

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique
Université Mouloud MAMMERI Tizi-Ouzou



ⵍⵓⵎⵓⵔ ⵎⵎⵎⵔ ⵓⵣⵣⵓ



Faculté du Génie de la
Construction Département de
Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN

D'ETUDES

En vue de l'obtention du Diplôme de Master en Génie Mécanique

Option : Fabrication Mécanique et Productique

Construction Mécanique

THEME

***Conception Et Réalisation Du Châssis De la
Tarière Mécanique***

Présenté Par :

AMRANE Faical

CHIKH Amine

Proposé par :



Dirigé par :

Mr. DJEBALI Saïd

Mr. YEFSAH Anis

Devant le jury d'examen composé de :

Mr. MENOUEUR Ahcène

Docteur, UMMTO

Mr. YEFSAH Anis

Responsable du bureau d'étude

Mr. AHMED ALI Abdellah

Docteur, UMMTO

Soutenu le : 13/07/2023

Président

Co-encadreur

Examineur

2022/2023

Remerciements

Ce projet a été réalisé en collaboration entre l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou et l'entreprise L.D Azouaou, spécialisée dans le machinisme agricole. Nous exprimons notre profonde gratitude envers le directeur de l'entreprise, ainsi que Monsieur DEHAL Omar, et toute l'équipe de Mahindra pour leur aimable accueil.

Nous souhaitons sincèrement remercier le Professeur Said Djebali de l'Université Mouloud Mammeri, Monsieur Yefsah Anis pour leur patience, leur disponibilité et surtout leurs conseils judicieux, qui ont grandement enrichi notre réflexion.

Nous adressons également nos remerciements aux membres du jury pour l'intérêt qu'ils ont porté à notre travail, ainsi que pour leurs précieuses contributions et les discussions lors de notre soutenance. Leurs lectures attentives et leurs remarques pertinentes ont été d'une grande valeur.

Nous avons eu le privilège de travailler avec enthousiasme au sein de l'équipe du bureau d'études et du bureau des méthodes. Nous tenons à exprimer notre profonde gratitude pour nous avoir permis de réaliser ce projet et de faire nos premiers pas dans le monde de l'industrie. Nous apprécions énormément les ressources techniques et humaines mises à notre disposition. Nous sommes sincèrement reconnaissants de la confiance et de la disponibilité dont vous avez fait preuve.

Nous tenons également à remercier chaleureusement nos collègues et nos amis pour les moments agréables partagés et l'aide précieuse qu'ils nous ont apportée au quotidien.

Enfin, nous souhaitons exprimer notre profonde gratitude à nos parents, nos sœurs et nos frères pour leur soutien inconditionnel et constant tout au long de nos études. Leurs sacrifices pour nous offrir les meilleures opportunités sont infiniment appréciés.

Je dédie ce travail :

*A mes chers parents, pour tous
leurs sacrifices, leurs amours,
leurs tendresses, leurs soutiens.*

*A mes chers frères et mes chères
sœurs pour leurs encouragements
permanents.*

A mes chères collègues et amis

Je dédie ce travail :

*A mes chers parents, pour tous
leurs sacrifices, leurs amours,
leurs tendresses, leurs soutiens.*

*A mes chers frères et mes chères
sœurs pour leurs encouragements
permanents.*

*A mes chers oncles Hakim et
Youcef.*

A mes chères collègues et amis

SOMMAIRE

Remerciement	
Dédicaces	
Liste des figures	
Liste des tableaux	
Sommaire	
Introduction générale.....	01

CHAPITRE I :

PRESENTATION DE L'ENTREPRISE

I.1 Introduction.....	04
I.2 Localisation de l'entreprise.....	05
I.3 Organigramme de l'entreprise	05
I.4 Chaine de production de l'entreprise	08
I.4.1 Une rouleuse Coqueuse de Tôle.....	08
I.4.1.1 Définition	09
I.4.2 Un Centre d'usinage de Tôle FICEP.....	10
I.4.2.1 Définition	10
I.4.2.2 Caractéristique technique et standard	10
I.4.3 Un centre de découpe au LASER TRUMPF	12
I.4.3.1 Définition	12
I.4.3.2 Les caractéristiques principales	12
I.4.3.3 Le temps d'utilisation d'un centre de découpe au LASER TRUMPF.....	13
I.4.3.4 Paramètres techniques du laser TRUMPF TRULASER 1030FIBRE	13

SOMMAIRE

I.4.4 Un Centre de pliage de Tôle TRUMPF	15
I.4.4.1 Définition	15
I.4.4.2 Corps de la machine	15
I.4.4.3 Entraînement supérieur et système hydraulique	16
I.4.4.4 Données techniques.....	16
I.4.5 Une guillotine AMADA.....	17
I.4.5.1 Définition	17
I.4.5 Atelier de soudage.....	17
I.4.6 La cintreuse de tubes SILVERLINE.....	18
I.4.6.1 Définition	18

CHAPITRE II PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORME DES PRODUITS PLATS.

II.1 Introduction	19
II.2 Procèdes de découpage de tôle	19
II.2.1 La découpe laser	19
II.2.1.1 Définition.....	19
II.2.1.1 Comment fonctionne la découpe laser ?.....	20
II.2.1.2 Pourquoi choisir la découpe laser ?	21
II.2.1.3 Quel type de fichier pour découpe laser ?.....	22
II.2.2 La découpe plasma	23
II.2.2.1 Définition.....	23
II.2.2.2 Les étapes principales du fonctionnement de la découpe plasma.....	24
II.2.3 Découpe Oxycoupage	25

SOMMAIRE

II.2.3.1 Définition.....	25
II.2.3.2 Les Etapes d'oxycoupages.....	26
II.2.4 Cisailage	28
II .2.4.1 Définition.....	28
II.2.4 .2 Principes du cisailage	29
II .3 Procédés de mise en forme	30
II .3.1 L'emboutissage.....	30
II .3.1.1 Définition.....	30
II .3.1.2 Types d'emboutissage	30
II .3.1.2 Les Etapes d'emboutissage.....	31
II.3.1.3 Machines utilisées.....	34
II.3.2 Le Pliage	34
II.3.2.1 Définition.....	34
II.3.2.2 Les étapes principales	34
II.3.2.3 les types de pliage	36
II.3.2 3.1 Pliage en V (en presse plieuse).....	36
II.3.2 3.2 Pliage En U	36
II.3.2.3.3 Le pliage en l'air	37
II.3.2.3.4 Pliage en L	38
II.3.2.3.5 Le pliage en frappe	38
II.3.3. Le Cintrage	39
II.3.3.1 Définition.....	39
II.3.3.2 Principe de fonctionnement	39
II.3.3.3 Facteurs à prendre en compte	39

SOMMAIRE

II.3.3.4 Différentes parties d'un tube cintré	40
II.3.3.5 Comment réaliser un cintrage ?	41
II.3.3.6 Définition du cintrage à chaud.....	45
II.3.3.7 Définition du cintrage à froid	45
II.3.3.7.1 Définition du cintrage à froid par poussée.....	45
II.3.4 Le soudage.....	46
II.3.4.1 Définition.....	46
II.3.4.2 Définition et principe du soudage MIG-MAG	47
II.3.4.2.1 Le procédé MIG-MAG (GMAW) présente plusieurs avantages.....	49
II.3.4.2.2 Les Inconvénients de MIG-MAG (GMAW)	50
II.3.4.2.3 Le fil électrode.....	50
II.3.4.3 Les différentes zones d'un assemblage soudé.....	51

CHAPITRE III : PRESENTATION ET CONCEPTION DE LA TARIERE MECANIQUE

III.1 Introduction	55
III. 2 Types de la tarière	55
III.2.1 La tarière thermique	55
III.2.1.1 Définition.....	55
III.2.2 La tarière hydraulique.....	56
III.2.2.2 Définition.....	56
III.2.3 La tarière électrique	57
III.2.3.1 Définition.....	57
III.2.4 La tarière manuelle (tarière à main)	57

SOMMAIRE

III.2.4.1 Définition.....	57
III..2.5 Tarières montées sur tracteur.....	58
III..2.5.1 Définition.....	58
III.2.6 Tarières à godets.....	59
III.2.6.1 Définition.....	59
III.3 Description de la Tarière à fabriquer et son fonctionnement	59
III.3.1 Description	60
III..3.1.1 Les composants de la tarière	60
III.3.2 Les caractéristiques	62
III.3.3 Fonctionnement.....	62
III.4 Conception et étapes de fabrication de la tarière mécanique	62
III.4.1 Processus de fabrication	62
III.4.1.1 La retro ingénierie	62
III.4.1.1.1 Définition.....	62
III.4.2 Etapes de fabrication du produit.....	63
III.4.2.1 Démontage.....	63
III.4.1.2 Conception.....	64

CHAPITRE IV :

ETABLISSEMENT DES GAMMES D'USINAGE POUR QUELQUES PIECES DE CHASSIS DE TARIERE MECANIQUE

IV.1 Introduction.....	66
IV.2 Définition de la gamme de fabrication.....	66
IV.3 Différentes étapes de la gamme	67
IV.4 Présentation de la gamme de Fabrication des pièces choisies	68

CHAPITRE V

REALISATION DES PLANS ET GAMMES DEMONTAGE

V. Introduction	69
-----------------------	----

Conclusion générale	71
---------------------------	----

Références bibliographiques

Annexes

LISTE DES FIGURES

Figure I.1 : Eurl LD Azouaou

Figure I.2 : l'organisation de l'entreprise

Figure I.3 : Une rouleuse coqueuse de tôle

Figure I.4 : Exemple sur les étapes de formation

Figure I.5 : Un centre d'usinage de Tôle FICEP

Figure I.6 : Découpage

Figure I.7 : Un centre de découpe au LASER TRUMPF

Figure I.8 : Un centre de pliage de tôle TRUMPF

Figure I.9 : Une guillotine AMADA

Figure I.10 : Poste à souder QINEO BASIC 450

Figure I.11 : cintreuse de tubes

Figure II.1 : La découpe laser

Figure II.2: La découpe plasma

Figure II.3 : Principe de découpe plasma.

Figure II.4 : Préchauffer le point d'amorçage.

Figure II.5: Amorcer la coupe.

Figure II.6 : Abaisser la tête de coupe.

Figure II.7 : Cisaille guillotine (AMADA)

Figure II.8: les phases du cisaillement

Figure II.9 : emboutissage sans serre flan

Figure II.10 : emboutissage avec serre flan

Figure II.11 : la préparation de l'emboutissage

Figure II.12 : serrage du serre flan

Figure II.13 : Emboutissage

Figure II.14: Relevé du poinçon

Figure II.15: Le détourage de la pièce emboutie

Figure II.16: presse hydraulique de 50 tonnes

Figure II.17 : Exemple de pliage

Figure II.18 : Technique de pliage

Figure II.19: Principe de pliage en V

Figure II.20 : Principe de pliage en U

Figure II.21 : Principe de pliage en l'air

Figure II.22 : Pliage en L

Figure II.23 : Principe de pliage en frappe

Figure II.24 : Les parties d'un tube cintré

Figure II.25 : exemple d'aplatissement et de plissage

Figure II.26 : exemple de calcul de la LD

Figure II.27 : Cintreuse VIRAX OU MINGORI

Figure II.28: Principe de fonctionnement

Figure II.29 : Exemple d'un cintrage simple

Figure II.30 : La mise en position dans la machine

Figure II.31 : cintrage à froid par poussée

Figure II.32 : Procédés de soudage

Figure II.33: Procédés de soudage MIG/MAG

Figure II.34: Le fil électrode

Figure II.35: Zone de liaison

Figure II.36: Zone effectuée thermiquement (ZAT).

Figure II.37: Zone fondue (ZF).

Figure II.38: La zone du métal de base.

Figure III.1: Tarière thermique

Figure III.2: Tarière hydraulique

Figure III.3: Tarière électrique

Figure III.4: Tarière manuelle (tarière à main)

Figure III.5: Tarières montées sur tracteur

Figure III.6: Tarières à godets

Figure III.7 : Tarière mécanique

Figure III.8: Châssis

Figure III.9: Boîtier

Figure III.10: Vrille

LISTE DES TABLEAUX

Tableau II.1 : tableau constructeur

Tableau III.1 : caractéristiques de la tarière

L'Algérie, un pays riche en diversité naturelle et en ressources naturelles, accorde une grande importance à la plantation des arbres. La plantation d'arbres en Algérie est une initiative essentielle pour préserver l'environnement, lutter contre la dégradation des terres et contre le changement climatique et promouvoir le développement durable.

L'Algérie est confrontée à plusieurs défis environnementaux tels que la désertification, la dégradation des terres et la perte de la biodiversité. La plantation d'arbres est considérée comme une stratégie clé pour relever ces défis et restaurer les écosystèmes dégradés. Les arbres jouent un rôle crucial dans la conservation des sols, la régulation du cycle de l'eau, la protection de la biodiversité et la réduction des émissions de gaz à effet de serre.

Le gouvernement algérien a mis en place divers programmes et initiatives pour encourager la plantation d'arbres à travers le pays. L'un des projets les plus importants est le Programme National de Reboisement (PNR), lancé en 2000. Ce programme vise à restaurer les écosystèmes forestiers, à protéger les terres agricoles et à promouvoir le développement durable dans les zones rurales. Cela ne peut pas être accompli uniquement en augmentant les efforts et les projets de plantation, mais doit également être accompagné d'une mécanisation des activités de plantation.

Pourquoi la mécanisation ?

La mécanisation de la plantation a pour objectif de :

- En réduisant la durée des efforts.
- En réduisant l'intensité des efforts.
- En profitant du moindre besoin de puissance humaine.
- En profitant d'un gain de temps.

C'est dans cette optique que l'entreprise LD AZOUAOU de Tizi-Ouzou nous a proposé la prise en charge de l'étude d'un de ses nombreux projets dans le cadre de l'exécution de notre mémoire de fin d'études de Master en Génie Mécanique dans les deux spécialités Construction et Fabrication Mécanique.

Le projet en question consiste à faire ce qui est convenu d'appeler

aujourd'hui la rétro engineering pour une tarière mécanique qui doit être fabriquée en Algérie.

A partir d'un modèle d'une Tarière Mécanique acquis par l'entreprise et dont le brevet est tombé dans le domaine public, le travail consiste, dans une première étape, à démonter le produit pièce par pièce, à faire un diagnostic exhaustif de toutes les pièces à fabriquer, à sous-traiter et à acheter.

La deuxième étape consiste à définir les pièces une à une. Cette étape englobe les opérations de mesurage des dimensions, de choix des précisions dimensionnelles, des états de surface et des défauts de formes et position et enfin la réalisation de la partie graphique qui consiste à procéder aux dessins de tous les sous-ensembles et tous les dessins de définition des pièces à l'aide du logiciel « SolidWorks ».

La troisième étape, consiste en l'étude des processus de fabrication de toutes les pièces qui constituent la Tarière Mécanique.

A partir des données de l'entreprise, relatives au type de production, à la composition du parc machines et la disponibilité en outillage, nous élaborons toutes les gammes de fabrication conformément aux documents entreprise en utilisant le Logiciel DFX propre à l'entreprise.

La quatrième étape et celle relative à l'établissement des gammes de montage. Cette étape doit faire l'objet d'une étude minutieuse car c'est à ce stade que nous pouvons identifier toutes les difficultés de montage induites par des erreurs qui seraient commises dans les étapes précédentes. La dernière étape est celle relative au suivi de réalisation du prototype.

Le résultat de cet important travail est présenté dans le présent mémoire de fin d'études qui comporte les parties suivantes :

- 1) Une introduction dans laquelle nous parlons de l'importance du secteur de la plantation et la problématique posée.
- 2) Dans le premier chapitre nous faisons une présentation de l'entreprise LD AZOUAOU.
- 3) Le second chapitre est consacré à la présentation des Procédés, machines et outillages de mise en forme des produits plats

- 4) Dans le troisième chapitre, nous présentons le produit à étudier et à réaliser, son principe de fonctionnement et la conception des pièces et sous-ensembles qui le composent.
- 5) Le quatrième chapitre présente l'établissement du processus d'usinage de quelques pièces importantes du produit que nous avons-nous même choisies.
- 6) Le cinquième chapitre est consacré à la présentation de la gamme de montage du produit

Nous terminons la présentation par une conclusion générale où nous mettons en relief les résultats de l'étude, les sentiments que nous éprouvons à l'issue de l'exécution de ce mémoire et les perspectives qui nous semblent intéressantes à poursuivre dans le cadre de cette collaboration scientifique et technique gagnante-gagnante.

CHAPITRE I :
PRESENTATION DE
L'ENTREPRISE

I.1 Introduction :



Figure I.1 : Eurl LD Azouaou

La société LD Azouaou est le représentant officiel et exclusif de Mahindra Tracteurs en Algérie. Créée en 2009 par Lahlou Azouaou, spécialisée dans le montage et la distribution du machinisme agricole.

En 2010, Eurl LD Azouaou devient le Représentant Officiel pour le marché Algérien de l'une des plus grandes sociétés industrielles en INDE le Constructeur de Tracteurs Agricoles de marque Mahindra & Mahindra.

En 2014, l'entreprise LD AZOUAOU s'est lancée dans la réalisation d'un projet d'investissement dans le domaine de l'Industrie Mécanique du Machinisme Agricole.

Ce projet d'investissement a été réalisé dans un cadre légal et réglementaire et ce bien avant même l'élaboration du cahier des charges par le Ministère de l'Industrie et des Mines portant réglementation de l'activité des unités de montages de véhicules automobiles, engins roulants, tracteurs agricoles, motocycles etc.

Cet ensemble industriel fin prêt au démarrage de la production depuis le mois de MAI 2017 comporte :

- Une chaîne d'assemblage et de montage de tracteurs agricoles de marque Mahindra & Mahindra INDE, d'une capacité de production de 3000 tracteurs/an, satisfaire notre part du marché national et exporter vers l'étranger.

- Une chaîne de fabrication de matériels agricoles d'accompagnement, d'une capacité de production de 2700 unités/an va se substituer aux mêmes produits importés de l'étranger, ce qui va contribuer à réduire la sortie de devise.
- Implantation d'un réseau de distribution au niveau de 32 wilaya à travers le territoire national.
- Un service après-vente assuré 7/7 jours à domicile.
- Disponibilité de la pièce de rechange d'origine à 100%.

I.2 Localisation de l'entreprise :

Elle est située dans la zone industrielle AISSAT IDIR d'OUED AISSI à 7 km du chef-lieu de la wilaya TIZI-OUZOU à proximité de la route nationale, ce qui facilite son accès.

I.3 Organigramme de l'entreprise :

- **Responsable de la production :**

Le responsable de production met en place la stratégie industrielle de l'entreprise en organisant, planifiant et surveillant la production pour atteindre les objectifs fixés. Il contribue à l'amélioration des procédés de production pour augmenter la productivité et garantir la conformité aux normes.

- **Bureau d'Etudes :**

Le bureau d'études est composé de professionnels spécialisés dans l'analyse de données fournies par des clients ou d'autres professionnels pour évaluer la faisabilité de projets dans différents domaines tels que la construction, l'informatique, l'environnement et l'organisation du travail. Son rôle consiste à étudier le projet depuis sa conception jusqu'au contrôle des travaux terminés, en vue de répondre à un besoin par la création d'une nouvelle conception ou l'amélioration d'une conception existante.

- **Bureau de Comptabilité Analytique :**

Elle représente un système d'information formel qui permet de fournir aux tiers des informations sur la situation financière de l'entreprise. Il permet de déterminer le résultat (bénéfice ou perte) pour l'ensemble de l'entreprise et pour l'ensemble de l'année.

- **Unité de Fabrication :**

L'unité de fabrication est chargée de produire et fournir les biens ou services demandés par les consommateurs sur le marché. En d'autres termes, son objectif est de satisfaire les besoins des clients en offrant des produits ou services de qualité. On peut dire que la mission d'une unité de fabrication est comparable à celle d'une entreprise, dans la mesure où elle doit également assurer sa rentabilité et sa pérennité.

- **Atelier de Soudure :**

Le soudeur, travaillant en atelier ou sur un chantier, a pour mission de déterminer les méthodes de soudage adaptées à différents types de pièces. Il se réfère à un cahier des charges pour définir les assemblages à réaliser, les procédés à appliquer ainsi que les contrôles nécessaires à effectuer en fin de production.

- **Centre de Traitement des Surfaces :**

Un traitement de surface ou un traitement thermique est une opération mécanique, chimique, électrochimique ou physique qui a pour conséquence de modifier l'aspect et les caractéristiques de la surface des matériaux afin de l'adapter à des conditions d'utilisations données.

- **Atelier de Montage – Laboratoire d'Évaluation et d'Exécution :**

L'atelier de montage et le laboratoire d'évaluation et d'exécution ont pour mission de réaliser des assemblages à partir de différents éléments, manuellement ou avec l'aide de machines, sur un chantier

ou dans un atelier. L'agent de montage-assemblage lit les plans et contrôle son travail à l'aide d'appareils de mesure.

- **Service Informatique :**

Le service informatique en entreprise a pour rôle principal de gérer le parc informatique en assurant le développement, l'optimisation et la maintenance des ressources logicielles et matérielles du système d'information (SI).

- **Service Sous-Traitance :**

Le service de sous-traitance a pour objectif d'aider une entreprise à réaliser une prestation de service ou des travaux lorsque celle-ci ne dispose pas des moyens ou des compétences nécessaires pour les effectuer en interne. La sous-traitance permet à l'entreprise de bénéficier des compétences et de l'expertise d'autres entreprises spécialisées dans le domaine concerné.

- **Service Maintenance :**

Le service maintenance est en charge de maintenir en bon état de fonctionnement le parc matériel de l'entreprise en prévenant les pannes et en effectuant les réparations nécessaires en cas de défaillance.

- **Service Entretien :**

Le service d'entretien est en charge du nettoyage, de la désinfection et de l'entretien des locaux professionnels. L'agent d'entretien suit un cahier des charges précis pour effectuer les opérations à grande échelle et rendre les espaces propres, sains et agréables à occuper.

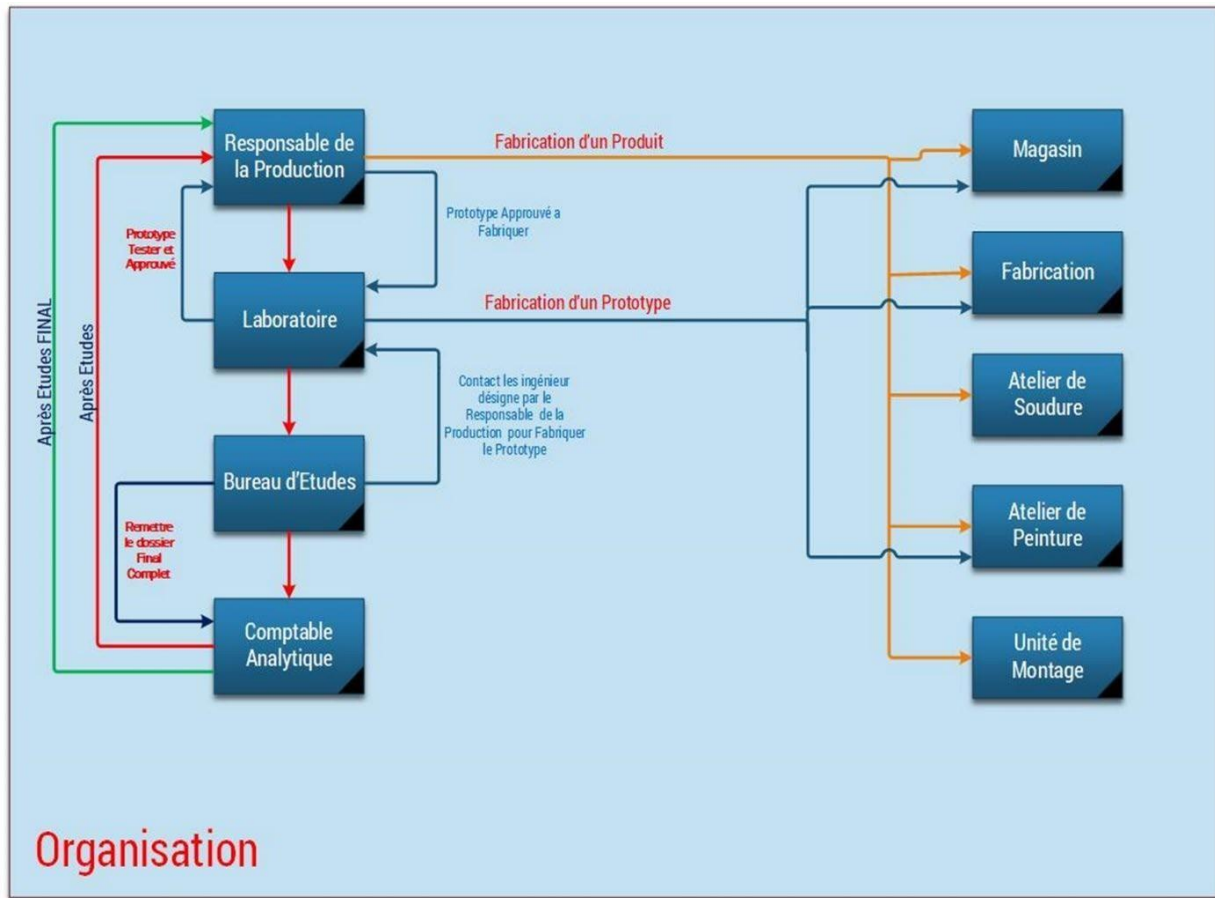


Figure I.2 : l'organisation de l'entreprise

I.4 Chaîne de production de l'entreprise :

I.4.1 Une rouleuse Coqueuse de Tôle :



Figure I.3 : Une rouleuse coqueuse de tôle

I.4.1.1 Définition :

Une rouleuse coqueuse de tôle est un type de machine utilisée dans l'industrie de la tôlerie pour former des coques cylindriques à partir de feuilles de métal plat, généralement en acier. Cette machine est également appelée rouleuse à tôle ou rouleuse de cylindre.

