la sécurité des travailleurs en réduisant les risques de blessures liées à la manipulation manuelle de charges lourdes. De plus, ces appareils innovants jouent un rôle crucial dans la préservation de la qualité des produits en évitant tout dommage potentiel lors de la manipulation. Cependant, il est important de tenir compte de certains inconvénients. Certains modèles de retourneur de palox peuvent être assez coûteux à l'achat et à l'entretien, ce qui peut représenter un investissement considérable pour les agriculteurs. De plus, une formation adéquate est nécessaire pour utiliser ces équipements en toute sécurité et pour en maximiser pleinement l'efficacité. Bien que ces inconvénients puissent sembler décourageants, les avantages indéniables des retourneurs de palox en termes de gain de temps, de réduction des risques pour les travailleurs et de préservation de la qualité en font des outils essentiels pour de nombreuses exploitations agricoles modernes. Dans le monde agricole d'aujourd'hui, où l'efficacité et la sécurité sont primordiales, les retourneurs de palox sont devenus des alliés précieux pour les agriculteurs. Grâce à leur capacité à accélérer les processus de chargement et de déchargement, ils permettent aux agriculteurs de gagner un temps précieux, qu'ils peuvent consacrer à d'autres tâches importantes de leur exploitation. De plus, en évitant les manipulations manuelles de charges lourdes, ces dispositifs réduisent les risques de blessures potentielles pour les travailleurs, ce qui contribue à maintenir un environnement de travail sûr et sain. Un autre avantage majeur des retourneurs de palox est leur capacité à préserver la qualité des produits tout au long du processus de manipulation. Grâce à leur conception sophistiquée et à leur mécanisme de retournement précis, ils évitent tout dommage potentiel aux fruits, légumes ou autres produits stockés dans les palox. Cela garantit non seulement la satisfaction des clients finaux, mais contribue également à maximiser les profits des agriculteurs en minimisant les pertes liées aux produits endommagés. Malgré les inconvénients potentiels, les avantages indiscutables des retourneurs de palox en font un choix judicieux pour les agriculteurs soucieux de l'efficacité, de la sécurité et de la qualité. Grâce à ces équipements innovants, les agriculteurs peuvent améliorer considérablement leurs opérations quotidiennes, augmenter leur productivité et préserver la valeur de leurs produits. Ainsi, que ce soit pour les petites exploitations familiales ou pour les

grandes exploitations commerciales, les retourneurs de palox sont devenu un élément essentiel de la réussite agricole moderne. [22] [12] [11]

### **I.5.10.      Fonctionnement des retourneurs de palox :**

Les retourneurs de palox fonctionnent grâce à un système de levage et de basculement extrêmement sophistiqué. Ils sont équipés d'un bras mécanique puissant qui saisit délicatement le palox et le soulève jusqu'à une position verticale absolument parfaite. Ensuite, le palox est basculé avec une précision chirurgicale à l'envers afin de vider son contenu de manière incroyablement efficace et sans le moindre déchet. Certains retourneurs de palox sont même dotés de technologies de pointe qui leur permettent de détecter automatiquement le type de contenu du palox et d'adapter leur méthode de basculement en conséquence, assurant ainsi un processus optimal à chaque fois. La véritable prouesse technologique se trouve dans la gamme de retourneur de palox entièrement automatisés. Ces machines révolutionnaires sont capables d'accomplir chaque étape du processus de manière totalement autonome, sans aucune intervention humaine requise.

Elles sont équipées de capteurs avancés qui analysent et interprètent les données provenant du palox, garantissant ainsi un contrôle total et une performance exceptionnelle à chaque instant. De plus, ces retourneurs de palox automatisés sont dotés de fonctionnalités intelligentes qui leur permettent de s'adapter aux différentes conditions de travail, assurant ainsi une flexibilité et une efficacité maximales. Cependant, il est important de souligner que certains retourneurs de palox nécessitent toujours l'intervention précieuse et inégalable d'un opérateur qualifié. Ces professionnels compétents sont responsables de surveiller le processus de retourna et de s'assurer que chaque étape est réalisée correctement. Leur expertise et leur connaissance approfondie permettent d'optimiser davantage les performances de ces machines, garantissant ainsi un rendement inégalé.

Outre leurs performances exceptionnelles, les retourneurs de palox sont également conçus avec la sécurité des utilisateurs à l'esprit. Chaque machine est équipée de dispositifs de sécurité de pointe qui garantissent une protection maximale pour les opérateurs pendant leur utilisation. Des capteurs de proximité sophistiqués détectent la présence de tout obstacle potentiel et arrêtent immédiatement le mouvement de la machine pour éviter tout accident. En conclusion, les retourneurs de palox sont des équipements indispensables dans de nombreux secteurs industriels. Leur capacité à effectuer le processus de levage et de basculement de manière précise, efficace et sécurisée en fait des outils inestimables. Que ce soit dans les

usines de transformation alimentaire, les entrepôts ou les installations de logistique, ces machines performantes s'avèrent être des alliées fiables, augmentant la productivité et garantissant des opérations fluides.

### **I.5.11. Mesures de sécurité pour Palox Turning :**

Lors de l'utilisation d'une machine de rotation à palox, il existe plusieurs mesures de sécurité importantes qui doivent être respectées pour prévenir les accidents et assurer le bien-être de l'opérateur. Pour commencer, la machine elle-même doit être maintenue en bon état, en sécurité et correctement entretenue. Toutes les pièces mécaniques de l'équipement, telles que la tête de rotation ou les bras rotatifs, doivent être gardées afin d'empêcher l'accès aux pièces en mouvement pendant le fonctionnement de la machine. Tous les gardiens, les couvertures et les éléments de sécurité de la machine à tourner à palox, y compris les boutons d'arrêt d'urgence, doivent être placés et bien entretenus afin que l'opérateur soit protégé des zones dangereuses. Il y a des restrictions quant à l'utilisation des machines à tourner à palox, et les niveaux d'utilisation et les directives doivent être suivies par tout le monde à tout moment afin que les accidents puissent être minimisés. Par exemple, la machine ne doit être utilisée que par le personnel formé dans les délais d'utilisations convenues, et une usure appropriée et une protection de l'utilisateur doivent être portées tout au long des opérations. Une protection adéquate de l'utilisateur, telle que des chaussures de sécurité, des gants et des chapeaux durs, doit être portée par l'exploitant de la machine. Si quelqu'un va faire des travaux de réparation ou a besoin de nettoyer certains blocages, toutes les machines doivent être éteintes et les clés de la machine doivent être retirées du commutateur de clé pour éviter d'éventuelles blessures ou des dommages à l'opérateur.

Enfin, il est important que tout environnement de travail respecte les exigences légales et les normes de bonnes pratiques. La zone entourant la machine de rotation à palox doit être maintenue en ordre et en sécurité, tout risque de déplacement ou tout obstacle éventuel étant enlevé afin d'assurer des conditions de fonctionnement sûres et de garder la machine à l'écart de dommages accidentels ou d'une mauvaise utilisation. Toutes les administrations et toutes les opérations doivent être effectuées conformément au calendrier afin d'assurer le bon déroulement et la sécurité des tâches quotidiennes. Il est également important pour l'opérateur de machine d'avoir suffisamment d'espace et une bonne vue lors de l'utilisation de la machine de rotation palox. Attribution Créative Commons-Licence CC BY. Cette licence permet aux

autres de distribuer, de remixer, de modifier et de construire sur votre travail, même commercialement, pourvu qu'ils vous attribuent la création originale.

C'est la plus flexible des licences offertes, en termes de ce que les autres peuvent faire de vos œuvres. Il n'y a aucune raison de l'exécuter ailleurs. Il est important que l'opérateur puisse voir ce qui se passe et qu'il y ait de l'espace pour se retirer de la machine lorsqu'elle est utilisée. Toutes les zones de stockage autour de la machine à tourner à palox doivent être clairement marquées, afin d'éviter les accidents ou les obstacles pendant le processus de tournage. Si ces mesures de sécurité sont respectées, les risques associés à la rotation en palox peuvent être minimisés et la santé et la sécurité peuvent être maintenues - quelque chose qui est revalorisé par les leaders dans la fabrication de machines de rotation à palox, car ils créent des machines qui visent à offrir les niveaux les plus élevés de sécurité. [26] [11] [27]

### **I.5.12. Types de retourneur de palox :**

Les types de retourneur de palox sont variés pour répondre aux besoins spécifiques des utilisateurs. Parmi eux, on trouve les retourneurs de palox manuels qui sont actionnés par une poignée ou une manivelle, offrant une manipulation simple et économique des palox. Les retourneurs de palox électriques sont équipés d'un moteur électrique pour faciliter la rotation et le basculement des palox. Les retourneurs de palox hydrauliques utilisent la pression hydraulique pour effectuer les mouvements de retournement, offrant ainsi une puissance et une stabilité accrues. Enfin, il existe également des retourneurs de palox pneumatiques qui utilisent l'air comprimé pour effectuer les actions de rotation et de basculement avec précision. [28] [11] [29]

#### **I.5.12.1. Retourneur de palox manuel :**

Les retourneurs de palox manuels sont des dispositifs actionnés par une force humaine pour effectuer les opérations de retournement des palox. Ils sont généralement équipés d'une poignée ou d'une manivelle pour faciliter l'effort nécessaire. Ces retourneurs de palox offrent une solution simple et économique pour retourner les palox dans différentes industries, notamment l'agriculture et l'industrie alimentaire.

### **I.5.12.2. Retourneur de palox électrique :**

Les retourneurs de palox électriques sont équipés d'un moteur électrique qui permet d'automatiser les opérations de retournement des palox. Ce type de retourneur de palox offre une manipulation plus facile et moins fatigante pour l'utilisateur, car il ne nécessite pas d'effort physique important. Grâce à leur système électrique, ils sont également plus rapides et plus précis dans leurs mouvements, ce qui les rend adaptés à une utilisation dans des environnements industriels plus soutenus.

### **I.5.12.3. Retourneur de palox hydraulique :**

Les retourneurs de palox hydrauliques utilisent la pression hydraulique pour effectuer les mouvements de retournement des palox. Ils sont dotés d'un système hydraulique qui permet de fournir une puissance et une stabilité supplémentaires lors des opérations de basculement. Grâce à cette technologie, les retourneurs de palox hydrauliques sont capables de manipuler des charges plus lourdes et offrent une plus grande précision dans les mouvements. Ils sont couramment utilisés dans l'industrie agricole et d'autres secteurs industriels nécessitant la manipulation de palox volumineux et pesants.

### **I.5.12.4. Retourneur de palox pneumatique :**

Les retourneurs de palox pneumatiques utilisent l'air comprimé pour effectuer les actions de rotation et de basculement des palox. Ils sont équipés d'un système pneumatique qui permet d'obtenir des mouvements précis et contrôlés. Ce type de retourneur de palox est particulièrement adapté aux environnements où une manipulation délicate est requise, tels que l'industrie alimentaire. Les retourneurs de palox pneumatiques offrent une manipulation efficace, rapide et fiable des palox, permettant ainsi d'optimiser les processus industriels. [11]  
[29]

## **I.6. Palox :**

### **I.6.1. Définition :**

Palox est un terme français utilisé dans l'agriculture pour désigner un grand conteneur destiné au stockage et au transport des fruits et légumes. La base de ce conteneur est une palette, qui facilite sa manipulation et son transport. Le terme est souvent utilisé pour désigner

un grand conteneur, généralement en bois ou en plastique, dont les dimensions sont normalisées pour une utilisation avec du matériel de manutention et de transport. Les palox sont couramment utilisés dans l'industrie agricole pour la manipulation des fruits et légumes, ainsi que pour d'autres produits tels que le bois de chauffage et les produits chimiques. Ils constituent un outil essentiel pour la conservation et le transport des produits frais, garantissant leur sécurité et leur qualité jusqu'à leur destination finale.



**Figure 6: Palox .**

### **I.6.2. Type de palox :**

Il existe différents types de palox en fonction du matériau utilisé et de leur utilisation spécifique. Les palox peuvent être fabriqués en bois ou en plastique, et chaque matériau a ses avantages et ses inconvénients. Les palox en bois sont souvent utilisés pour le stockage et le transport des fruits et légumes, tandis que les palox en plastique conviennent à une large gamme de produits, notamment les fruits, les légumes, les produits agricoles, les produits industriels et les produits chimiques.

Les palox en plastique peuvent être classés en plusieurs catégories en fonction de leur conception et de leurs caractéristiques. Par exemple, certains palox ont des parois perforées qui permettent une meilleure circulation de l'air, ce qui les rend idéaux pour le stockage des fruits et légumes qui nécessitent une ventilation optimale. D'autre part, il existe également des palox à parois pleines qui offrent une protection maximale aux produits stockés à l'intérieur.

En outre, il existe également des palox dont les parois sont pliables ou escamotables, ce qui facilite leur transport et leur stockage lorsqu'ils ne sont pas utilisés. Ces types de palox

sont particulièrement utiles pour les entreprises qui doivent transporter fréquemment des marchandises et qui ont besoin d'optimiser leur espace de stockage.

Globalement, le choix du type de palox dépend des besoins et des exigences spécifiques de l'utilisateur, notamment du type de produit stocké, de la durée du stockage et des exigences en matière de transport.

Existe différents types de palox en fonction de leur taille ainsi que de leur utilisation :

- ✓ **Les petits modèles** : leur capacité est de 200 à 400 litres.
- ✓ **Les moyens modèles** : ils peuvent contenir entre 500 à 700 litres.
- ✓ **Les grands modèles** : leur capacité est plus de 700 litres.

### **I.7. Définition et caractérisation du model avec rotationjusque à 120° :**

Un retourneur de palox avec une rotation de 120° est un dispositif spécifique conçu pour retourner des conteneurs (ou palox) sur un angle de 120 degrés lors du déchargement de charges.

#### **I.7.1. Définition du modèle et concepts clés :**

La définition du modèle avec rotation jusqu'à 120° fait référence à un dispositif ou un mécanisme qui est capable de tourner dans une plage allant de 0° à 120°. Ce modèle peut être utilisé dans de nombreux domaines, tels que l'industrie, l'architecture et la mécanique. Il offre la possibilité de réaliser des mouvements de rotation précis et contrôlés, ce qui le rend idéal pour de nombreuses applications. La définition de ce modèle prend en compte sa plage de rotation, sa capacité à maintenir une position donnée et sa résistance aux efforts appliqués pendant la rotation. Il est important de bien comprendre cette définition pour pouvoir l'utiliser de manière adéquate dans divers projets et applications.

#### **I.7.2. Caractérisation du modèle :**

La caractérisation du modèle avec rotation jusqu'à 120° implique une analyse approfondie de ses différentes caractéristiques et propriétés sous plusieurs aspects. Ces caractéristiques peuvent inclure la limite maximale de rotation permise par le modèle, la répétabilité des mouvements dans cette plage de rotation, la précision de rotation du modèle, son degré de rigidité, sa résistance aux contraintes mécaniques, sa durabilité et sa facilité d'utilisation dans des conditions diverses. La caractérisation de ce modèle spécifique permet

de déterminer si ses performances répondent aux exigences spécifiques d'une application donnée. Cela peut être accompli par le biais de tests expérimentaux mettant en œuvre des conditions réelles, des simulations numériques afin d'évaluer son comportement virtuellement, et des analyses théoriques pour comprendre les limites et les performances théoriques du modèle. En connaissant avec précision la caractérisation de ce modèle, il est possible de sélectionner le modèle approprié en fonction des besoins spécifiques de chaque application et de garantir son bon fonctionnement et sa fiabilité dans diverses situations . [30]. [31]. [12].

### **I.7.3. Les attentes vis à vis du produit à rotation à 120° :**

C'est donc un vide palox avec des ouvertures des tapes d'ouverture progressive ainsi qu'injection de palox vide. Le choix c'est porter sur ce produit pour fluidifier pour alimenter la chaîne de déterrage en continue en évitant les à-coups d'alimentation ; la recherche aussi de gagner du temps dans l'alimentation avec l'évacuation du palox vide, et un outil qui soit simple d'utilisation.

### **I.7.4. Les trois points fort :**

Les trois points fort d'un retourneurs palox c'est l'ouverture progressive des trappes qui permet de diminuer les couts lorsqu'on vide les palox, c'est l'éjection du palox vide sans qu'on est à le reprendre et en dernier lieu c'est la télécommande que l'opérateur à sur son chariot ça fait qu'il commande le vide palox sans descendre de son chariot voilà c'est d'un point de vue sécurité c'est très bien.

### **I.7.5. L'amélioration de la productivité :**

Donc ce vide palox nous à permis d'améliorer la cadence d'environ 3 à 4 paloquere sur une journée représente environ 30 Palos de plus ça fait une augmentation de 25% de rentabilité en plus.

***Chapitre II : l'étude des Vérin et des  
Clapet anti retour.***

## II. Vérin :

### II.1. Introduction :

Depuis plusieurs années, le contrôle des systèmes pneumatiques et hydrauliques s'est largement amélioré.

Les progrès technologiques, soutenus par l'intégration de meilleurs composants, de meilleurs outils, ainsi que l'introduction de composants électroniques ont contribué à améliorer ces systèmes.

Les applications de la pneumatique de l'hydraulique sont actuellement de plus en plus nombreuses et leurs dispositifs sont présents presque partout. Le domaine couvert est vaste, tous les secteurs d'activité sont concernés : automobile, aéronautique, aérospatiale, marine, génie civil, industries agroalimentaire, pétrolière, chimie pharmaceutique etc.

Dans ce chapitre, on présente les grandes notions rencontrées en pneumatique et en hydraulique. Il est également décrit les différents composants utilisés parmi lesquelles, on retrouve les distributeurs et les actionneurs. [32].

### II.2. Définition :

Un vérin est l'élément récepteur de l'énergie dans un circuit hydraulique. Il permet de développer un effort très important avec une vitesse très précise. [33].

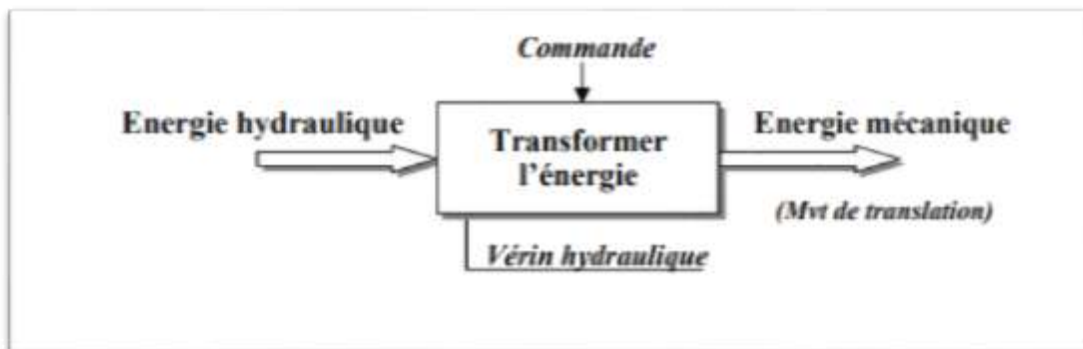


Figure 7 : Schéma de transfert d'énergie.

### II.3. Vérin simple effet :

Un vérin simple effet produit un effort significatif dans un seul sens, le rappel de la tige vers la position de repos étant assuré par un ressort ou d'une force extérieure.

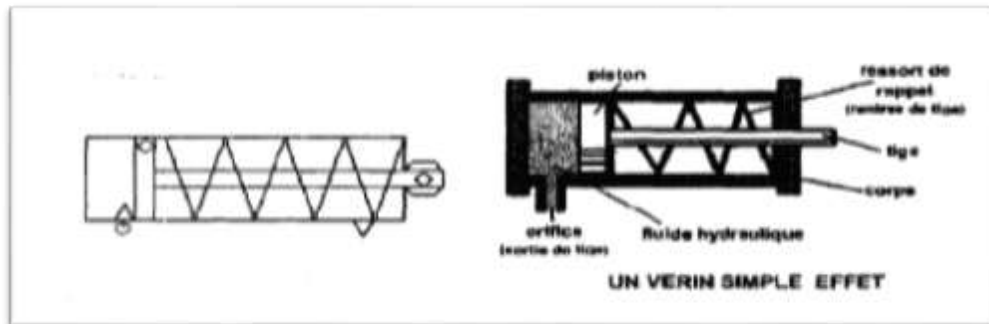


Figure 8 : Schématisation d'un vérin simple effet.

#### II.4. Vérin double effet :

Le vérin double effet est un composant bistable (Stable dans deux positions). Ce type de vérin peut produire un effort significatif dans les deux sens, le rappel de tige est obtenu par inversion de l'alimentation des deux chambres. [33].

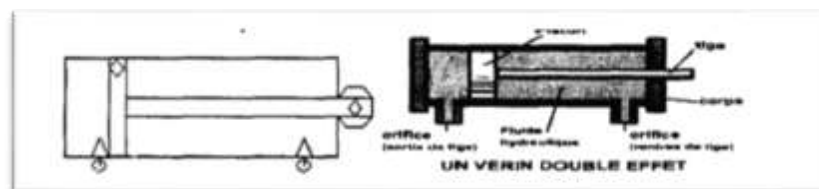


Figure 9 : Schématisation d'un vérin double effet

Ils utilisent l'huile sous pression jusqu'à 350 bars Par rapport aux vérins pneumatiques ils sont plus couteux et développent des efforts beaucoup plus important. Les vitesses de tige sont plus précises. [34].

- Notre machine contient 2 vérins hydrauliques.

#### II.5. Fonctionnement :

Un vérin permet de transformer une énergie pneumatique, hydraulique en énergie mécanique de translation comme l'illustre cette figure.



**Figure 10 : transfert d'énergie d'un vérin.**

Un vérin est constitué d'un cylindre (tube) dans lequel se déplace un piston muni d'une tige. Ainsi, un vérin alimenté par un fluide sous pression engendre un mouvement linéaire, alternatif, d'amplitude limitée et définie par sa taille. Il existe deux types de vérins linéaires :

– Vérin simple effet : on alimente en pression une chambre pour créer le déplacement dans un sens, le retour s'effectuant à l'aide d'un ressort. Le vérin revient à sa position initiale en cas de coupure de l'alimentation. Il est économique, consomme peu de fluide, mais possède une course réduite. On l'utilise souvent dans des fonctions de serrage, d'éjection ou de levage.

– Vérin à double effet : on alimente en pression l'une ou l'autre des deux chambres afin de créer le déplacement dans un sens. En cas de coupure de l'alimentation, le vérin reste dans sa position. Il est plus coûteux, mais aussi plus facile à régler en vitesse. Il est très utilisé dans l'industrie.

## **II.6. Constitution des vérins simple et double effet :**

Les paramètres qui caractérisent le vérin (pneumatique ou hydraulique) sont donnés dans

La figure suivante :

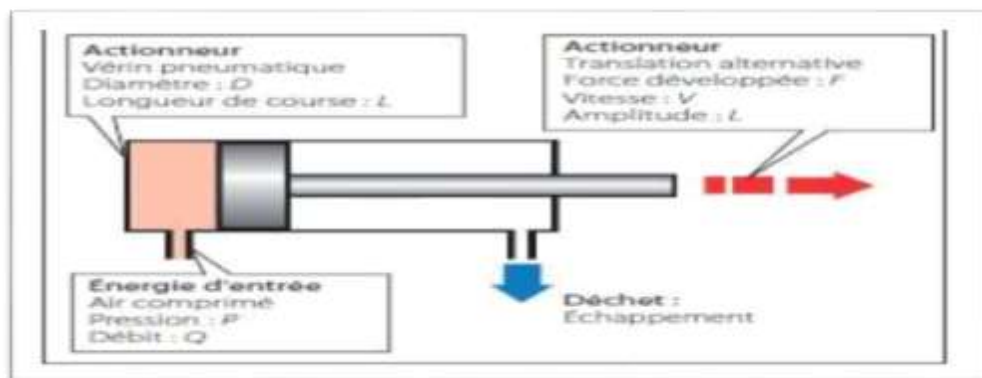


Figure 11 : Caractérisation du vérin

- **Remarque :**

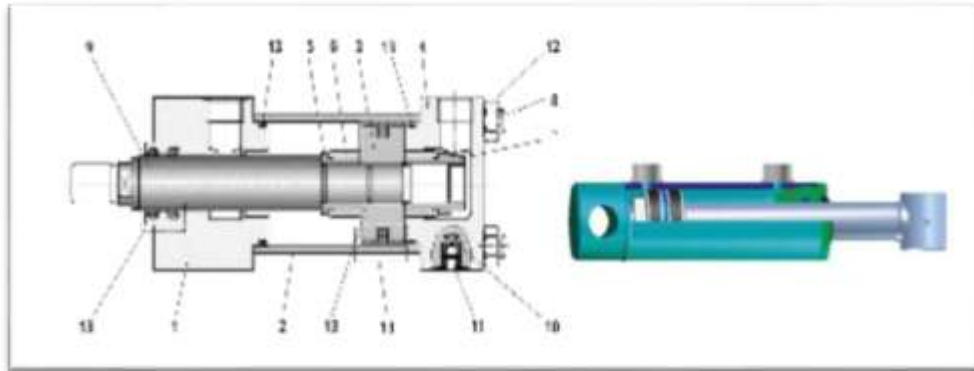
Le vérin est un moyen simple, facile à installer, idéal pour la réalisation d'un mouvement

Linéaire dans une large gamme de puissances et de vitesses. Des conditions défavorables peuvent être facilement tolérées, telles que l'humidité, la sécheresse, des environnements poussiéreux et un nettoyage sous pression de manière répétée. [35].