Le processus de rouleuse coqueuse de tôle implique l'utilisation de trois rouleaux disposés de manière triangulaire. Deux rouleaux latéraux sont fixes, tandis que le rouleau supérieur est mobile et peut être ajusté pour modifier le rayon de courbure de la tôle. La tôle est introduite entre les rouleaux et progressivement passée à travers eux en tournant les rouleaux. Ce processus permet de façonner la tôle selon le profil souhaité, généralement une coque cylindrique.

Les rouleuses coqueuses de tôle sont couramment utilisées dans la fabrication de réservoirs, de conduites, de cheminées, de coques de bateaux et d'autres produits nécessitant des formes cylindriques ou coniques. Elles sont essentielles dans l'industrie de la construction, de l'automobile, de l'aérospatiale et d'autres secteurs qui travaillent avec des matériaux en tôle.

Ces machines offrent une grande précision et permettent de réaliser des courbures régulières et précises sur une large gamme de tôles d'épaisseurs différentes.

On trouve différents types de rouleuses tels que : la rouleuse de tôle manuelle, la rouleuse de tôle électrique, la rouleuse de tôle hydraulique, la rouleuse universelle 3 cylindres, la rouleuse asymétrique [1]

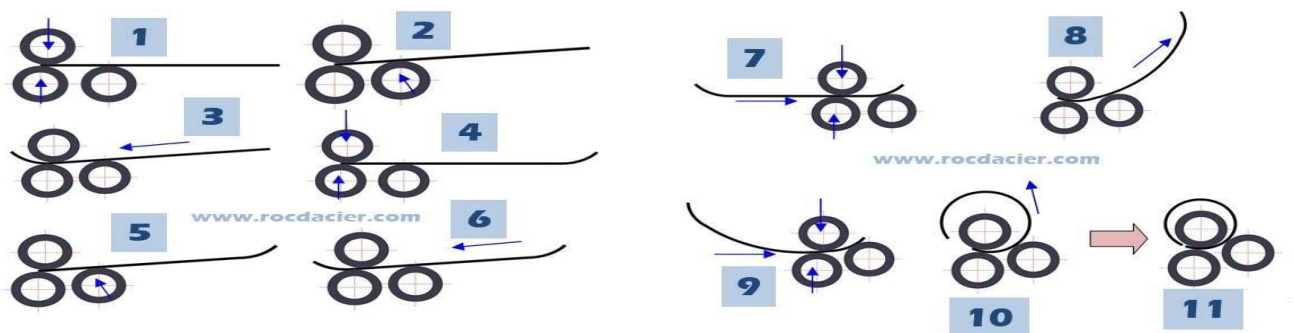


Figure I 4 : Exemple sur les étapes de formation

I.4.2 Un Centre d'usinage de Tôle FICEP :



Figure I .5 : Un centre d'usinage de Tôle FICEP

I.4.2.1 Définition :

Un centre d'usinage de tôle FICEP utilise le procédé de découpe par fusion localisée appelé PLASMA, dans lequel un jet de gaz ou d'air comprimé chasse le métal porté à une température de fusion. L'arc électrique génère une température d'environ 18000°C, ce qui conduit à la formation d'ions et d'électrons résultant de la scission des molécules et des atomes. Cette matière gazeuse constituée d'ions et d'électrons est appelée PLASMA, le quatrième état de la matière. [2]

I.4.2.2 Caractéristique technique et standard :

- Installation simple au sol sans avoir besoin de fondations spéciales
- Fraisage et perçage à grande vitesse avec des vitesses de broche de 6000tr/min et unchangeur d'outils automatique.
- L'axe X secondaire augmente la productivité et permet le fraisage sans avoir à positionner le portique.
- Fraisage frontal pour les surfaces d'appui dans les applications de construction/machine et les colonnes dans la fabrication d'acier de construction.

- Capacité à conserver plusieurs restes sur la table élimine la manipulation des matériaux et la nécessité de les retourner et de les récupérer du stock.
- Longueurs de coupe de 5 à 30 m / 20 à 100 pi.
- Air/brouillard ou liquide de refroidissement
- Le changement d'outil se produit pendant que la plaque reste serrée pour un taraudage, un fraisage, un alésage et un fraisage de précision.
- Le laser de précision pour le référencement des plaques élimine le besoin d'équarrir les plaques avant le traitement.
- Fraisage hélicoïdal pour les trous plus grands avec un outillage à faible coût.
- Commandes CNC Fanuc pour une fiabilité opérationnelle productive et un support de service Mondial.
- Crémaillère hélicoïdale trempée et rectifiée à faible jeu sur les axes X & Y & U.
- Le serrage automatique intégré de la plaque ne nécessite aucune configuration et élimine les vibrations pour atteindre des taux élevés de productivité et de durée de vie de l'outil.
- Construction en boîtier à double poutre pour une déflexion minimale lors de l'usinage
- Encombrement minimal (jusqu'à 60% de moins que les autres solutions).



Figure I .6 : Découpage

I.4.3 Un centre de découpe au LASER TRUMPF :



Figure I .7 : Un centre de découpe au LASER TRUMPF

I.4.3.1 Définition :

La machine de découpe laser FIBRE TRUMPF TRULASER 1030 est une machine fabriquée aux États-Unis en 2015.

I.4.3.2 Les caractéristiques principales :

- **Source laser :** La machine utilise une source laser TRUDISK 2001 d'une puissance de 2 kW. Cette source laser permet de découper des tôles d'une épaisseur maximale de 12 mm

- **Matériaux pouvant être découpés :** Le cutter peut également être utilisé pour couper rapidement et avec précision l'aluminium (épaisseur maximale 5 mm), le bronze (épaisseur maximale 3 mm), le cuivre (épaisseur maximale 2 mm) et l'acier inoxydable revêtu d'une feuille (Épaisseur maximale 6 mm).
- **Dimensions de la table de découpe :** La table de la découpeuse laser a des dimensions de 1500×3000 mm Cela indique que la machine peut accueillir des plaques de tôle d'une taille maximale de 1500 mm de largeur et 3000 mm de longueur.
- **Vitesse de traitement :** Le laser est capable de traiter la tôle à une vitesse de 40 m/min. Cela signifie que la machine peut effectuer la découpe à une vitesse maximale de 40 mètres par minute.

I.4.3.3 Le temps d'utilisation d'un centre de découpe au LASER TRUMPF :

- **Temps de découpe :** La machine indique un temps de découpe de seulement 2100 heures. Cela signifie que la machine a été très peu utilisée pour les opérations de découpe laser.
- **Temps de fonctionnement :** Le temps de mise sous tension de la machine est de 35000 heures. Cela indique le temps total pendant lequel la machine a été allumée, mais cela ne correspond pas nécessairement au temps d'utilisation actif pour la découpe laser.

Ces informations donnent un aperçu des capacités et de l'utilisation de la machine de découpe laser FIBRE TRUMPF TRULASER 1030. [3]

I.4.3.4 Paramètres techniques du laser TRUMPF TRULASER 1030 FIBRE :

- Type de source laser : TRUDISK 2001
- Puissance laser : 2000 W
- Longueur d'onde laser : 1030 nm
- Axe X : 3078 mm
- Axe Y : 1550 mm
- Axe Z : 76 mm
- Épaisseur maximale de tôle d'acier doux : 12

- Épaisseur maximale de la tôle d'acier inoxydable : 6 mm
- Épaisseur maximale de la tôle d'aluminium : 5 mm
- Épaisseur maximale de la tôle de cuivre : 2 mm
- Épaisseur maximale de la feuille de bronze : 3 mm
- Surface de la table : 1,5 x 3 m
- Système de contrôle : B&R Automation PC 820
- Type de variateur : moteurs triphasés sans entretien
- Vitesse de coupe maximale : 40 m/min
- Accélération de coupe : 2m/s²
- Accélération de positionnement : 9 m/s²
- La plus petite dimension programmable de la route : 0,001 mm
- Différence de position : + -0,1 mm/m
- Dispersion de position moyenne : + -0,03 mm
- Réseau : 400 V / 50 Hz
- Puissance de raccordement : 26 kVA
- Tension de commande : 24 V
- Protection nécessaire pour 400 V / 460 V : 45 A
- Consommation d'air comprimé : coupe standard 333 l/min ou coupe avec air comprimé 500 l/min
- Raccordement air comprimé : 7-12 bar
- Raccordement azote N₂ : 27 bar
- Connexion O₂ oxygène : 15 bar
- Consommation électrique moyenne en production : 10 kW
- Dimensions de la machine (longueur x largeur x hauteur) : 7909 x 2689 x 2297 mm
- Poids de la machine : 8730 kg
- Temps de coupe : seulement 2100 heures (la machine a très peu travaillé)
- Temps de mise en marche : 35000 heure

I.4.4 Un Centre de pliage de Tôle TRUMPF :



Figure I .8 : Un centre de pliage de tôle TRUMPF

I.4.4.1 Définition :

Une presse plieuse est un équipement utilisé dans les domaines de la chaudronnerie et de laméallerie pour réaliser des pliages sur des tôles. Elle est composée d'un poinçon (appelé contre-vé) et d'une matrice présentant différentes formes telles que le V, le U ou toute autre forme correspondant au profil souhaité. La tôle est positionnée entre le poinçon et le contre-vé (on parle de pénétration lorsque la tôle entre en contact avec le poinçon)

I.4.4.2 Corps de la machine :

Le corps de la machine conçu par FEM est une construction entièrement soudée en acier. Il se compose de deux éléments latéraux, la table de presse et un support de connexion. Le bâti de la machine se caractérise par :

- Niveau de précision constamment élevé.
- Large gorge pour un grand espace de cintrage.
- Accès facile au porte-outil.

I.4.4.3 Entraînement supérieur et système hydraulique :

La poutre est entraînée par une pompe à engrenage interne haute pression via un système hydraulique proportionnel auto-ventilé. Le système couplé à des capteurs de pression de haute précision permet de compenser le retour élastique du corps de la machine, assurant ainsi le bon positionnement de la poutre lors du pliage de la presse plieuse.

Cette combinaison présente les avantages suivants :

- La force de pressage est immédiatement disponible.
- Un haut niveau de précision de positionnement permet une reproduction précise d'angles de pliage, même pour les gros travaux.
- La machine est particulièrement silencieuse.

I.4.4.4 Données techniques :

- Force de presse : 2.300 KN
- Longueur du coude : 3.230 millimètres
- Poids : 16.400 kilogrammes
- Dimensions (L x P x H) : 4.270 x 1.955 x 3.200 mm
- Largeur entre les colonnes : 2.690 millimètres Gorge : 420 millimètres
- Largeur table de travail : 180 millimètres
- Hauteur d'installation : 615 millimètres
- Système électrique : 42 kVA
- Système pneumatique : 6 ± 1 bar
- Quantité d'huile hydraulique : 330 litres

I.4.5 Une guillotine AMADA :



Figure I .9 : Une guillotine AMADA

I.4.5.1 Définition :

La cisaille guillotine est largement utilisée dans l'industrie des métaux, en particulier dans les chaudronneries et les métalleries, pour découper les tôles. Elle fonctionne comme une paire de ciseaux ou une lame de guillotine, où la lame supérieure pénètre le métal et le serre contre une lame inférieure .

I.4.5 Atelier de soudage :

On y utilise le poste à souder CLOOS QINEO BASIC 450.



Figure I .10 : Poste à souder QINEO BASIC 450

I.4.6 La cintruse de tubes SILVERLINE :



Figure I .11 : cintruse de tubes

I.4.6.1 Définition :

La cintruse de tubes est un équipement utilisé dans l'industrie pour façonner les tubes métalliques tout en respectant leurs caractéristiques. Le processus de cintrage permet de donneraux tubes la forme désirée en tenant compte préalablement de l'angle et du rayon de cintrage spécifiés. Cela permet de réaliser des courbures précises et contrôlées selon les besoins.

CHAPITRE II :

PROCEDES, MACHINES ET

OUTILLAGES DE MISE EN FORME

DES PRODUITS PLATS.

II.1 Introduction :

Un procédé de fabrication est un ensemble de techniques utilisé pour transformer une matière brute afin d'obtenir une pièce ou un objet spécifique. Il peut nécessiter l'utilisation de différents procédés successifs en fonction des besoins. Les procédés de fabrication font partie intégrante du domaine de la construction mécanique. Les techniques d'assemblage, telles que le soudage, ne font pas partie des procédés de fabrication, mais interviennent une fois que les différentes pièces ont été fabriquées. [4]

II.2 Procédés de découpage de tôle :

II.2.1 La découpe laser :



Figure II .1 : La découpe laser

II.2.1.1 Définition :

La découpe laser est une technique de fabrication soustractive numérique qui utilise un laser pour découper et graver des matériaux.

Voici les principales caractéristiques de cette technique :

- Matériaux compatibles : La découpe laser peut être utilisée sur différents matériaux tels que le plastique, le bois, le carton, etc.
- Processus de découpe : Le laser, puissant et précis, est concentré sur une petite surface du matériau. Le rayon laser focalisé élève la température de la matière jusqu'à la fusion ou la vaporisation. [5]

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORME DES PRODUITS PLATS

- **Zone affectée thermiquement :** Étant donné que la zone affectée thermiquement par le laser est relativement faible, d'environ 0,5 mm, les parties découpées présentent généralement des déformations mineures.
- **Contrôle informatisé :** Un ordinateur est utilisé pour diriger le laser et tracer le chemin de découpe, ce qui permet une grande précision et flexibilité dans la réalisation des motifs et des formes

La découpe laser offre de nombreux avantages, tels qu'une grande précision, une grande vitesse de découpe, la possibilité de réaliser des motifs complexes et une réduction des déformations thermiques. C'est une technique largement utilisée dans l'industrie pour la fabrication de pièces, de prototypes, de gravures personnalisées, etc.

II.2.1.2 Comment fonctionne la découpe laser ?

Le procédé de découpe laser repose sur l'utilisation d'un laser, généralement un laser à gaz CO₂. Voici les étapes principales du processus :

1. **Source laser :** Un mélange gazeux contenant du dioxyde de carbone (CO₂), de l'azote (N₂) et de l'hélium (He) est excité électriquement pour créer un rayonnement laser.
2. **Amplification de la lumière :** Le rayonnement laser généré est amplifié en passant à travers une cavité optique qui contient des miroirs réfléchissants. Ces miroirs réfléchissent et réinjectent le rayonnement laser, permettant ainsi son amplification.
3. **Focalisation du faisceau laser :** Le faisceau laser amplifié est ensuite dirigé vers une lentille de focalisation qui concentre la puissance du laser sur une petite surface du matériau à découper.
4. **Fusion ou vaporisation du matériau :** Lorsque le faisceau laser focalisé atteint la surface du matériau, il élève rapidement la température de cette zone. Selon la puissance du laser et les propriétés du matériau, la chaleur peut faire fondre ou vaporiser le matériau.
5. **Élimination du matériau fondu ou vaporisé :** Un gaz d'assistance, généralement de l'azote ou de l'oxygène, est utilisé pour souffler le matériau fondu ou vaporisé hors de la zone de coupe, permettant ainsi une découpe précise et propre.

Le processus de découpe laser est contrôlé par un système informatisé qui détermine les mouvements du faisceau laser selon le motif ou la forme désirée. Cela permet une grande précision et une flexibilité dans la réalisation de différentes découpes.

En résumé, le procédé de découpe laser utilise l'amplification de la lumière laser pour focaliser et concentrer la puissance du laser sur le matériau à découper, entraînant ainsi sa fusion ou sa vaporisation.

II.2.1.3 Pourquoi choisir la découpe laser ?

La découpe laser présente plusieurs avantages qui en font un choix attractif pour de nombreuses applications. Voici quelques raisons pour lesquelles on pourrait choisir la découpe laser :

- 1. Précision :** La découpe laser offre une précision élevée, permettant de réaliser des coupes nettes et précises, même pour des formes complexes. Cela permet d'obtenir des pièces finies de haute qualité avec des tolérances serrées.
- 2. Polyvalence :** La découpe laser peut être utilisée sur une large gamme de matériaux, tels que le métal, le plastique, le bois, le tissu, etc. Cela en fait une option polyvalente pour différents secteurs industriels et applications.
- 3. Flexibilité :** Grâce à la programmation informatisée, la découpe laser offre une grande flexibilité dans la création de motifs et de formes personnalisés. Les changements de conception peuvent être facilement réalisés sans nécessiter d'outils supplémentaires, ce qui permet une production rapide et agile.
- 4. Productivité :** La découpe laser est un processus rapide et efficace, ce qui permet d'optimiser la productivité. La vitesse de coupe élevée et la capacité à traiter des matériaux de différentes épaisseurs permettent de répondre aux exigences de production élevées.
- 5. Qualité de coupe :** La découpe laser offre une qualité de coupe exceptionnelle avec des bords nets et sans bavures. Cela réduit le besoin de finitions supplémentaires et simplifie le processus de fabrication.
- 6. Réduction des déchets :** Étant donné que la découpe laser est un processus précis, elle permet d'optimiser l'utilisation du matériau, réduisant ainsi les

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DES PRODUITS PLATS

déchets. Cela peut conduire à des économies de coûts et à une utilisation plus durable des ressources.

- 7. Pas de contact physique :** L'avantage majeur de la découpe laser est qu'elle se fait sans contact physique direct avec le matériau, réduisant ainsi les risques de dommages ou de déformation du matériau. Cela permet également de travailler sur des surfaces sensibles ou fragiles.

Ces avantages font de la découpe laser une option attrayante pour de nombreux secteurs tels que l'industrie automobile, l'aérospatiale, la fabrication de produits électroniques, la joaillerie, la signalisation, l'ameublement, etc.

II.2.1.4 Quel type de fichier pour découpe laser ?

- 1. SVG (Scalable Vector Graphics) :** Il s'agit d'un format de fichier standard pour les graphiques vectoriels. Il est pris en charge par la plupart des logiciels de conception et peut être utilisé pour la découpe laser.
- 2. DXF (Drawing Exchange Format) :** Il s'agit d'un format de fichier populaire utilisé pour échanger des données de dessin entre différents logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO). Le format DXF est couramment utilisé pour la découpe laser car il prend en charge les entités vectorielles.
- 3. AI (Adobe Illustrator) :** Le format AI est spécifique à Adobe Illustrator, un logiciel de conception graphique populaire. Les fichiers AI contiennent des objets vectoriels et peuvent être utilisés pour la découpe laser.
- 4. EPS (Encapsulated PostScript) :** Le format EPS est un format de fichier vectoriel encapsulant des données PostScript. Il est largement utilisé dans les domaines de l'impression et de la découpe laser.

II.2.2 La découpe plasma :



Figure II.2: La découpe plasma

II.2.2.1 Définition :

La découpe plasma est un processus de découpe utilisant un jet de plasma chaud pour couper à travers différents types de matériaux conducteurs tels que l'acier, l'aluminium, l'acier inoxydable, le cuivre, etc.

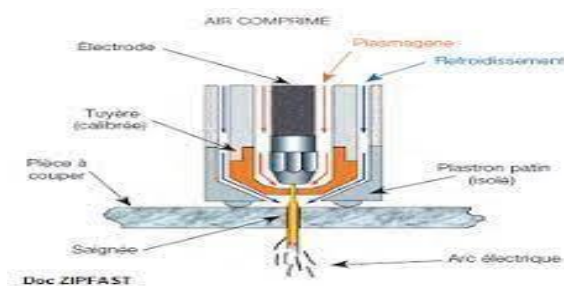


Figure II.3 : Principe de découpe plasma.

II.2.2.2 Les étapes principales du fonctionnement de la découpe plasma :

- 1. Génération du plasma :** Le processus commence par la génération du plasma. Un gaz, généralement de l'azote, de l'oxygène ou de l'air comprimé, est fortement ionisé en passant à travers une buse spéciale appelée torche de découpe plasma. Cela crée un jet de plasma chaud.
- 2. Concentration du plasma :** Le jet de plasma est concentré en passant à travers un orifice de focalisation situé à l'intérieur de la torche de découpe plasma. Cela concentre l'énergie du plasma sur une petite zone, augmentant ainsi sa puissance de coupe.
- 3. Ignition de l'arc :** Un arc électrique est créé entre l'électrode de la torche de découpe plasma et la pièce à découper. Cet arc électrique ionise le gaz, créant ainsi le plasma.
- 4. Fusion et éjection du matériau :** Le plasma chaud, avec sa température élevée, fait fondre le matériau à découper. En même temps, un jet d'air ou de gaz est dirigé vers la zone de coupe pour éjecter le matériau fondu, créant ainsi une fente de découpe.
- 5. Déplacement de la torche :** La torche de découpe plasma est déplacée selon un modèle prédéfini en suivant un parcours de coupe. Cela permet de découper le matériau selon les formes et les contours souhaités.
- 6. Contrôle du processus :** Le processus de découpe plasma peut être contrôlé en ajustant divers paramètres tels que la vitesse de déplacement de la torche, le débit de gaz, la puissance du plasma, etc. Cela permet d'optimiser la qualité de coupe en fonction du matériau et de son épaisseur.

La découpe plasma est couramment utilisée dans l'industrie métallurgique et de la fabrication pour découper des pièces de formes complexes, des plaques, des tôles, des tubes, etc. Elle offre une vitesse de coupe élevée, une précision raisonnable et la capacité de couper des matériaux de différentes épaisseurs.

II.2.3 Découpe Oxycoupage :

II.2.3.1 Définition :

L'oxycoupage est en effet un procédé de coupage largement utilisé dans le domaine de la maintenance industrielle et de l'industrie de l'acier. Il implique l'utilisation d'un jet d'oxygène pur qui agit sur un point préalablement chauffé à une température d'amorçage d'environ 1300°C. Lorsque le jet d'oxygène est dirigé vers le matériau à couper, une réaction chimique exothermique se produit, provoquant la combustion du matériau et permettant ainsi sa découpe.

Le choix du combustible à utiliser avec l'oxygène dépend de divers paramètres, tels que l'épaisseur de la pièce à couper, la vitesse de coupe souhaitée, le temps de préchauffage requis et la qualité de la coupe recherchée. Les aciers doux ou faiblement alliés sont généralement adaptés à l'oxycoupage.

Malgré l'émergence de techniques plus récentes, comme la découpe laser ou la découpe au plasma, l'oxycoupage reste largement utilisé en raison de son efficacité, de son faible coût et de sa facilité d'utilisation. Il convient notamment pour les applications nécessitant des coupes épaisses, telles que la découpe de plaques d'acier de grande taille.

Il est important de noter que l'oxycoupage présente quelques limitations. Par exemple, il peut entraîner une zone thermiquement affectée (ZTA) adjacente à la zone de coupe, ce qui peut nécessiter un post-traitement. De plus, les coupes obtenues peuvent avoir des bords irréguliers et rugueux, nécessitant souvent une opération de finition supplémentaire.

II.2.3.2 Les Etapes d'oxycoupages :

Etape n°1 : une flamme de chauffe pour l'amorçage et l'entretien de la coupe ; cette flamme peut être oxyacétylénique, oxypropane, oxytétrène ou oxycrylène.

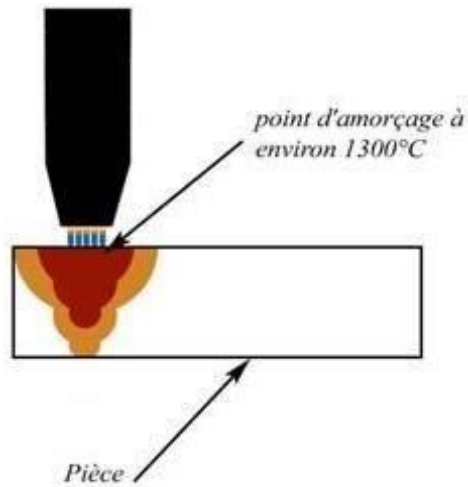


Figure II.4 : Préchauffer le point d'amorçage.

Etape n°2 : un jet d'oxygène de coupe généralement central et destiné à créer la combustion dans la saignée, sur toute l'épaisseur de la pièce à couper, il sert aussi à l'évacuation des oxydes formés.

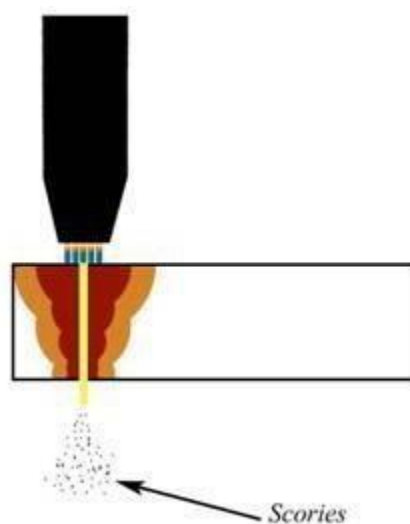


Figure II.5: Amorcer la coupe.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORME DES PRODUITS PLATS

Etape n°3 : La réaction n'est pas assez exothermique pour s'entretenir d'elle-même sans le concours de la flamme de chauffe.

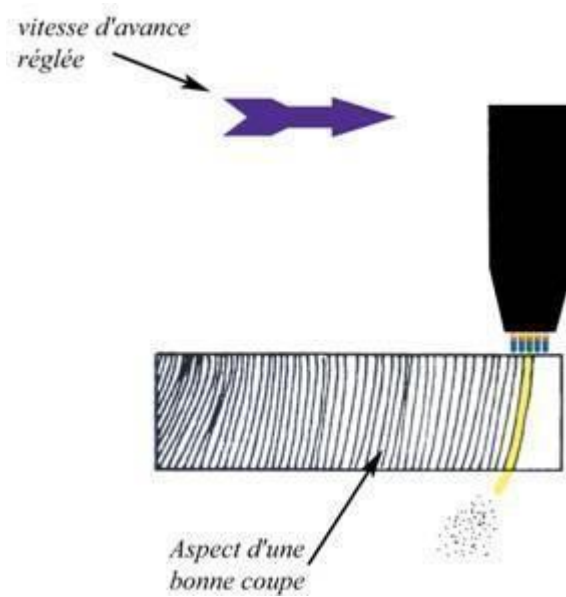


Figure II.6 : Abaisser la tête de coupe.

II.2.4 Cisailage :

II .2.4.1 Définition :

Effectivement, l'action de couper avec des cisailles est appelée cisaillement ou cisailage. Le cisailage est une méthode couramment utilisée dans divers domaines, tels que la métallurgie, la couture, la menuiserie et d'autres industries où des matériaux doivent être coupés avec précision.

Il existe plusieurs méthodes classiques de cisailage :

- **Cisaillement à main levée :**

Il s'agit de la méthode la plus simple où les cisailles sont manipulées manuellement pour couper le matériau. Cette méthode est souvent utilisée pour des tâches légères et des matériaux relativement minces.

- **Cisaillement à levier :**

Cette méthode utilise des cisailles à levier, également appelées cisailles à main, qui sont équipées d'un levier pour faciliter la coupe. Le levier permet d'appliquer une force supplémentaire, ce qui rend le cisailage plus facile et plus efficace.

- **Cisaillement rotatif :**

Cette méthode utilise des cisailles rotatives, également appelées cisailles à rouleau, qui coupent le matériau en le faisant passer entre deux rouleaux tranchants. Les cisailles rotatives sont souvent utilisées pour couper des tôles métalliques et d'autres matériaux souples en rouleaux.

- **Cisaillement mécanique :**

Cette méthode utilise des cisailles mécaniques, qui sont des machines motorisées spécialement conçues pour le cisailage. Les cisailles mécaniques peuvent être utilisées pour couper une grande variété de matériaux avec précision et efficacité.

- **La Cisaille guillotine (AMADA) :**

Cisaillement à guillotine : Cette méthode utilise une machine à cisailer appelée guillotine, qui est équipée d'un couteau tranchant et d'une plaque de support. Le matériau à couper est placé sur la plaque de support, puis le couteau descend pour effectuer la coupe. Les cisailles à guillotine sont souvent utilisées pour des tâches plus lourdes et des matériaux plus épais.



Figure II.7 : Cisaille guillotine (AMADA)

II.2.4 .2 Principes du cisailage

L'expression "cisailage avec lames obliques" provient de la façon avec laquelle les tranchants des lames se rencontrent progressivement, exactement comme les lames d'une paire de ciseaux.

L'angle formé par les deux lames est appelé : angle de coupe (α)

La distance à laquelle se situent les deux lames est appelée : jeu entre lames (J)

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES PRODUITS PLATS

Phase 1 : déformation jusqu'à la limite de la rupture.

Phase 2 : amorces de rupture

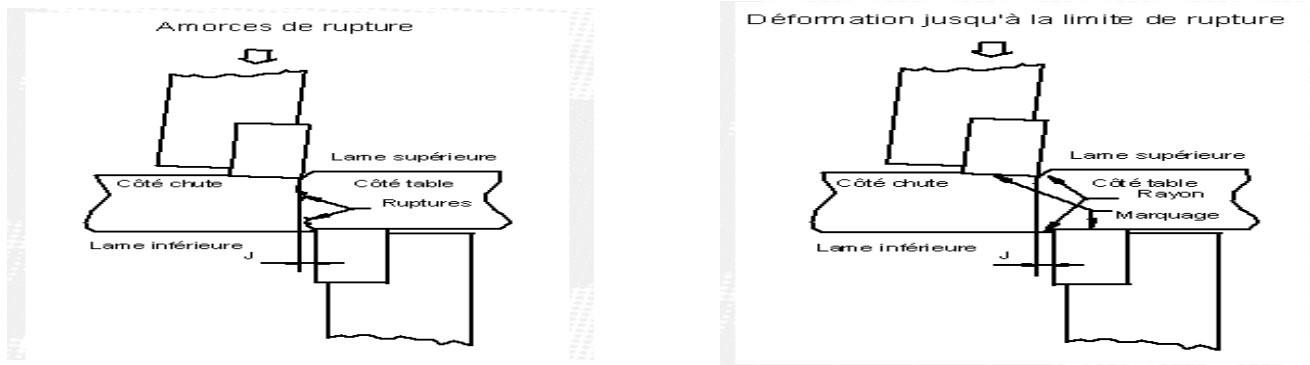


Figure II.8: les phases du cisaillement

II.3 Procédés de mise en forme

II .3.1 L'emboutissage :

II .3.1.1 Définition :

L'emboutissage est un procédé de mise en forme par déformation plastique d'une feuille de métal. Il implique l'utilisation d'un poinçon et d'une matrice.

II .3.1.2 Types d'emboutissage :

- **Emboutis de révolution :** Ce type d'emboutissage est utilisé pour créer des pièces de forme cylindrique ou de révolution, telles que des boîtes cylindriques, des réservoirs ou des bols. Le flan de départ est généralement une feuille circulaire, et il est déformé par un poinçon qui le pousse dans une matrice pour prendre la forme souhaitée.
- **Emboutis prismatiques :** Dans ce type d'emboutissage, des pièces de forme complexe et non cylindrique sont produites, telles que des boîtes rectangulaires, des plateaux ou des corps creux. Le flan de départ est une feuille rectangulaire ou carrée, et il est déformé par le poinçon et la matrice pour prendre la forme désirée.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORME DES PRODUITS PLATS

- **Emboutissage sans serre-flan** : Cette technique d'emboutissage est utilisée lorsque la géométrie de la pièce permet une déformation sans besoin de retenir le flan. Le poinçon exerce une force sur le flan pour le pousser dans la matrice et former la pièce. Cette méthode est généralement utilisée pour des emboutis peu profonds et relativement simples.
- **Emboutissage avec serre-flan** : Dans ce cas, des dispositifs de retenue supplémentaires, appelés serre-flan, sont utilisés pour maintenir le flan en place pendant le processus d'emboutissage. Ces serre-flan permettent de réaliser des pièces plus profondes et plus complexes en répartissant les forces de déformation de manière contrôlée. L'emboutissage avec serre-flan nécessite souvent plusieurs passes pour obtenir la forme finale souhaitée.

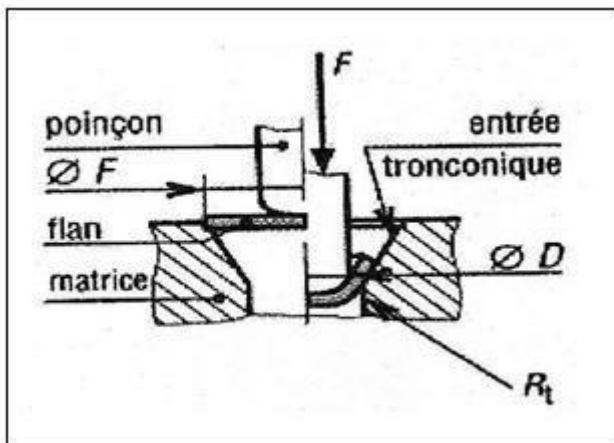


Figure II.9 : emboutissage sans serre flan

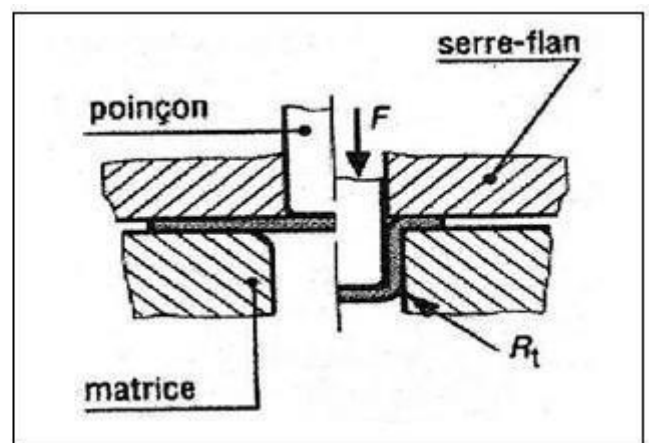


Figure II.10 : emboutissage avec serre-flan

II .3.1.2 Les Etapes d'emboutissage

1. **Préparation du flan** : Le flan, qui est la pièce de départ, est généralement une tôle plane en métal. Il peut être préparé en coupant et en préformant la tôle selon les dimensions nécessaires.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES PRODUITS PLATS

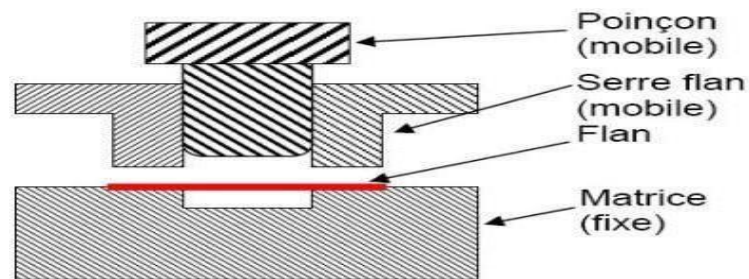


Figure II.11 : la préparation de l'emboutissage

2. **Fixation du flan** : Le flan est fixé entre la partie supérieure et la partie inférieure de la matrice pour le maintenir en place pendant le processus d'emboutissage.

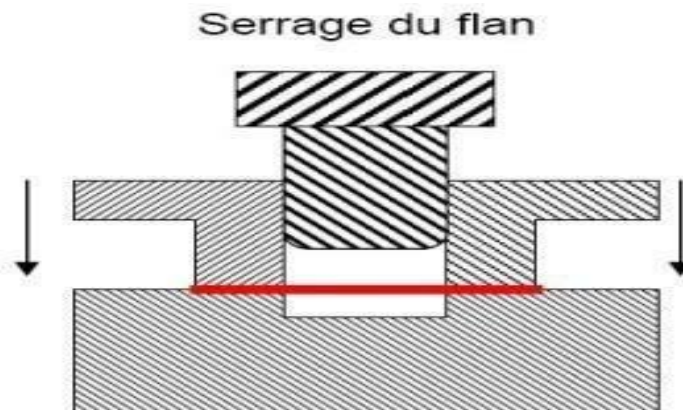


Figure II.12 : serrage du serre flan

3. **Contact entre le poinçon et le flan** : Le poinçon, qui est généralement une partie mobile, entre en contact avec le flan et exerce une force sur celui-ci pour le pousser dans la matrice.
4. **Déformation du flan** : Sous l'effet de la force du poinçon, le flan se déforme et épouse progressivement la forme de la matrice. Cela implique des étirements, des compressions et des déformations plastiques du matériau.
5. **Formation de la pièce emboutie** : Le flan subit une déformation continue jusqu'à ce qu'il prenne la forme voulue. La matière peut être contrainte à se déplacer vers différentes parties de la matrice pour former les détails et les caractéristiques spécifiques de la pièce.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES PRODUITS PLATS

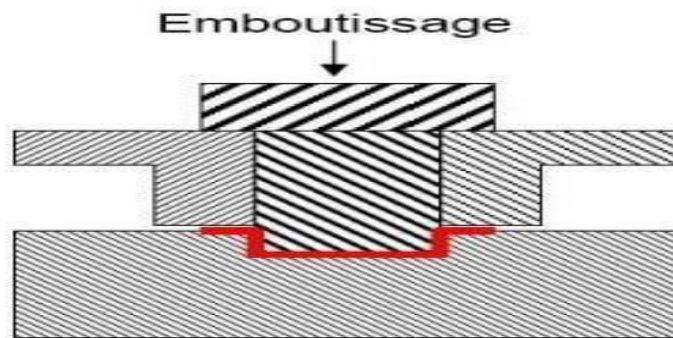


Figure II.13 : Emboutissage

6. **Retrait du poinçon et de la matrice** : Une fois que la forme de la pièce emboutie est obtenue, le poinçon et la matrice sont retirés, et la pièce est libérée.
7. **Finition** : Après l'emboutissage, la pièce peut nécessiter des opérations de finition supplémentaires, telles que le retrait des bavures, le redressement, le lissage des surfaces ou l'ajustement de précision.

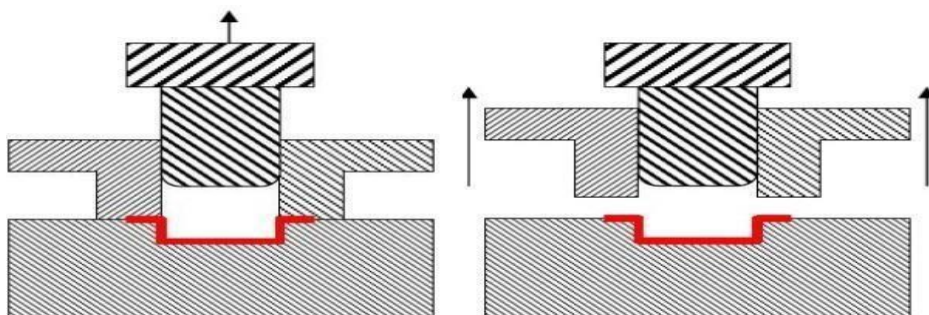


Figure II.14: Relevé du poinçon



Figure II.15: Le détournage de la pièce emboutie

II.3.1.3 Machines utilisées :



Figure II.16: presse hydraulique de 50 tonnes

II.3.2. Le Pliage :

II.3.2.1 Définition :

Le pliage est une technique de formage à froid de tôles planes en les déformant de manière permanente.

II.3.2.2 Les étapes principales :

1. Positionner la tôle sur une matrice, contre des butées réglées au préalable.
2. Appliquer une force sur une partie de la tôle à l'aide d'un poinçon. L'effort requis pour réaliser le pliage dépend de la limite élastique du matériau, de l'épaisseur de la tôle et de la longueur et de la direction du pli. Différentes méthodes de pliage existent, notamment :
 - Le pliage en V
 - Le pliage par encastrement
 - Le pliage par cambrage en U
 - Le pliage en l'air
 - Le pliage en frappe

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES PRODUITS PLATS

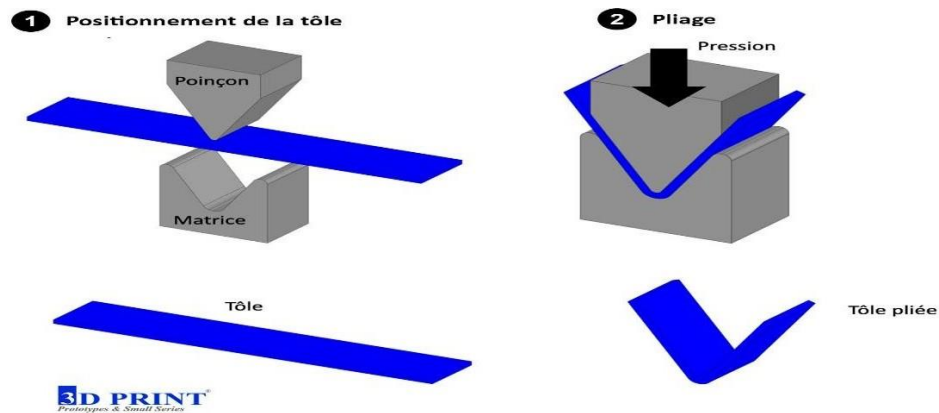


Figure II .17 : Exemple de pliage

Opération de déformation plastique linéaire.

Les facteurs à considérer sont :

- l'épaisseur « e » de la tôle,
- la longueur du pli.

Les paramètres :

(en pliage en l'air pour un acier non-allié)

- l'ouverture du Vé en mm « V »
- $e \leq 10 \text{ mm} \quad V = 8e$
- $e > 10 \text{ mm} \quad V = 10e$
- le rayon intérieur « Ri » en mm

$$R_i = \frac{V}{6}$$

- l'effort de pliage « F » en kN (1)

$$F = \frac{66 e^2}{V}$$

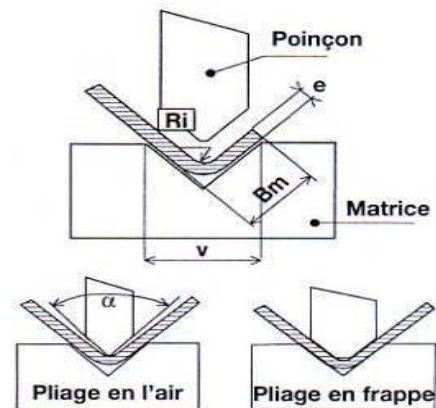


Figure II .18 : Technique de pliage

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORME DES PRODUITS PLATS

II.3.2.3 les types de pliage :

II.3.2 3.1 Pliage en V (en presse plieuse) :

Le pliage en V peut être réalisé sans l'utilisation d'un serre-flan. L'angle de formage de la tôle varie en fonction de l'angle du poinçon et de la matrice. Il existe deux procédés pour réaliser le pliage en V

- En l'air : la tôle est pliée sans contact avec un support supplémentaire.
- En frappe : la tôle est pliée en utilisant un support supplémentaire pour le pliage. Dans les deux méthodes, le schéma du pliage ressemble à un schéma de flexion. Les points d'appui correspondent aux arêtes du vé et une flèche représente la force appliquée. L'angle final du pliage est déterminé par le réglage de la descente du poinçon. La figure II .6 illustre le principe du pliage en V.

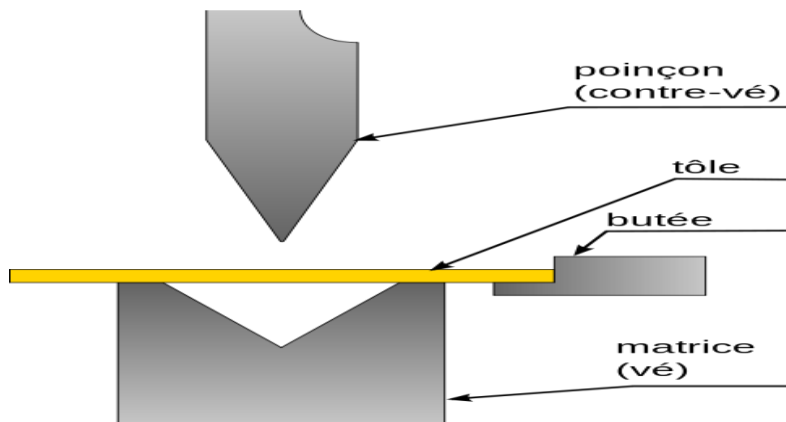


Figure II.19: Principe de pliage en V

II.3.2 3.2 Pliage En U :

Le principe du pliage de tôle en U est similaire à celui du pliage en V, où les outils utilisés (poinçons et matrices) diffèrent. Dans le pliage en U, on utilise un serre-flan mobile pour maintenir la pièce en place sous le poinçon et éviter le glissement de la tôle pendant la mise en forme entre les deux blocs matrices. Cela permet d'obtenir une variété infinie de formes pliées, à condition que les outils nécessaires soient disponibles. Le pliage de tôle en U peut être considéré comme une forme d'emboutissage où la tôle est déformée pour obtenir la forme souhaitée.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES PRODUITS PLATS

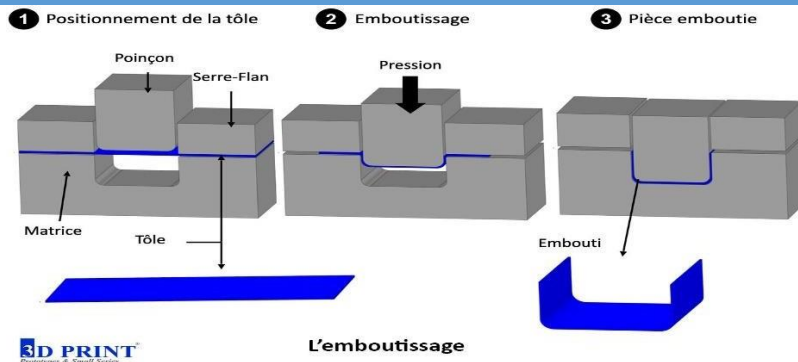


Figure II .20 : Principe de pliage en U

II.3.2.3.3 Le pliage en l'air :

Le pliage en l'air est une méthode de pliage où la tôle est pliée sans être en contact avec un support supplémentaire. Dans ce procédé, la tôle est positionnée sur une matrice, appuyée contre des butées réglées au préalable. Ensuite, un poinçon exerce une force sur une partie de la tôle, provoquant sa déformation et la formation du pli souhaité. L'angle de formage de la tôle est déterminé par l'angle du poinçon et de la matrice, ainsi que par la course imposée au poinçon. La descente du poinçon permet d'obtenir l'angle final du pliage. Le pliage en l'air est souvent utilisé lorsque la tôle ne nécessite pas de support supplémentaire pendant le processus de pliage

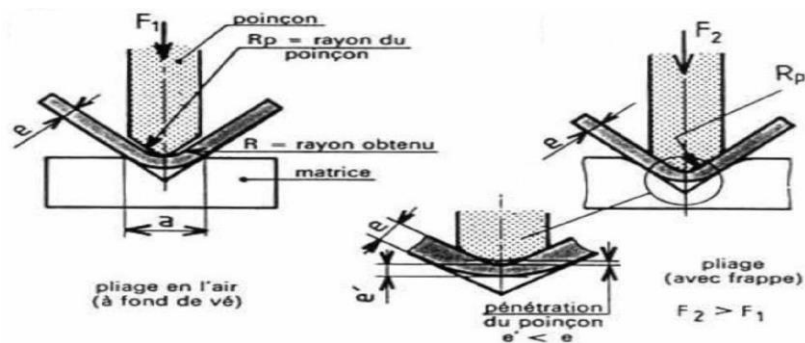


Figure II .21 : Principe de pliage en l'air

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORME DES PRODUITS PLATS

II.3.2.3.4 Pliage en L :

Le principe du pliage en L consiste à plier une pièce de métal en porte-à-faux à un angle de 90 degrés en la maintenant entre une matrice et un serre-flan en forme de L. Lors de ce processus de pliage, des déformations se produisent dans la zone pliée. Les fibres intérieures de la tôle sont comprimées, tandis que les fibres extérieures subissent un étirement, ce qui les met en traction.