## II.7. Caractéristiques d'un vérin à double effet :

Dans un vérin à double effet la pression exercée par le fluide (air ou fluide) est distribuée alternativement de chaque côté du piston dans les chambres. Ainsi selon la position du distributeur, l'effet exercé par le fluide déplace la tige du piston dans un sens ou dans l'autre.

### II.7.1. Composition :



**Figure 12: Composition d'un vérin double effet**

#### ➤ Légende :

- |           |                            |                          |
|-----------|----------------------------|--------------------------|
| 1) Tête   | 5) Chemise d'adaptation    | 9) Tige de piston        |
| 2) Corps  | 6) Chemise d'amortissement | 10) Vis de purge d'air   |
| 3) Piston | 7) Ecrou de piston         | 11) Capuchon de sécurité |
| 4) Fond   | 8) Tirant                  | 12) Ecrou de Tirant      |

### II.8. Clapet :

Un clapet anti-retour est un dispositif permettant de contrôler le sens de circulation d'un fluide quelconque. Il permet le passage d'un liquide, d'un gaz, d'air comprimé, dans un sens et bloque le flux si celui-ci venait à s'inverser. [37].



**Figure 13 : clapet anti-retour**

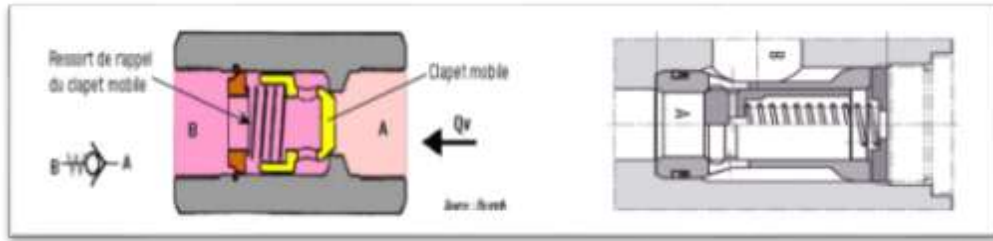


Figure 14: Dessin descriptif clapet anti-retour [33].

### II.8.1. Fonction :

Un clapet anti-retour permet la circulation du fluide dans un seul sens :

- ❖ Le fluide peut s'écouler d'A vers B
- ❖ L'écoulement est interdit de B vers A

On peut les monter de 2 façons différentes :

- ❖ **Montage en série :**
  - Maintien d'un circuit sous pression à l'arrêt
  - Protection d'un organe contre d'éventuelles surpressions
  - Évite la vidange d'un circuit lors du démontage d'un appareil
- ❖ **Montage en parallèle :**
  - Le fluide à traverser l'appareil dans le sens A vers B
  - Le fluide contourne l'appareil en passant dans le clapet de A vers B [38].

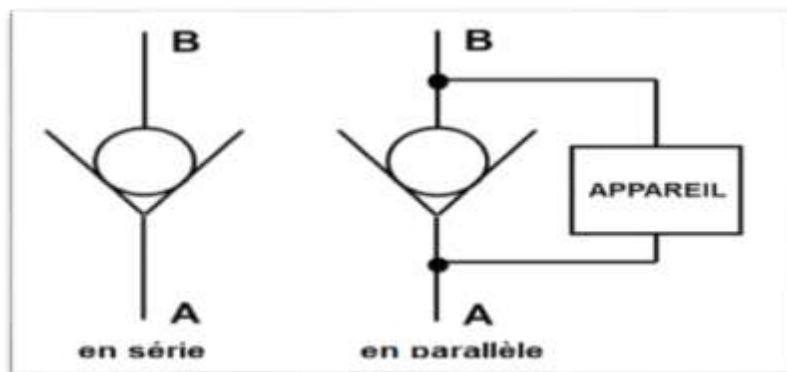


Figure 15 : Clapets anti-retour montés en série ou en parallèle [40].

### II.8.2. Caractéristiques techniques d'une valve de séquence à action directe :

Les valves de séquence à action directe avec évent atmosphérique et clapet anti-retour alimentent un circuit secondaire en huile dès que la pression à l'entrée (orifice 1) est supérieure au tarage de la valve. De plus, ces valves intègrent un clapet anti-retour qui permet

un passage libre de l'orifice 2 (séquence) vers l'orifice 1 (entrée). La pression de tarage de la valve de séquence commande la pression à l'orifice 1 en fonction de la pression à l'évent atmosphérique. [38].

 **Type VS2C**

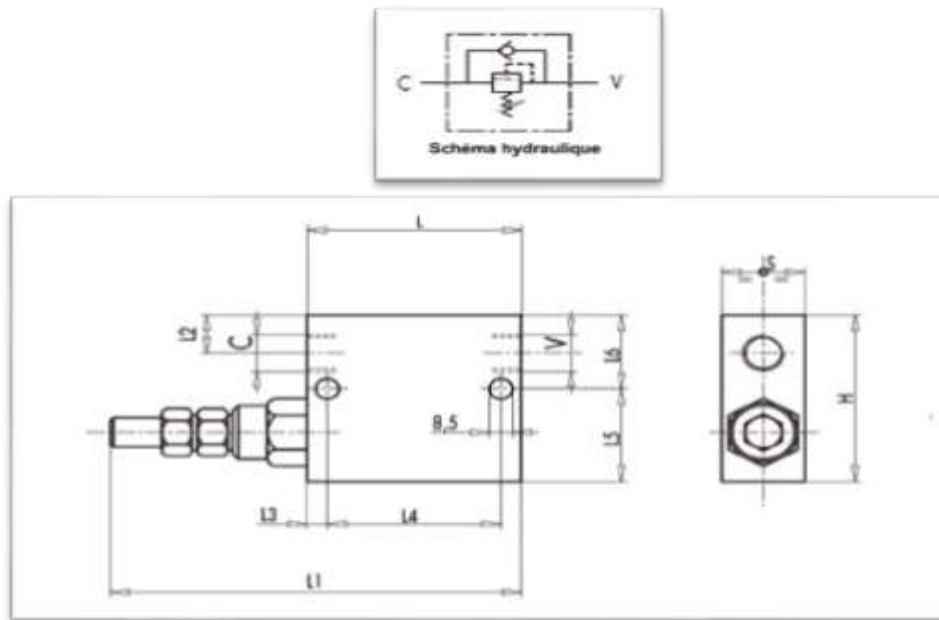



Figure 16 : schéma d'un clapet anti-retour

Tableau 1 : Caractéristiques Techniques

Désignation	Débit maxi L/min	Pression bar	V-C	L	L1	L2	L3	L4	L5	L6	H	S	Poids Kg	Référence
VS2C 3/8''	35	350	G3/8''	74	146	14	7	55	39	31	70	30	1,172	570.038.V0640
VS2C 1/2''	70	350	G1/2''	80	152	15	7	55	37	31	70	30	1,130	570.012.V0660
VS2C 3/4''	110	400	G3/4''	100	164	20	10	80	50	50	100	40	2,900	570.034.V0665

**Tableau 2: Pressions - VS2C 3/8'' - 1/2''**

 **Pressions - VS2C 3/8'' - 1/2''**

Plages de pression (bar)	Augmentation de la pression (bar/tour) 4l/min	Pression standard (bar)
10-50*	7	30
20-100	12	75
10-180 Standard	30	90
50-250	45	130
80-300	50	150

\* Pour une pression < à 70 bar, D = 12l/min

**Tableau 3: Pressions - VS2C 3/4''**

 **Pressions - VS2C 3/4''**

Plages de pression (bar)	Augmentation de la pression (bar/tour) 4l/min	Pression standard (bar)
20-200	40	160
50-400 standard	80	180

***CHAPITRE III :***

***Conception, Simulation et analyse des  
résultats***

### III. Simulation sous SolidWorks :

Toutes les structures présentent des variations plus ou moins brutales de géométrie qui génèrent des concentrations de contraintes. Le champ des contraintes/déformations au voisinage de ces discontinuités conditionne la durée de vie en fatigue de toute la structure.

Ce travail a pour objectifs d'améliorer la compréhension des mécanismes qui régissent le phénomène de fatigue dans les structures d'éprouvette, et de développer une simulation de prévision par SolidWorks.

#### III.1. Présentation de SolidWorks simulation :

SolidWorks Simulation est un logiciel de calcul par éléments finis intégré à SolidWorks. Il utilise les fichiers pièces et assemblages auxquels il intègre des études dans chacune desquelles sont définis les matériaux, les chargements, les conditions aux limites ainsi que les paramètres de maillage et d'analyse. [41].

La mise en œuvre d'un problème d'analyse par la méthode des éléments finis sous

SolidWorks simulation nécessite la réalisation des tâches suivantes : [41].

- ✓ Modélisation géométrique de la pièce,
- ✓ Définition des propriétés mécaniques et physiques du matériau,
- ✓ Mise en place des conditions frontière,
- ✓ Application du chargement,
- ✓ Création d'un maillage,
- ✓ Exécution de la solution,
- ✓ Analyse des résultats.

### III.2. Analyse statique :

L'étude statique est faite en travaillant sur une fourche de retourner palox de même caractéristique soumise à une charge.

#### III.2.1. Condition aux limites :

Définition des conditions à la limite

##### ➤ Déplacement :

La fourche est fixé comme illustré la figure 17 suivant :


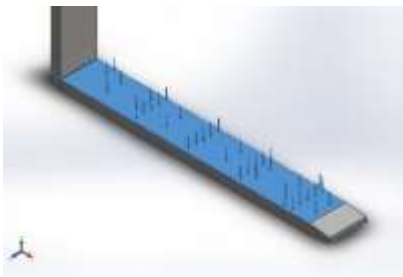
Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-1		Entités: 1 face(s) Type: Géométrie fixe

Figure 17 : Encastrement de la fourche.

##### ➤ Chargement :

Pour modéliser le chargement, on a considéré la surface sur laquelle la force est active et on a appliqué une force de 2500(N)

Tableau 4: Configuration de chargement :

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		Entités: 1 face(s) Type: Force normale Valeur: 2 500 N

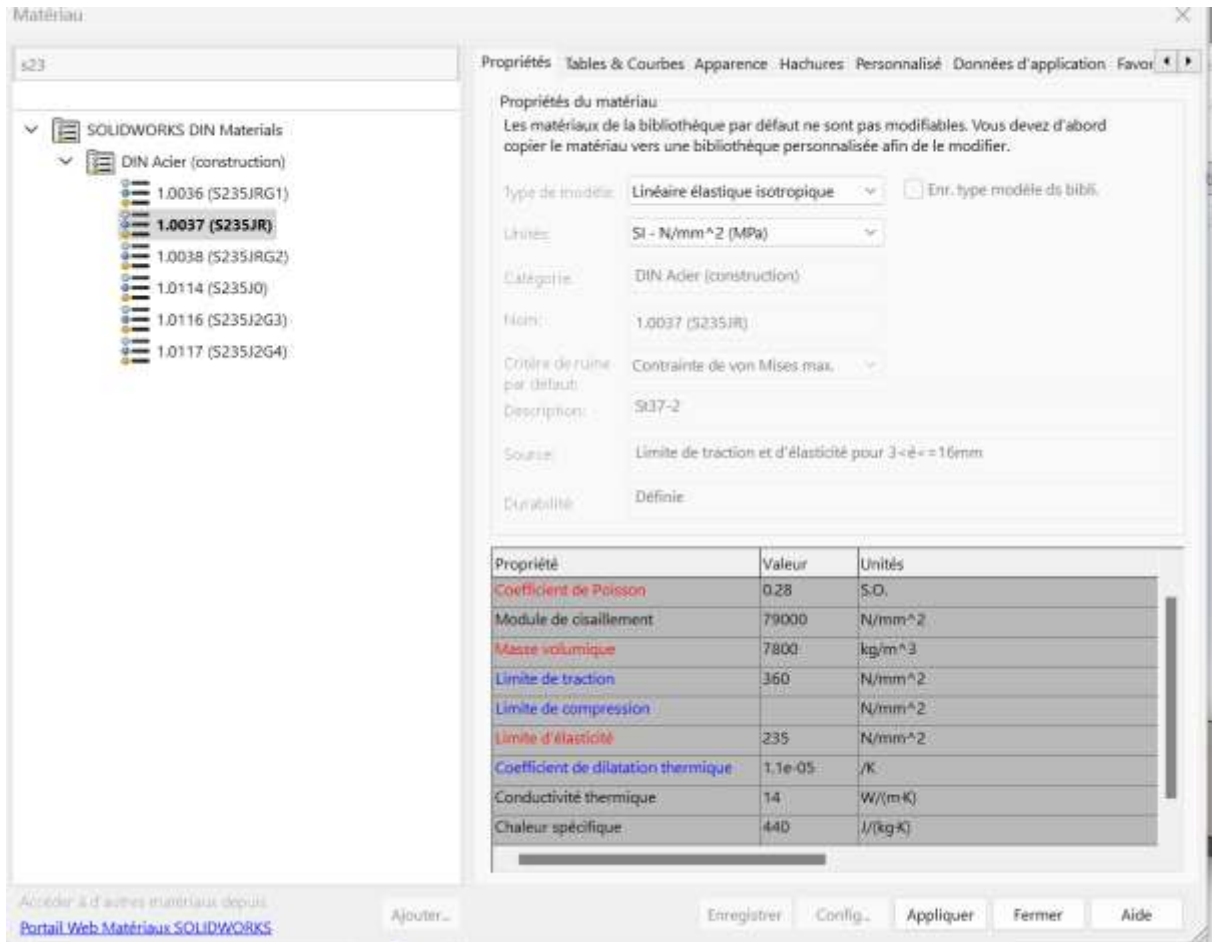
### III.2.2. Données du matériau :

Identification du matériau la limite d'élasticité, Limite de traction, Module d'élasticité, Module de cisaillement Coefficient de Poisson

**Tableau 5: Identification du matériau :**

<b>Nom:</b>	<b>1.0037 (S235JR)</b>
Type de modèle	<b>Linéaire élastique isotropique</b>
<b>Critère de ruine par défaut</b>	<b>Contrainte de von Mises max</b>
<b>Limite d'élasticité</b>	<b>2,35e+08 N/m<sup>2</sup></b>
<b>Limite de traction</b>	<b>3,6e+08 N/m<sup>2</sup></b>
<b>Module d'élasticité</b>	<b>2,1e+11 N/m<sup>2</sup></b>
<b>Coefficient de Poisson</b>	<b>0,28</b>
<b>Masse volumique</b>	<b>7 800 kg/m<sup>3</sup></b>
<b>Module de cisaillement</b>	<b>7,9e+10 N/m<sup>2</sup></b>

La sélection de l'acier S235JR repose souvent sur ses propriétés mécaniques appropriées, sa facilité de traitement et sa disponibilité économique, ce qui en fait le matériau de choix pour de nombreuses applications de construction et industrielles.

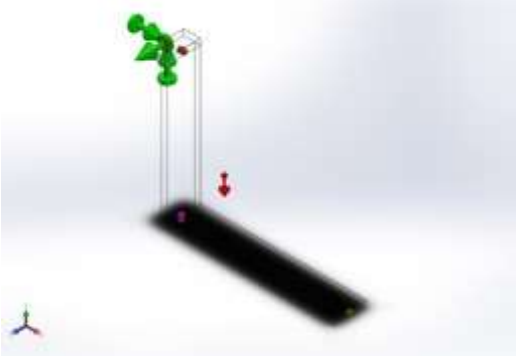


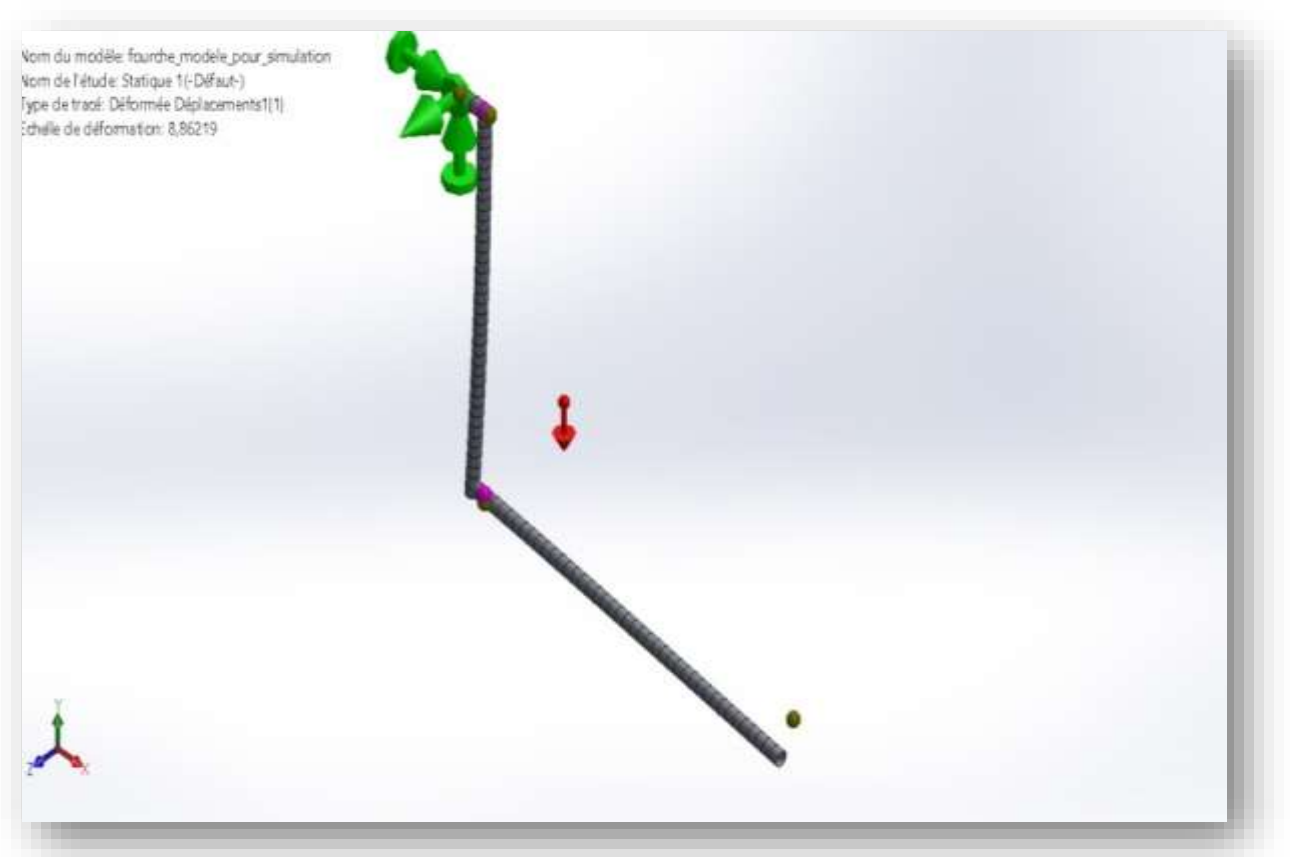
*Figure 18: Configuration de matériau*

### III.3. Simulation :

Après avoir activé le complément SolidWorks simulation, à une analyse statique. Pour cela on définit, les conditions frontières (déplacements imposés, le chargement imposé et le maillage). La figure suivante illustre la configuration choisie.

**Tableau 6:Interaction global**

Interaction	Image de l'interaction	Propriétés de l'interaction	
<b>Interaction global</b>		<b>Type:</b>	<b>Solidaire</b>
		<b>Composants:</b>	<b>1 composant(s)</b>
		<b>Options:</b>	<b>Maillage</b>
			<b>indépendant</b>



**Figure 19:Configuration de la fourche (maillage).**

**III.3.1. Résultat des expériences :**

Nous avons présente les résultats d'analyse statique suivant :

 **Forces résultantes**
**Tableau 7: Forces de réaction**

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	-0,000158392	3 523,75	-4,0583e-13	3 523,75

**Tableau 8: Moments de réaction**

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N.m	-5,71105e-07	5,4203e-13	1 813,95	1 813,95

**III.3.2. Contraintes :**

Contraintes1	Contrainte axiale et de flexion limite supérieure	0,00N/mm <sup>2</sup> (MPa) Elément: 84	44,42N/mm <sup>2</sup> (MPa) Elément: 38
--------------	---	--	---

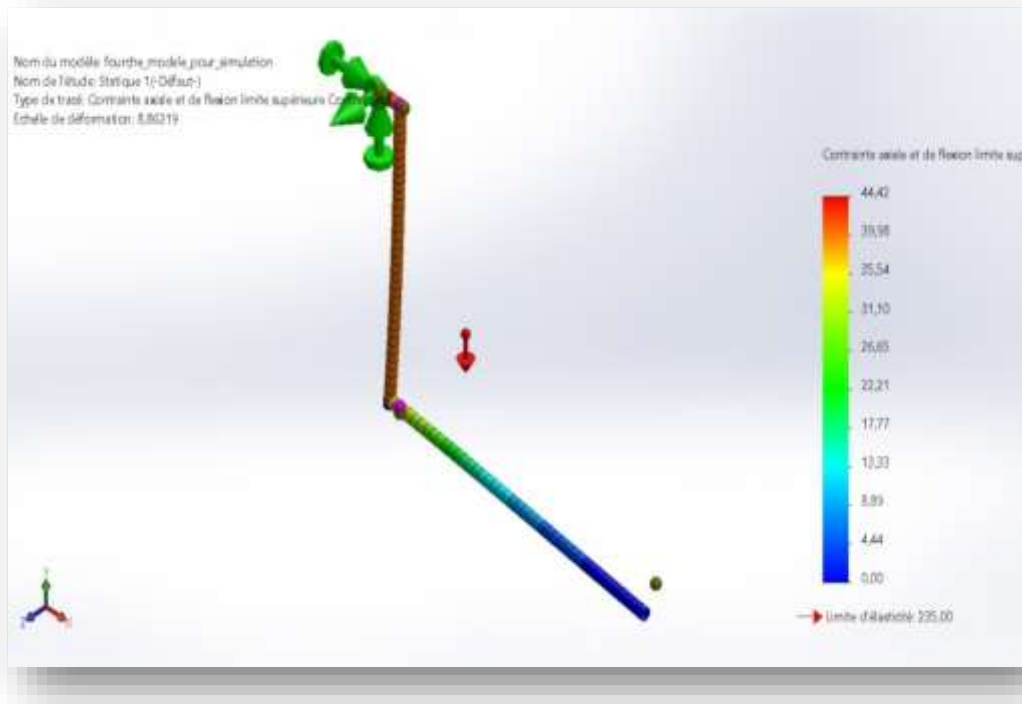


Figure 20: Fourche modèle pour simulation Statique, Contraintes.

➤ Analyse :

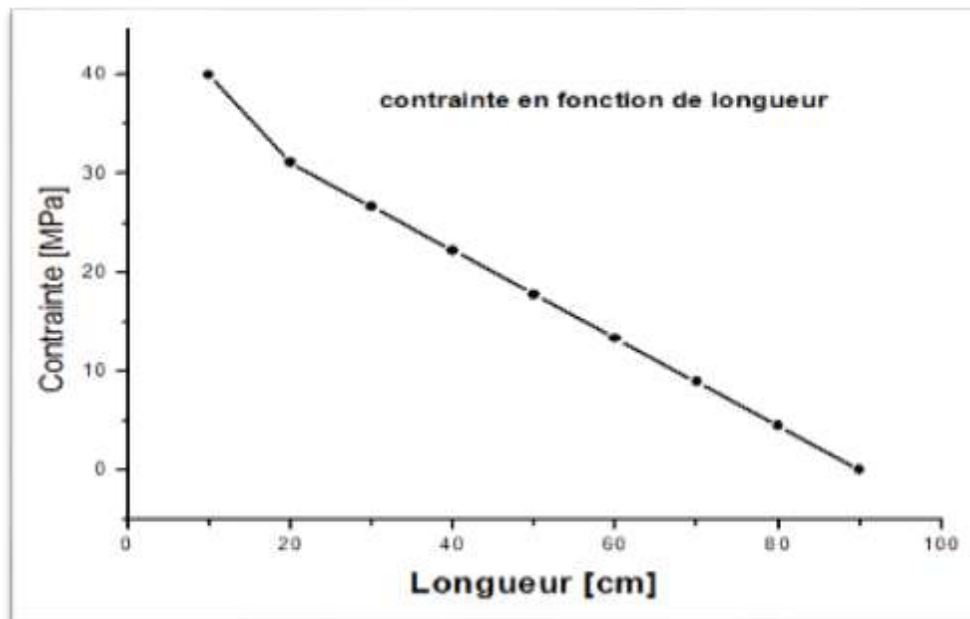


Figure 21: Diagramme des contraintes en fonctions de longueur.

On remarque que la contrainte maximale située au niveau de la zone de pliage de la fourche, elle se diminue progressivement par l'éloignement de la zone de pliage jusqu'à ce qu'elle s'annule à l'extrémité de la fourche.