Il est important de noter que plus le rayon de pliage est petit, plus les déformations dues au pliage seront importantes. Si le rayon de pliage est nul ($R=0$), c'est-à-dire un angle vif, des fissures peuvent apparaître sur la zone étirée de la pièce, ce qui rendrait la pièce inacceptable ou défectueuse.

Pour obtenir un pliage réussi, il est donc recommandé de choisir un rayon R suffisamment grand, idéalement égal à 5 fois l'épaisseur de la tôle. Cela permet de réduire les contraintes excessives et d'éviter les fissures indésirables lors du pliage.

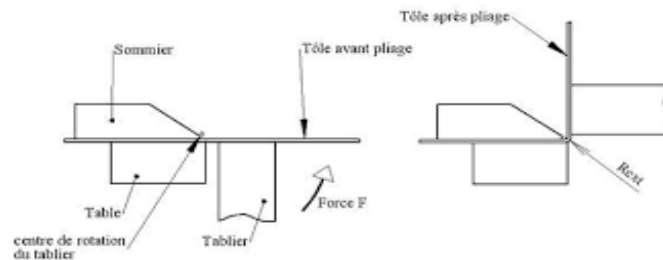


Figure II .22 : Pliage en L

II.3.2.3.5 Le pliage en frappe :

Le pliage en frappe est un processus en deux étapes utilisé pour former une pièce en tôle.

Tout d'abord un pliage initial est effectué pour atteindre l'angle désiré. Ensuite, le poinçon descend rapidement et frappe la tôle avec force pour marquer et déformer la pièce de manière permanente, réduisant ainsi le retour élastique.

Les angles du poinçon et de la matrice sont égaux à l'angle souhaité. Cette méthode est généralement adaptée aux tôles d'épaisseur inférieure à 2 mm. Il est important de noter que le pliage en frappe nécessite des outils spécifiques et une expertise appropriée pour obtenir des résultats précis et reproductibles.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DES PRODUITS PLATS

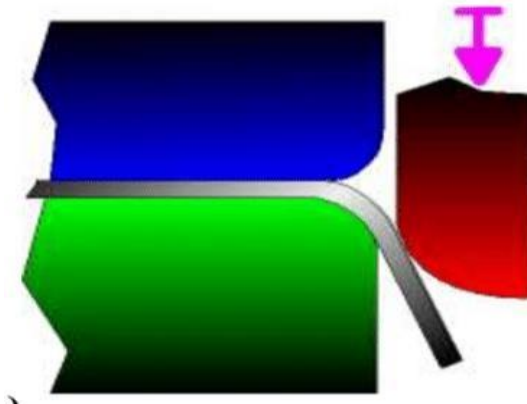


Figure II.23 : Principe de pliage en frappe

II.3.3. Le Cintrage :

II.3.3.1 Définition :

Le cintrage d'un tube ou d'un fer rond est un processus de déformation spécifique utilisé pour courber un tube métallique tout en conservant son diamètre et son intégrité structurelle. [6]

II.3.3.2 Principe de fonctionnement :

Le cintrage d'un tube implique l'application d'une force sur le tube pour lui donner une courbure souhaitée sans altérer significativement son diamètre. Le tube est généralement placé dans une machine de cintrage spécialement conçue avec des matrices et des outils de cintrage appropriés. Lorsque la force est appliquée, le tube se plie progressivement selon la forme voulue.

II.3.3.3 Facteurs à prendre en compte :

- Diamètre et épaisseur du tube : Ils influencent la capacité de cintrage et le rayon de courbure minimal possible. Les tubes de plus petit diamètre et d'épaisseur plus fine sont généralement plus faciles à cintrer.
- Rayon de courbure : Il correspond au rayon de la courbure souhaitée pour le tube. Il est important de choisir un rayon de courbure approprié pour éviter la déformation excessive ou la rupture du tube.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORME DES PRODUITS PLATS

- Retour élastique : Comme pour tout processus de cintrage, le retour élastique doit être pris en compte. Le tube a tendance à se redresser légèrement après le cintrage, il est donc nécessaire de prévoir une courbure légèrement plus prononcée pour compenser ce phénomène.

II.3.3.4 Différentes parties d'un tube cintré :

La fibre la plus à l'extérieur du cintrage se nomme extrados. Celle-ci est la fibre la plus étirée et la plus allongée. La fibre la plus à l'intérieur de la partie cintrée du tube se nomme intrados. Celle-ci est comprimée. La fibre neutre en théorie ne subit ni allongement, ni compression. Dans la théorie et pour simplifier les calculs de longueurs développées, celle-ci est généralement positionnée à la moitié du diamètre du tube. [4]

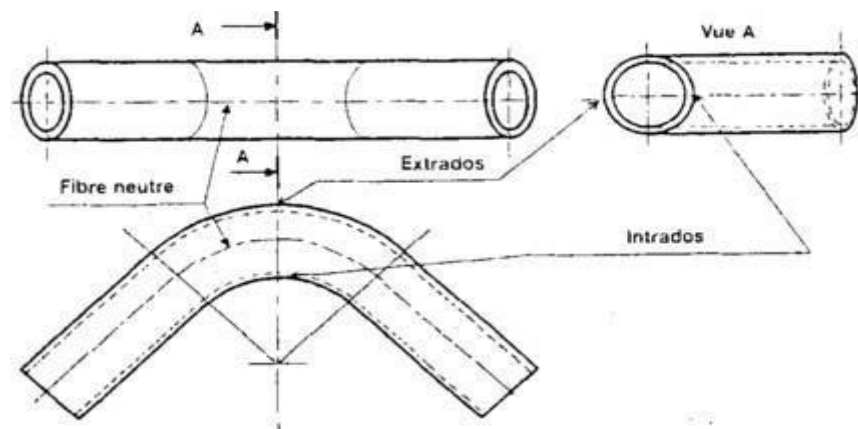


Figure II .24 : Les parties d'un tube cintré

Lorsque l'on cintré un tube, les fibres extérieures s'allongent et celles qui sont à l'intérieur se compriment et rétrécissent. La fibre neutre se trouve à la moitié du tube.

Deux défauts peuvent apparaître si le tube n'est pas cintré convenablement. La paroi extérieure s'amincit et en même temps le tube s'ovalise. La paroi intérieure s'épaissit et flambe ce qui donne des plissements. [7]

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DE PRODUITS PLATS

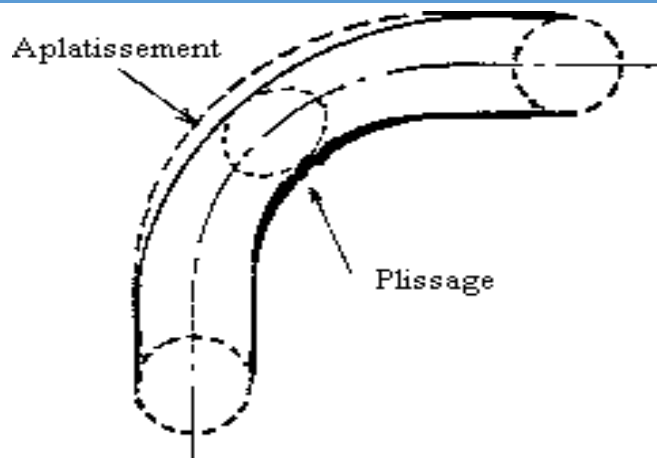


Figure II .25 : exemple d'aplatissement et de plissage

II.3.3.5 Comment réaliser un cintrage ?

Pour réaliser correctement un cintre il faut tenir compte de :

- L'épaisseur du tube.
- Le rayon de cintrage.
- Les techniques de cintrage.
- Les caractéristiques mécaniques du métal.

Pour éviter le plissage du tube, un allongement excessif avec diminution de l'épaisseur. Et une ovalisation de la section, il faut prendre comme rayon de cintrage, les valeurs suivantes. (Valable seulement pour les coudes à 90°).

$$\begin{aligned} R &< 3D \text{ jusqu'à } D > 50 \text{ mm} \\ R &< 4D \text{ pour } D > 50 \text{ mm} \end{aligned}$$

Calcul de la LD

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES PRODUITS PLATS

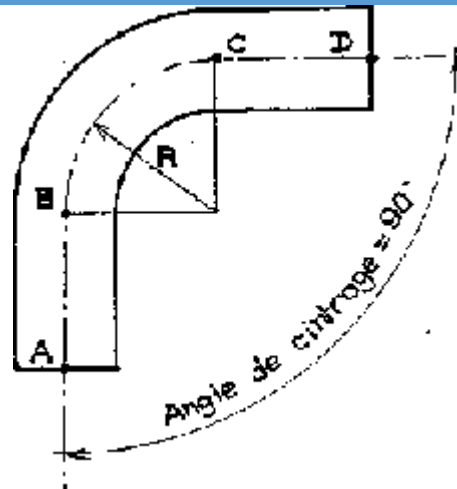


Figure II .26 : exemple de calcul de la LD

Le calcul de la longueur développée est réalisé à la fibre neutre. Pour un angle à 90°, on peut prendre comme valeur, $LD = 1,57 \times R$ pour la partie courbe.

AB et CD sont les parties droites.

BC est la partie courbe.

R = rayon de cintrage à la fibre neutre.

90° est l'angle de cintrage.

Cintreuse VIRAX OU MINGORI

Dans notre projet fin d'étude on utilise la cintreuse a tube type VIRAX OU MINGORI.

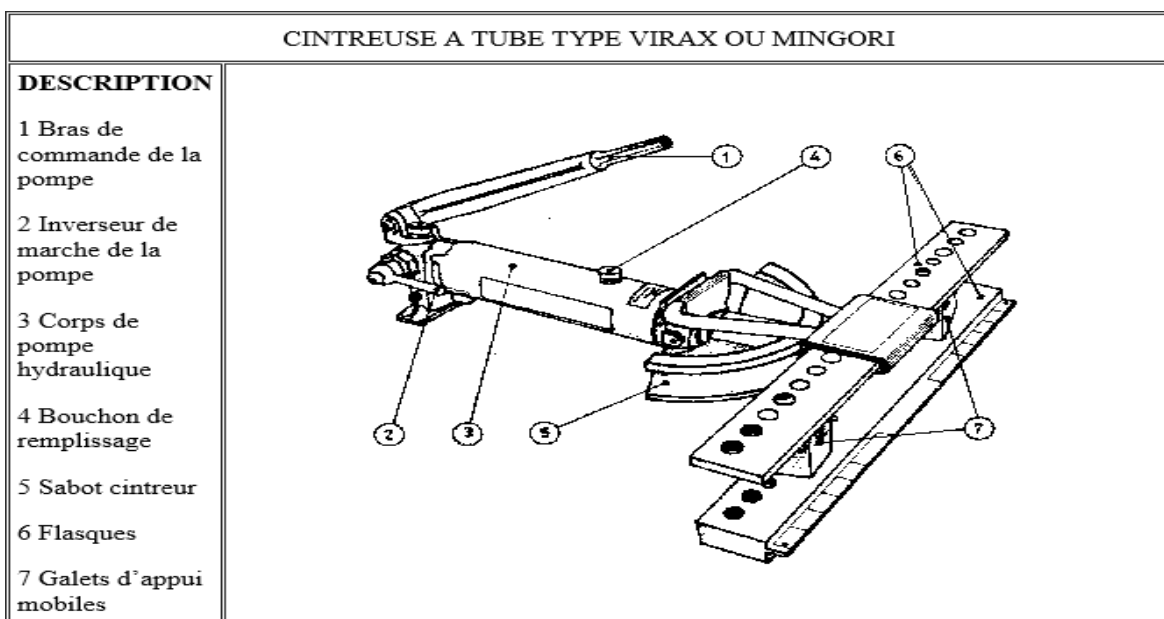


Figure II .27 : Cintreuse VIRAX OU MINGORI

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DE PRODUITS PLATS

Tubes	Rayon de cintrage		Cote A		Repère de filetage
	MINGORI	VIRAX	MINGORI	VIRAX	
∅ 17.2 x 2	46.5	40	10	8.5	3/8
∅ 21.3 x 2.3	55.5	50	12	11	1/2
∅ 26.9 x 2.3	71	65	15	14	3/4
∅ 33.7 x 2.9	94	115	20	25	1
∅ 42.4 x 2.9	150	165	32	35.5	1.1/4
∅ 48.3 x 2.9	163	180	35	39	1.1/2
∅ 60.3 x 3.2	220	240	47	51.5	2

Tableau II .1 : tableau constructeur

Principe de fonctionnement :

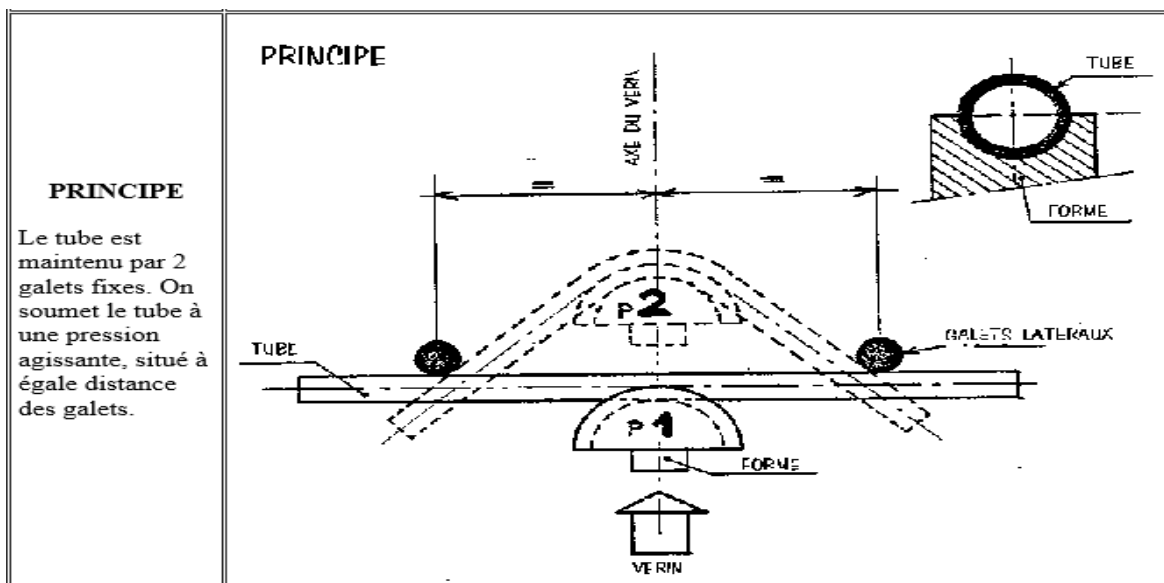


Figure II .28 : Principe de fonctionnement

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES PRODUITS PLATS

Exemple de cintrage simple :

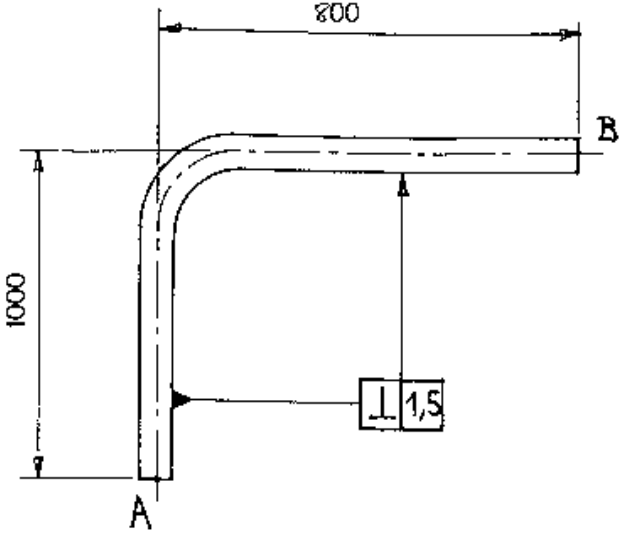
CINTRAGE SIMPLE	CONTRAINTES
 <p style="text-align: center;">Angle 90° Tube gaz 21.3 x 2.3</p>	<p>Respect des cotes.</p> <p>Respecter la tolérance de perpendicularité.</p> <p>Respecter l'angle de 90°.</p> <p>Attention à la planéité.</p>

Figure II .29 : Exemple d'un cintrage simple

Mise en position dans la machine :

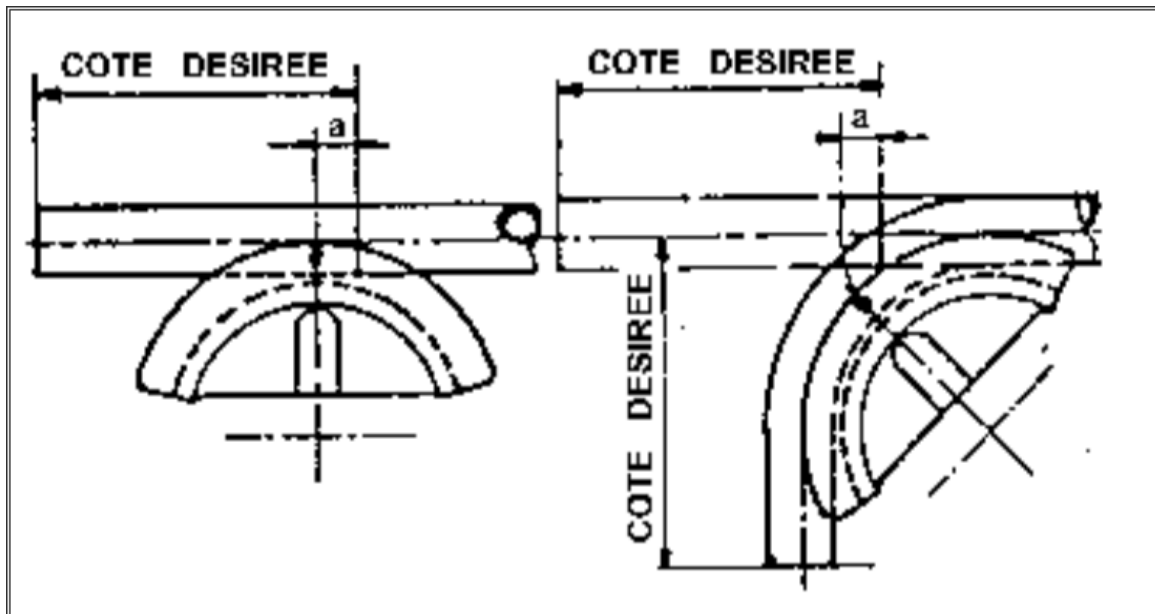


Figure II.30 : La mise en position dans la machine

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DES PRODUITS PLATS

II.3.3.6 Définition du cintrage à chaud :

Le cintrage à chaud d'un fer rond préalablement rempli de sable sec est une opération qui nécessite une main expérimentée. Ce type d'opération de cintrage est de plus en plus abandonné au profit du cintrage à froid. Toutefois les coudes à chaud sont parfois la seule façon d'opérer pour obtenir des cintrages de tubes sur de faibles épaisseurs. Le cintrage à chaud des fers ronds galvanisés ne peut se faire sans détruire la galvanisation. [7]

Rappels :

- S'il s'agit d'un fer rond soudé, mettre la soudure du fer rond sur le chant, de façon à ce que la soudure du tube soit en haut ou en bas.
- Exécuter le cintrage progressivement, en le vérifiant à fur et à mesure et au besoin à l'équerre, pour ne pas dépasser l'angle à obtenir, car un coude trop fermé ne pourra être ouvert de plus de 2 à 3° sans provoquer une déformation irréversible du fer rond.

II.3.3.7 Définition du cintrage à froid :

Il peut arriver qu'en cintrage, le fer rond s'ovalise, se plisse ou se déchire. Cela peut provenir d'un mauvais réglage, d'une incompatibilité du fer rond ou de la machine pour le travail envisagé. Ensuite des rapports entre le diamètre du fer rond, son épaisseur et le rayon de cintrage doivent rester dans des limites convenables. Les fers ronds finis à chaud ou recuits ont un allongement supérieur à celui des tubes formés à froid qui sont plus ou moins écrouis.

II.3.3.7.1 Définition du cintrage à froid par poussée :

Une cintreuse est constituée par un socle. Sur la base du bâti, sont fixés deux coussinets à gorge (dits coussinets latéraux) G et G' situés à égale distance du milieu K de cette base. Ces coussinets latéraux forment les deux points d'appui du fer rond. La tête de l'appareil presseur, vis ou piston, coïncidera avec le sommet O du bâti. La vis ou le piston poussera, suivant l'axe O K, et à égale distance entre les deux coussinets latéraux, une forme à gorge F (dite sabot) qui exercera sur le tube sa pression en K et l'obligera à épouser sa forme. Le principe ressemble à la flexion. Un effort généré sur une pièce en deux appuis. Le tube, une fois cintré, s'enlève facilement du sabot F.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DES PRODUITS PLATS

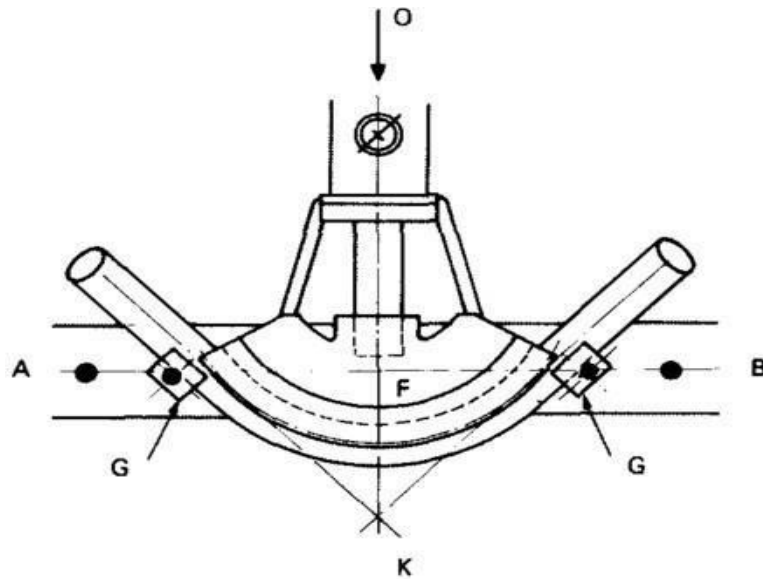


Figure II .31 : cintrage à froid par poussée

II.3.4 Le soudage :

II.3.4.1 Définition :

Le soudage consiste à unir des parties constitutives d'un assemblage en assurant la continuité entre ces parties. Cela peut être réalisé en utilisant la chaleur, la pression ou les deux, avec ou sans ajout de métal fondu dont la température de fusion est similaire à celle du matériau de base. [9]

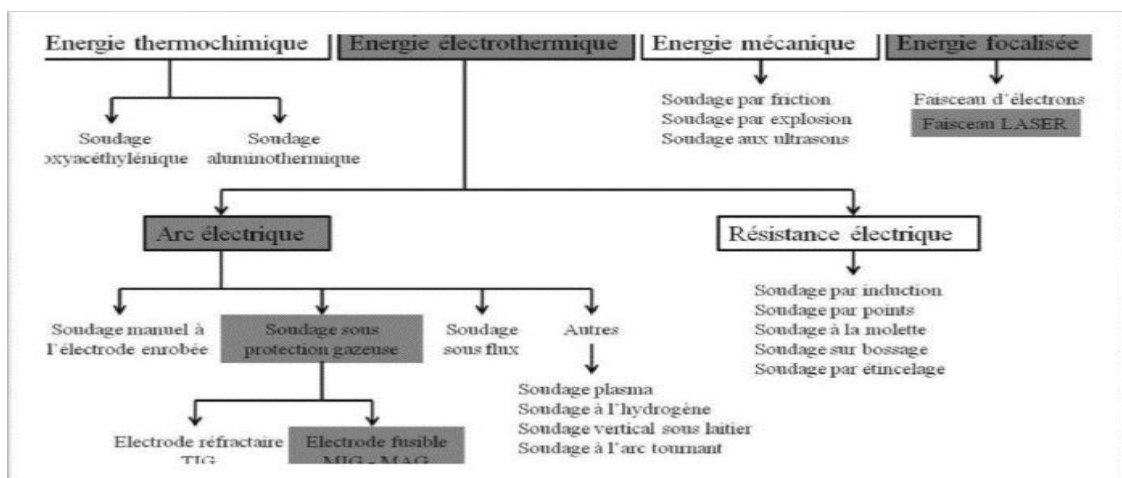


Figure II .32 : Procédés de soudage

II.3.4.2 Définition et principe du soudage MIG-MAG

Le procédé MIG-MAG (GMAW) a été développé pendant la Seconde Guerre mondiale pour réduire les coûts de soudage des matériaux épais. Il s'est rapidement imposé dans l'industrie en raison de son efficacité pour les soudures importantes. Comparé au procédé TIG déjà utilisé à l'époque, le MIG-MAG s'est avéré plus rapide, notamment sur les matériaux épais. Aujourd'hui, ce procédé de soudage est essentiel dans l'industrie manufacturière.