❖ **Condition de résistance en statique :**

En à la limite d'élasticité est de  $\delta_e = 235$  (MPa) et le coefficient de sécurité  $s=2$

Donc la limite de résistance :

$$\frac{\delta_e}{s} = \frac{235}{2} = 117,5(\text{MPa})$$

alors :

$$\delta_c \leq \frac{\delta_e}{s}$$

$$\delta_c \leq \frac{235}{2} = 117,5$$

Vu la Figure 24 :( diagramme des contraintes en fonctions de longueur) on remarque que la contrainte max est de l'ordre 44,42 (MPa) ; donc le taux de chargement maximal est :

$$\tau = \frac{44,42}{117,5} = 37,8\%$$

➤ **Condition de résistance en fatigue :**

En à effectuer plusieurs calculs pour évaluer la capacité de l'acier de construction(S235JR) à résister à la rupture et à la fatigue ;en utilisant une résistance à la rupture  $\delta_R = 360\text{MPa}$  est un coefficient de sécurité  $S=2$ .

➤ Limite de fatigue  $\delta_f$ :

$$\delta_f = 0.45 \times \delta_R$$

$$\delta_f = 0.45 \times 360 = 162\text{MPa}$$

C'est la contrainte maximale que le matériau peut supporter avant de subir des dommages permanents.

➤ Contrainte effective par rapport à la traction  $\delta_e$ :

$$\delta_e = 0,7 \times \delta_f$$

$$\delta_{trc} = 0,7 \times 162 = 113.4\text{MPa}$$

C'est la contrainte maximale que le matériau peut supporter avant de subir une déformation plastique significative.

➤ **Condition de validité :**

Afin que ce matériaux soit valide en doit satisfaire cette condition  $\delta_{max} \leq \delta_{adm}$

Donc :

$$\delta_{max} \leq \frac{\delta_f}{S}$$

$$44.42 \leq \frac{162}{2}$$

$$44.42 \leq 81$$

➤ **Taux de fatigue ( $\tau$ ) :**

$$\tau = 0.6 \times \delta_f$$

$$\tau = 0.6 \times 162$$

$$\tau = 97,2\%$$

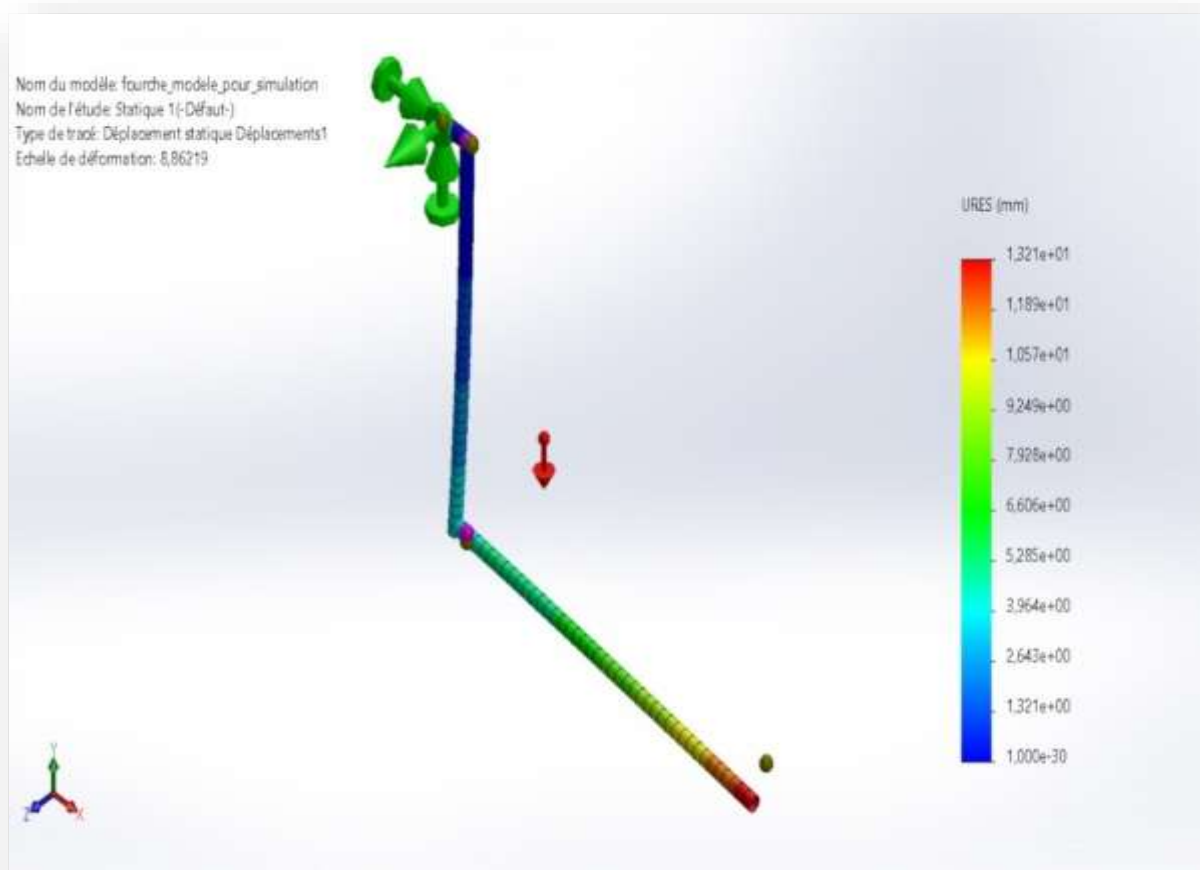
Ce taux indique à quel point le matériau peut être sollicité en fatigue par rapport à sa limite de fatigue.

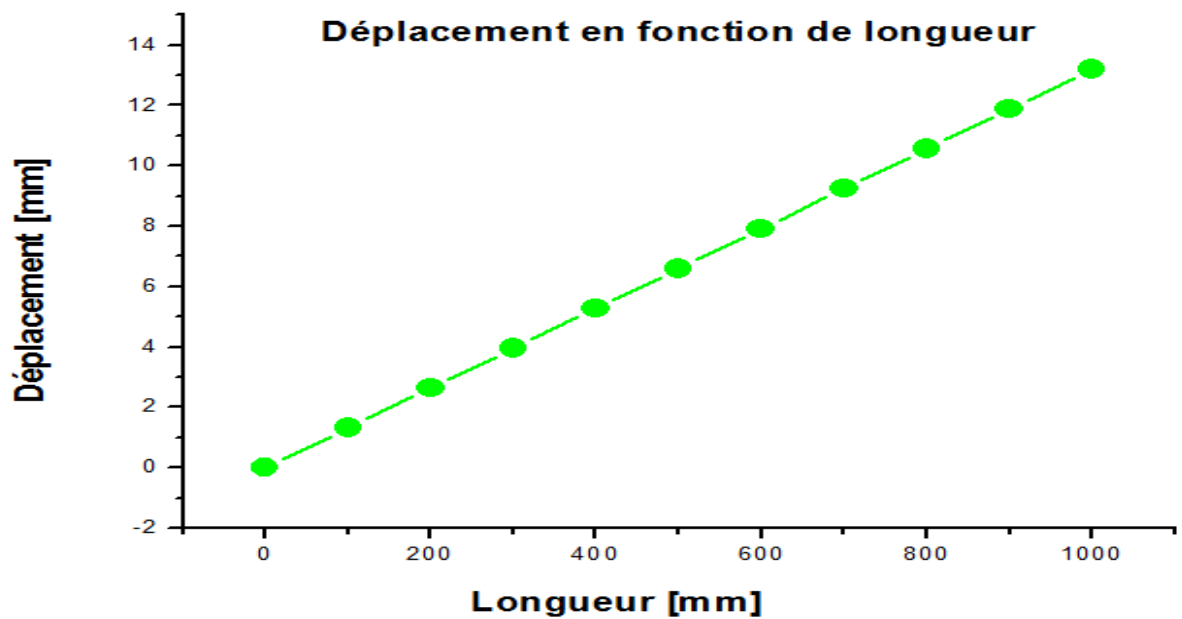
**Conclusion :**

D'après vos calculs, le matériau a une résistance à la rupture de 360 MPa et un facteur de sécurité de 2, ce qui lui donne l'impression de fonctionner de manière sûre et efficace. Il peut résister à des contraintes allant jusqu'à 81 MPa sans dépasser sa limite critique de fatigue et peut fonctionner à un taux de charge de fatigue de 97,2 %. Ces résultats démontrent que le matériau est adapté aux charges attendues, répond aux normes de sécurité et offre des marges adéquates contre la rupture par fatigue.

**III.3.3. Déplacement (Flexion) :**

<b>Déplacements1</b>	<b>URES : Déplacement resultant</b>	<b>0,000e+00mm Noeud: 39</b>	<b>1,321e+01mm Noeud: 86</b>
----------------------	---	----------------------------------	----------------------------------

**Figure 22: Fourche modelé pour simulation Statique, Déplacements**

➤ **Analyse :**

**Figure 23: Diagramme des déplacements en fonctions de longueur**

Vu la figure 23 de la flèche (diagramme des déplacements en fonctions de longueur) on remarque que la flèche maximale est croissante progressivement par l'éloignement de la zone de pliage jusqu'à l'extrémité de la fourche est de l'ordre (13,21mm).

### III.3.4. Déformation :

#### ✚ Cisaillement :

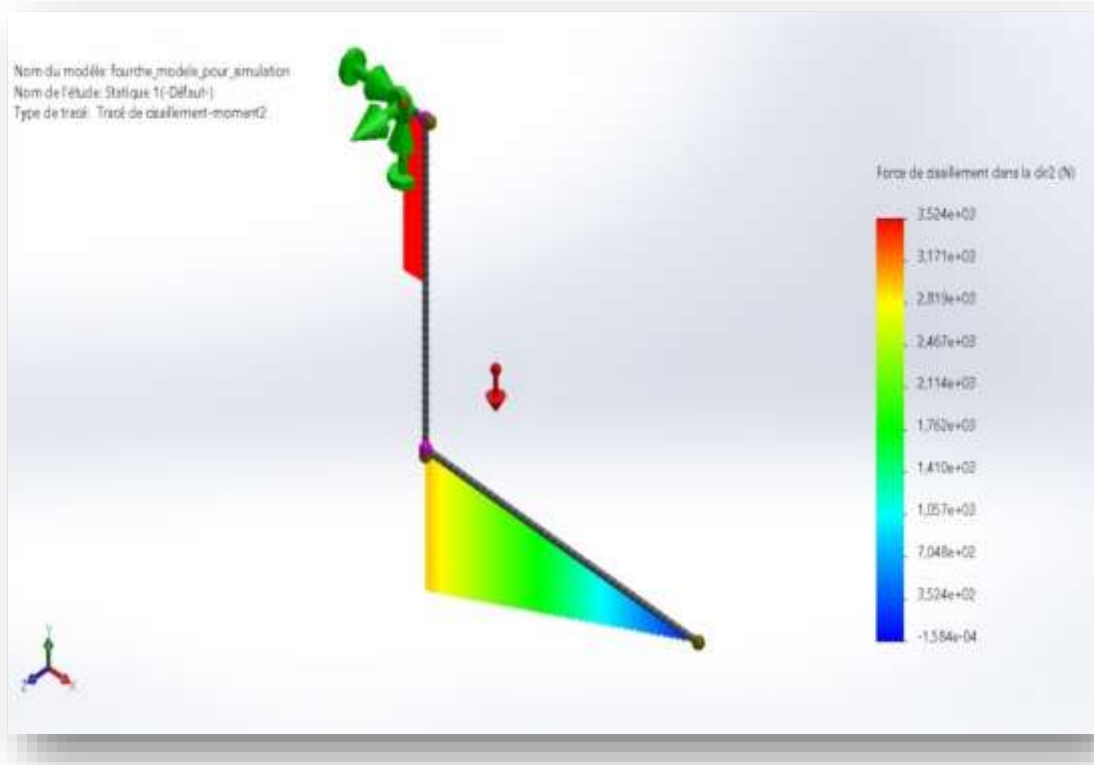


Figure 24: Fourche modele pour simulation Statique Tracé de cisaillement.

#### ➤ Analyse :

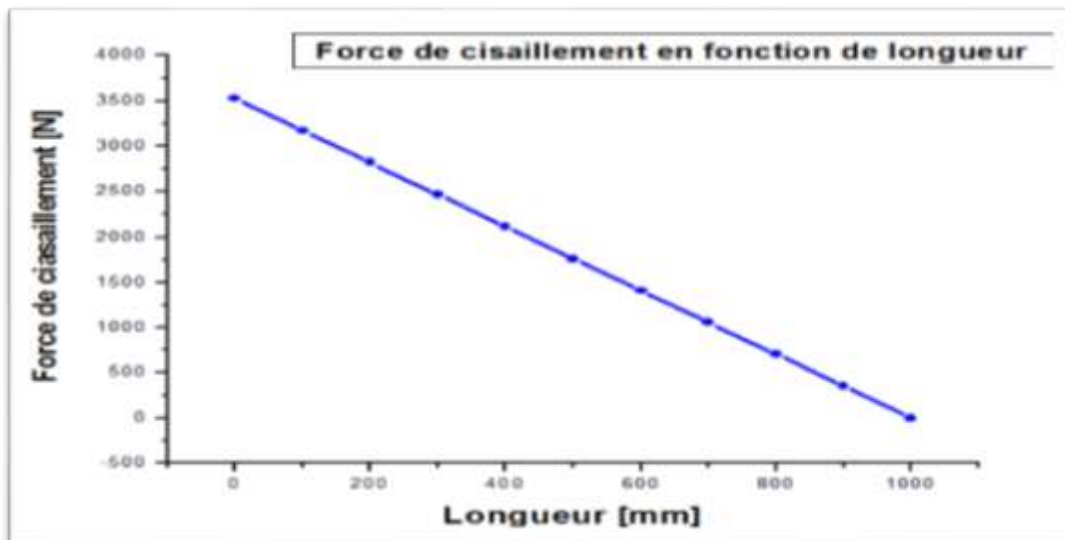


Figure 25: Diagramme des forces de Cisaillement en fonctions de la longueur.

Vu la figure 25 (diagramme des forces de Cisaillement en fonctions de longueur) on remarque la force de cisaillement est maximale au niveau de l'encastrement par la soudure entre la fourche et la plaque ; mais ce cisaillement agit aussi légèrement au niveau de la zone de pliage de cette fourche et en fure à mesure d'éloigner de cette zone de pliage la force de cisaillement décroissent progressivement mais elle s'annule pas .

### III.3.5. Les Moment :

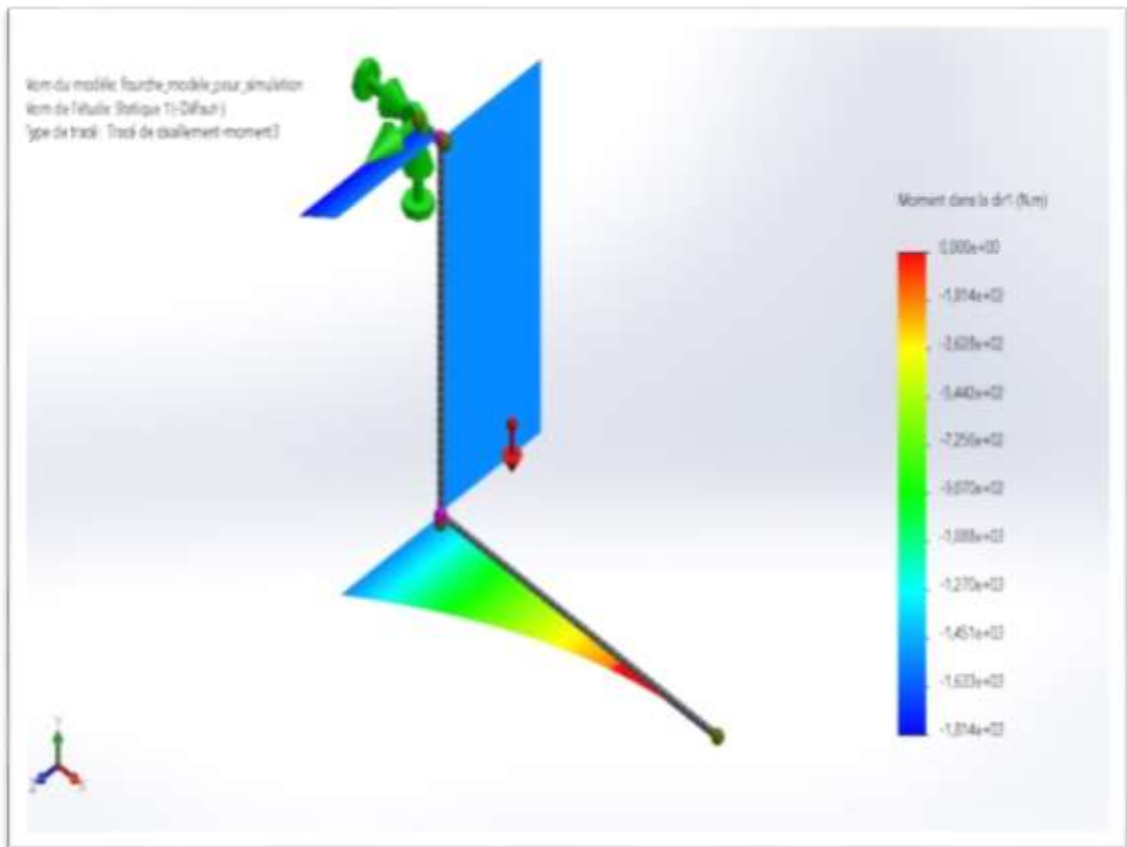
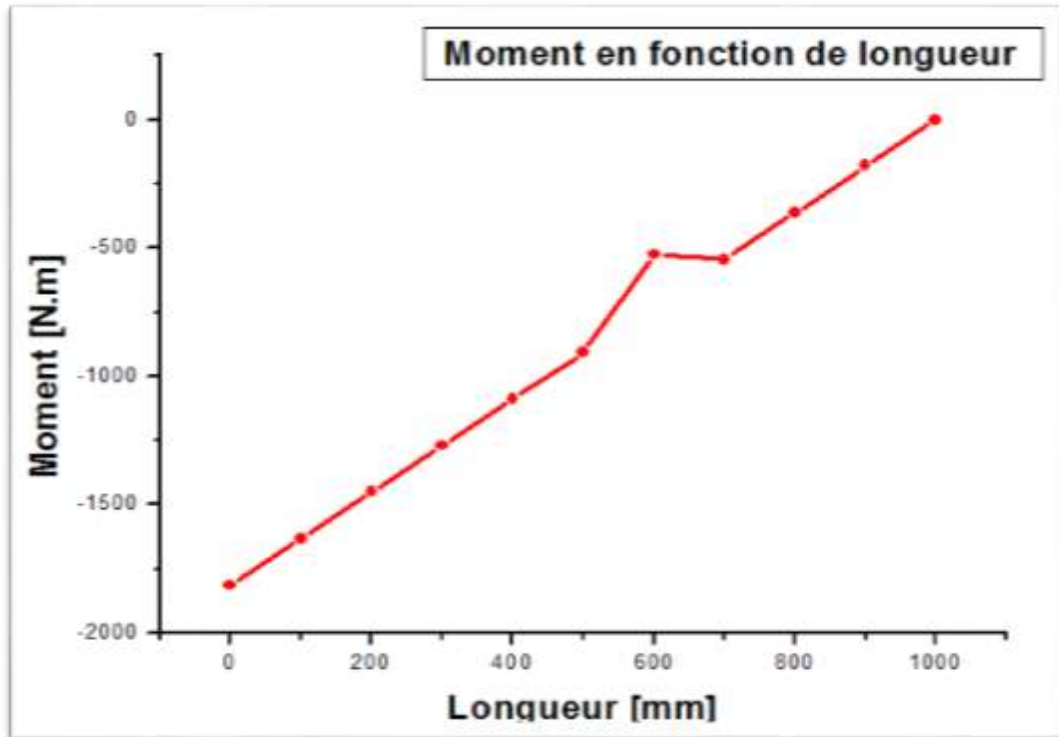


Figure 26: Fourche modèle pour simulation Statique Tracé de cisaillement moment.

➤ **Analyse :**

**Figure 27: Diagramme des moments de Cisaillement en fonctions de la longueur.**

Vu la figure 27 (diagramme des moments de Cisaillement en fonctions de longueur) d'après le moment de la roue denter, qu'il la fait tourner ; la charge agit directement aux niveaux du pliage de la fourche.

Ce moment varie directement proportionnellement par rapport à la zone de pliage, mais il s'annule à l'extrémité.

 **Remarque :**

Etant donné que le moment résultant aux niveaux de la zone de pliage égale au moment de l'engrenage (vérin + roue denter) .

Donc on peut écrire :

$$F_v \times R = M_{re}$$

**Conclusion :**

Après avoir effectué une analyse globale complète, il a été déterminé que les diagrammes de contrainte et de force de cisaillement présentent une relation inverse avec la

longueur de la fourche, tandis que les diagrammes de déplacement et de moment démontrent une proportionnalité directe avec la longueur de la fourche.

### III.4. Analyse de l'arbre de rotation :

➤ Condition de la résistance :

$$F_{cr} \times r \geq F_{ch} \times d \times \sin\alpha$$

$F_{cr}$ : force de la crémaillère.

$r$  : rayon de l'axe de rotation.

$d$  : la distance entre le centre de gravité et la fourche .

$$F_{cr} \times r = 26689.32 \times 195$$

$$F_{cr} \times r = 520 \times 10^4 \text{N/mm}^2$$

$$F_{ch} \times d \times \sin\alpha = 5000 \times 387.56 \times \sin(33) = 105 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$$

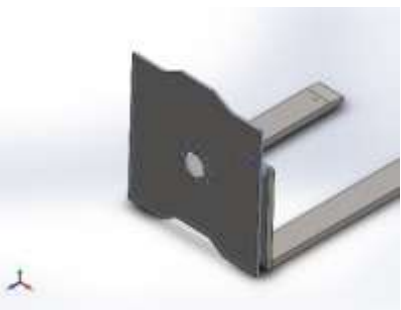
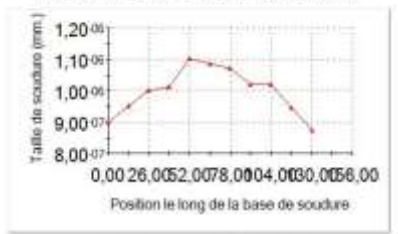
Donc :

$$520 \times 10^4 \text{N/mm}^2 \geq 105 \times 10^4 \text{ N/mm}^2$$

Alors notre condition est validée ; dans ce cas l'axe de rotation avec la (roue d'engrenage + la crémaillère), peut supporter cette charge et peut tourner avec.

#### III.4.1. Etude Statique Connecteur de type cordon de soudure avec simulation SolidWorks:

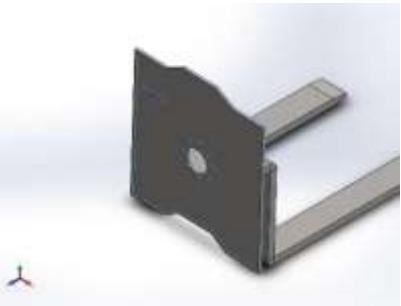
Tableau 9: Définition des paramètres de la simulation cordon de soudure.