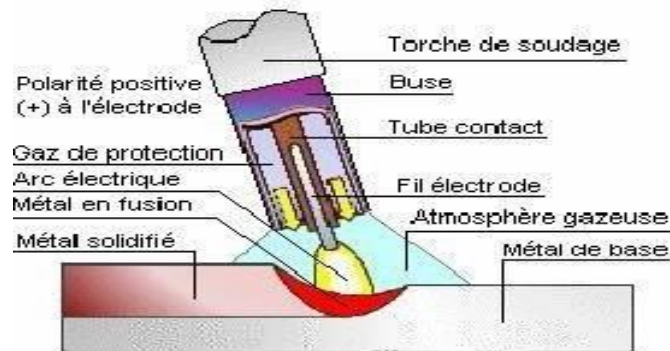


Figure II .33 : Procédés de soudage MIG/MAG

Le procédé MIG-MAG (GMAW) utilise un arc électrique entre un fil-électrode continu et fusible et le métal de base pour créer la fusion. Un gaz provenant d'une source externe est utilisé pour protéger le bain de fusion contre la contamination atmosphérique pendant le soudage. L'arc produit suffisamment de chaleur pour faire fondre l'extrémité du fil-électrode et du métal de base, formant ainsi des gouttelettes de métal fondu qui se solidifient dans le bain de fusion pour former la soudure souhaitée. Le fil-électrode, de petit diamètre, est alimenté de manière continue vers l'arc de soudage grâce à un mécanisme de dévidage, où il se fond sous l'effet de la chaleur générée.

Le procédé GMAW (MIG-MAG) se divise en deux catégories en fonction du gaz de protection utilisé, et chaque catégorie est désignée par un acronyme spécifique :

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DES PRODUITS PLATS

- Le procédé MAG (Métal Active Gaz) utilise un gaz actif, tel que le dioxyde de carbone (CO₂), un mélange d'argon et de dioxyde de carbone (Ar-CO₂), ou un mélange d'argon et d'oxygène (Ar-O₂).
- Le procédé MIG (Métal Inerte Gaz) utilise un gaz inerte, comme l'argon (Ar), l'hélium (He), ou un mélange d'argon et d'hélium (Ar-He).

II.3.4.2.1 Le procédé MIG-MAG (GMAW) présente plusieurs avantages :

- Haute productivité.
- Grande vitesse de soudage, ce qui permet de gagner du temps.
- Dépôt de métal important, ce qui augmente l'efficacité du soudage.
- Réduction des déformations.
- Moins de reprises de soudure nécessaires.
- Pas de laitier à éliminer.
- Adaptabilité à une large gamme d'épaisseurs.
- Bonne qualité des joints et bonnes caractéristiques mécaniques.
- Possibilité de souder dans toutes les positions.
- Contrôle facile de la pénétration en mode court-circuit.
- Aspect visuel correct du cordon de soudure.
- Possibilité d'automatisation du procédé.
- Réduction de la fatigue du soudeur.

II.3.4.2.2 Les Inconvénients de MIG-MAG (GMAW):

- Entretien fréquent et minutieux.
- Difficulté d'utilisation dans des espaces restreints et peu pratique pour les applications nécessitant de déplacer fréquemment la torche entre deux soudures.
- Les économies de temps réalisées avec ces procédés peuvent être fortement réduites en cas de mauvaise technique d'exécution. Une vitesse de soudage élevée nécessite des précautions supplémentaires et demande au soudeur de réagir rapidement. Ainsi, le fil peut rester figé dans le bain de fusion solidifié ou fondre dans le tube contact, entraînant une perte de temps considérable pour l'extraire avant de poursuivre le travail.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DES PRODUITS PLATS

Les procédés de soudage à l'arc utilisent un arc électrique comme source de chaleur pour faire fondre les pièces à assembler. Cet arc est créé en établissant une connexion électrique entre une électrode et les pièces à souder. Lorsqu'une différence de potentiel est appliquée entre les deux électrodes (une anode reliée au pôle positif d'une source de courant et une cathode reliée au pôle négatif), un arc électrique peut être amorcé et maintenu dans un milieu gazeux. En frottant les électrodes entre elles, des électrons sont éjectés de la cathode et attirés vers l'anode en raison de la différence de potentiel

Les électrons accélérés par le champ électrique ionisent les atomes du gaz environnant, le rendant conducteur. Lorsque l'électrode est écartée de quelques millimètres, ce processus se maintient et crée une réaction en chaîne, formant un arc continu. L'arc électrique se compose de trois zones distinctes :

- La tâche cathodique, qui reçoit les ions positifs et émet des électrons. Cela entraîne une brusque variation de potentiel à proximité de la cathode.
- La tâche anodique, qui est soumise à un bombardement d'électrons. Elle présente également une brusque variation de potentiel.
- L'espace inter-électrodes où se produit l'arc, avec des caractéristiques spécifiques liées à la conductivité du gaz ionisé

II.3.4.2.2 Le fil électrode :

L'électrode utilisée dans le soudage à l'arc est un fil de grande longueur enroulé sur une bobine isolante. Le matériau de l'électrode correspond au métal à souder, tel que l'acier doux ou allié, l'acier inoxydable, l'alliage d'aluminium ou de cuivre. Le fil d'apport est entraîné par des galets situés dans le poste à souder, généralement à la sortie de la bobine. Ces galets motorisés exercent une pression sur le fil, tandis que la rotation permet au fil de circuler dans le conduit de la torche. Il est important de ne pas exercer une pression excessive sur le fil pour éviter de l'écraser.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DES PRODUITS PLATS

Les fils d'acier sont protégés de l'oxydation par un cuivrage électrolytique, qui facilite également le passage du courant dans la torche. Des proportions significatives de silicium (0,3 à 1,2 %) et de manganèse (0,9 à 1,3 %) sont ajoutées pour jouer un rôle désoxydant et compenser les effets des gaz de protection actifs. Les diamètres normalisés des fils d'électrode vont généralement de 0,6 à 2,4 mm .



Figure II.34: Le fil électrode

II.3.4.3 Les différentes zones d'un assemblage soudé :

➤ **La zone de liaison :**

La zone de liaison est la région qui se trouve à la limite entre la zone fondue et la zone affectée thermiquement lors du soudage. C'est la surface où la solidification du métal fondu commence à se produire.

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DES PRODUITS PLATS

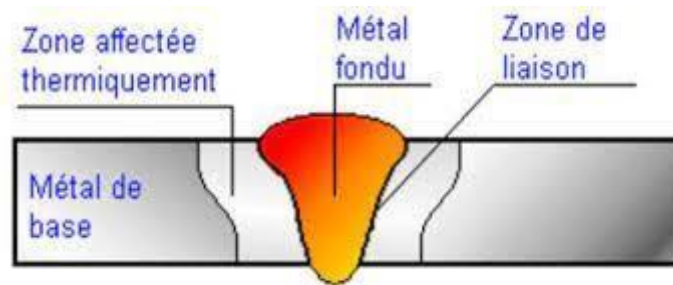


Figure II.35 : Zone de liaison

➤ La zone affectée thermiquement (ZAT) :

La zone affectée thermiquement (ZAT) est la région adjacente à la zone fondue lors du soudage, qui a été soumise à une élévation de température sans atteindre le point de fusion. La chauffe, la composition chimique et la vitesse de refroidissement de cette zone entraînent des modifications variables de la structure métallurgique. La taille de la ZAT peut varier et dépend des paramètres de soudage et des propriétés du matériau.

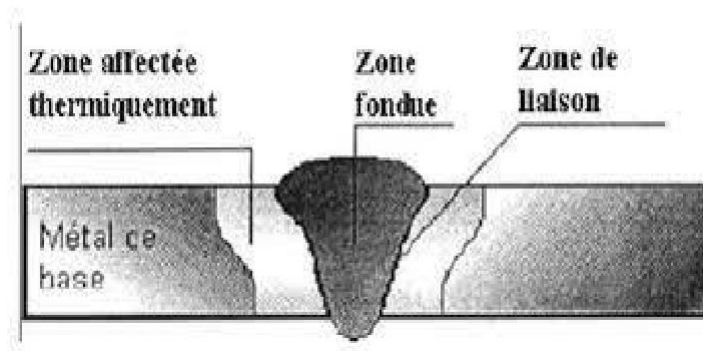


Figure II.36 : Zone affectée thermiquement (ZAT).

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES PRODUITS PLATS

➤ La zone fondue (ZF) :

Est la région où l'état liquide a été atteint lors du soudage, et où la composition chimique a été formée. La structure métallurgique qui se forme après solidification dépend du processus de refroidissement. À l'intérieur de cette zone, on observe des gradients de concentration, allant de la partie la plus chaude à la moins chaude. Il est donc possible d'analyser la composition d'une soudure ainsi que les variations de dureté à travers cette zone fondue.

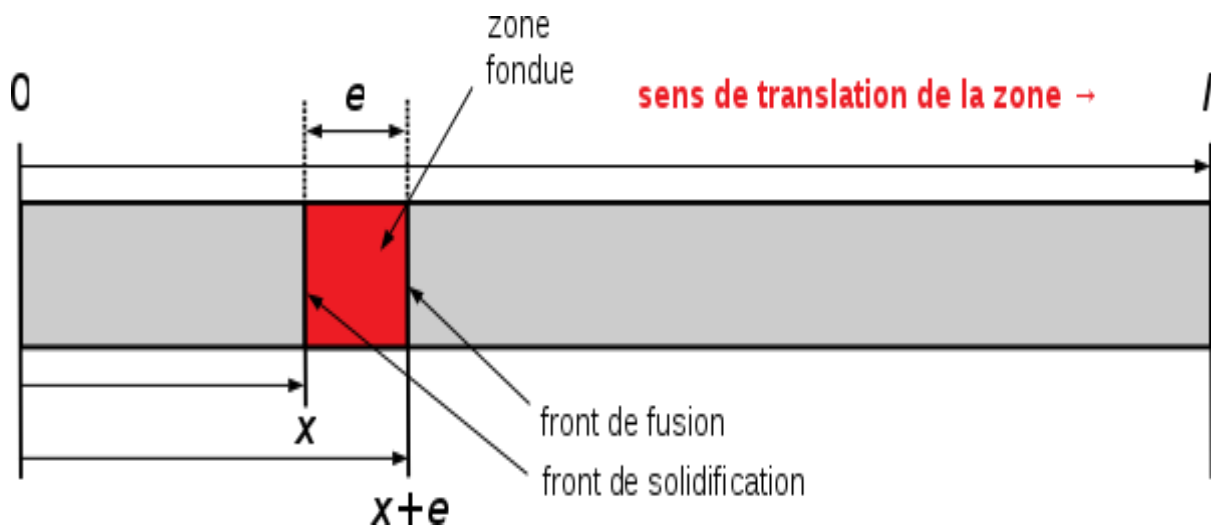


Figure II.37: Zone fondue (ZF).

CHAPITRE II : PROCÉDES, MACHINES ET OUTILLAGES DE MISE EN FORMES DES PRODUITS PLATS

La zone du métal de base :

La zone du métal de base dans un assemblage soudé est une partie critique à prendre en compte lors de la conception et de l'analyse d'un assemblage soudé. Bien qu'elle ne soit pas fondue lors du processus de soudage, elle peut être affectée par des effets thermiques et mécaniques.

En résumé, la zone du métal de base dans un assemblage soudé conserve généralement la structure métallurgique et les propriétés du matériau de base, mais elle peut subir des effets thermiques et mécaniques lors du soudage. Une attention particulière doit être accordée à cette zone pour assurer la qualité et l'intégrité de l'assemblage soudé.

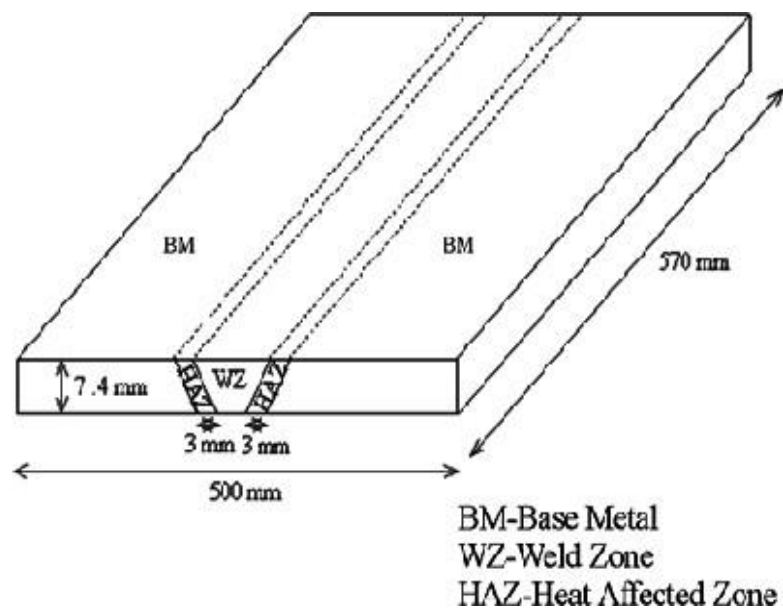


Figure II.38 : La zone du métal de base.

CHAPITRE III : PRESENTATION ET CONCEPTION DE LA TARIERE MECANIQUE

III.1 Introduction :

La plantation d'arbres joue un rôle crucial dans la préservation de l'environnement, la régénération des écosystèmes et la lutte contre le changement climatique. Cependant, cette tâche peut être fastidieuse et chronophage, nécessitant des outils adaptés pour faciliter le processus de plantation. C'est dans ce contexte qu'intervient la conception et la réalisation d'une tarière mécanique agricole, un équipement spécialement conçu pour creuser des trous de plantation de manière efficace et précise.

En effet, la mécanisation agricole est un souhait légitime des agriculteurs, car elle offre de nombreux avantages pour l'agriculture moderne. Elle vise à introduire des machines et des équipements agricoles pour remplacer ou compléter le travail manuel dans les activités agricoles.

L'un des principaux avantages de la mécanisation est l'allègement des peines physiques des agriculteurs. Les tâches agricoles demandent souvent un travail physique intense, et l'utilisation de machines permet de réduire considérablement l'effort requis. Par exemple, les tracteurs, les moissonneuses-batteuses et les tarières peuvent accomplir des tâches en un temps beaucoup plus court et avec moins d'efforts humains.

III.2 Types de la tarière :

Une tarière agricole est un dispositif mécanique rotatif conçu pour creuser des trous dans le sol de manière efficace et précise. Elle est généralement alimentée par un moteur, qu'il s'agisse d'un moteur à essence, d'un moteur électrique ou d'une prise de force d'un tracteur. La tarière est équipée d'une ou plusieurs hélices, également appelées mèches, qui effectuent la coupe du sol lorsqu'elles sont entraînées en rotation.

III.2.1 La tarière thermique

III.2.1.1 Définition :

Elle fonctionne grâce à un moteur à essence. Puissante, elle est particulièrement recommandée pour effectuer des travaux réguliers, notamment dans de grandes exploitations.



Figure III.1 : Tarière thermique

III.2.2 La tarière hydraulique

III.2.2.2 Définition :

Elle s'adapte sur certains engins de forage. C'est celle qui est utilisée pour creuser un puits par exemple, une opération qui nécessite un sondage de reconnaissance préalable à la mise en chantier. Elle est idéale pour une utilisation au quotidien, et est conçue pour supporter des travaux importants.



Figure III.2 : Tarière hydraulique

III.2.3 La tarière électrique :

III.2.3.1 Définition :

Cette tarière est adaptée au bricoleur occasionnel ou au jardinier amateur, elle facilite le perçage ou les trous de plantation grâce à l'énergie électrique. Grâce à ce modèle adapté au particulier, l'utilisateur limite grandement ses efforts.



Figure III.3 : Tarière électrique

III.2.4 La tarière manuelle (tarière à main) :

III.2.4.1 Définition :

Ce type de tarière à utiliser de façon occasionnelle ne fonctionne qu'à l'énergie humaine, c'est-à-dire grâce à la seule force des bras. Le travail de perçage ou de carottage reste donc difficile et épuisant, notamment pour les muscles des bras, pour les épaules et le dos. La tarière

manuelle est surtout conçue pour creuser des trous dans la terre meuble du jardin, à condition que l'opération ne se renouvelle pas au quotidien . [10]



Figure III.4 : Tarière manuelle (tarière à main)

III.2.5 Tarières montées sur tracteur :

III.2.5.1 Définition :

Ces tarières sont conçues pour être attachées à un tracteur agricole à l'aide d'une prise de force (PDF). Elles sont plus grandes et plus puissantes que les modèles portables et sont utilisées pour les travaux agricoles de plus grande envergure, tels que la plantation de cultures en rangées ou la construction de clôtures.



Figure III.5 : Tarières montées sur tracteur

III.2.6 Tarières à godets :

III.2.6.1 Définition :

Certaines tarières agricoles sont équipées de godets à la place des hélices traditionnelles. Les godets permettent d'extraire la terre du trou de forage de manière plus efficace, ce qui est utile pour les sols argileux ou rocailloux. Ces tarières sont couramment utilisées dans la construction de poteaux ou la pose de fondations.



Figure III.6 : Tarières à godets

III.3. Description de la Tarière à fabriquer et son fonctionnement :

III.3.1 Description :

On parle d'une tarière mécanique agricole d'une mèche hélicoïdale (vrille) de 800mm qui se monte sur un tracteur via un attelage trois points, et son mécanisme de rotation est activé par un cardan, qui relie la prise de force (PTO) du tracteur à la tarière. Cette configuration permet d'utiliser la puissance du tracteur pour creuser efficacement les trous de plantation.



Figure III.7: Tarière mécanique

III.3.1.1. Les composants de la tarière :

➤ Châssis :

Le châssis fait référence à la structure principale de la tarière, qui soutient et protège les composants essentiels de la tarière. Il est conçu pour fournir une plate-forme solide et stable, permettant à la tarière de fonctionner efficacement lors de l'exécution de travaux de forage ou d'excavation.



Figure III.8: Châssis

➤ Boîtier :

Le boîtier de transmission d'une tarière mécanique est un composant essentiel de l'équipement. Il est responsable de la transmission de la puissance du moteur mécanique vers la vrille de la tarière, permettant ainsi la rotation nécessaire pour creuser les trous.



Figure III.9: Boitier

➤ **Vrille :**

La vrille d'une tarière mécanique est la partie de l'outil qui effectue le creusement du sol en le perçant lors de l'utilisation de la tarière.

La vrille est souvent appelée "mèche" en raison de sa forme hélicoïdale.

La vrille est généralement constituée d'un matériau robuste et durable, tel que de l'acier trempé ou de l'acier au carbone. Sa conception en spirale permet une pénétration efficace dans le sol lorsqu'elle est mise en rotation par le moteur de la tarière.

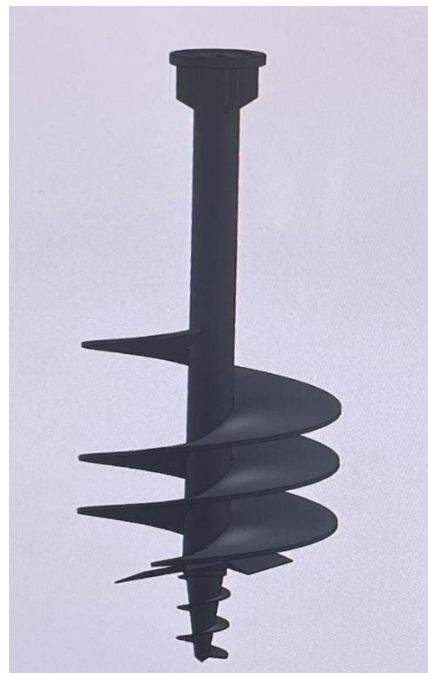


Figure III.10: Vrille

III.3.2. Les caractéristiques :

Model	Terrière MICROTRACTEUR
Attachement	Trois Points
Puissance tracteur maxi.	50 CH
Vrille	Ø 400mm
Poids de la machine complète avec cardan et vrille	115 kg

Tableau III.1 : Caractéristiques d'une tarière agricole**III.3.3 Fonctionnement :**

Lorsque le tracteur est en marche, la rotation de la prise de force est transmise au cardan, qui transmet à son tour le mouvement de rotation à la tarière. Cela permet à la mèche de pénétrer dans le sol et de creuser les trous de plantation pour les arbres de manière efficace et précise.

III.4. Conception et étapes de fabrication de la tarière mécanique :**III.4.1 Processus de fabrication :**

Pour fabriquer notre tarière, nous avons suivi le processus de retro engineering.

III.4.1.1 La retro ingénierie**III.4.1.2 III.4.1.1.1 Définition :**

La rétro-ingénierie consiste à analyser un objet existant pour comprendre sa structure, ses fonctions et ses caractéristiques de fonctionnement. Cela implique souvent la création d'une représentation numérique 3D de l'objet en utilisant des technologies de mesure 3D.

Les fabricants utilisent la rétro-ingénierie pour diverses raisons. Par exemple, cela peut leur permettre de reproduire une pièce obsolète ou indisponible sur le marché, en comprenant comment elle a été conçue et en créant une copie conforme

La rétro-ingénierie est également connue sous le nom d'ingénierie inverse. **[11]**

Pour quelle raison ?

La rétro-ingénierie, également connue sous le nom d'ingénierie inverse, démarre à partir du produit final existant et procède à une déconstruction du produit pour effectuer des évaluations et des mesures.

À quoi sert l'ingénierie inversée ?

De nos jours, l'ingénierie inverse prend différentes formes et sert de nombreux objectifs. Dans la plupart des cas, elle est utilisée pour :

- Créer une nouvelle pièce à partir d'une conception existante
- Créer une nouvelle pièce en interface avec une pièce existante
- Comprendre le design d'un concurrent
- Optimiser ou personnaliser un produit existant

III.4.2 Etapes de fabrication du produit :

III.4.2.1 Démontage :

Nous avons d'abord pris les mesures des côtes fonctionnelles qui sont nécessaires au bon fonctionnement de la tarière et qui seront perdues une fois cette dernière démontée.

Ensuite, nous avons utilisé différents outils de démontage tels que des clés plates, des clés à pipes, des clés cliquets, des clés mâles six pans, des pinces et des marteaux pour démonter le produit pièce par pièce, en prenant des photos à chaque étape du démontage.

Une fois le démontage terminé, nous avons effectué un diagnostic complet de toutes les pièces du système de transmission de mouvement.

Cela nous a permis d'établir une liste des pièces à acheter, à sous-traiter et à fabriquer afin de remettre en état le système de transmission de mouvement de la tarière.

Il est important de noter que chaque étape du processus de démontage et de diagnostic doit être effectuée avec soin et précision pour éviter d'endommager les pièces et assurer que toutes les informations nécessaires sont collectées pour la remise en état ultérieure de la tarière.

➤ **Résultats du diagnostic :**

- Nombre de pièces à acheter : 02
- Nombre de pièces à sous-traiter : 09
- Nombre de pièces à fabriquer : 28
- Total : 38

III.4.1.2 Conception :

➤ **Analyse des pièces :**

Nous commençons par une analyse détaillée de chaque pièce, en examinant sa forme, sa position dans l'assemblage, sa relation avec les autres pièces et son fonctionnement. Cette étape permettra de déterminer les spécifications dimensionnelles et les exigences d'état de surface appropriées pour chaque pièce.

➤ **Le dessin des pièces :**

L'étape suivante c'est de passer au dessin de chaque pièce sur le logiciel **SolidWorks**. Une fois que nous avons collecté les données nécessaires lors des étapes précédentes, nous pouvons utiliser SolidWorks pour créer des dessins détaillés de chaque pièce.

- C'est quoi la conception assistée par ordinateur ?

La conception assistée par ordinateur (CAO) regroupe l'ensemble des logiciels et des techniques de modélisation géométrique utilisés pour concevoir, tester virtuellement et fabriquer des produits. Grâce à l'utilisation d'un ordinateur et de simulations numériques, la CAO permet aux concepteurs de créer des modèles virtuels 2D ou 3D représentant les produits finaux.

Ces logiciels aident non seulement à la création des pièces mécaniques ou à la mise en œuvre de leur fabrication, mais aussi à la simulation de leurs comportements, et donc à la validation des solutions retenues.

➤ **Assemblage des pièces**

Une fois que nous avons terminé de dessiner les pièces, nous les assemblons toujours avec le même logiciel pour obtenir une première vue de notre tarière et détecter toutes les interférences et les chevauchements entre les pièces.

➤ **Mise en plan**

La préparation d'un plan de dessin technique est une étape cruciale et minutieuse pour assurer le succès d'un projet, notamment dans le domaine industriel. Ce type de plan nécessite une précision particulière afin de réaliser un produit conforme aux attentes

En termes simples, un plan de dessin technique est une représentation graphique qui exprime une idée. Son objectif est de reproduire un objet en détaillant tous ses aspects (vues différentes, dimensions, respect des normes, etc.). Il permet de représenter un objet existant, à construire ou à fabriquer.

CHAPITRE IV :

**ETABLISSEMENT DES GAMMES
D'USINAGE
POUR QUELQUES PIECES DU
CHASSIS DE TARIERE MECANIQUE**

IV.1 Introduction :

La gamme de fabrication est un sous-processus essentiel dans le domaine de la conception et de la fabrication de produits. Il consiste à prendre les données de conception du produit et à les traduire en instructions techniques détaillées nécessaires à sa réalisation sur la chaîne de production.

La gamme de fabrication, également appelée nomenclature de fabrication ou gamme opératoire, est un document qui répertorie toutes les opérations nécessaires à la fabrication du produit, ainsi que les instructions associées à chaque opération. Elle sert de guide pour les opérateurs de la chaîne de production, en décrivant étape par étape les processus à suivre, les outils à utiliser, les matériaux nécessaires, les contrôles de qualité à effectuer, etc.

Son objectif est donc de définir l'ordre des différentes opérations mises en place pour mener à bien la réalisation du produit à la qualité attendue ainsi que les valeurs des paramètres permettant de réaliser ces opérations (conditions de coupe, référence outil, trajectoires d'usinage etc.). [12]

IV.2 Définition de la gamme de fabrication :

Une gamme de fabrication est un document qui décrit l'ensemble des étapes nécessaires à la réalisation d'un produit. Elle énumère la séquence d'opérations, de phases ou de séquences requises pour fabriquer le produit dans les spécifications souhaitées.

- Pour chaque étape il est précisé l'ensemble des moyens utilisés :
 - Poste de travail ;
 - Opérations nécessaires ;
 - Outillage et matériaux bruts ;
 - Contrôle.
- La conception d'une gamme de fabrication offre plusieurs avantages :
 - La prévision des difficultés ;

- A réduction du temps d'exécution ;
- L'économie du matériel et de l'outillage ;
- La réduction du coût de production (pour le secteur industriel).

IV.3. Différentes étapes de la gamme :

- **La phase**

Ensemble des opérations élémentaires exécutées au même poste de travail.

- **La sous phase**

Comprend la suite logique des opérations effectuées sur une pièce.

- **L'opération**

Ensemble de travail effectué avec le même outil dans une phase.

IV.4. Présentation de la gamme de Fabrication des pièces choisies :

Les pages suivantes contiennent les feuilles d'analyse détaillant la gamme de fabrication de certaines pièces sélectionnées. Compte tenu du grand nombre de pièces composant la tarière mécanique, il n'est pas possible de présenter les gammes de fabrication pour l'ensemble des pièces.

GAMMES DE FABRICATION



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce : Bras

Gamme de fabrication						
Code de la Pièce:23PSTM4001-B0-001		Matière: Code: 24RD5001040C			Quantité:02	
Phase	opération	Machine	Croquis	Vérification	Temps	
100	Découpe Manuelle voir le plan PLDM005	SC-01		Mètre	***	
200	Cintrage voir la plan PLPC001	F08		Rapporteur	***	
300	Soudure	***		***	***	



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce :Support

Gamme de fabrication

Code de la Pièce:23PSTM4001-B0-002		Matière: Code : 24TD010000500020CN		Quantité:01	
Phase	opération	Machine	Croquis	Vérification	Temps
100	Découpe Plasma voir le plan PLPD004	F03		Mètre	***
200	Soudure	***		***	***



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce : Bars troisieme point

Gamme de fabrication						
Code de la Pièce:23PSTM4001-B0-003		Matière: 24FD4000552C			Quantité:01	
Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification	Temps	
100	Découpe Manuelle voir le plan PLDM006	SC-01		Mètre	***	
200	Cintrage voir le plan PLPC002	F08		Rapporteur	***	
300	Soudage	***		***	***	



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce : Plaque de réglage

		Gamme de fabrication			
Code de la Pièce:23PSTM4001-B0-004		Matière: 24TD030502780010CN		Quantité:01	Temps
Phase	opération	Machine	Croquis	Vérification	
100	Découpe plasma voir le plan PLPD001	F03		***	***
200	Pliage	F05		Rapporteur et pied à coulisse	***
210	Réalisation de plie: 01 (F) Cote machine = 48,14 Angle = 90° extérieur voir le plan PLPP006				
300	Réalisation de plie: 012(F) Cote machine = 48,14 Angle = 90° extérieur voir le plan PLPP006	F05		Rapporteur et pied à coulisse	***
400	SOUDAGE	ST04		***	



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce : Entretoise

Gamme de fabrication					
Code de la Pièce:23PSTM4001-B0-005		Matière: A60		Quantité:02	
Phase	opération	Machine	Croquis	Vérification	Temps
100	sous traitance voir le plan PLST002	***		Pied à coulisse	***
200	Soudage	***		***	***



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce : plaque d'attache

Gamme de fabrication

Code de la Pièce:23PSTM4001-B0-006		Matière: 24TD005500500008CN		Quantité:01	
Phase	opération	Machine	Croquis	Vérification	Temps
100	Découpe laser voir le plan PLPD006	F04		Pied à coulisse	***
200	Soudage	***		***	***



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce : Plaque Lateral gauche

Gamme de fabrication

Code de la Pièce: 23PSTM4001-E0-001

Matière : 24TD01830145001CN

Quantité:01

Phase	opération	Machine	Croquis	Vérification	Temps
100	Découpe Laser voir le plan PLPD010	F04		Pied à coulisse	***
200	Soudage	***		***	***



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce : entrtoise 02

Gamme de fabrication						
Code de la Pièce :23PSTM4001-E0-003		Matière: A60			Quantité:01	
Phase	opération	Machine	Croquis	Vérification	Temps	
100	Sous traitance voir le plan PLST005	***		Pied à coulisse	***	
200	Soudage	***		***	***	



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce : Absorbeur de choque

Gamme de fabrication

Code de la pièce : 23PSTM4001- U0-001		Matière: XC65			Quantité:01	Temps
Phase	opération	Machine	Croquis	Vérification		
100	Sous traitance voir le plan PLST007	***		***	***	

GAMMIES DE SOUDAGE



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Nom de la pièce : châssis

Gamme de soudage							Nombre de cordons:14
Code:23PSTM4001-B0		Nom: Châssis		Temps:			
Phase	Opération	Temps	Consommable	Machine	Contrôle	Photo	
100	110	Positionner la pièce 23PSTM4001-B0-002 sur la pièce 23PSTM4001-B0-004 d'une façon perpendiculaire	***	G3SI1	ST-1	Mètre et comparateur	
	120	Souder les deux pièces suivant le plan PLPS001					
200	210	Positionner la pièce 23PSTM4001-B0-003 sur la pièce 23PSTM4001-B0-004 et sur la pièce 23PSTM4001-B0-002 d'une façon perpendiculaire	***	G3SI1	ST-1	Mètre et comparateur	
	220	Souder la dernière pièce sur les deux autres en suivant le plan PLPS001					
300	310	Positionner la pièce 23PSTM4001-B0-001 sur la pièce 23PSTM4001-B0-004 et sur la pièce 23PSTM4001-B0-002 d'une façon perpendiculaire	***	G3SI1	ST-1	Mètre et comparateur	
	320	Souder la dernière pièce sur les deux autres en suivant le plan PLPS001					
400	410	Positionner la pièce 23PSTM4001-B0-005 sur la pièce 23PSTM4001-B0-001 d'une façon perpendiculaire	***	G3SI1	ST-1	Mètre et comparateur	
	420	Souder les deux pièces en suivant le PLPS001					
500	510	Positionner la pièce 23PSTM4001-B0-006 sur la pièce 23PSTM4001-B0-001 d'une façon perpendiculaire	***	G3SI1	ST-1	Mètre et comparateur	
	520	Souder les deux pièces en suivant le PLPS001					



N° de projet : 23PSTM4001

Nom de projet : Tarière mécanique

Gamme de soudage

Code:23PS TM4001-E0		Nom:Laison gauche		Temps:		Nombre de cordons:02	
Phase	Opération	Temps	Consommable	Machine	Contrôle	Photo	
100	110 Positionner la pièce 23PSTM4001-E0-002 sur la pièce 23PSTM4001-E0-001 d'une façon coaxiale	***	G3SI1	ST-1	Mètre		
	120 Soudier les deux pièces au suivre le PLPS005						
200	210 Positionner la pièce23PSTM4001- E0-003 sur la pièce 23PSTM4001-E0- 002	***	G3SI1	ST-1	Mètre		
	220 soudier les deux pièces au suivre le PLPS005						

CHAPITRE V :

REALISATION DES PLANS

ETGAMMES DEMONTAGE

V. Introduction :

La gamme de montage est une séquence logique et méthodique d'opérations visant à assembler les organes et les pièces d'un système en décrivant la manière et l'ordre de montage. Elle se compose de plusieurs phases, où chaque phase nécessite l'assemblage de deux ou plusieurs pièces afin d'obtenir un produit fini.

Le processus de montage doit satisfaire les conditions suivantes :

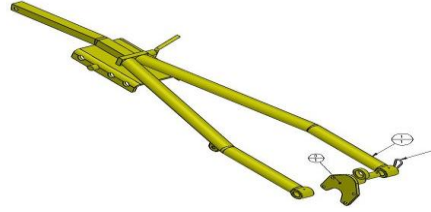
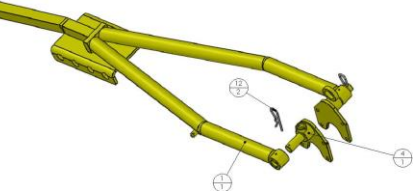
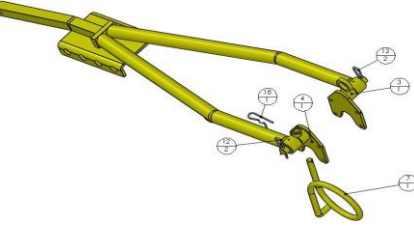
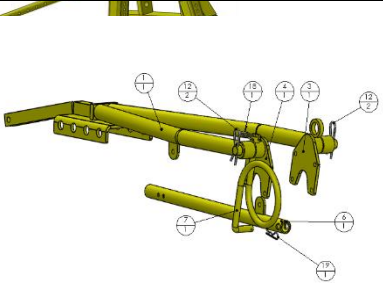
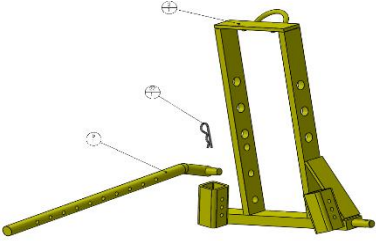
- Respecter toutes les exigences techniques pour les produits finis.
- Garantir la précision et la rigidité conformes aux normes.
- Réduire les coûts de production.
- Résoudre les problèmes les plus importants.
- Déterminer l'ordre de montage pour toutes les pièces et sous-ensembles, et choisir les méthodes d'assemblage les plus économiques.
- Définir les formes d'organisation appropriées pour le processus d'assemblage.

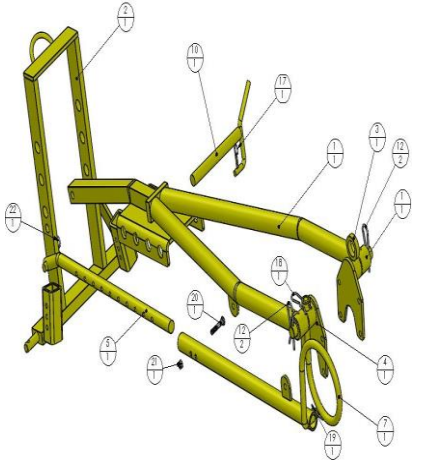
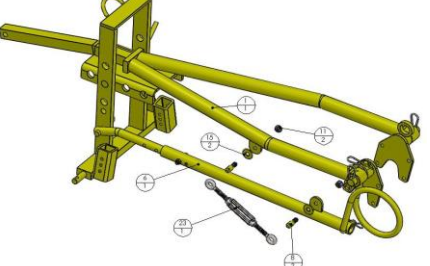
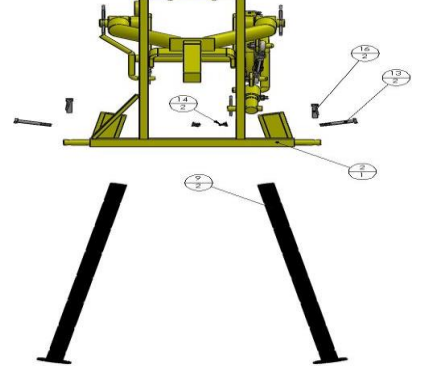

En résumé, la gamme de montage consiste en une séquence méthodique d'opérations visant à assembler les pièces d'un système, en respectant les exigences techniques, en atteignant les normes de précision et de rigidité, en réduisant les coûts et en résolvant les problèmes critiques. Elle inclut également la planification de l'ordre de montage et l'adoption d'une organisation appropriée pour le processus d'assemblage.

GAMME DE MONTAGE

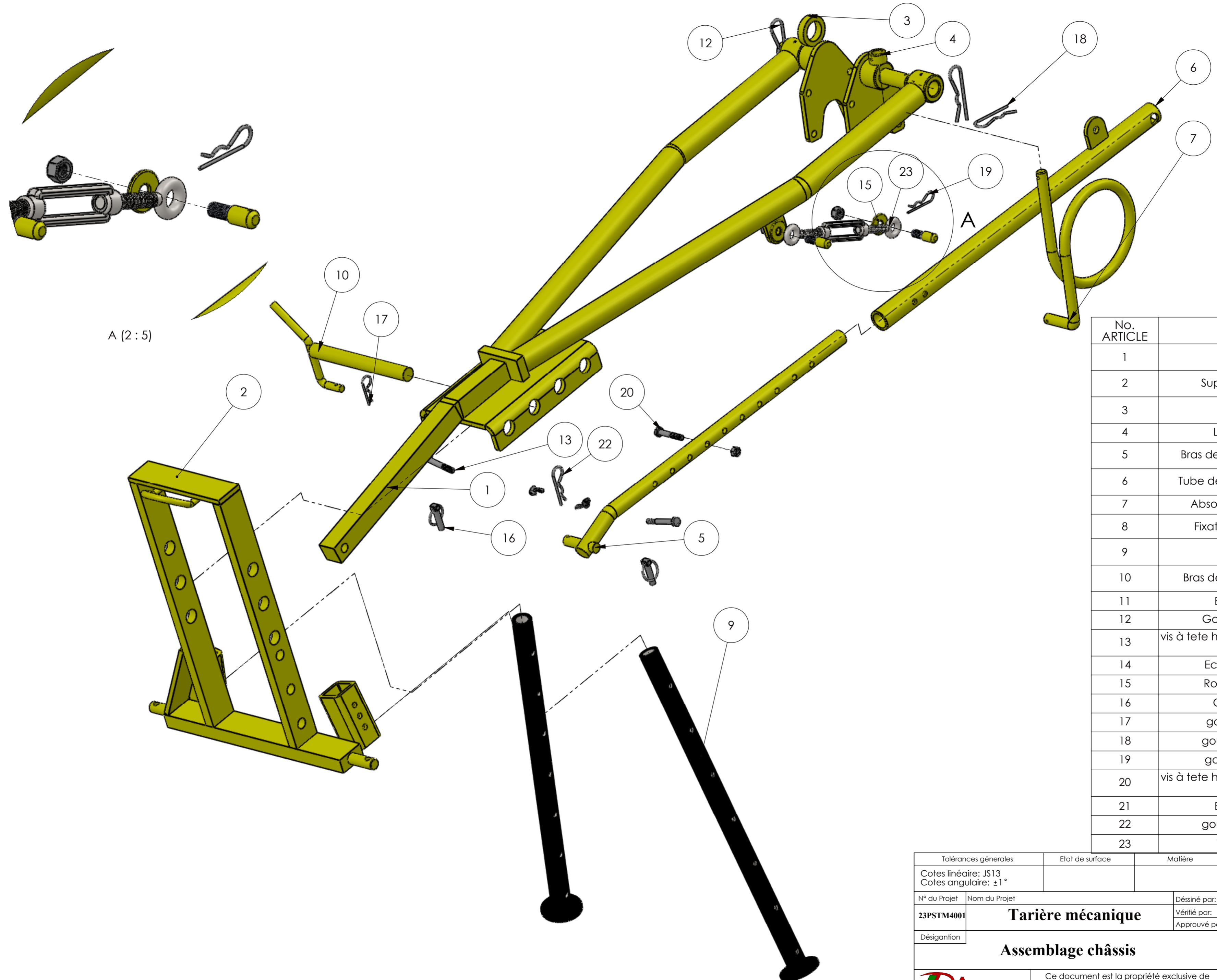


Gamme de Montage

PHASE D'ASSEMBLAGE/ MONTAGE		RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES			TEMPS	
Phase N°	OPERATION	CROQUIS-SCHEMAS	OUTILLAGES	CONTRÔLE	COUPLE DE SERRAGE N.M	MIN
100	Préparation pièce de base 1		/	/	/	/
	Assemblage de la pièce 3 sur la pièce 1 en utilisant la pièce 12 pour la fixation		Pince	/	/	/
200	Assemblage de la pièce 4 sur la pièce 1 en utilisant la pièce 12 pour la fixation		Pince	/	/	/
300	Assemblage de la pièce 7 sur la pièce 4 en utilisant la pièce 16 pour la fixation		pince	/	/	/
400	Assemblage de la pièce 6 sur la pièce 7 en utilisant la pièce 19 pour la fixation		pince	/	/	/
500	Assemblage de la pièce 5 sur la pièce 2 en utilisant la pièce 22 pour la fixation		pince	/	/	/

600	<p>Assemblage de la pièce 1 sur la pièce 2 en utilisant la pièce 10 pour la fixation et on ajoute la pièce 17 pour fixer la pièce 10 et en meme temps on assemble la pièce 6 sur la pièce 5 en utilisant les pièces 20 et 21 pour la fixation</p>		pince et clé 19	/	/	/
700	<p>Assemblage de la pièce 23 sur les pièces 1 et 6 en utilisant les pièces 8,15 et 11 pour la fixation</p>		pince et clé 22	/	/	/
800	<p>Assemblage des deux pièces 9 sur la pièce 2 en utilisant les pièces 13 et 14 pour la fixation puis on assemble les deux pièces 16 sur la pièce 2</p>		pince et clé 17	/	/	/
900	<p>Contrôle final</p>		***	Pied a coulisse	/	/

PLAN DE MONTAGE



A (2:5)

NO. ARTICLE	DESCRIPTION	QTE
1	Châssis	1
2	Support porte pieds	1
3	Liaison droite	1
4	Liaison gauche	1
5	Bras de réglage de position	1
6	Tube de réglage de position	1
7	Absorbateur de choque	1
8	Fixateur du vis tendeur	2
9	Pied	2
10	Bras de réglage de châssis	1
11	Ecrou frein M14	2
12	Goupille beta 102x5	2
13	vis à tête hexagonale partiellement fileté M10x80	2
14	Ecrou papillon M10	2
15	Rondelle plate M14	2
16	Goupille à clips	2
17	goupille beta 48x3	1
18	goupille beta 85.5x4	1
19	goupille beta 61x3	1
20	vis à tête hexagonale partiellement fileté M10	1
21	Ecrou frein M10	1
22	goupille beta 65.5x4	1
23	tendeur	1

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13									
Cotes angulaire: ±1°									
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
23PSTM4001	Tarière mécanique			Vérifié par:		Date:			
				Approuvé par:		Date:			
Désignation						Numéro		Révision	
Assemblage châssis						PLPM001			
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle	
								1:20	
						Format		Feuille	
						A2		1/1	

CONCLUSION GENERALE

Ce mémoire de fin d'études de Master en Génie Mécanique, spécialité Construction et Fabrication Mécanique, n'existerait pas sans la volonté ferme des jeunes dirigeants de l'entreprise LD Azouaou. Ils ont expressément souhaité établir une relation gagnant-gagnant avec l'Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou, et nous leur en sommes extrêmement reconnaissants.

La réalisation de notre projet de fin d'études, qui est à l'origine de ce mémoire, s'est déroulée au sein de même l'entreprise lors d'un stage pratique qui a duré quatre mois.

La première conclusion, d'une importance capitale, nous a permis de comprendre que la conception de nouveaux systèmes mécaniques au sens strict du terme est l'apanage de seulement quelques pays. Le développement industriel d'un pays est étroitement lié au niveau de maîtrise de la conception mécanique par ses ingénieurs.

Ainsi, la majorité des pays se retrouvent contraints d'acheter tous leurs équipements industriels et autres produits essentiels à la vie quotidienne auprès de pays développés. Cette dépendance doit absolument être surmontée.

Il y a peu de temps, des pays tels que la République populaire de Chine, la Corée du Sud, l'Inde et le Brésil avaient un niveau de développement industriel embryonnaire. En quelques décennies, grâce à la volonté de leurs dirigeants et au dynamisme de leurs entrepreneurs, ils ont rattrapé un retard de deux siècles. Certains ont même dépassé le niveau de développement des pays d'Europe de l'Ouest et du Nord de l'Amérique.

Cette avancée technologique s'est réalisée en deux étapes :

La première étape a consisté à maîtriser le savoir-faire en utilisant l'ingénierie inverse. Il s'agit de maîtriser la fabrication de produits et de systèmes mécaniques dont les brevets sont tombés dans le domaine public.

Une fois cette première étape maîtrisée, la deuxième étape consiste à concevoir de nouveaux produits brevetés propres à ces pays, leur permettant ainsi de devenir des acteurs décisionnaires à l'échelle mondiale.

C'est la politique de développement industriel dans le domaine du machinisme agricole que l'entreprise LD Azouaou a décidé de mener avec le partenaire indien MAHINDRA.