Référence du modèle	Détails du connecteur	Diagramme de taille du cordon de soudure
 <p>Connecteur de type cordon de</p>	<p><b>Type:</b> Angle, 2 côtés</p> <p><b>Standard:</b> Norme européenne</p> <p><b>Coefficient de sécurité :</b> 1,25</p> <p><b>Facteur de corrélation:</b> 0.8</p>	<p>Tracé de taille du cordon de soudure</p>  <p>Taille de soudure (mm.)</p> <p>Position le long de la base de soudure</p> <p>—●— Taille de soudure (mm.)</p>

soudure-27	<b>Electrode:</b>	<b>Personnaliser</b>
	<b>Taille de soudure:</b>	<b>10mm</b>
	<b>Pièce soudéee</b>	<b>Pièce16-1</b>
	<b>bout:</b>	
	<b>Pièce en contact:</b>	<b>Pièce1-1</b>

Forces dans les connecteurs

Type	Min	Max	Moyenne
Taille de la gorge de soudure (m)	8,7316E-10	1,1028E-09	9,9809E-10
Force normale de la connexion (N/m)	-77 339	1,208E+05	10 325
Force axiale Cisaillement - Soudure (N/m)	-40 361	40 352	-300,8
Force normale cisaillement-surface (N/m)	-0,12405	0,12494	0,00040231
Moment de flexion (N.m/m)	5 735	8 821,8	7 764,9

 <p>Connecteur de type cordon de soudure-28</p>	<b>Type:</b>	<b>Angle, 2 côtés</b>
	<b>Standard:</b>	<b>Normeeuropéenne</b>
	<b>Coefficient de sécurité :</b>	<b>1,25</b>
	<b>Facteur de corrélation:</b>	<b>0.8</b>
	<b>Electrode:</b>	<b>Personnaliser</b>
	<b>Taille de soudure:</b>	<b>10mm</b>
	<b>Pièce soudéee</b>	<b>Pièce16-2</b>
	<b>bout:</b>	
	<b>Pièce en contact:</b>	<b>Pièce1-1</b>



Forces dans les connecteurs

Type	Min	Max	Moyenne
Taille de la gorge de soudure (m)	8,7648E-10	1,0985E-09	9,9526E-10
Force normale de la connexion (N/m)	-77 551	1,2378E+05	10 452
Force axiale Cisaillement- Soudure (N/m)	-40 487	40 412	-227,54
Force normale cisaillement-surface (N/m)	-0,12489	0,12583	0,0034567
Moment de flexion (N.m/m)	5 630,8	8 700,5	7 734,3

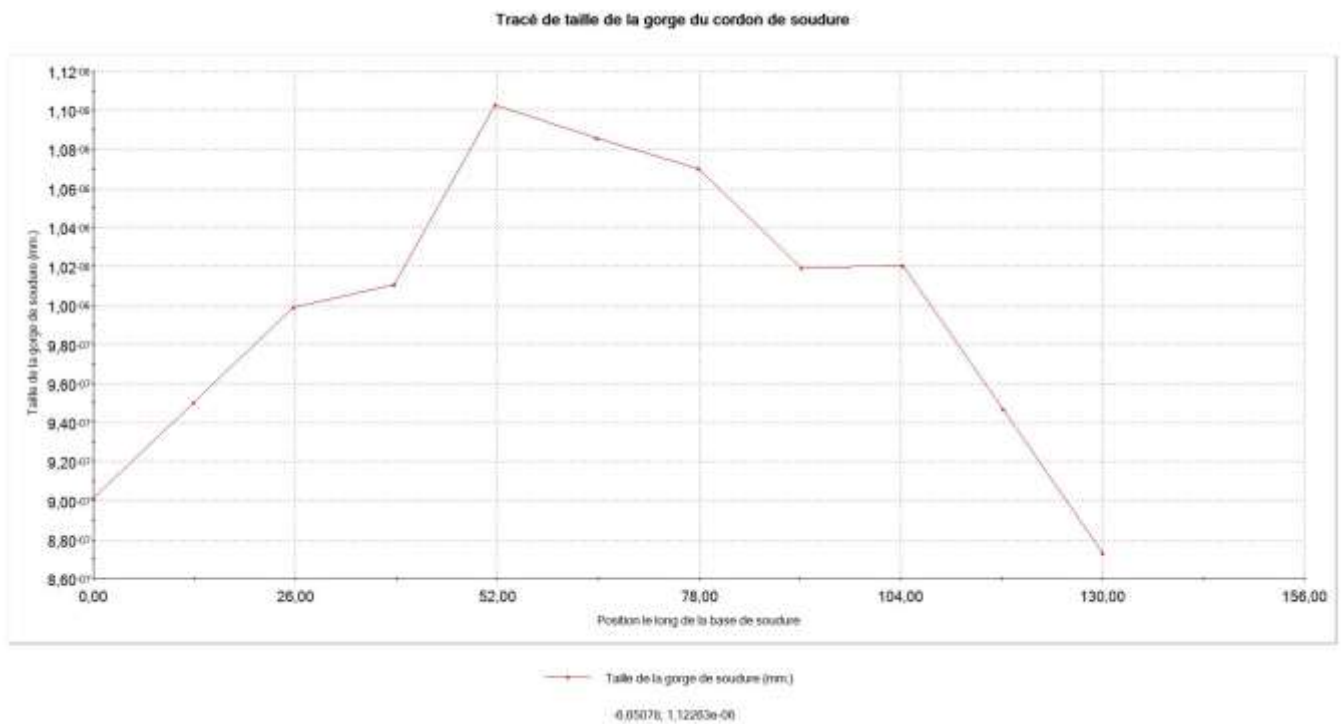


Figure 28: Tracer de la taille de la gorge du cordon de soudure.

➤ **Analyse :**

La soudure d'angle est adéquate si les conditions suivantes sont satisfaites :

$$\sigma_{eq} \leq \frac{f_u}{\beta_w \gamma_{M\omega}}$$

Et :

$$\sigma_1 \leq \frac{f_u}{\gamma_{M\omega}}$$

Avec l'intégration de la méthode de trapèzes en à calculer la section du cordon de soudure :

$$\sum S = S_1 + S_2 + S_3 + \dots + S_n$$

$$\sum S = 71,97 \text{ cm}^2$$

$f_u$  : Est la valeur nominale de la contrainte ultime la plus faible des pièces assemblées

$\gamma_{M\omega}$  : est le coefficient partiel de sécurité des soudures (= 1,25).

$\beta_w$  : La valeur du facteur de corrélation w est choisie comme suit :

**Tableau 10: Les valeurs du facteur de corrélation.**

Nuance d'acier EN 10025	Contrainte ultime en traction $f_u$	Facteur de corrélation w
S235	360 MPa	0,8
S275	430 MPa	0,85
S355	510 MPa	0,9

Pour des valeurs intermédiaires de  $f_u$ , le facteur  $\beta_w$  s'obtient par interpolation linéaire.

[42]

Donc :

$$\frac{ft}{\sum S} = \frac{2500}{71.97} = 34,73 \text{ N/cm}^2$$

$$\sigma_1 \leq \frac{f_u}{\gamma_{M\omega}}$$

Alors on doit vérifier la condition suivante avec simplification :

$$\sigma_e \leq f_u$$

$$\frac{2500N}{0.003473 m^2} = \sigma_e \leq 2500 N$$

$$\sigma_e = 0.72 MPa$$

• Les soudures d'angle doivent satisfaire :

$$f_u = \sqrt{3} \times \beta_w \times \gamma_{Mw} \times \frac{F}{al}$$

$F$  : est la force extérieure appliquée à la soudure.

$a$ : Dimension de gorge de la soudure.

$l$ : Longueur de la soudure.

$$f_u = \sqrt{3} \times 0,8 \times 1,25 \times \frac{2500}{0,01 \times 0,13}$$

$$f_u = 3,32 MPa$$

Aux finales on constate que le cordon de soudure peut résister à cette charge.

$$\sigma_e \leq f_u$$

$$0.72 MPa \leq 3,32 MPa$$

Donc notre condition est vérifiée.

### Conclusion :

Bien qu'il ait inspiré différents types de logiciels de simulation numérique, notre choix s'est porté sur SolidWorks ; Après avoir réalisé une étude de simulation statique de ce logiciel ; en simulant la charge exercée sur la fourche du retourneur de palox, nous avons obtenu une évaluation des contraintes de déplacement (cisaillement).

Enfin, l'analyse obtenue à partir de ce résultat montre que la contrainte maximale observée représente 37,8% de la contrainte admissible, ce qui indique que cette

composante reste dans les limites  $\{(\delta_c \leq \delta_e/s ; \tau = 44,42/117,5=37,8\%)\}$  Charges acceptables et répondent donc aux normes de sécurité et de performance établies.

Par conséquent, l'importance de prendre en compte la déformation et le déplacement pendant le processus de conception garantit que la fourche rabattable peut supporter la charge sans risque de charge excessive pouvant compromettre sa fonction ou sa durabilité, tout cela nous permet de comprendre le cisaillement le long du trajet de la fourche ; Les forces de cisaillement nous permettent également de mieux évaluer les zones critiques et de prendre des décisions éclairées pour renforcer efficacement si nécessaire.

## *Conclusion Générale*

### **Conclusion Générale :**

Sur la base de l'étude de conception du retourneur de palox, plusieurs aspects clés ont été dérivés pour améliorer l'efficacité et la productivité du secteur agricole, en particulier dans la transformation de cultures telles que les olives.

En utilisant un logiciel de conception tel que SolidWorks, nous avons pu obtenir les caractéristiques dimensionnelles et géométriques de différents composants du retourneur de palox. Cette étude nous a permis de réaliser une conception et une simulation statique assistée par (CAO) afin de vérifier la fiabilité du retourneur de palox dans les situations réelles.

Sur la base de ces études, nous faisons des recommandations pour optimiser le retourneur de palox :

- Utiliser des matériaux légers mais solides et moins chers sur le marché pour réduire le poids global du retourneur de palox.
- Réduire l'épaisseur ou bien la largeur de la fourche.
- Utiliser des barres transversales pour le renforcement structurel ou un support supplémentaire pour augmenter la stabilité et la durabilité.
- Retirer le bras dessus et le remplacer par une fourche latérale boulonnée à la plaque.

Ce travail nous a donné l'opportunité, d'une part, d'approfondir les connaissances et les compétences acquises lors de notre formation à l'UMMTO, et d'autre part, de nous préparer à intégrer notre carrière et de nous positionner sur le marché de l'industrie.

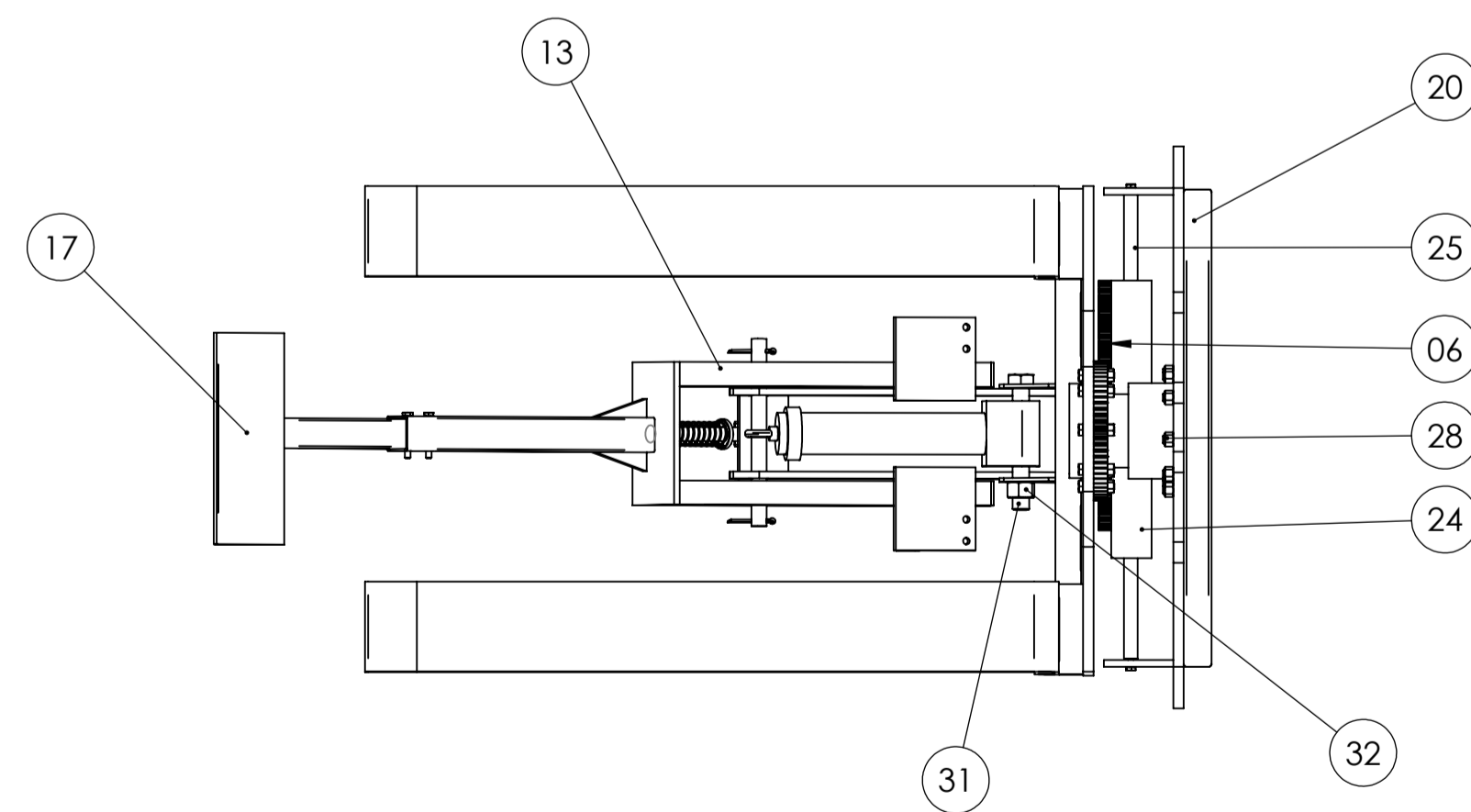
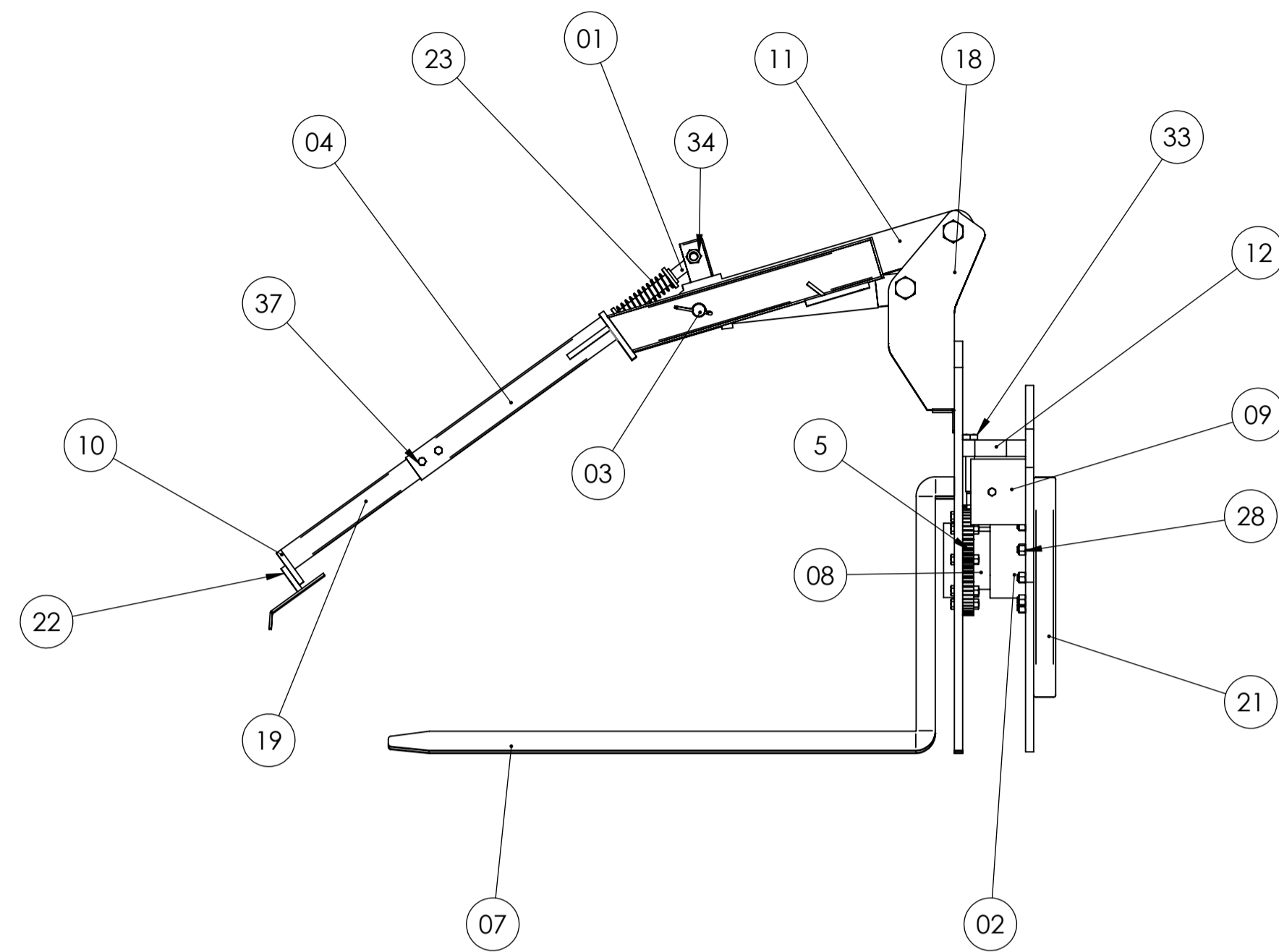
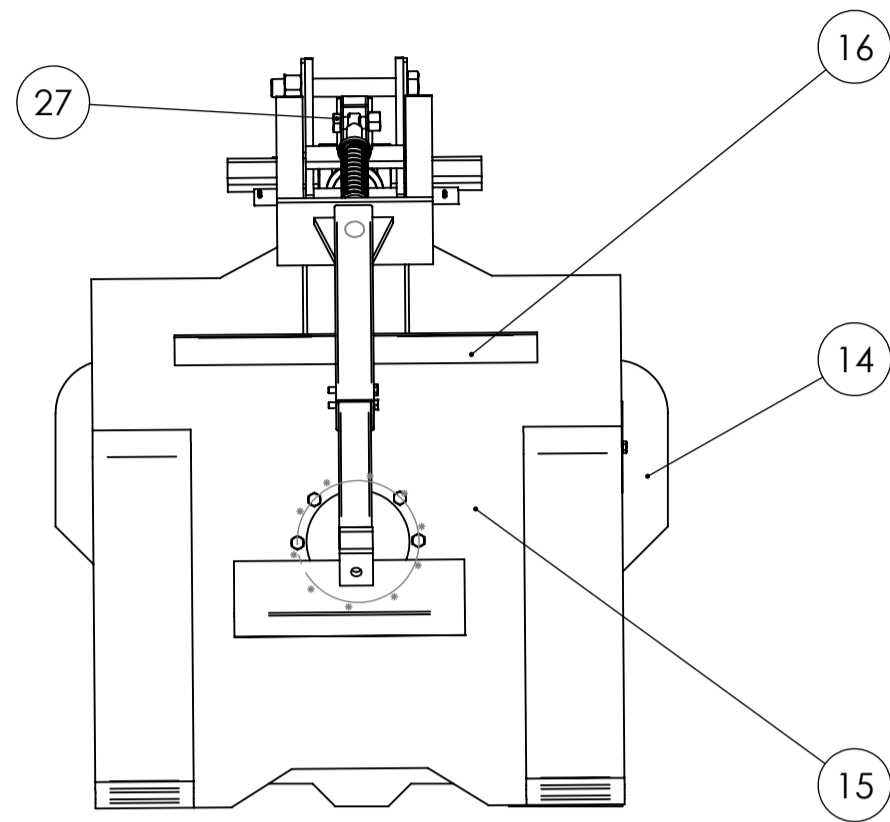
Finalement nous espérons que cette étude apportera une contribution supplémentaire dans le domaine de l'industrie agricole et servira de guide aux étudiants(es) du département de génie mécanique.

## Références bibliographiques

- [01]. mémoire de fin d'études ; conception et réalisation de la coque et du châssis de la planteuse de pomme de terre ; par AMROUNI LYNDA ET ALI CHIKHI YASSMINA ;2021\2022
- [02].M DELALE. Le compostage à l'échelle «mésos», une solution d'avenir pour la collecte, le traitement et la valorisation des déchets alimentaires en Région de Bruxelles ...
- [03]. FF Maciel, RS Gates, IFF Tinôco, N Pelletier... - Animals, Environmental Impacts of the Brazilian Egg Industry: Life Cycle Assessment of the Battery Cage Production System; 2024.
- [04]. S Abbate, P Centobelli, R Cerchione, G Giardino... - Journal of Cleaner ..., Elsevier. Coming out the egg: Assessing the benefits of circular economy strategies in agri-food industry; 2023 .
- [05]. Y Kazancoglu, E Ekinçi, SK Mangla ;Library. Performance evaluation of reverse logistics in food supply chains in a circular economy using system dynamics; 2021 .
- [06].Yifeng Gong, Ge Sun, Aditya Nair, AdityaBidwai, Raghuram CS, John Grezmaç, Guillaume Sartoretti, Kathryn A. Daltorio ;Legged Robots for Object Manipulation: A Review ; 2023.
- [07]. ManashPratim Das, AnirudhVemula, Mayank Pathak, SandipAine, Maxim Likhachev ;Learning Optimal Decision Making for an Industrial Truck Unloading Robot using Minimal Simulator Runs; 2021 .
- [08]. VeronikaLesch, Patrick B. M. Mxfeller, Moritz Krxemer, Samuel Kounev, Christian Krupitzer - A Case Study on Optimization of Warehouses; 2021 .
- [09]. YifanHou, ZhenzhongJia, Matthew T. Mason Reorienting Objects in 3D Space Using Pivoting; 2019 .
- [10]. Xinyi Zhang, YukiyasuDomae, Weiwei Wan, Kensuke Harada A Closed-Loop Bin Picking System for Entangled Wire Harnesses using Bimanual and Dynamic Manipulation; 2023 .
- [11]. Cxfme Butin, Damien Chablat, Yannick Aoustin, David Gouaillier Cinématique d'une Prothèse de Main Myoelectrique Accessible avec Actionneur Unique et Retropulsion Passive du Pouce ; 2022.
- [12]. PhilippeWenger, Damien Chablat, FlixMajou ;L'orthoglide : une machine-outil rapide d'architecture parallèle isotrope ;2007 .
- [13]. Florence Le Ber, Christian Brassac ;Etude longitudinale d'une procédure de modélisation de connaissances en matière de gestion du territoire agricole ; 2008.
- [14]. DavidPrvost, Sylvain Lavernhe, Franxeois Louf, Philippe Rouch ;Modélisation et évaluation du comportement dynamique d'une structure de machine outil UGV pour la prédiction des défauts géométriques ; 2011.
- [15]. Stefan M. Goetz, Ricardo Lizana F., Sebastian Rivera ;Hairpin Motors for Electromobility: Twists and Bends of a Technological Breakthrough that Initially Arrived A Century Too Soon . 2023.

- [16]MoradBehandish, SaigopalNelaturi, Chaman Singh Verma, Mats Allard ;Automated Process Planning for Turning: A Feature-Free Approach. 2019 .
- [17]. Leonidas Droukas, Zoe Doulgeri, Nikolaos L. Tsakiridis, Dimitra Triantafyllou, IoannisKleitsiotis, IoannisMariolis, DimitriosGiakoumis, DimitriosTzovaras, DimitriosKateris, DionysisBochtis ;A Survey of Robotic Harvesting Systems and Enabling Technologies; 2022 .
- [18]. VibhakarMohta, AdarshPatnaik, Shivam Kumar Panda, Siva VigneshKrishnan, Abhinav Gupta, AbhayShukla, GauriWadhwa, ShreyVerma, AdityaBandopadhyay Design of an All-Purpose Terrace Farming Robot. 2022.
- [19].Sandilya Sai Garimella, Shai Revzen; Dandelion-Picking Legged Robot. 2021 .
- [20].Kwamiwi Mawussi, Sylvain Lavernhe, Claire Lartigue ; Usinage de poches en UGV - Aide au choix de strategies 2009.
- [21]. Giovanni Petri, Alain Barrat ;Simplicial Activity Driven Model. 2018.
- [22].Cme Butin, Damien Chablat, Yannick Aoustin, David Gouaillier ;Cinématique d'une Prothèse de Main Myoélectrique Accessible avec Actionneur Unique et Rétropulsion Passive du Pouce. 2022.
- [23]. Jeffrey Ichnowski, Yahav Avigal, Yi Liu, Ken Goldberg ;GOMP-FIT: Grasp-Optimized Motion Planning for Fast Inertial Transport ; 2021.
- [24]. Brahim Tamadazte ;Contributions à l'asservissement visuel et à l'imagerie en médecine ;2022 .
- [25]. M. Hadjara ; Observations et modélisations spectro-interférométriques longue base des étoiles et de leur environnement proche ; 2017.
- [27]. Kevan Bell, SaadAbbasi, Deepak Dinakaran, MubaTaher, Gilbert Bigras, Frank K. H. van Landeghem, John R. Mackey, Parsin Haji Reza ;Reflection-mode virtual histology using photoacoustic remote sensing microscopy. 2020.
- [28]. Damien Chablat, Fouad Bennis, Bernard Hoessler, Matthieu Guibert ;Périphériques haptiques et simulation d'objets, de robots et de mannequins dans un environnement de CAO-Robotique : eM-Virtual Desktop ; 2007 .
- [29].D.Abruzzese, D. Carnevale, A. Monti, C. Possieri, S. Rossi, M. Sassano, P. P. Valentini ;Exoway: an exoskeleton on actuated wheels ; 2020 .
- [30]. Nan Deng, Luc R. Pastur, Bernd R. Noack Bernd R., Guy Cornejo-Maceda, FrançoisLusseyran, Jean-Christophe Loiseau Jean-Christophe, Marek Morzyński ;Dynamiques transitoires de sillage dans le pinball fluide ; 2021 .
- [31].Claudiu-Florinel Bisu, Jean-Yves K'Nevez, Philippe Darnis, Olivier Cahuc, Raynald Laheurte, Alain Gxerard ;Détermination Du Centre De Raideur Pour Les Machines-Outils - Application Au Tournage ; 2009 .
- [32]. Anatoly Pashkevich, Damien Chablat, Philippe Wenger ; Analyse de la rigidité des machines-outils 3 axes d'architecture parallèle hyperstatique ;2008 .