Durant toute la phase de rétro-ingénierie, nous avons eu l'opportunité de faire appel à nos connaissances techniques et même de les approfondir dans divers domaines tels que :

- L'établissement de dessins détaillés d'ensembles et de sous-ensembles, en tenant compte de toutes les caractéristiques techniques liées au tolérancement, aux états de surface, aux défauts de forme et de position, ainsi qu'à la cotation fonctionnelle et aux ajustements.
- La pratique de la métrologie dimensionnelle.
- La découverte des procédés de mise en forme et de l'outillage utilisés en chaudronnerie, ainsi que des techniques de soudage.
- L'analyse de la fabrication, comprenant l'établissement des processus de fabrication, ainsi que des études de phases pour un grand nombre de pièces.
- L'élaboration des gammes de montage.
- Nous avons ainsi pu créer tous les documents techniques nécessaires à la fabrication d'une tarière mécanique

À l'issue de ce projet de fin d'études, l'entreprise de production mécanique n'est plus un mystère pour nous. Nous sommes désormais familiarisés avec les activités de la plupart des services et les relations qu'ils entretiennent.

Nous espérons que le prototype sera réalisé dans les prochains jours afin que nous puissions constater les résultats de nos efforts.

Enfin, tout ce travail long et fastidieux n'aurait pas été possible sans la formation que nous avons reçue de la part des responsables de l'entreprise, notamment :

- La maîtrise de l'utilisation du logiciel SolidWorks pour la conception.
- La compréhension de l'organisation et du fonctionnement d'une entreprise de production mécanique.
- Les connaissances sur les moyens de production en chaudronnerie

Références bibliographiques

- [1]<https://www.usinenouvelle.com/expo/rouleuse-tole-o3510.html>
- [2]HEADQUARTERS via Matteotti, www.ficepgroup.com
- [3]<https://maszyneria.com/fr/produit/machine-de-decoupe-laser-fibre-trumpf-trulaser-1030/>
- [4]<https://sf6bde7de5582b108.jimcontent.com/download/version/1621450372/module/11673939421/name/Le%20soudage%20et%20assemblages%20durables.pdf>
- [5]<https://maszyneria.com/fr/produit/machine-de-decoupe-laser-ermaksan-lasermak-40003-x-15/>
- [6]<https://www.rocdacier.com/>
- [7] AMROUNI Farid, AMROUNI Mourad. Conception et réalisation d'une pince à balles rondes, mémoire de fin d'étude master en génie mécanique option construction mécanique. Université Mouloud Mammeri – Tizi Ouzou, 2022, p 33.
- [8]<https://www.techniques-ingenieur.fr/base-documentaire/mecanique-th7/procedes-d-usinage-42190210/tournage-bm7086/>
- [9] https://fac.umc.edu.dz/ista/pdf/cours/Chapitre%201_introduction%20sur%20le%20soudage.pdf
- [10]<https://jardinage.ooreka.fr/astuce/voir/600829/tariere>
- [11]<https://www.creaform3d.com/blog/fr/quest-ce-que-la-retro-ingenierie/>
- [12]<https://pdfcoffee.com/gamme-de-production-pdf-free.html>

ANNEXE

PLANS DE SOUS TRAITANCE

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

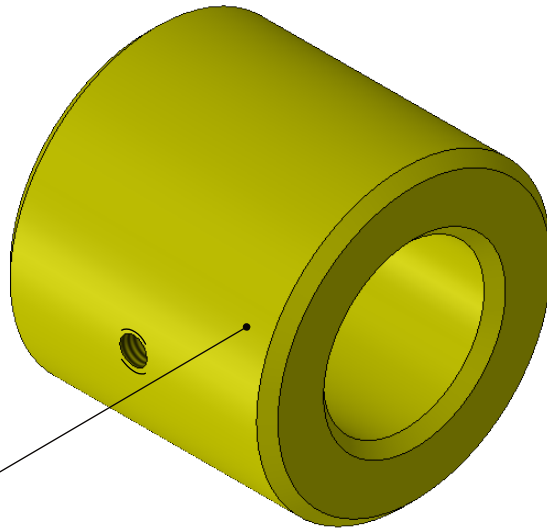
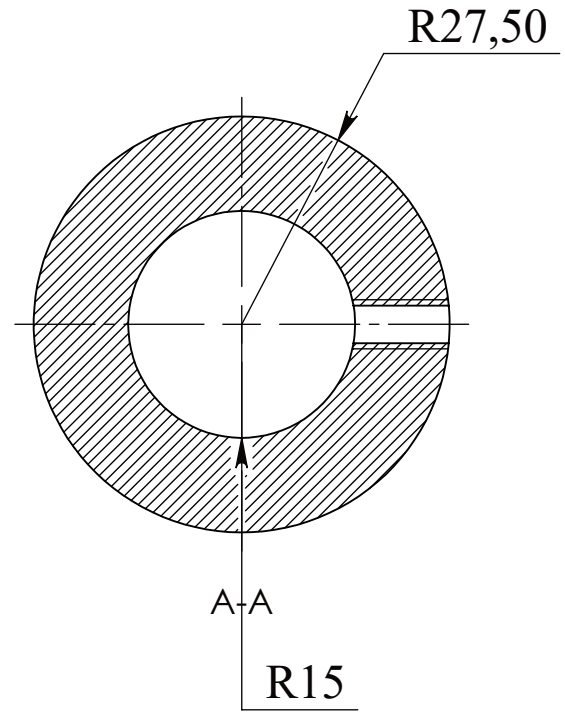
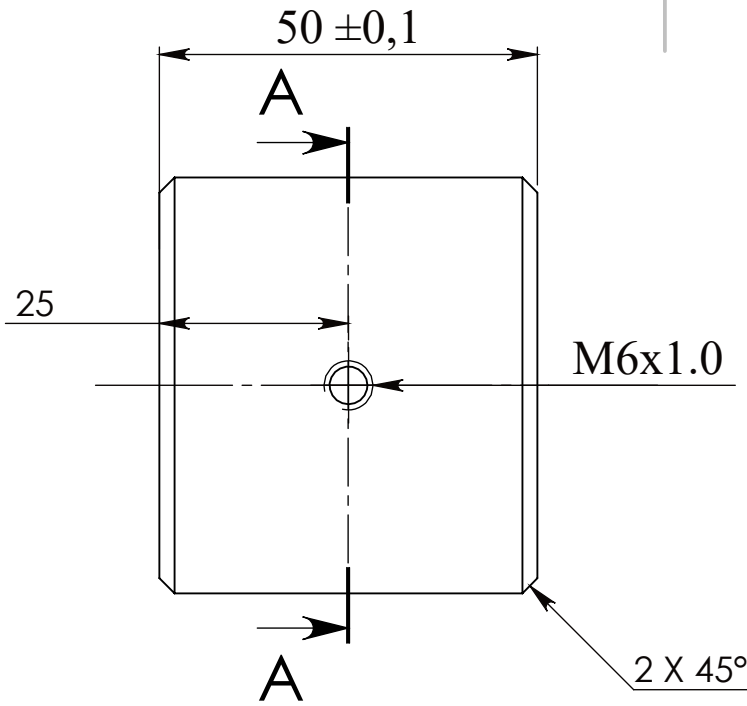
C

B

B

A

A



PLST002

Quantité:02

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique					
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				A60									
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		22/06/2023					
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérifié par:		Date:							
Désignation				Approuvé par:		Date:							
Entretoise						Numéro		Révision					
						PLST002							
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle		Format		Feuille	
								1:1		A4		1/1	

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

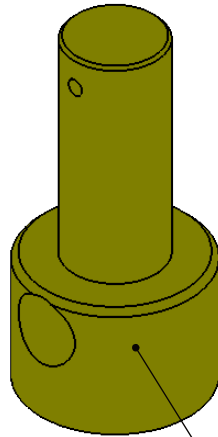
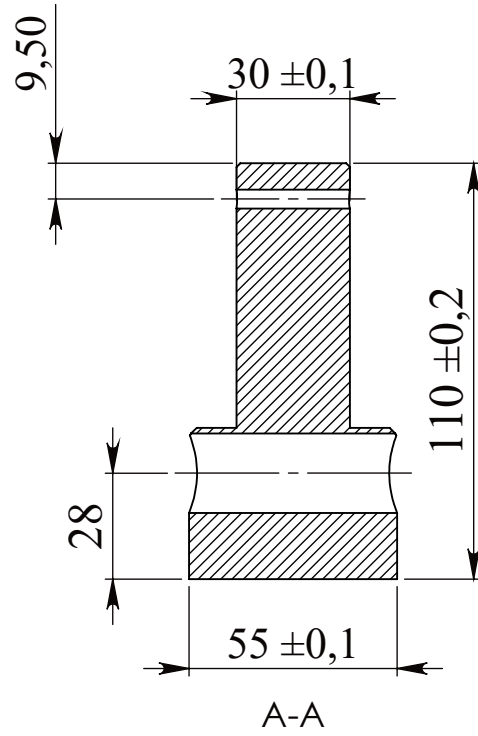
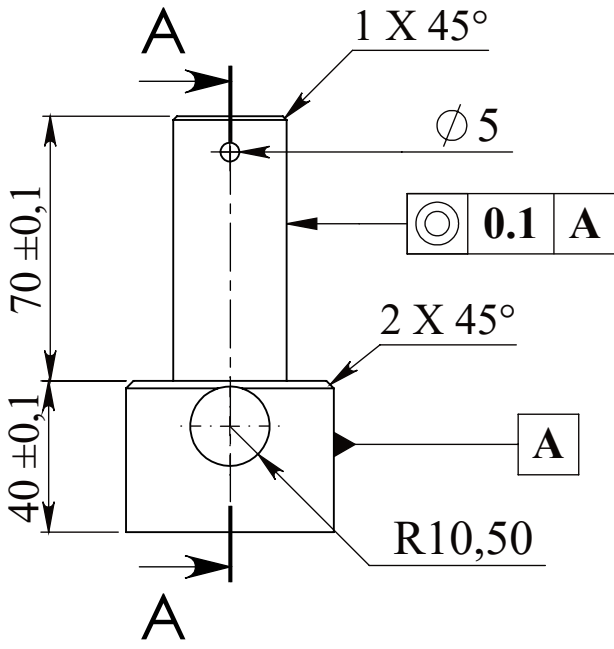
C

B

B

A

A



23PSTM4001-E0-002

Quantité:01

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique		
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				A60						
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		25/05/2023		
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérfié par:		Date:				
Désignation				Approuvé par:		Date:				
Axe de fixation gauche						Numéro		Révision		
						PLST004				
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.			Projection		Echelle		Format	
							1:2		A4	
									1/1	

4

3

2

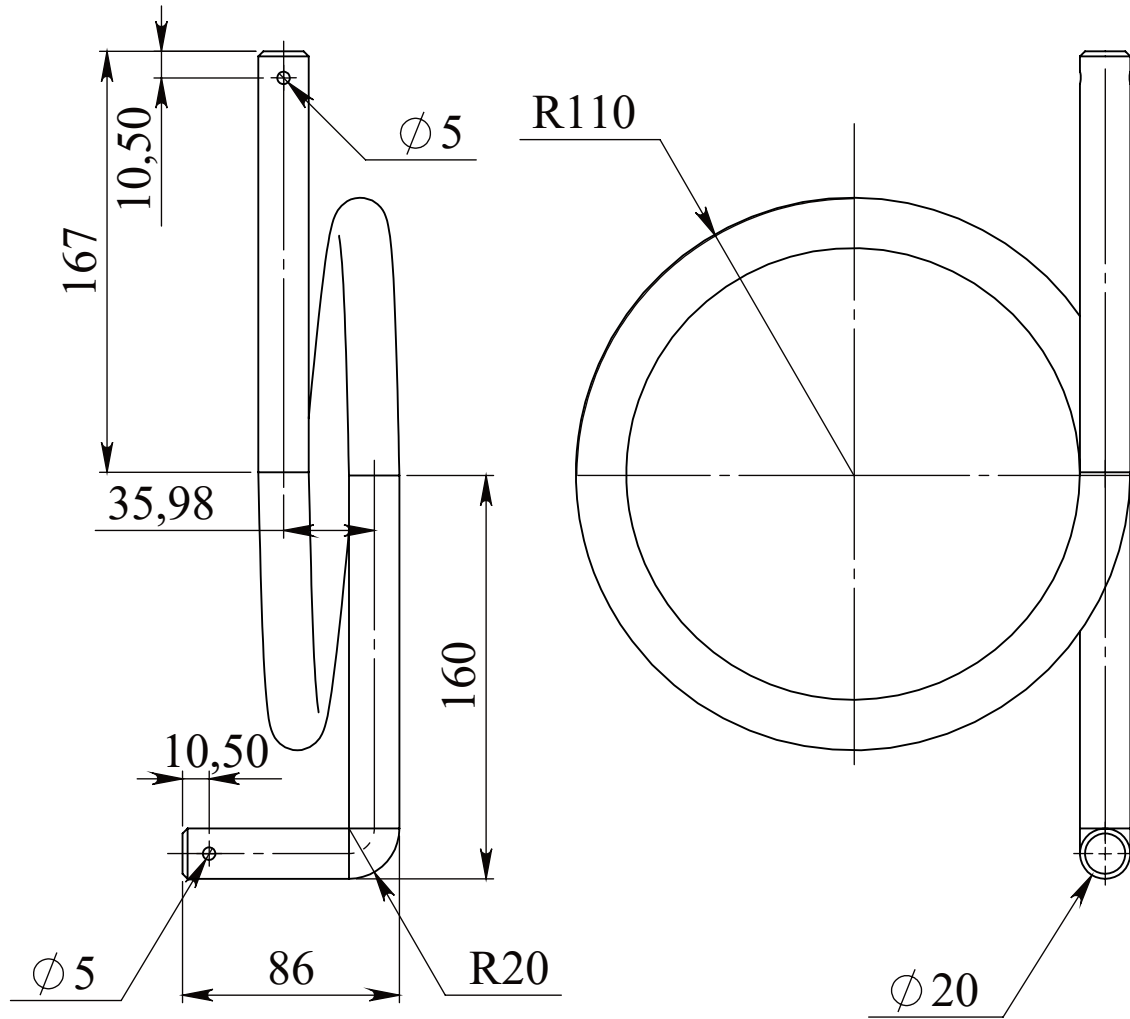
1

4

3




2

1



23PSTM4001-U0-001

Quantité :01

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique		
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$		/		XC65		/				
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		29/05/2023		
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérifié par:		Date:				
Désignation				Approuvé par:		Date:				
Absorbateur de choque						Numéro		Révision		
						PLST007				
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.			Projection		Echelle		Format	
							1:3		A4	
									1/1	

4

3

2

1

**PLANS DE
DECOUPE
MANUELLE**

4

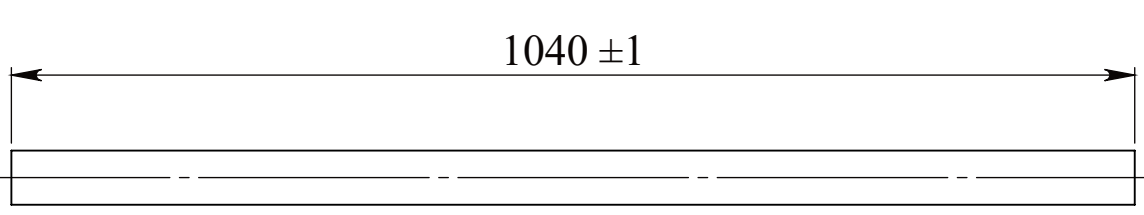
3

2

1

F

F



E

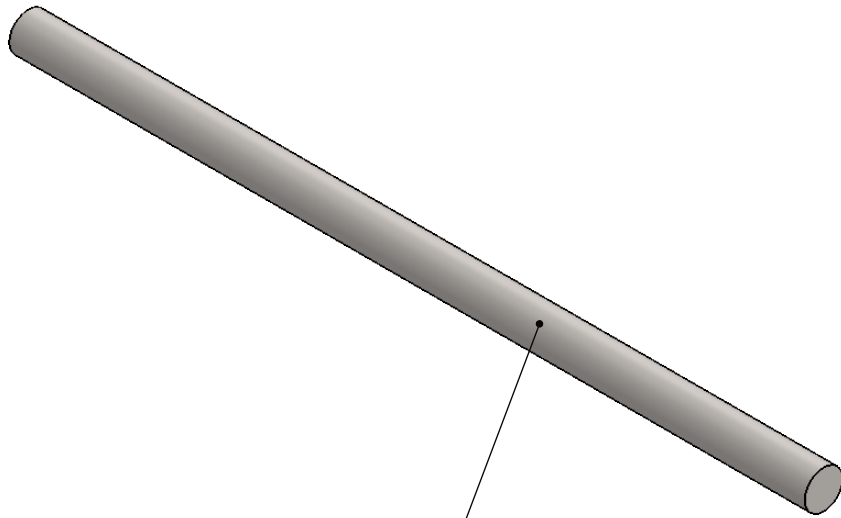
E

D

D

C

C



23PSTM4001-B0-001

Qty:02

B

B

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique			
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°		/		S275JR		/					
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		20/06/2023			
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérfié par:		Date:					
Désignation				Approuvé par:		Date:					
Bras brut						Numéro		Révision			
						PLDM005					
				Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection		Echelle		Format	
								1:7		A4	

A

A

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

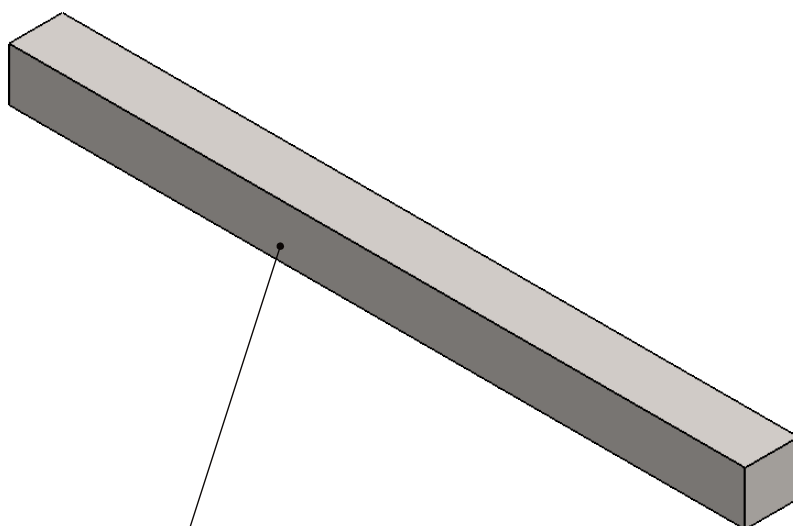
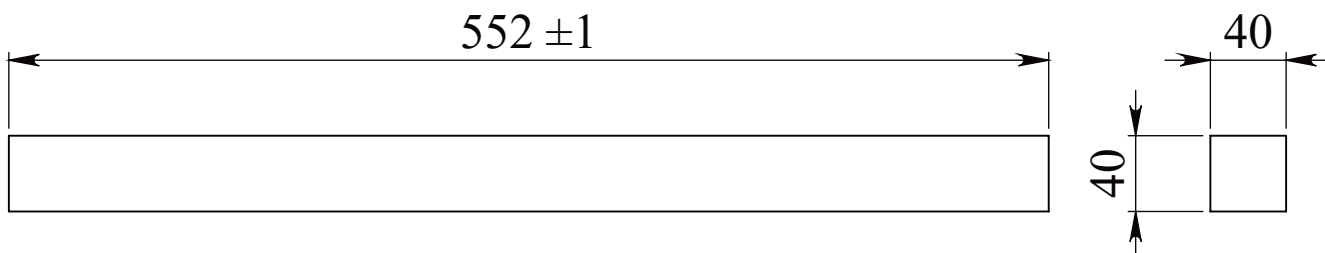
C

B

B

A

A



23PSTM4001-B0-003

Qty :01

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique			
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S275JR							
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		20/06/2023			
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérifié par:		Date:					
Désignation				Approuvé par:		Date:					
Bras 3eme point brut				Numéro		PLDM006		Révision			
				Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection		Echelle		Format	
						 		1:4		A4	

4

3

2

1

PLANS DE CINTRAGE

4

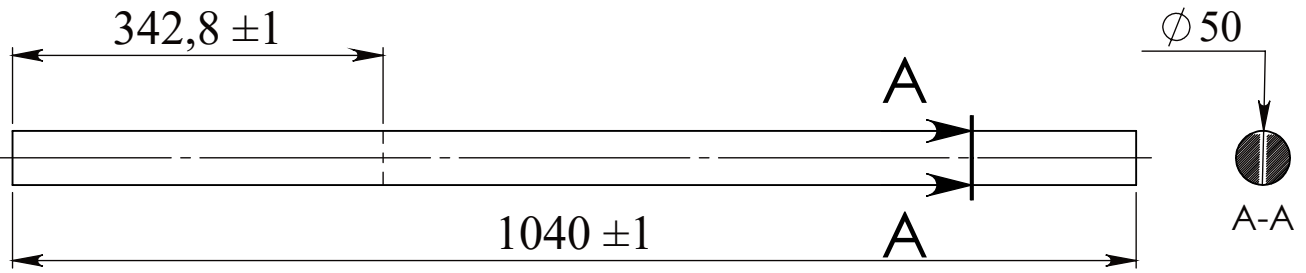
3

2

1

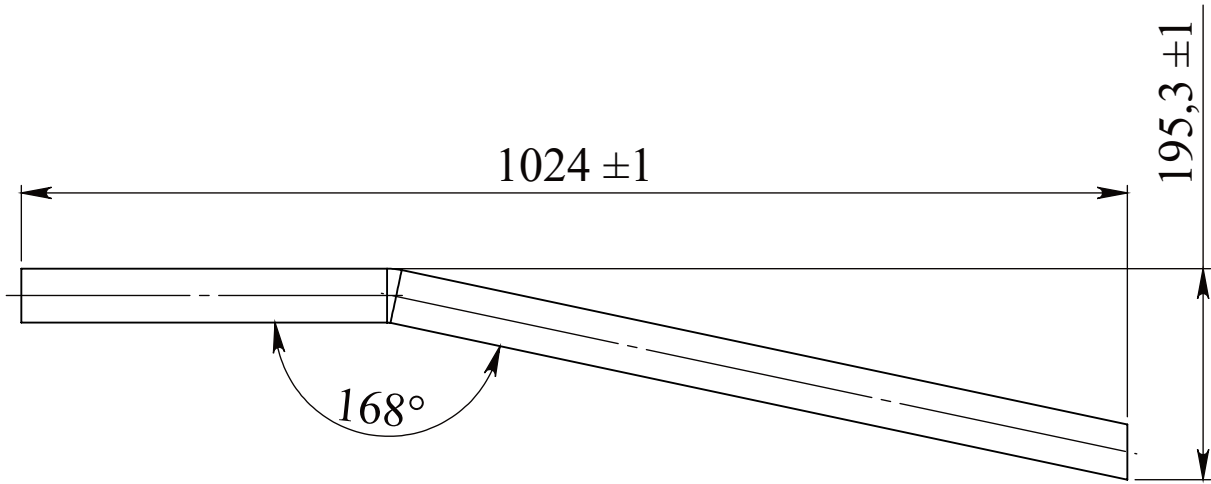
F

F



E

E

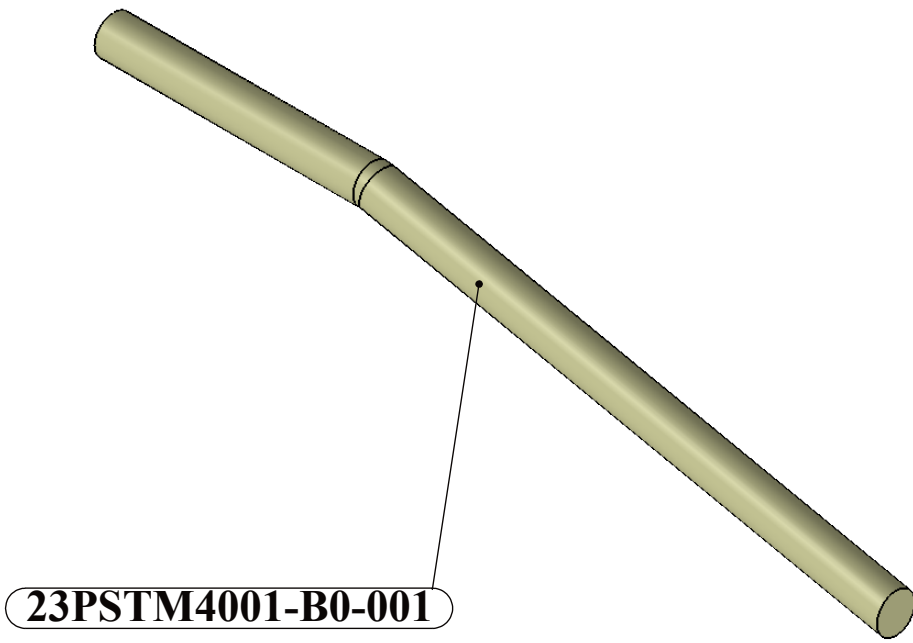


D

D

C

C



B

B

Quantité :02

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique					
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				S275JR									
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		29/05/2023					
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérifié par:		Date:							
Désignation				Approuvé par:		Date:							
Bras						Numéro		Révision					
						PLPC001							
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle		Format		Feuille	
								1:7		A4		1/1	