- [33]. M. Hadjara Observations et modélisations spectro-interferometriques longue base des Etoiles et de leur environnement proche ; 2017 .
- [34]. Chapitre 3 et 4 Actionneurs industriels Pneumatiques\_Hydrauliques.
- [35]. Memoire organisation de la maintenance d'un systeme hydraulique (centrale hydrolique d'un concasseur model gp120) ; Présenté par: FISLI Samir
- [36]. Mémoire de fin d'étudesAutomatisation d'une machine pour obtenir les contours de grille de table par un automate programmable S7-300 à l'ENIEM ; Présenté par :M .BELLEBIA ALI
- [37]. VERINS.doc (Philippe HOARAU)
- [38]. Aut-L3-Mod-Actionneurs-Chapitre 4-Vérins
- [39]. MEMOIRE Automatisation d'un banc d'essai hydraulique –Master– Mécatronique – BOUKHENTEF Med Saïd
- [40].Université à Limoges, France ; Principe d'une régulation de débit hydraulique
- [41].Mémoire de fin étude ;Modélisation et simulation de l'acier AISI 304 sur son comportement en fatigue ;BENBOUZA Chamseddine ;2014 .
- [42]. Fichier : L11-2-2.doc ; ASSEMBLAGES SOUS CHARGEMENT STATIQUE-  
Leçon 11.2.2 Assemblages soudés : Bases du calcul des soudures ; ESDEP GROUPE DE TRAVAIL  
11.



ITEM NO.	QTY.	Désignation	Matière	DESCRIPTION
01	1	ARBRE 01	Acier S235JR	
02	1	Arbre semi creu 01	Acier S235JR	
03	1	Arbre	Acier S235JR	
04	1	Tube carré	Acier S235JR	
5	1	ROUE DENTEE	<b>XC 48</b>	
06	1	Cremailier	<b>XC 48</b>	
07	2	Fourche	Acier S235JR	
08	1	Arbre semi creu 02	Acier S235JR	
09	2	Plaque 01	Acier S235JR	
10	1	Plaque 02	Acier S235JR	
11	1	Spport 02	Acier S235JR	Assemblage par soudure
12	1	Support pivou	Acier S235JR	
13	1	Support 01	Acier S235JR	Assemblage par soudure
14	1	Tole 01	Acier S235JR	
15	1	Tole 02	Acier S235JR	
16	1	Tole plier	Acier S235JR	
17	1	Tole 03	Acier S235JR	
18	2	Tole	Acier S235JR	
19	1	Tube carré 02	Acier S235JR	
20	2	Tube carré 03	Acier S235JR	
21	2	Tube carré 04	Acier S235JR	
22	1	Plaque 03	Acier S235JR	
23	1	Ressort	Acier S235JR	
24	2	Cylindre du vérin	Acier S235JR	
25	3	Tige du vérin	Acier S235JR	
26	2	ISO 1234-5x56-C	Acier S235JR	
27	1	ISO 8676 - M16x1.5 x 45-N	Acier S235JR	
28	10	ISO - 4034 - M12 - N	Acier S235JR	
29	8	ISO - 4034 - M10 - N	Acier S235JR	
30	8	ISO 4014 - M10 x 45 x 26-N	Acier S235JR	
31	2	ISO 4014 - M24 x 180 x 60-N	Acier S235JR	
32	2	ISO - 4034 - M24 - N	Acier S235JR	
33	1	pivot	Acier S235JR	
34	1	ISO - 4034 - M16 - N	Acier S235JR	
35	10	ISO 8676 - M12x1.5 x 60-N	Acier S235JR	
36	2	ISO 8676 - M8x1.0 x 16-N	Acier S235JR	
37	2	ISO 8676 - M8x1.0 x 60-N	Acier S235JR	
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation

Echelle :1/10

**RETOURNEUR DE PALOX**



**BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir**

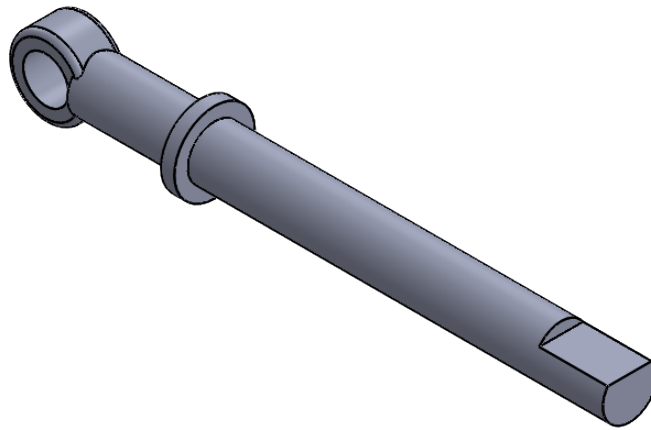
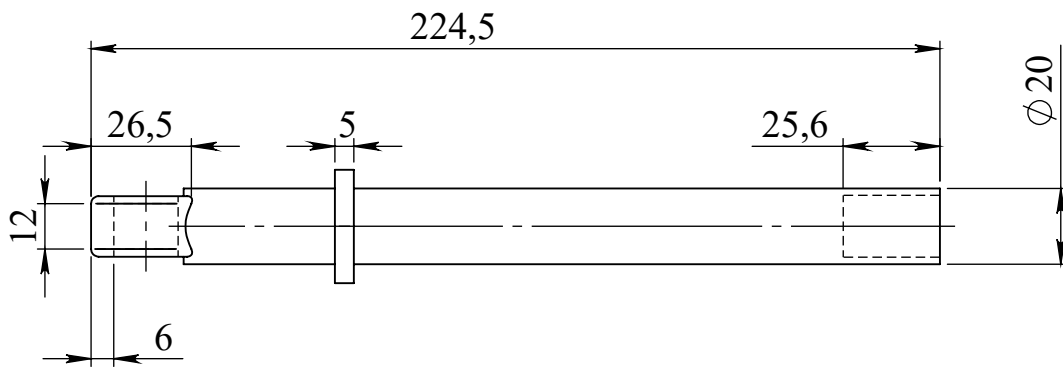
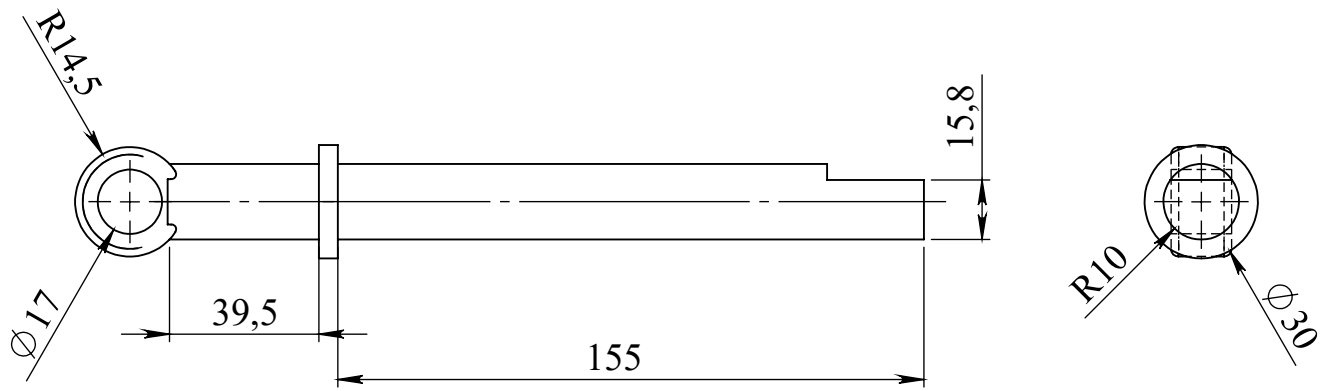
**Promo: 2023/2024**



A2

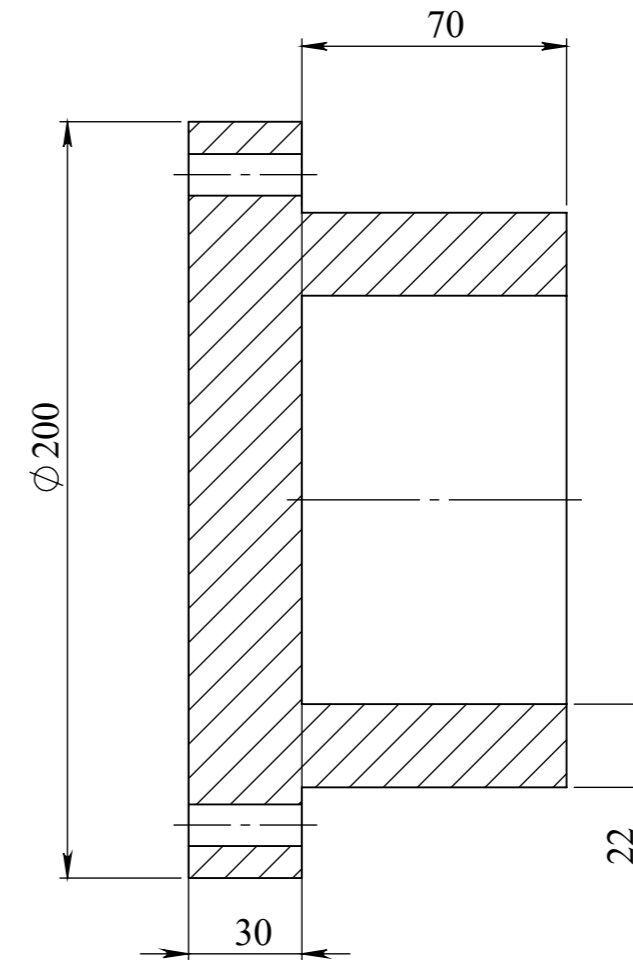
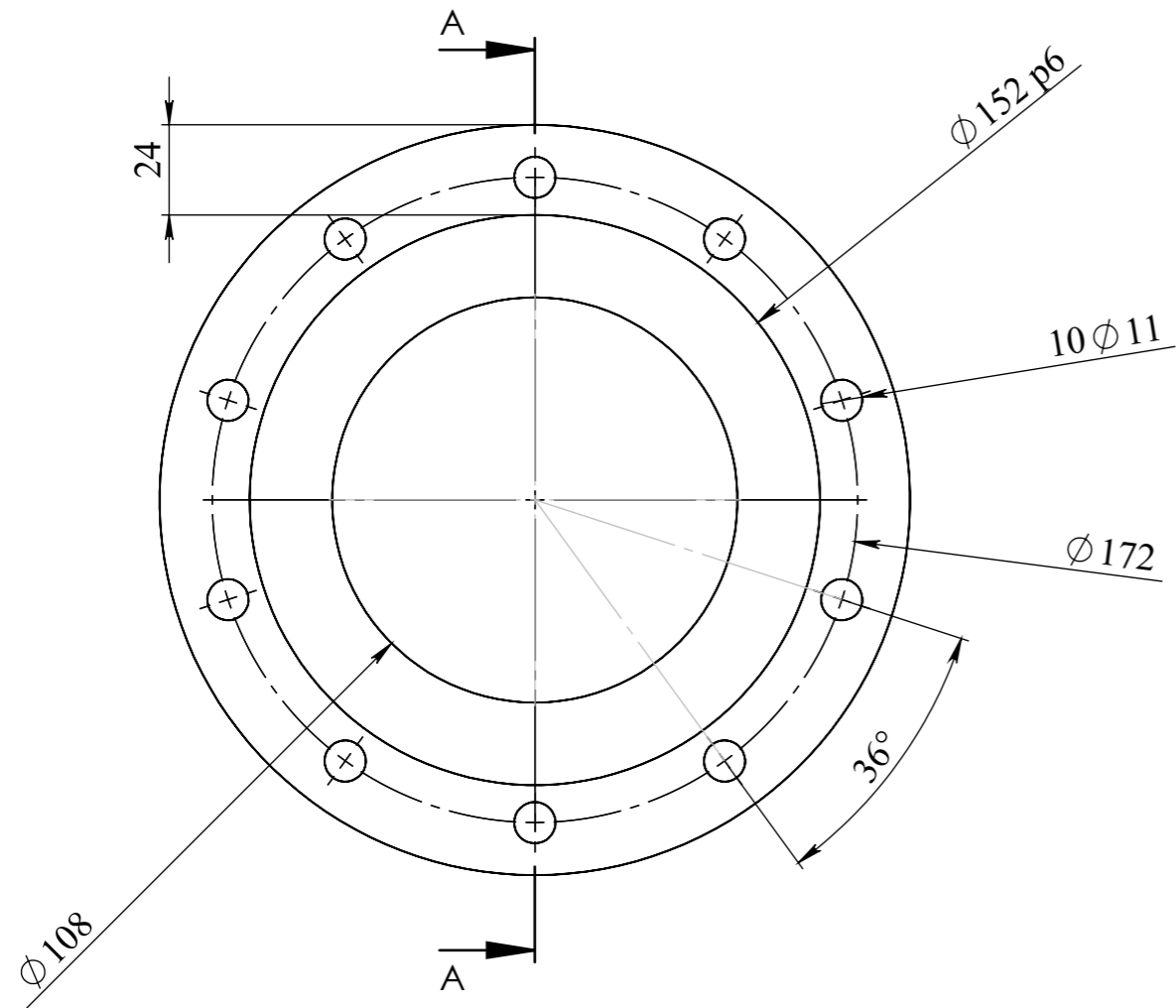


FGC - DGM - UMMTO

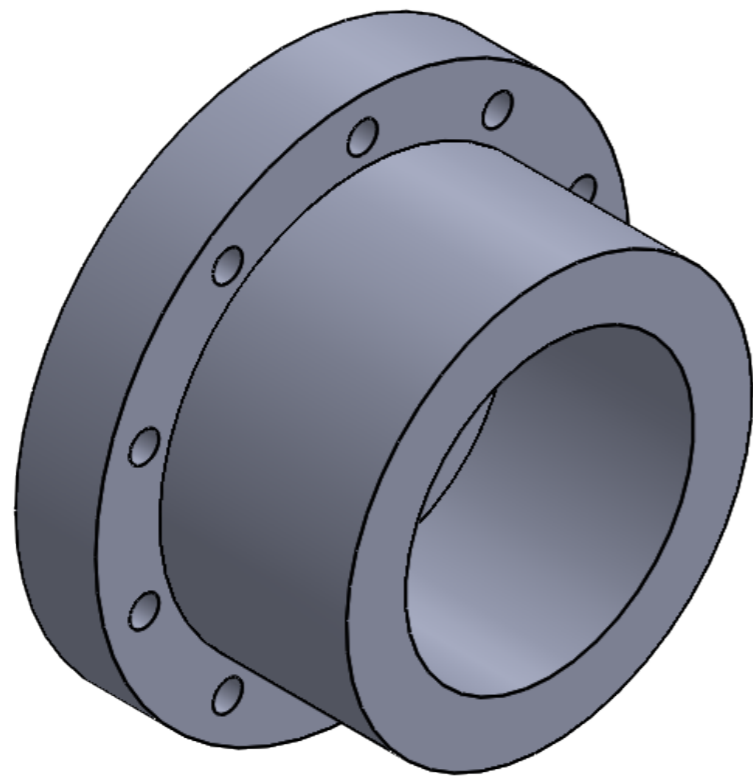
Master II



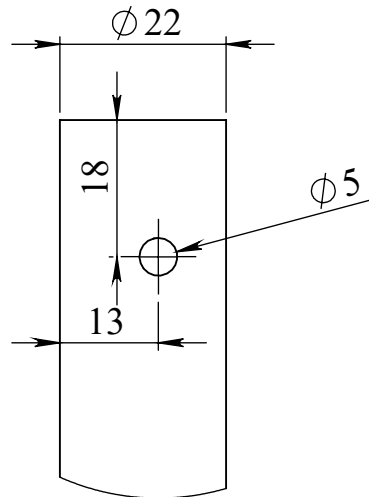
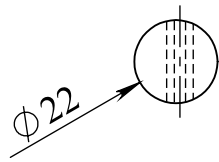
01	01	Arbre 01	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:1/2		RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/
Planche N°:01				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir		Promo : 2023/2024
A4		 FGC DGM UMMTO		MASTER II



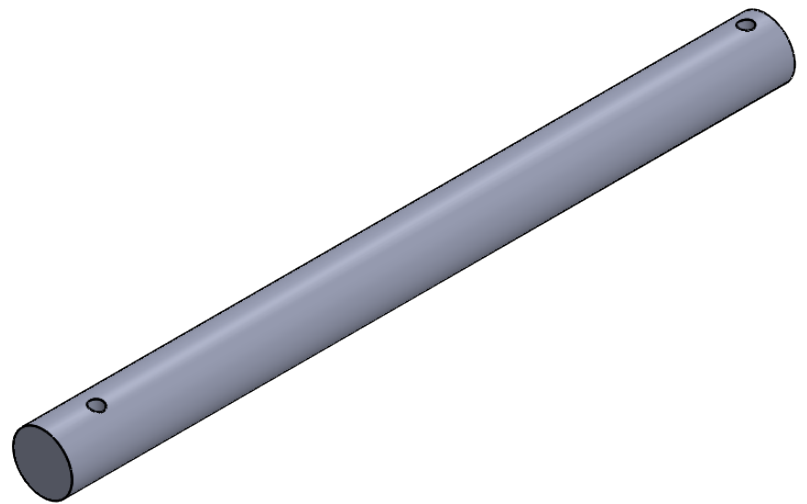
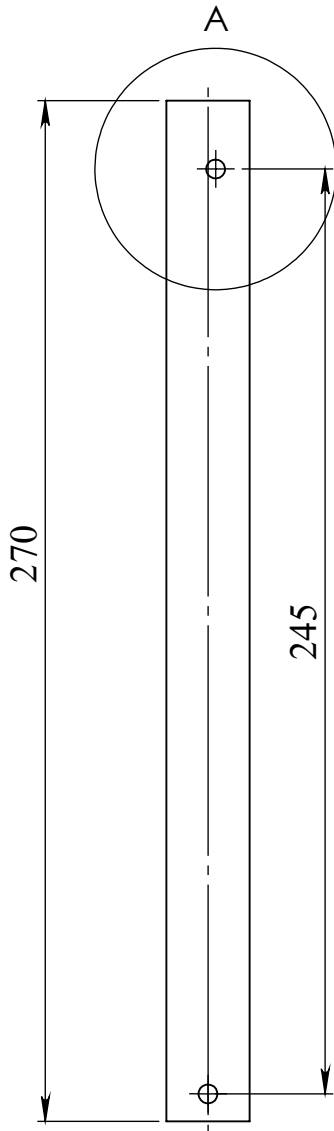
COUPE A-A



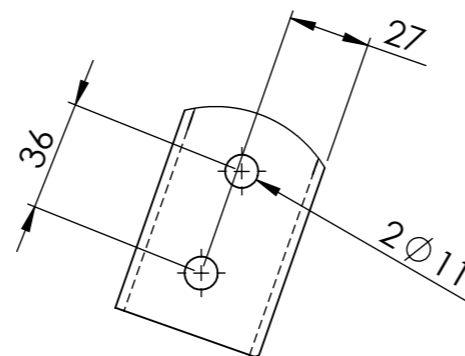
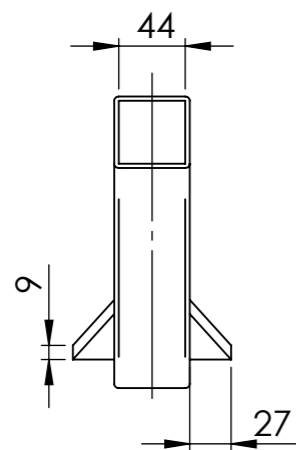
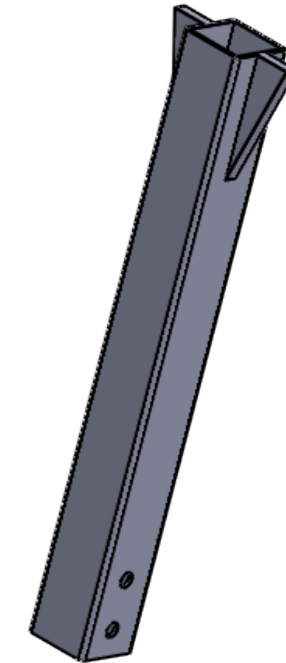
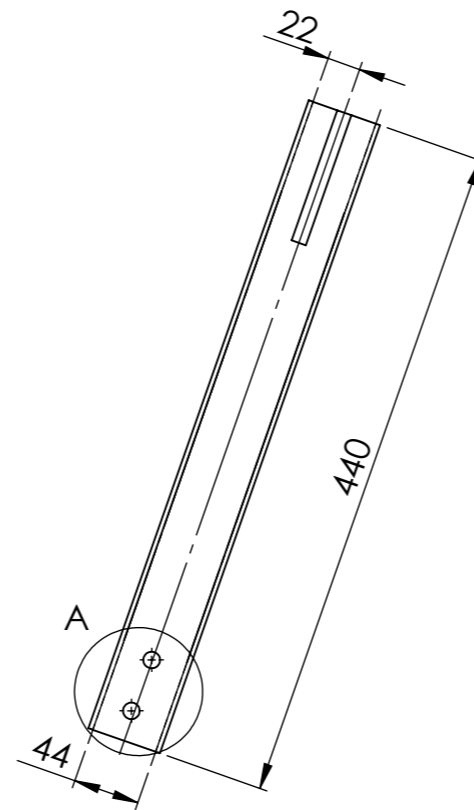
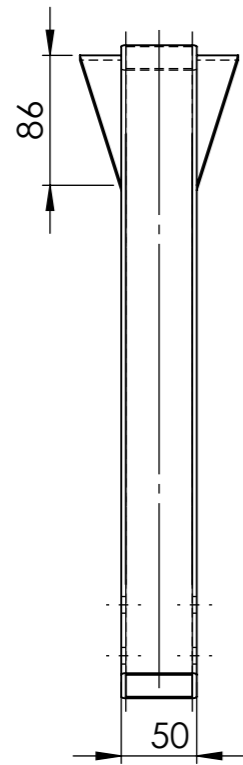
02	01	Arbre semi creu 01	Acier S235JR	/
Ref Nbr		Désignation	Matière	Observation
Echelle :1/2	RETOURNEUR DE PALOX			SURFACE 3.2/
Planche N°:04				
	BOULAHBAL K.Walid-FEZZANI Mounir			Promo: 2023/2024
A3	FGC - DGM - UMMTO			Master II



DÉTAIL A  
ECHELLE 1 : 1

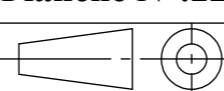



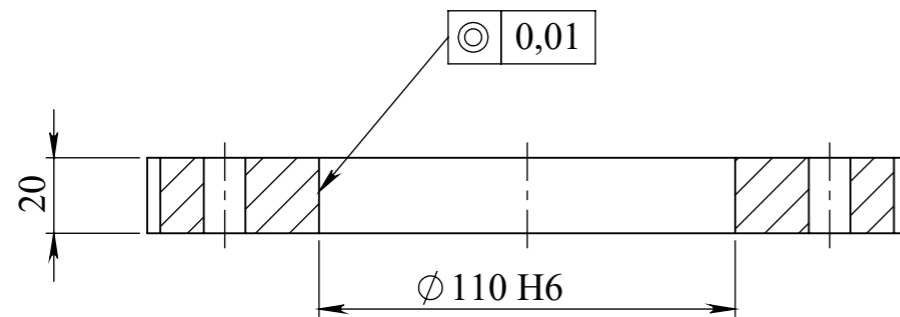
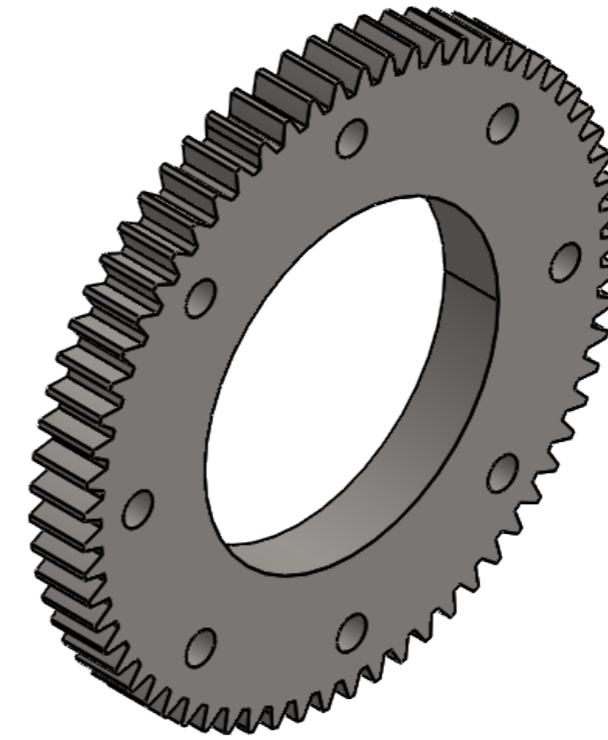
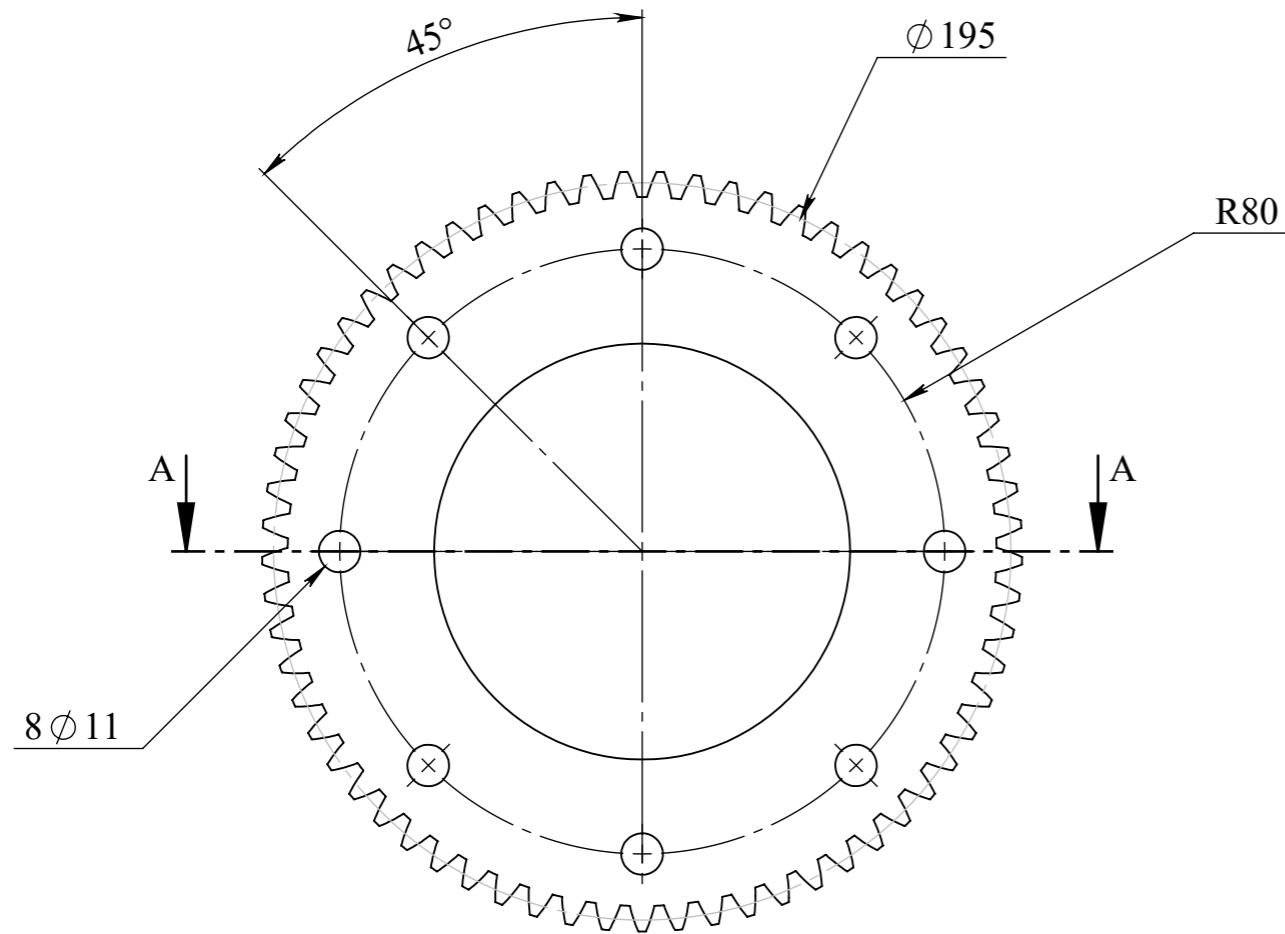
03	01	Arbre 02	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:1/2		RETOURNEUR DE PALOX	SURFACE 3.2/	
Planche N°:03				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A4			FGC DGM UMMTO	MASTER II



DÉTAIL A  
ECHELLE 2 : 5

• Assemblage  
par soudage

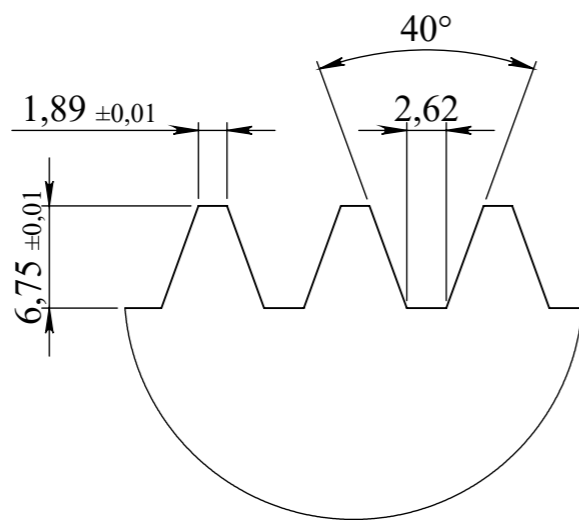
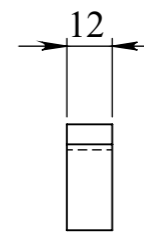
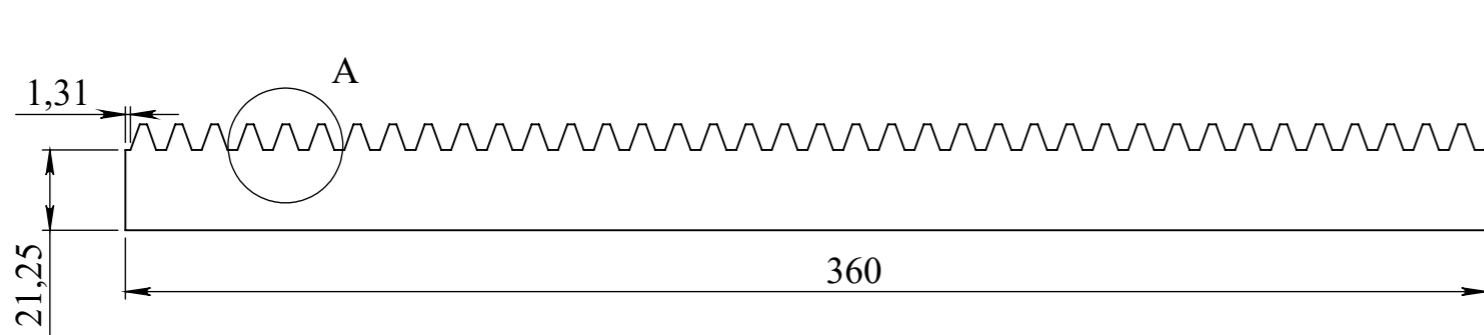
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
04	01	Tube carré 01	Acier S235JR	/
Echelle : 1/5		RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/
Planche N°:22				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A3		 FGC - DGM - UMMTO	Master II	



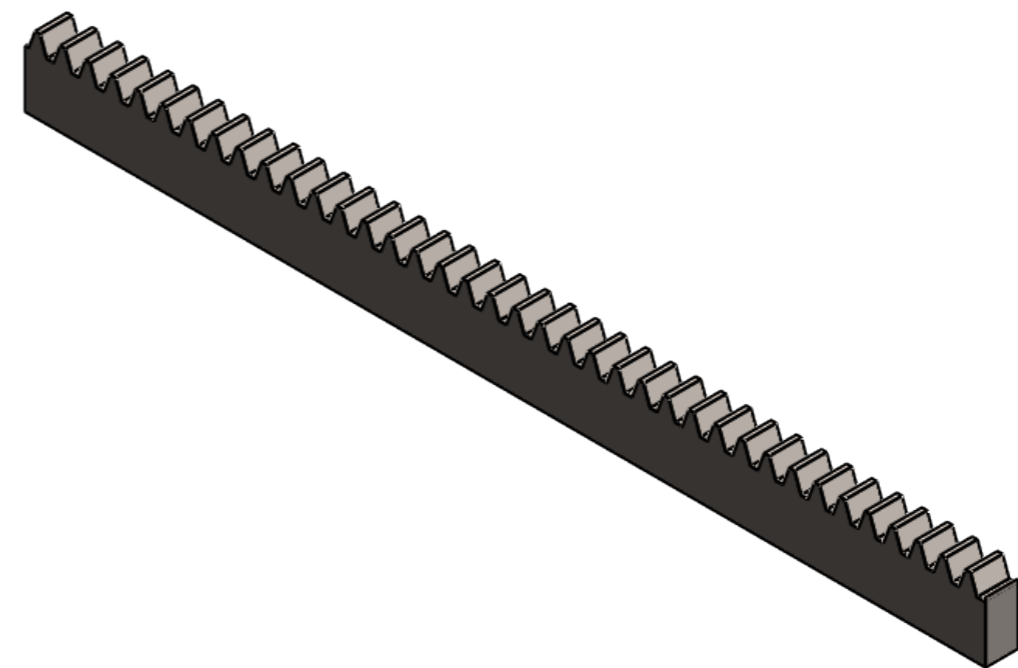
COUPE A-A

- **MODULE**  $m=3$
- **Nombre de dent** =65
- **Diamètre primitif**=195
- **Diamètre de tête**= 201
- **Diamètre de fond**=187.7
- **Pas**=9.42

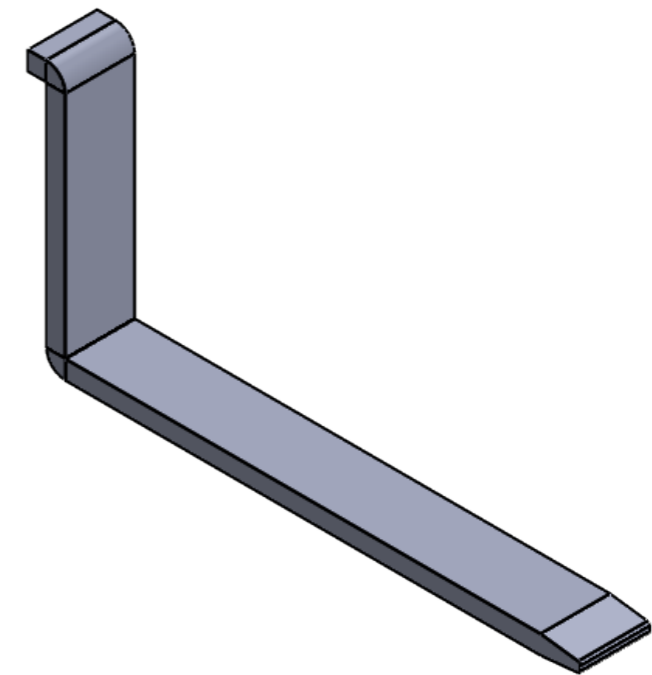
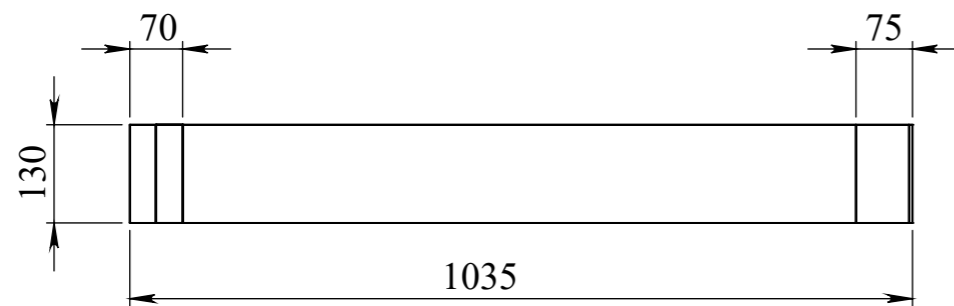
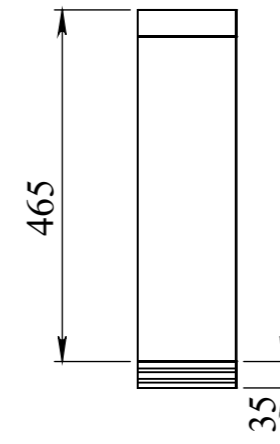
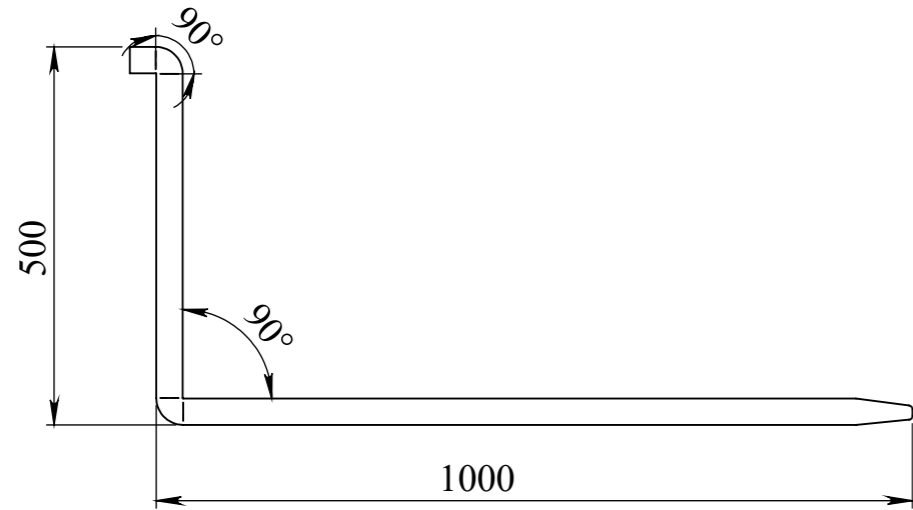
05	01	Roue denter	XC 48	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle :1/2		RETOURNEUR DE PALOX	SURFACE	
Planche N°:05			1.6/	
		BOULAHBAL K.Walid-FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A3			Master II	

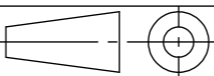



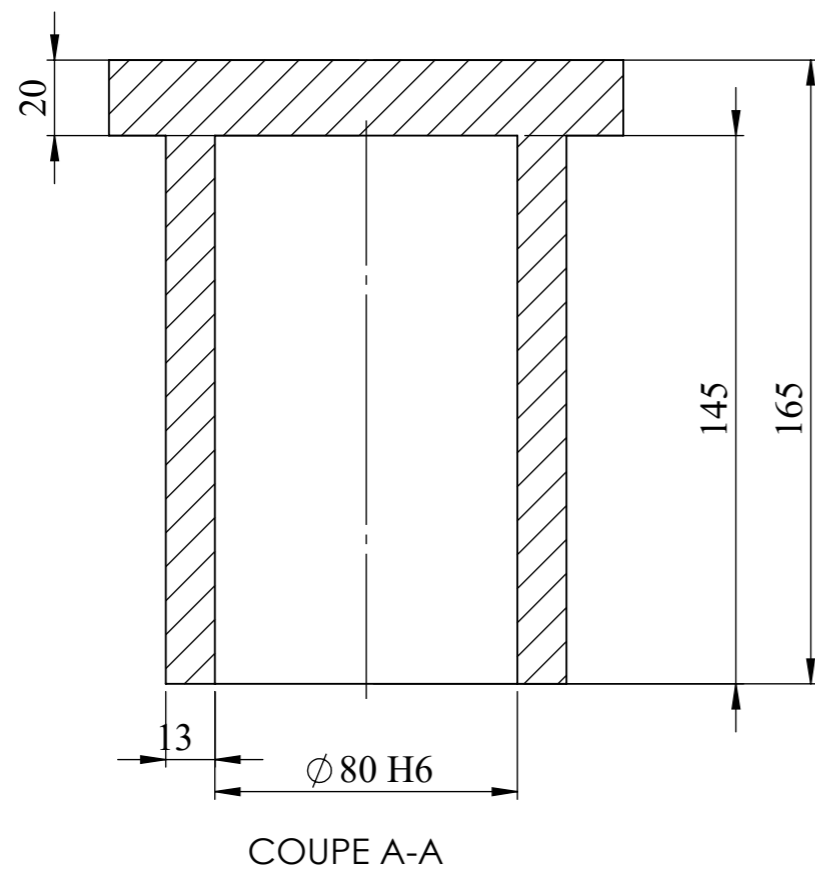
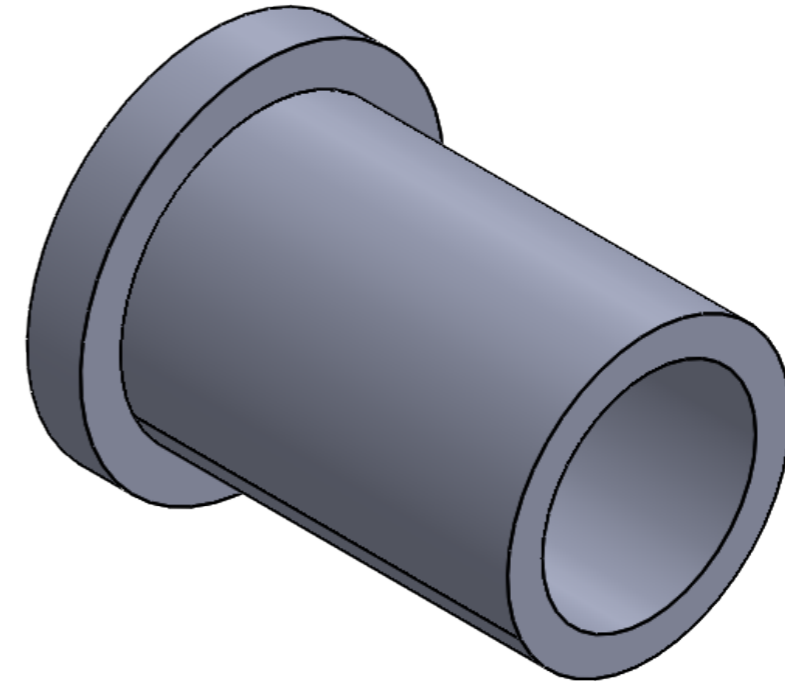
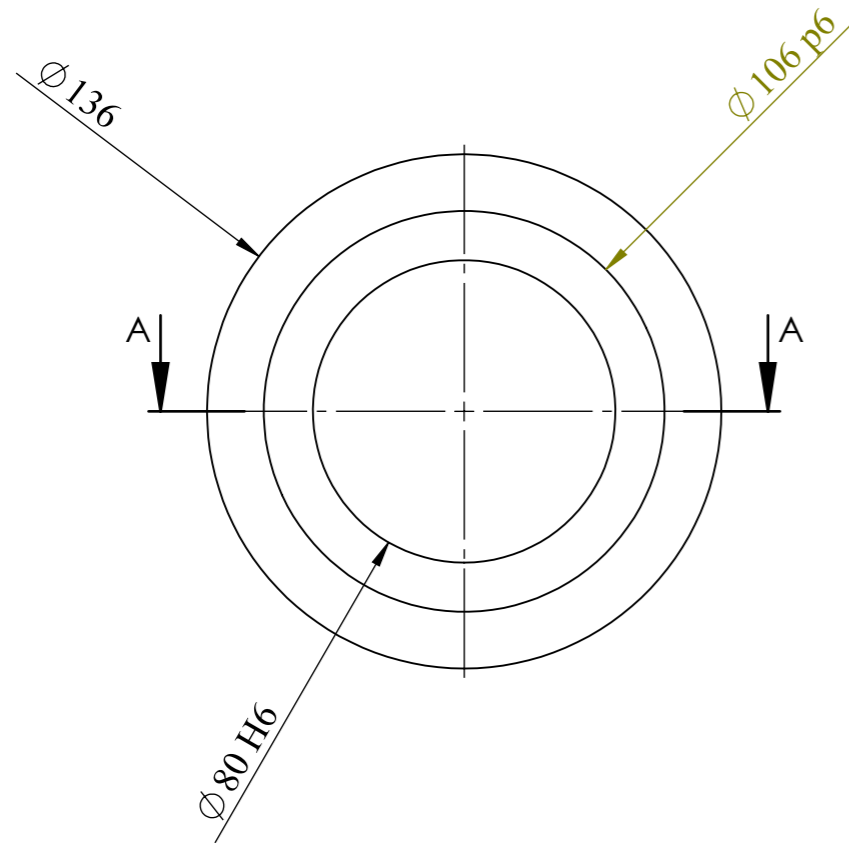
DÉTAIL A  
ECHELLE 2 : 1

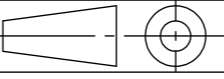



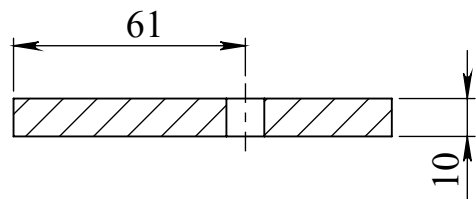
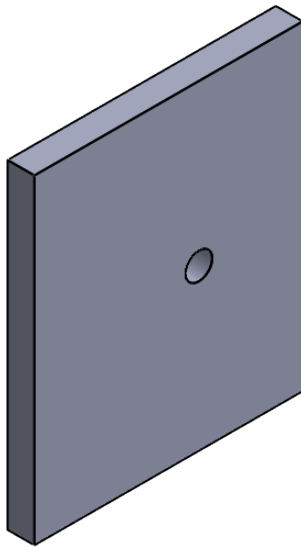
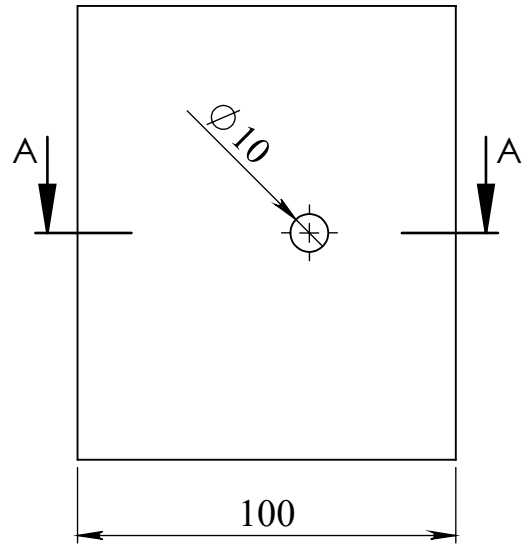
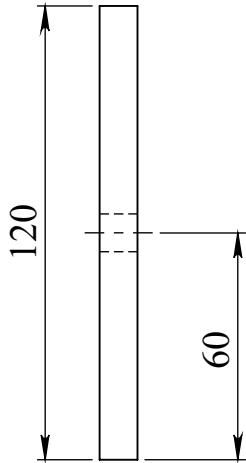
06	01	Cremailler	XC 48	Tr+Rv 50/55 HRC
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle : 1/2		RETOURNEUR DE PALOX	SURFACE 1.6/	
Planche N°:06				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A3			Master II	





07	02	Fourche	Acier S235JR	/
Ref Nbr		Désignation	Matière	Observation
Echelle :1/10	RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/	
Planche N°:07				
	BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir		Promo: 2023/2024	
A3	 FGC - DGM - UMMTO		Master II	

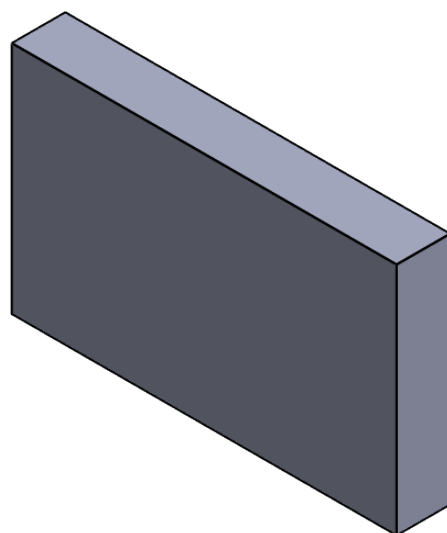
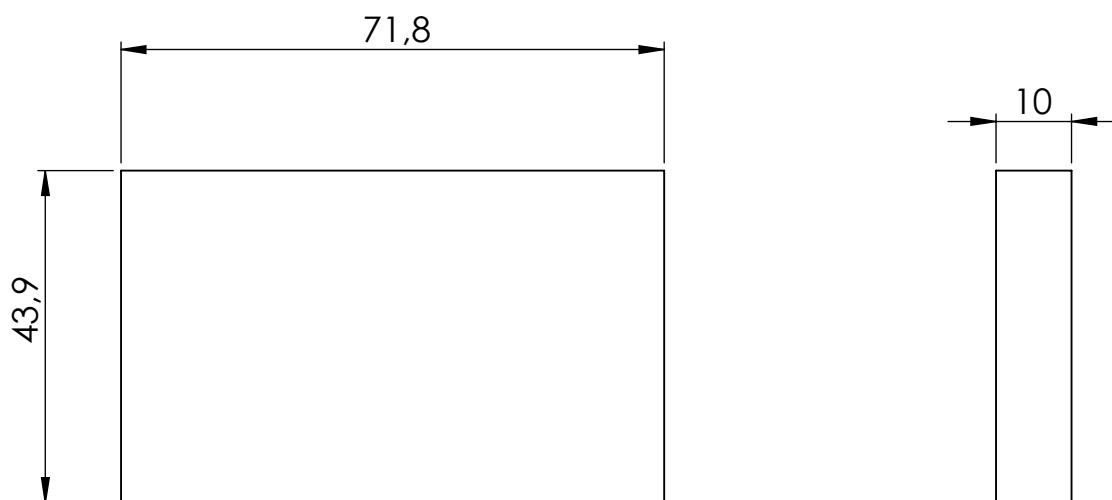


08	01	Arbre semi creu 02	Acier S235JR	/
Ref Nbr		Désignation	Matière	Observation
Echelle :1/2	RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/	
Planche N°:08				
	BOULAHBAL K.Walid-FEZZANI Mounir		Promo: 2023/2024	
A3	 FGC - DGM - UMMTO		Master II	

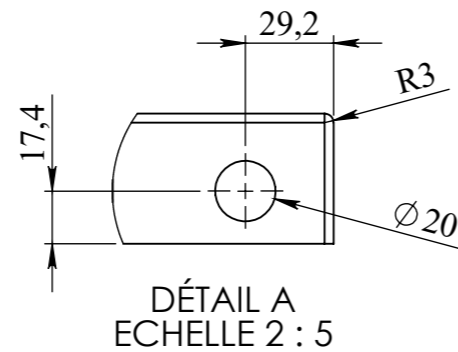
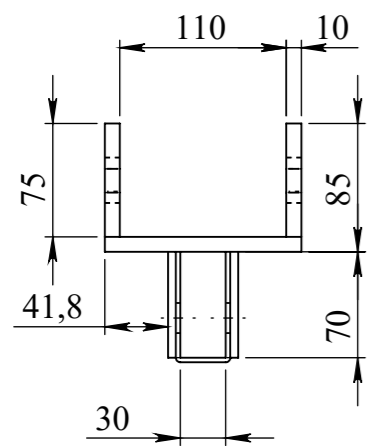
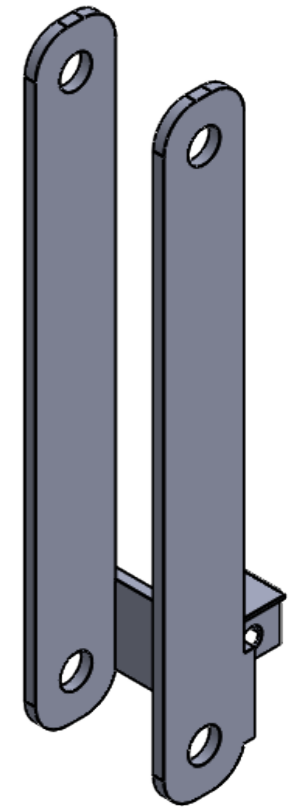
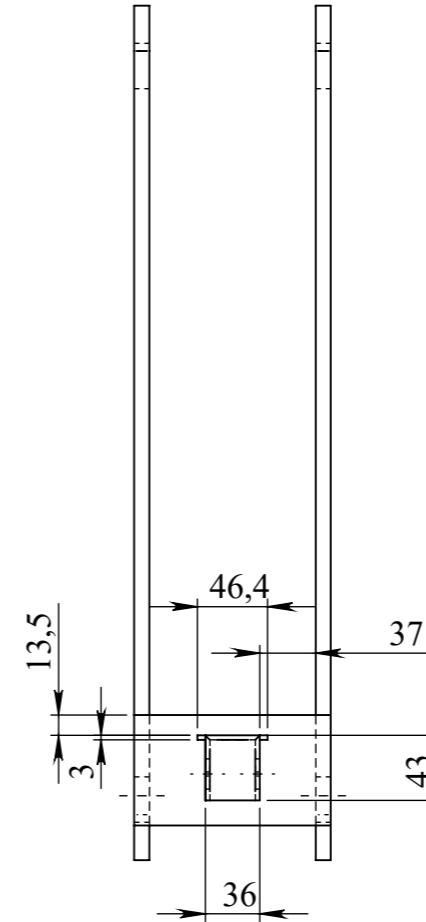
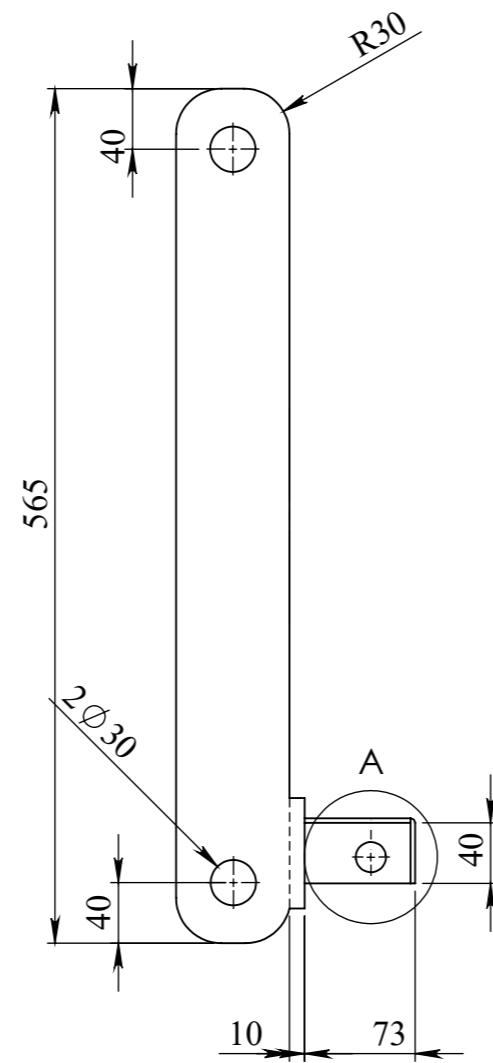
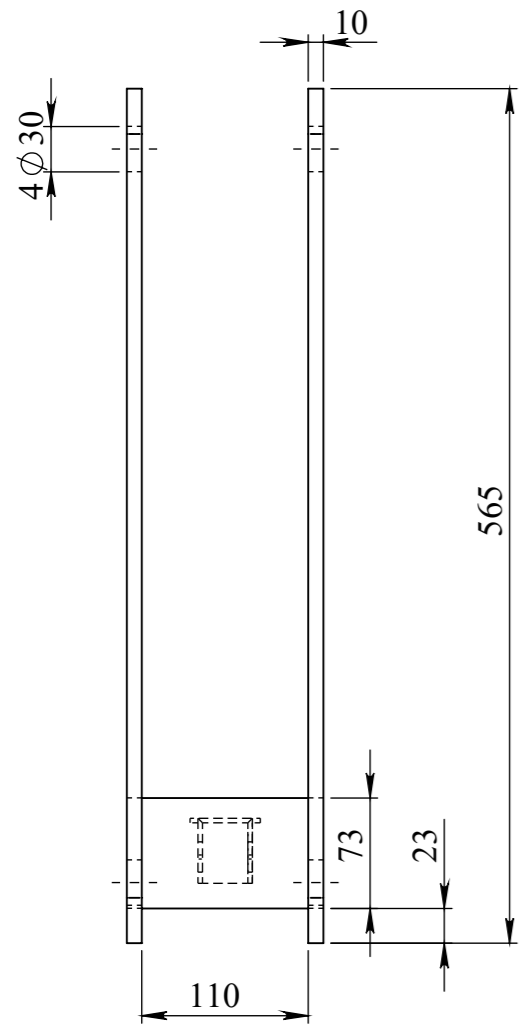


COUPE A-A

09	02	Plaque 01	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:1/2		RETOURNEUR DE PALOX	SURFACE	
Planche N°:09			3.2/	
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A4		 FGC DGM UMMTO	MASTER II	

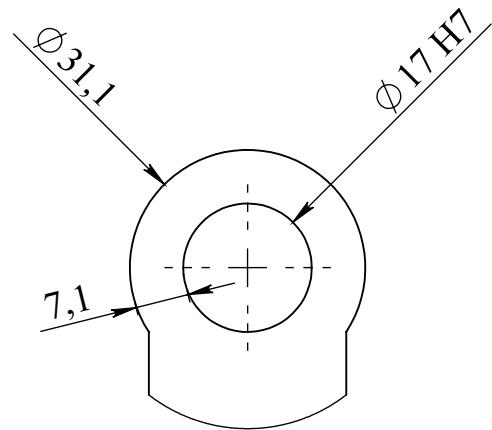
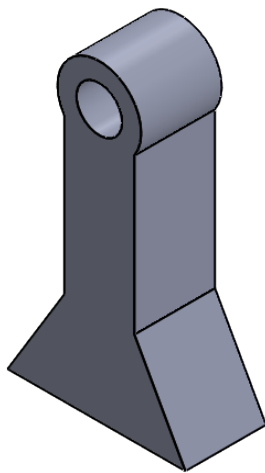
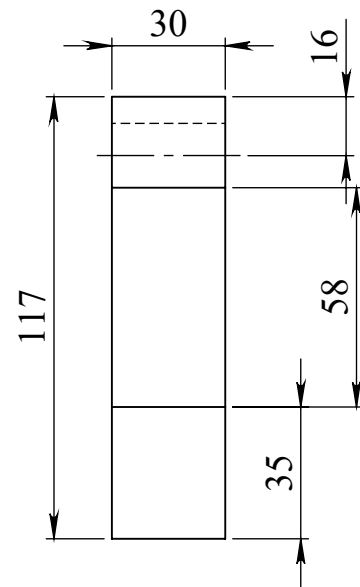
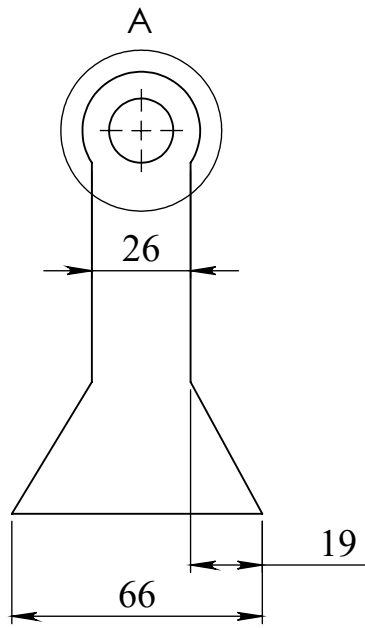


10	01	PLAQUE02	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle1/1	RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/	
Planche N°:10	BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir		Promo : 2023/2024	
A4	 FGC DGM UMMTO		MASTER II	





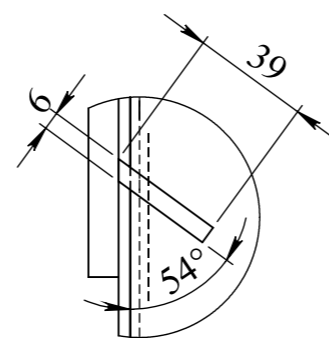
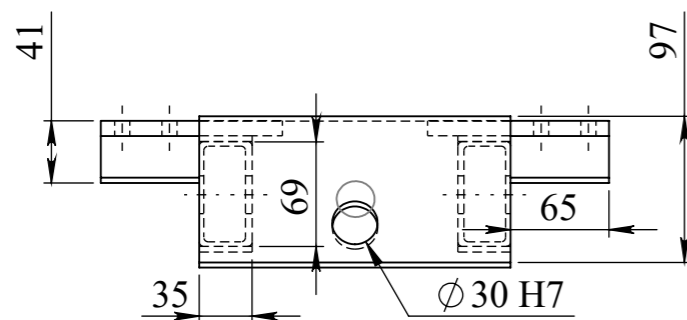
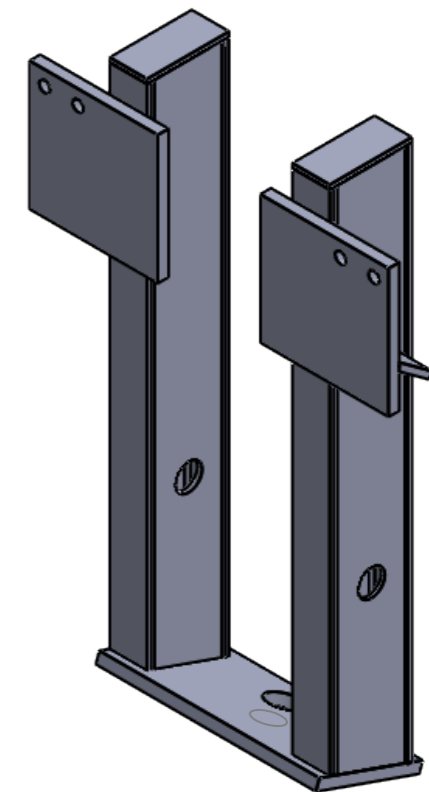
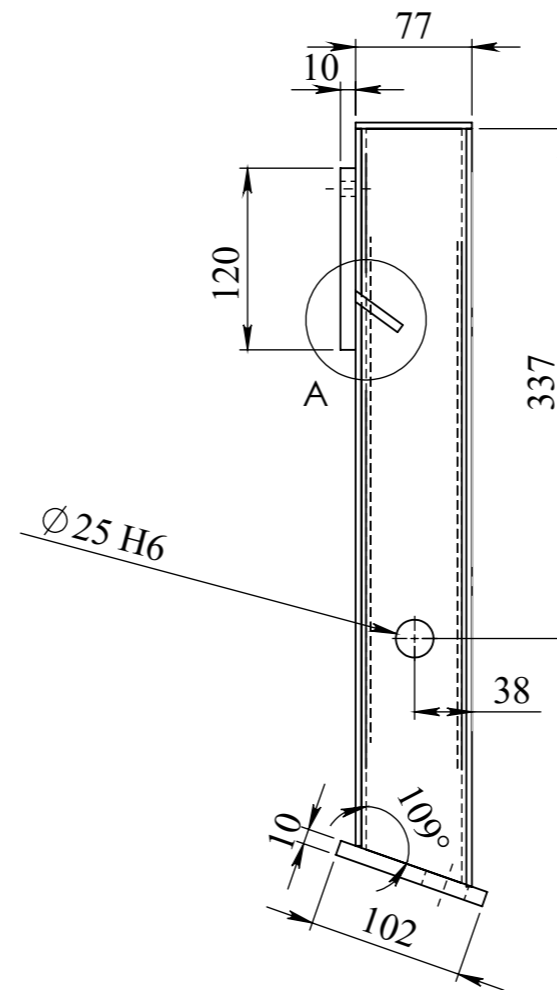
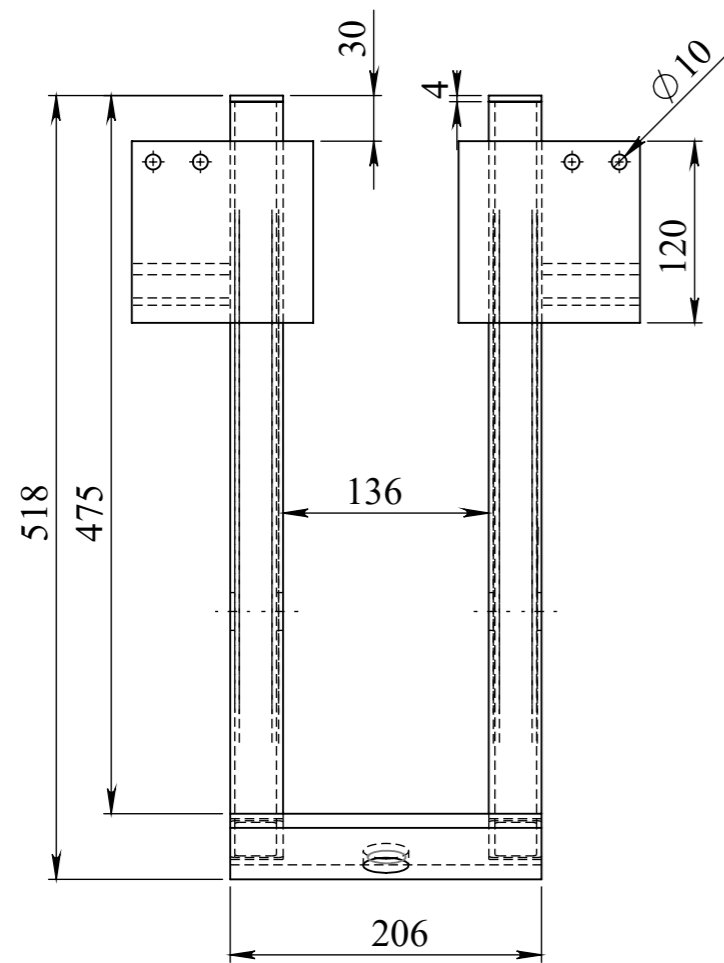
- Assemblage par soudage

11	01	Support 01	Acier S235JR	/
Ref Nbr		Désignation	Matière	Observation
ECHALLE: 1/5		RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/
Planche N°: 11				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir		Promo: 2023/2024
A3				Master II



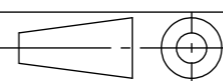

DÉTAIL A

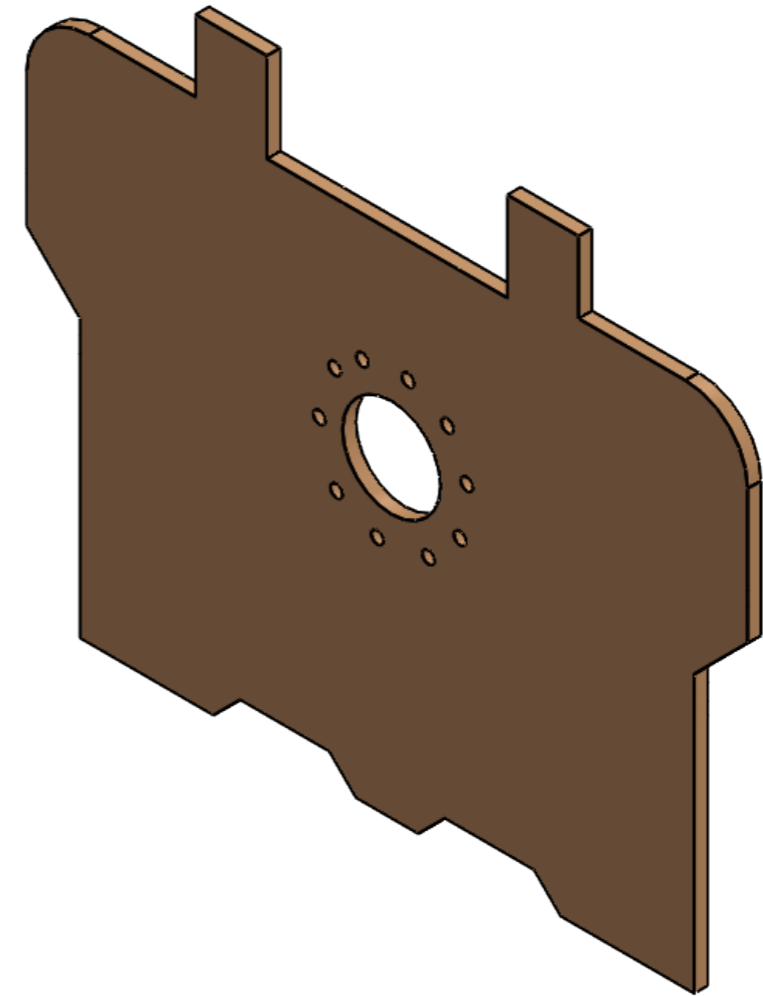
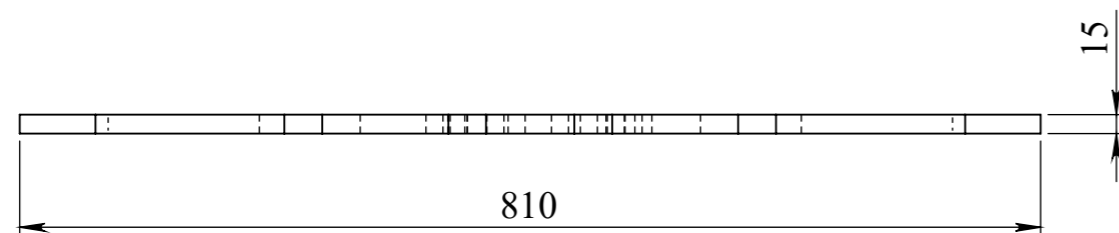
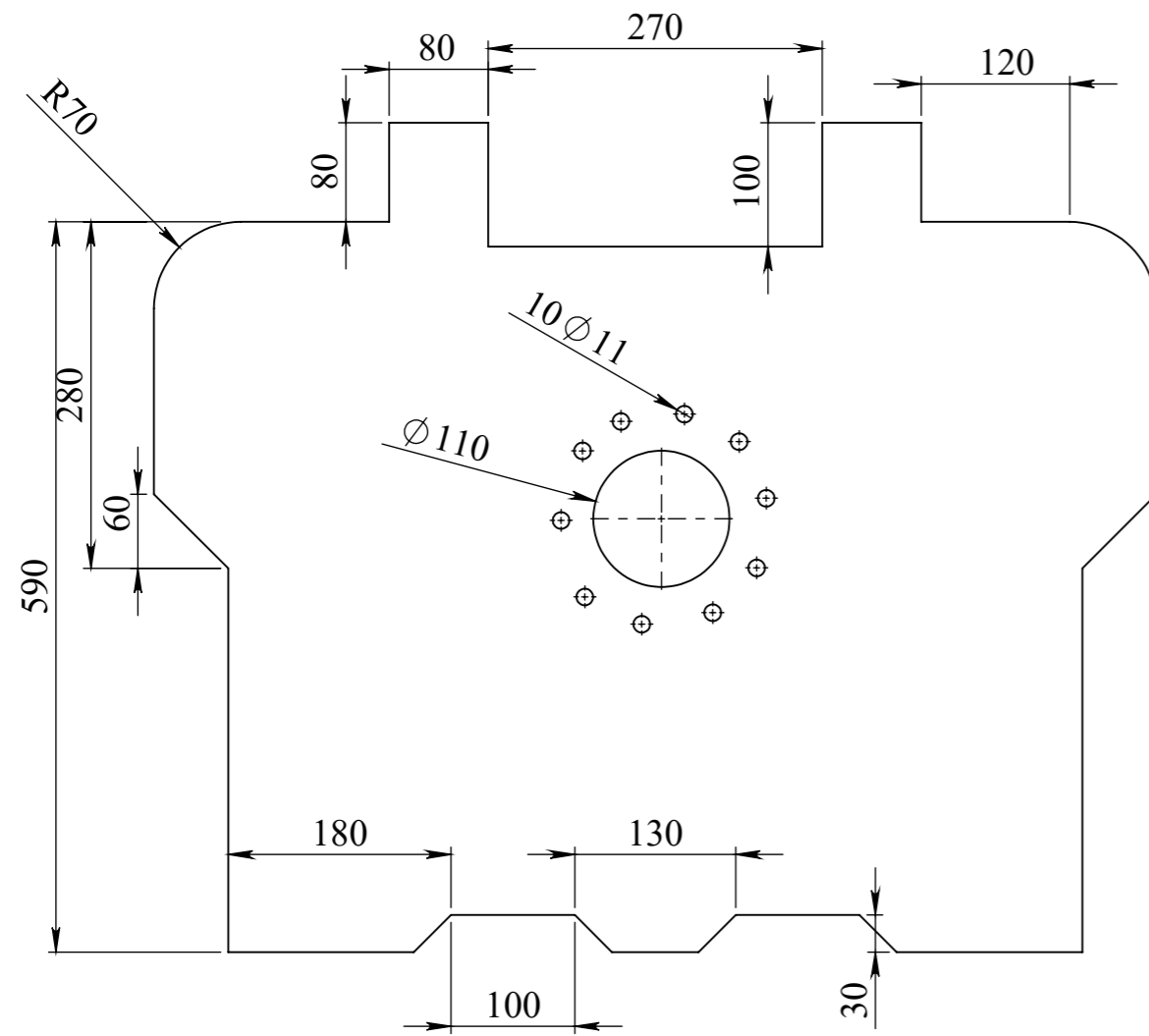
12	01	Support Pivot	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1/2		RETOURNEUR DE PALOX	SURFACE 3.2/	
Planche N°:12				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A4		 FGC DGM UMMTO	MASTER II	



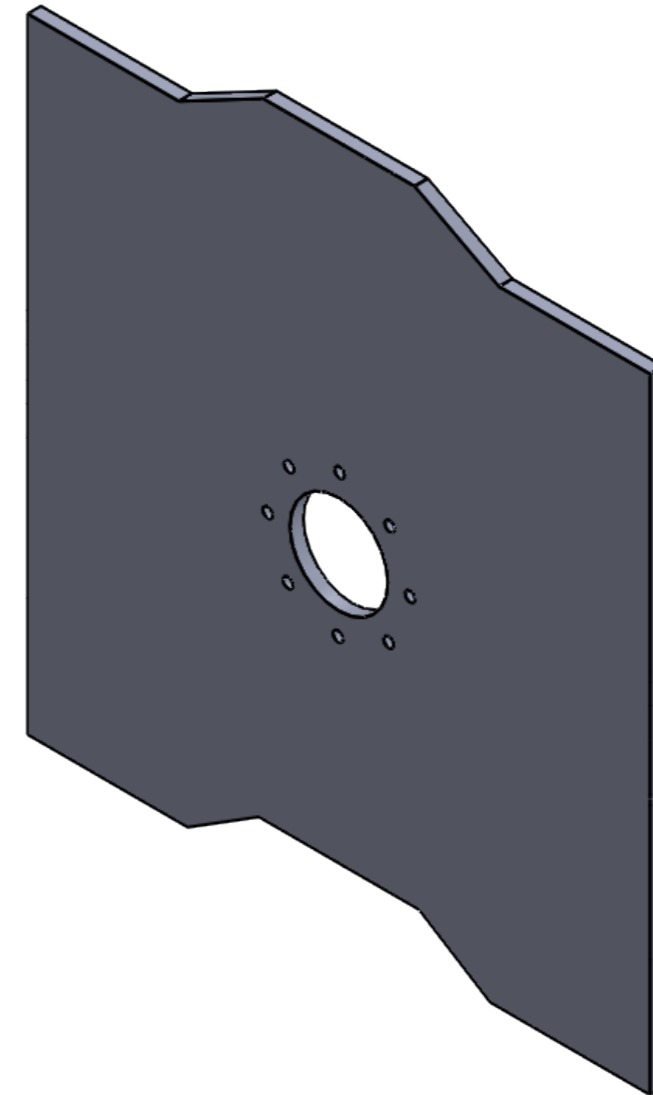
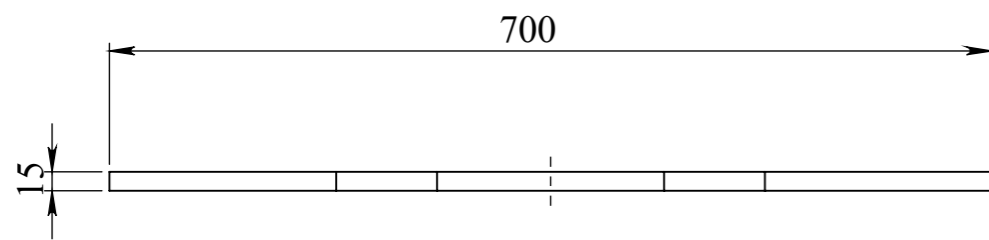
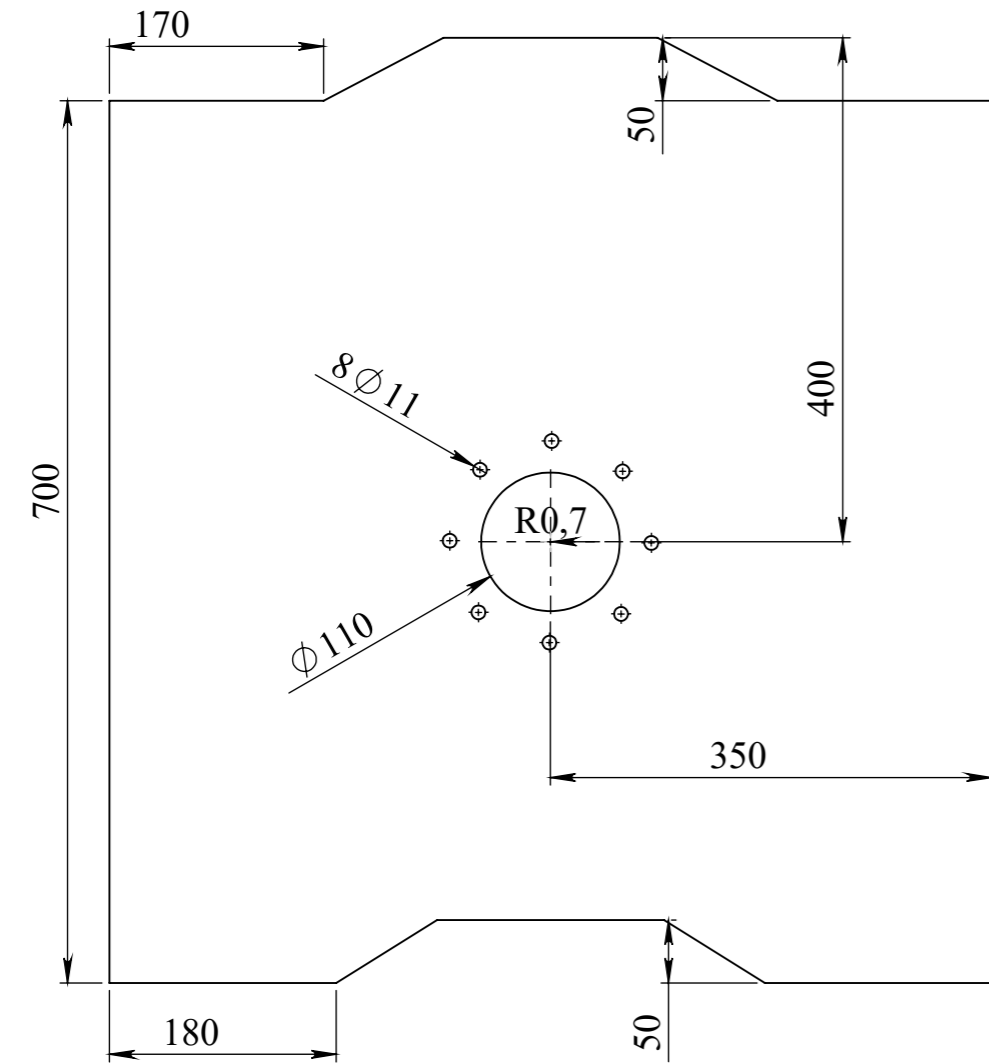
DÉTAIL A  
ECHELLE 2 : 5

• Assemblage  
par soudage

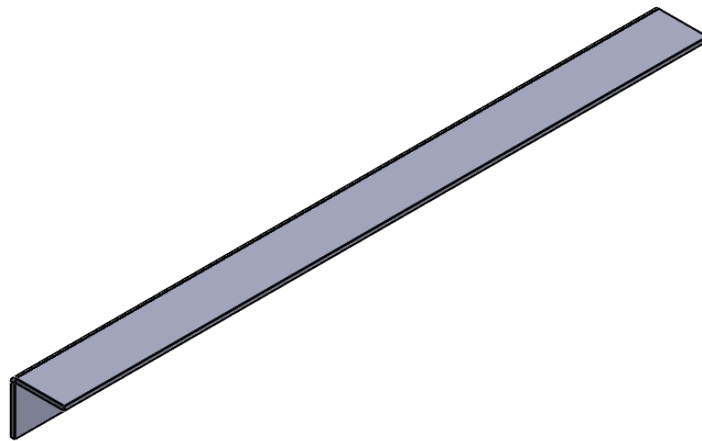
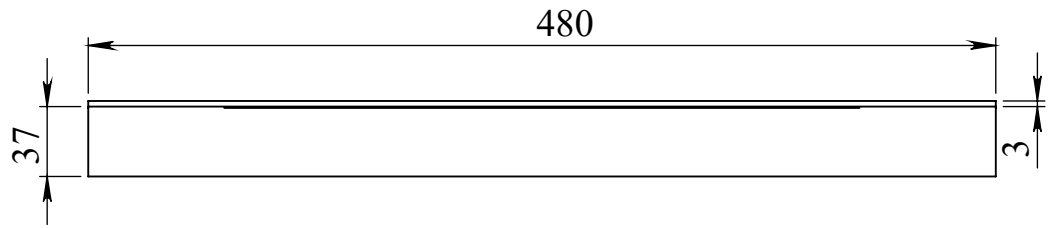
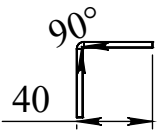
13	01	Support 02	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:1/5		RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/
Planche N°:13				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A3		 FGC - DGM - UMMTO	Master II	



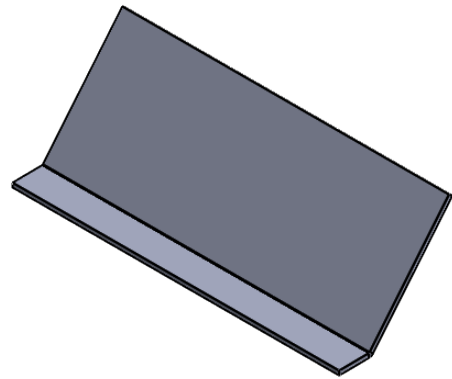
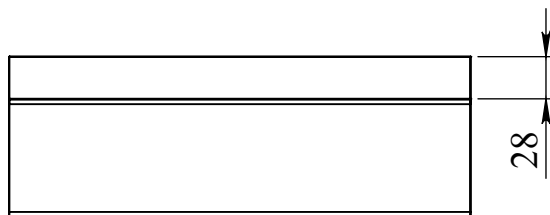
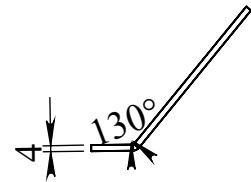
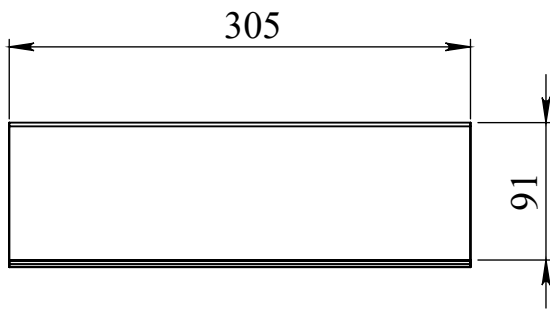
14	01	Tôle 01	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle :1/6		RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE
Planche N°:14				3.2/
		BOULAHBAL K.Walid-FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A3		FGC - DGM - UMMTO	Master II	




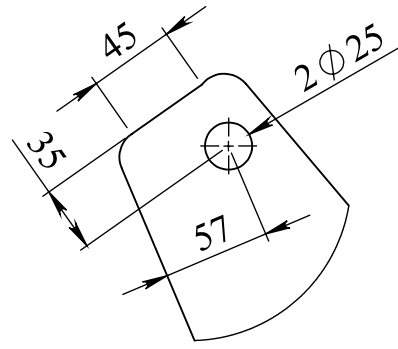
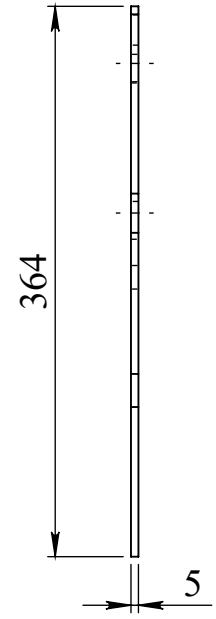
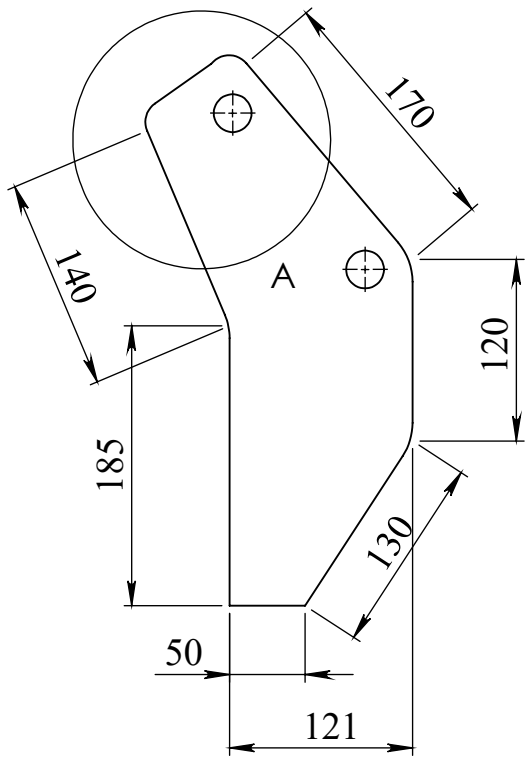
15	01	Tôle 02	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle :1/6		RETOURNEUR DE PALOX	SURFACE	
Planche N°:15			3.2/	
		BOULAHBAL K.Walid-FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A3			Master II	



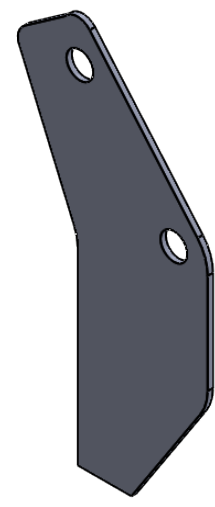
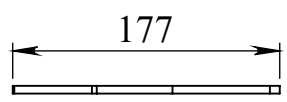
16	01	Tôle Plier	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle: 1/4		RETOURNEUR DE PALOX		surface 3.2/
Planche N°:16				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir		Promo : 2023/2024
A4		FGC DGM UMMTO		MASTER II





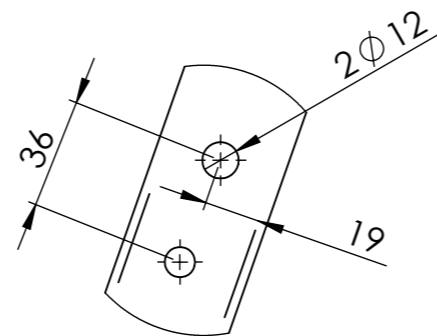
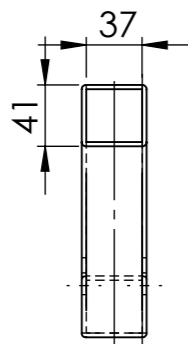
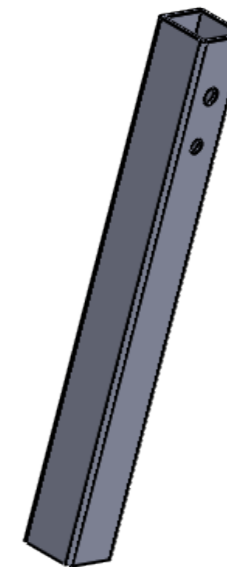
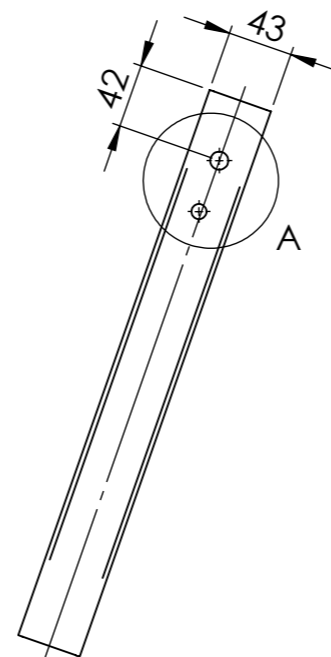
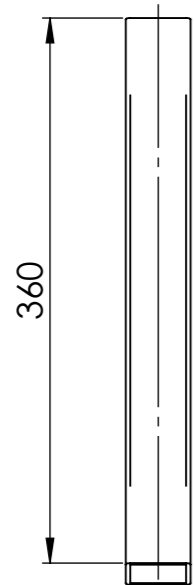
17	01	Tôle 03	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:1/5		RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/√
Planche N°:17				
		BOULAHBAL K.Walid-FEZZANI Mounir		Promo : 2023/2024
A4		 FGC DGM UMMTO		MASTER II



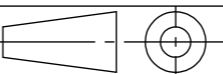

DÉTAIL A  
ECHELLE 1 : 4

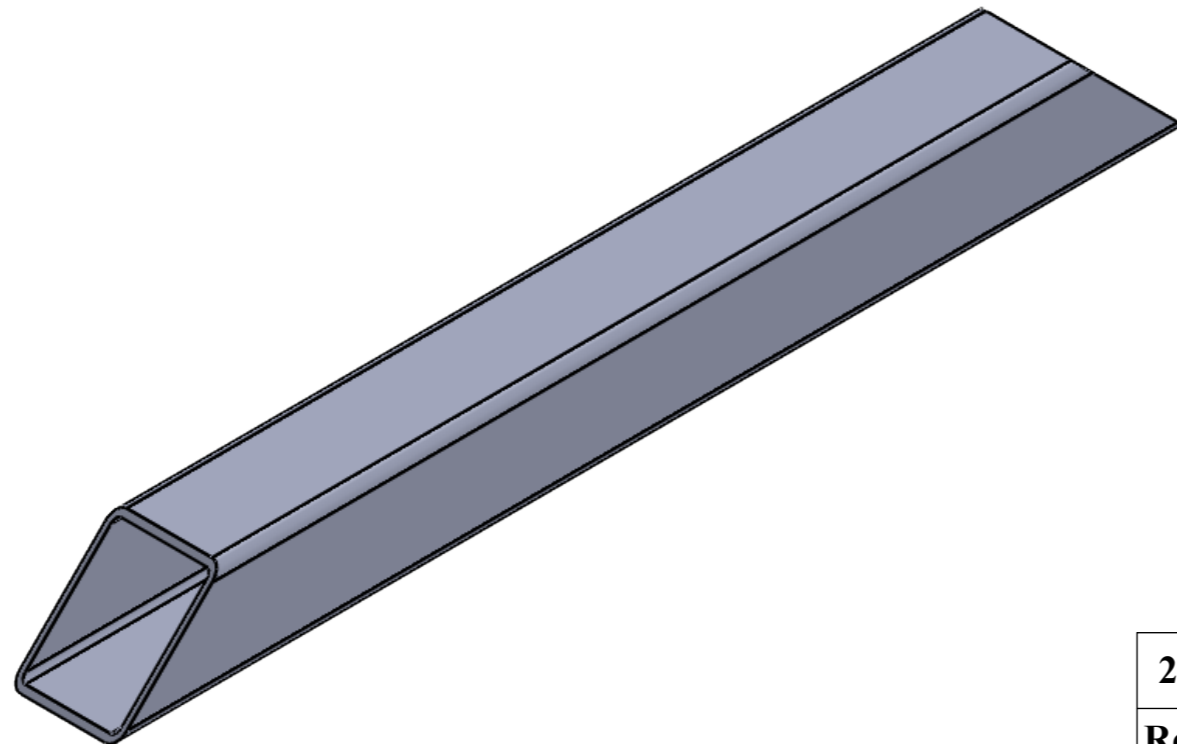
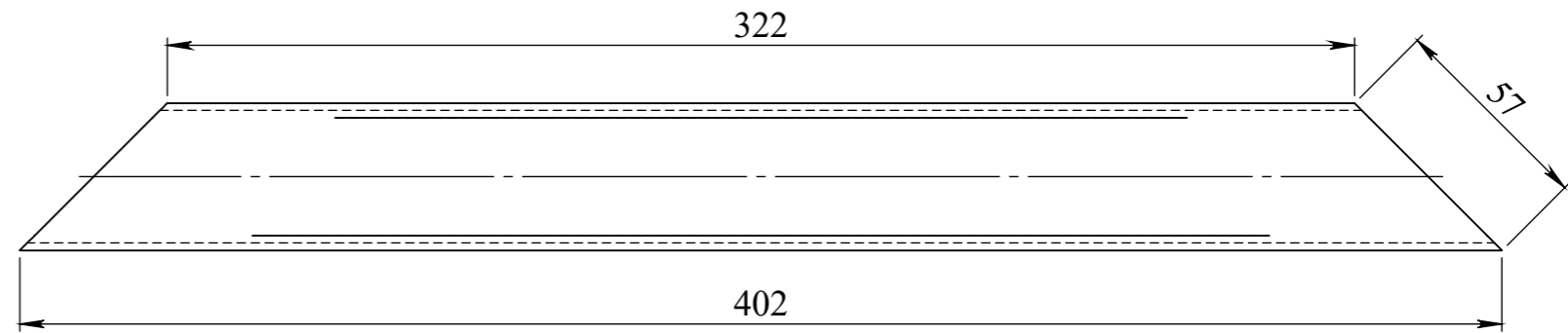
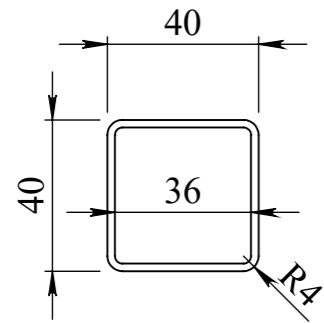


18	02	Tôle 04	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:1/5		RETOURNEUR DE PALOX	SURFACE 3.2/	
Planche N°:18				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A4		 FGC DGM UMMTO	MASTER II	

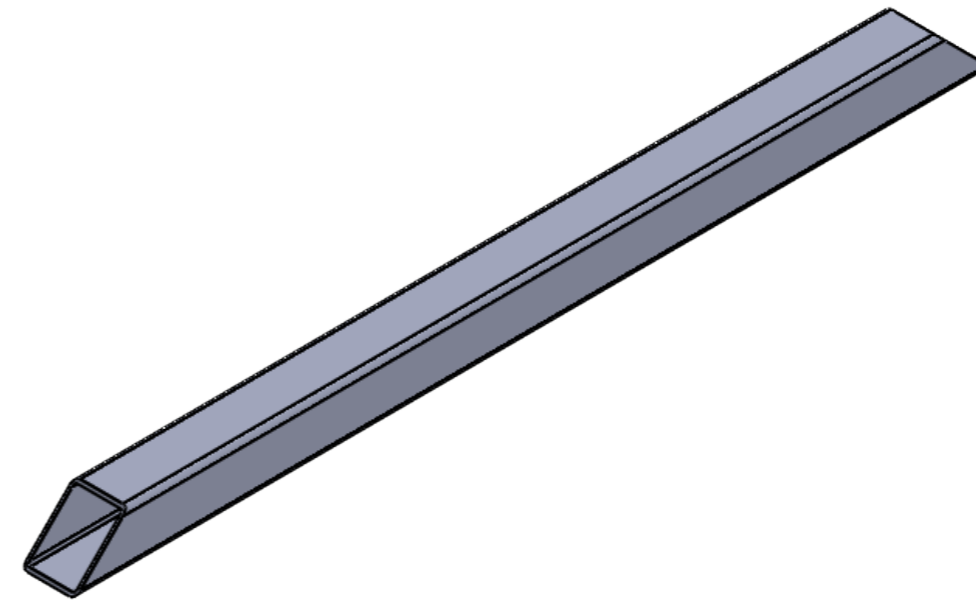
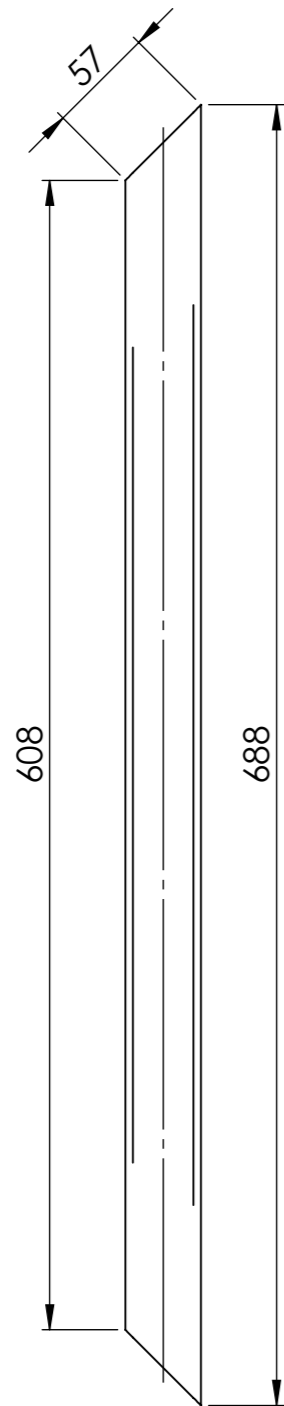
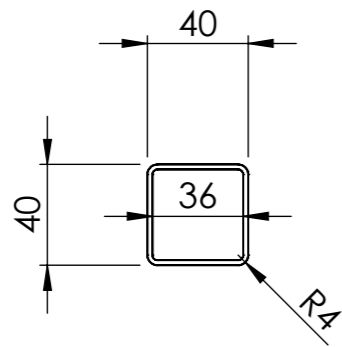


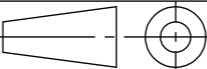

DÉTAIL A  
ECHELLE 2 : 5

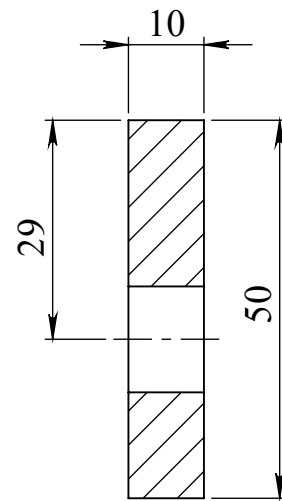
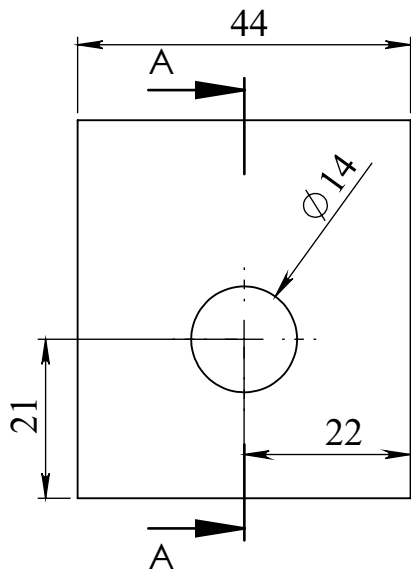
19	01	Tube carré 02	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle : 1/5		RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/
Planche N°:19				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir		Promo: 2023/2024
A3		 FGC - DGM - UMMTO		Master II



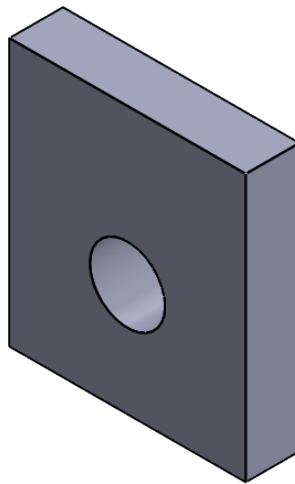
20	02	Tube carre 03	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle :1/2		RETOURNEUR DE PALOX	SURFACE 3.2/	
Planche N°:20				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir	Promo: 2023/2024	
A3			Master II	



21	02	Tube carre 04	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle :1/4		RETOURNEUR DE PALOX		SURFACE 3.2/
Planche N°:19				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir		Promo: 2023/2024
A3		 FGC - DGM - UMMTO		Master II



COUPE A-A



22	01	PLAQUE 03	Acier S235JR	/
Ref	Nbr	Désignation	Matière	Observation
Echelle:1/1		RETOURNEUR DE PALOX	SURFACE 3.2/	
Planche N°:22				
		BOULAHBAL K.Walid- FEZZANI Mounir	Promo : 2023/2024	
A4			FGC DGM UMMTO	MASTER II