A

A

4

3

2

1

4

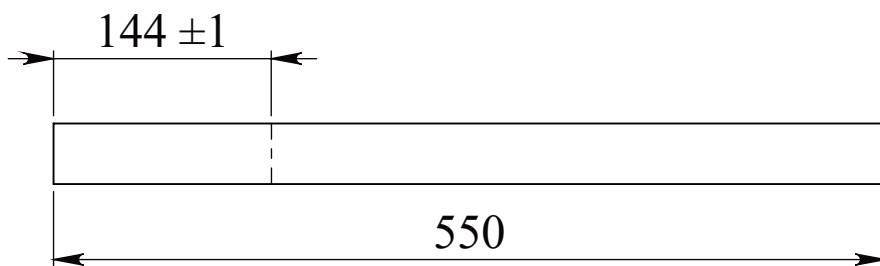
3

2

1

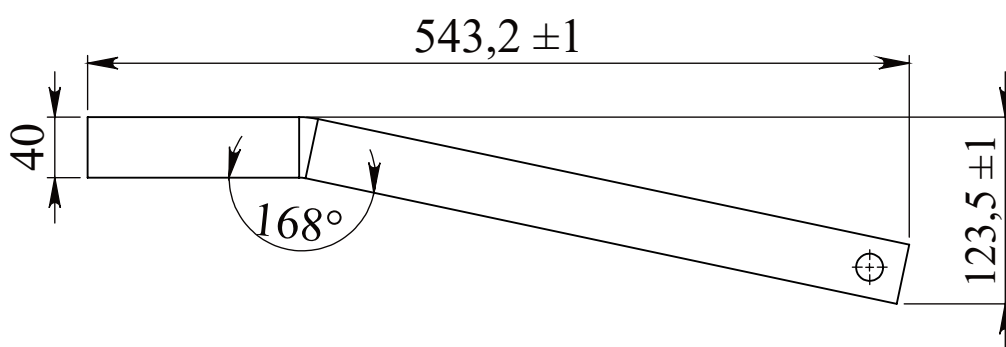
F

F



E

E



D

D

C

C

23PSTM4001-B0-003

Quantité:01

B

B

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique					
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				S275JR									
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		29/05/2023					
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérifié par:		Date:							
Désignation				Approuvé par:		Date:							
Bars troisieme point						Numéro		Révision					
						PLPC002							
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle		Format		Feuille	
								1:5		A4		1/1	

A

A

4

3

2

1

PLANS DE DECOUPE

4

3

2

1

F

F

104 ±0,1

20

E

E

50 ±0,1

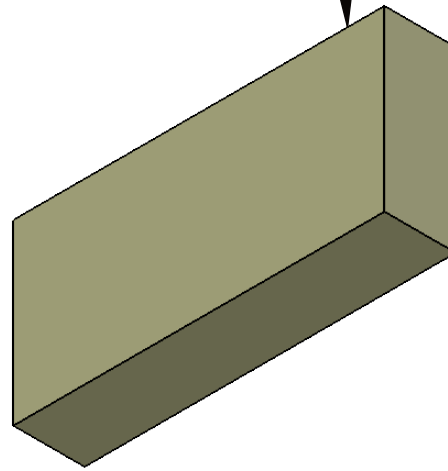
D

D

23PSTM4001-B0-002



C

C

**Quantité:01**

B

B

Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / paint.	Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°		/	S275JR	/		
N° du Projet	Nom du Projet		Déssiné par:	Date:	20/06/2023	
23PSTM4001	Tarière Mécanique		Vérifié par:	Date:		
Désignation			Approuvé par:	Date:		
Support			Numéro	PLPD004		Révision
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection	Echelle	Format
				 	1:1.5	A4

A

A

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

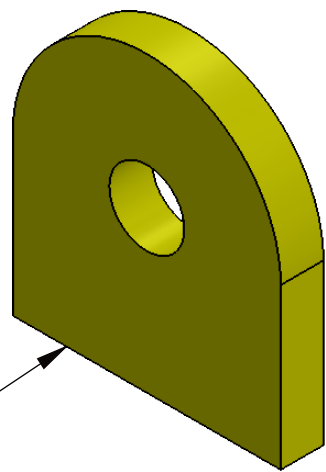
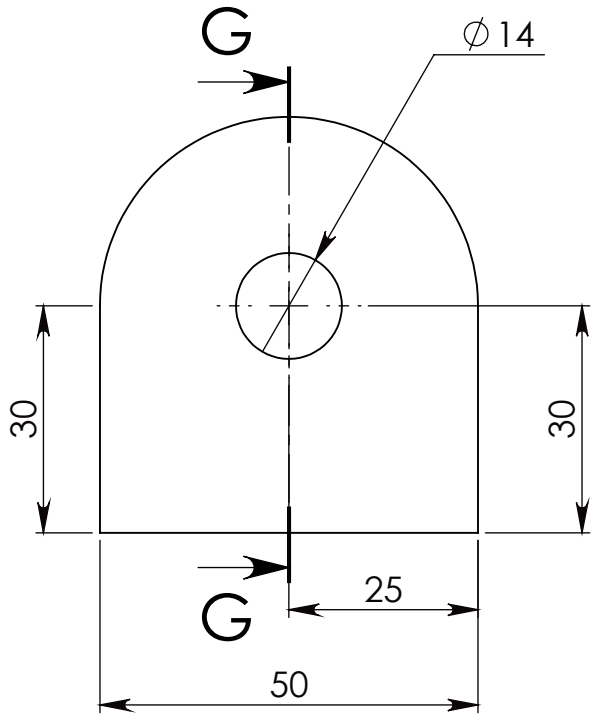
C

B

B

A

A



23PSTM4001-G0-002

Quantité:01

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique					
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S275JR									
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		22/06/2023					
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérifié par:		Date:							
Désignation				Approuvé par:		Date:							
Plaque d'attache						Numéro		Révision					
						PLPD006							
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle		Format		Feuille	
								1:1		A4		1/1	

4

3

2

1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

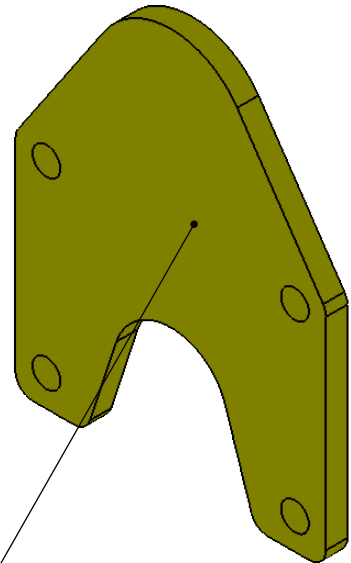
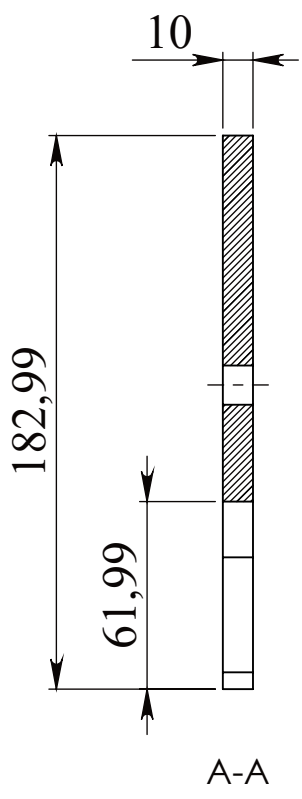
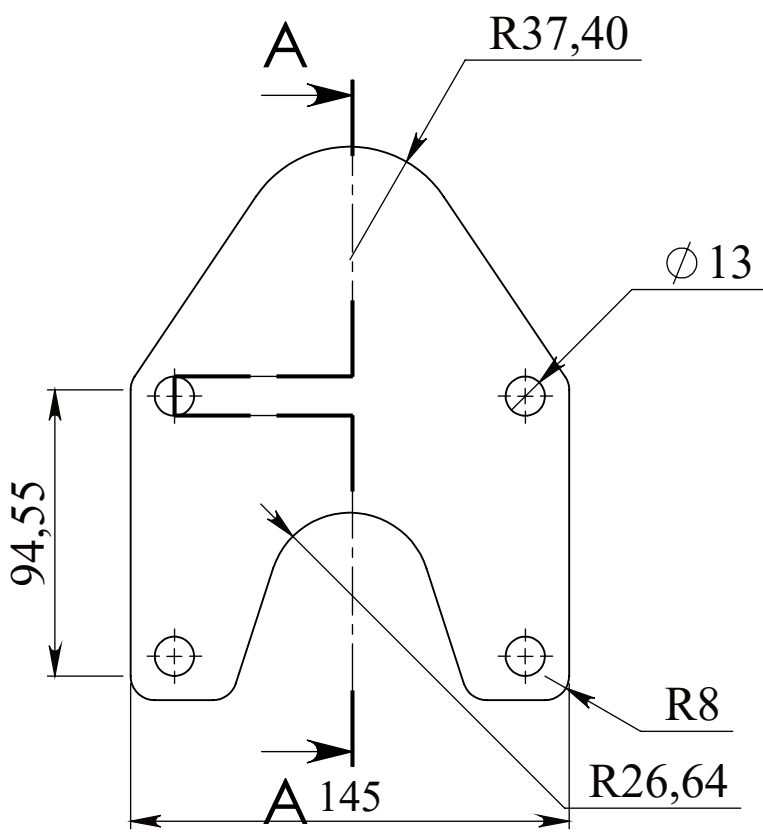
C

B

B

A

A



23PSTM4001-E0-001

Quantité: 01

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique					
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S275JR									
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		25/05/2023					
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérifié par:		Date:							
Désignation				Approuvé par:		Date:							
Plaque laterale gauche						Numéro		Révision					
						PLPD010							
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle		Format		Feuille	
								1:2.5		A4		1/1	

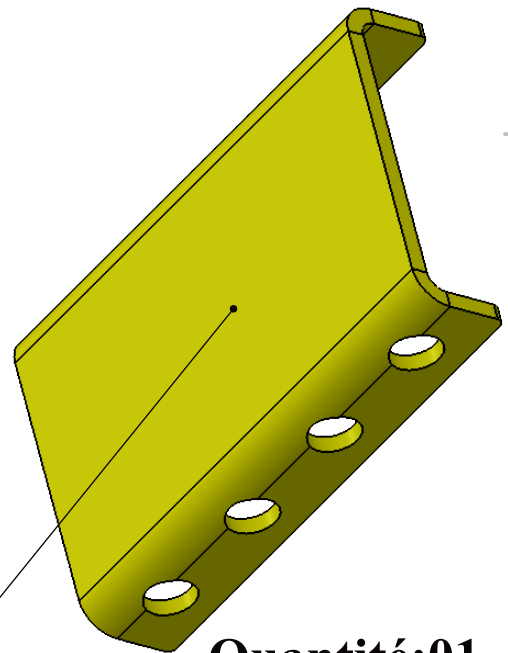
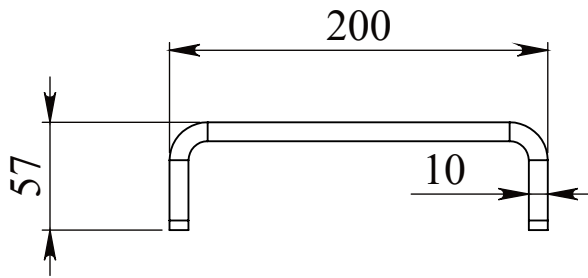
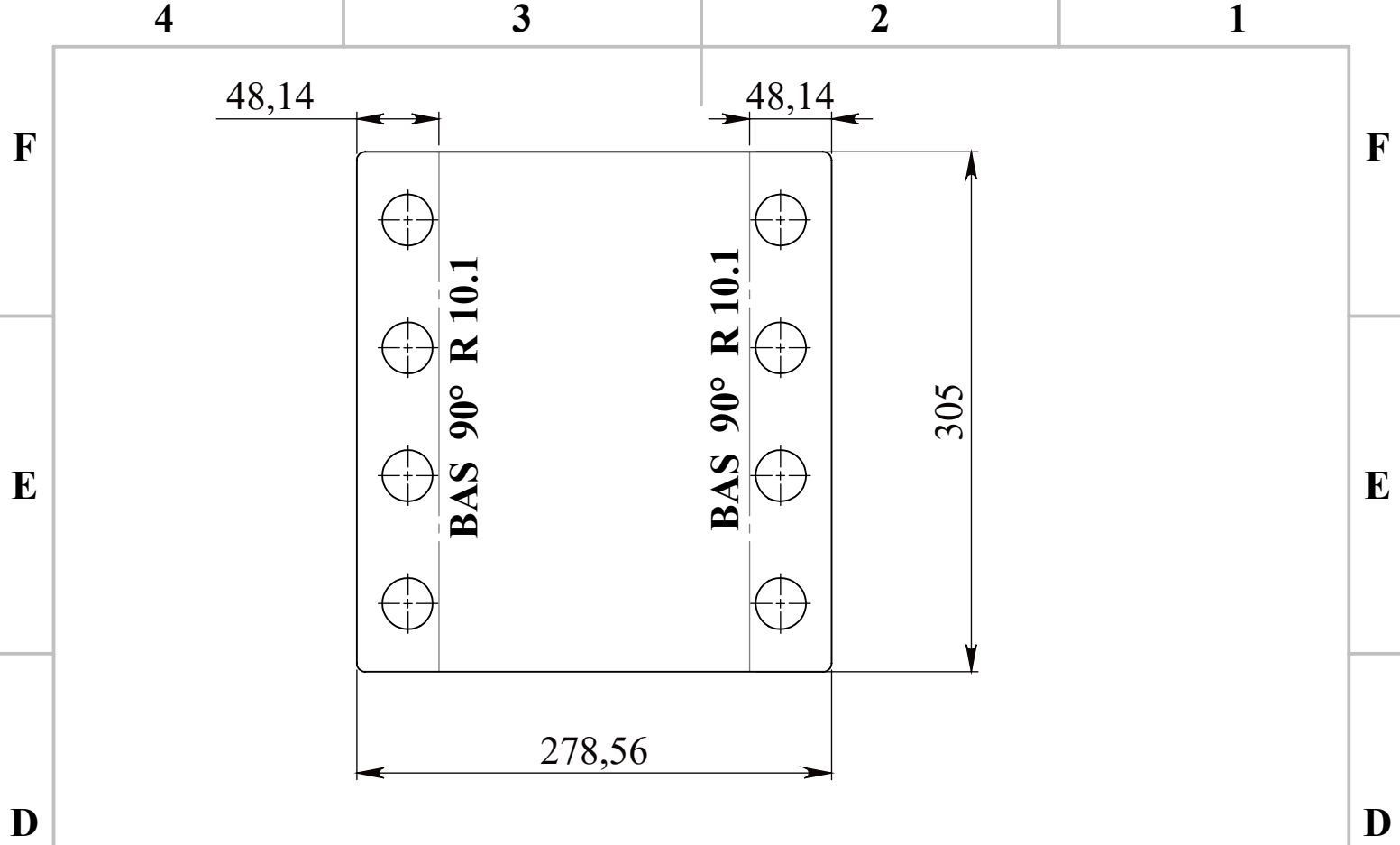
4

3

2

1

PLAN DE PLIAGE

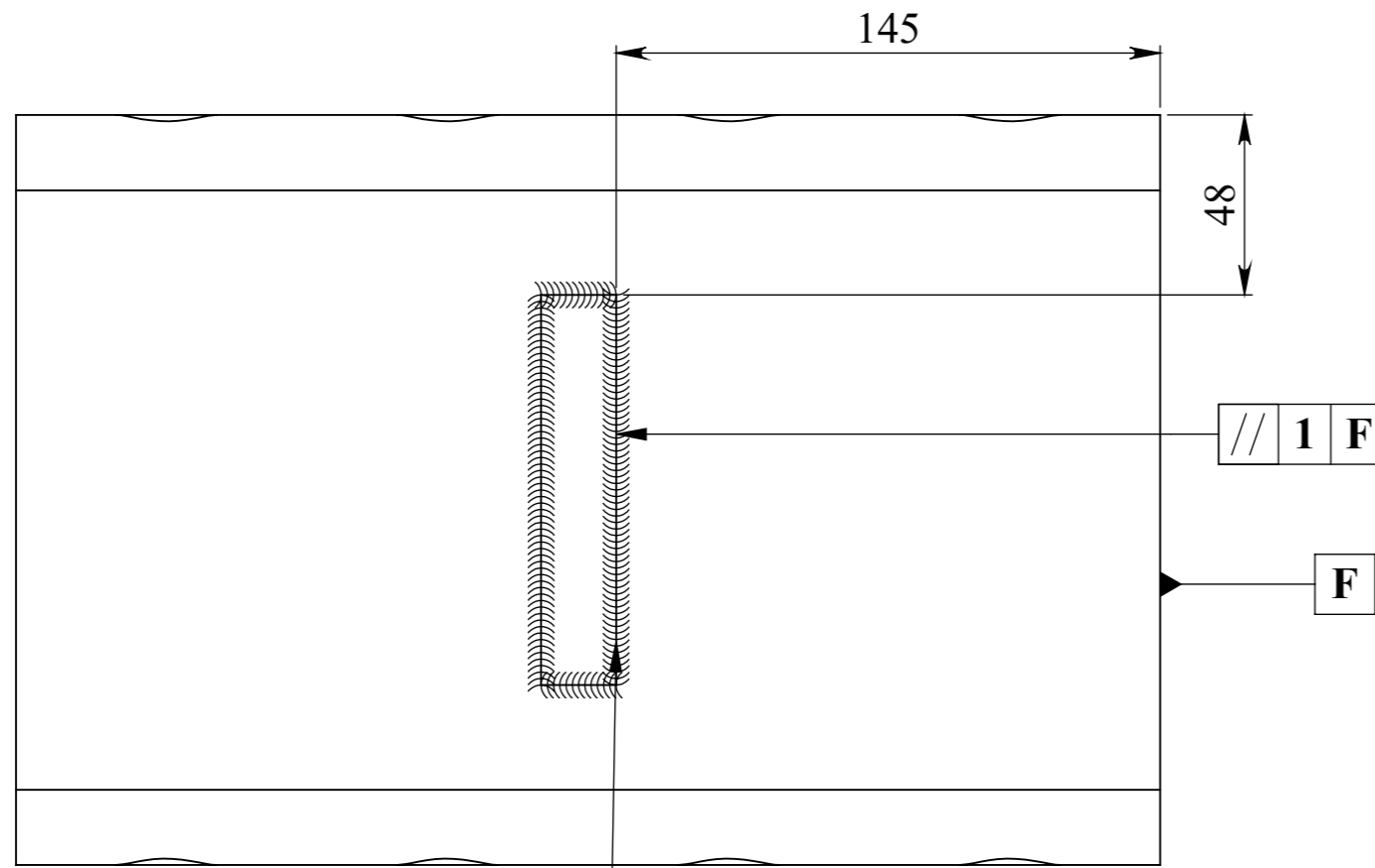


23PSTM4001-B0-004

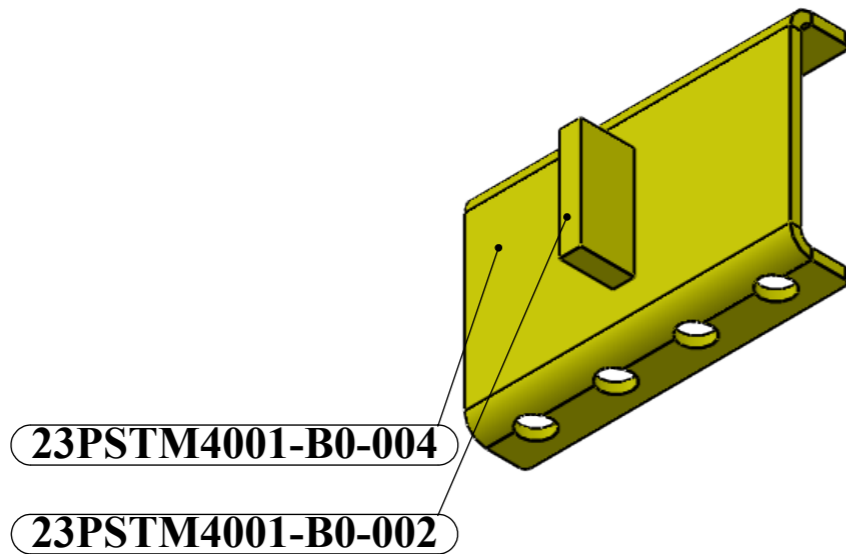
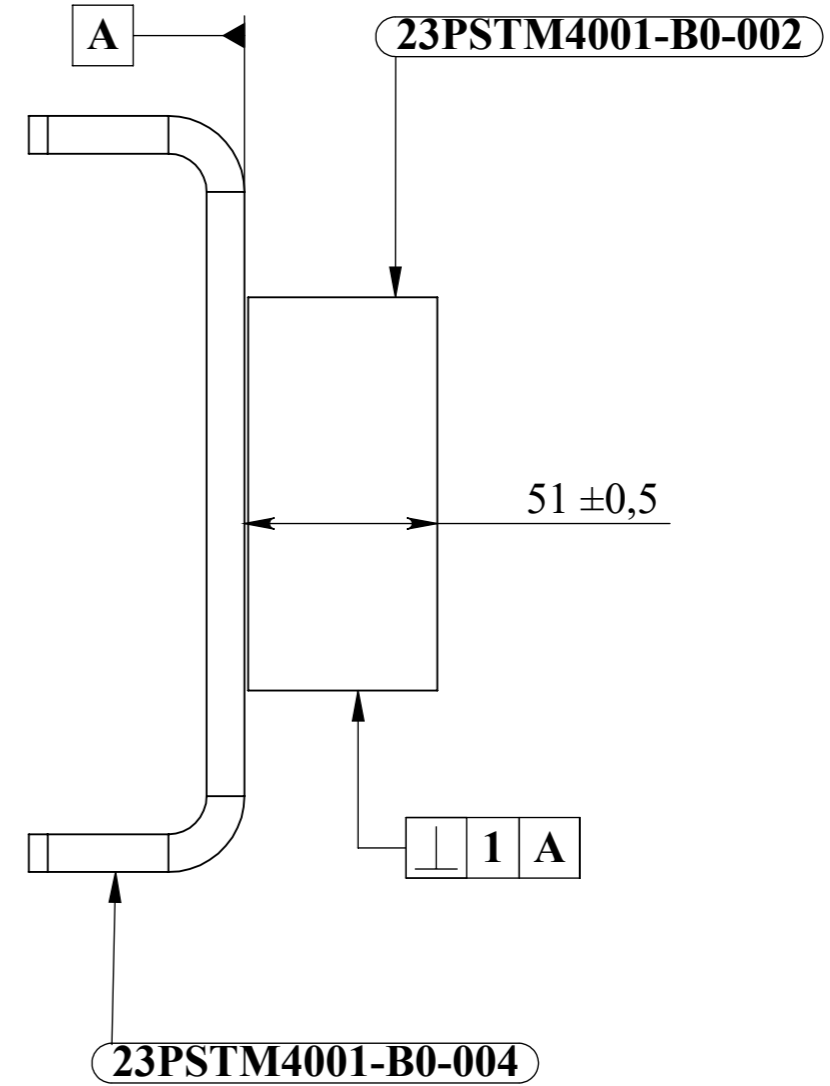
Quantité:01

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique					
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				S275JR									
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		22/06/2023					
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérfié par:		Date:							
Désigantion				Approuvé par:		Date:							
Plaque de réglage						Numéro		Révision					
						PLPP001							
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle		Format		Feuille	
								1:4		A4		1/1	

PLANS DE SOUDAGE

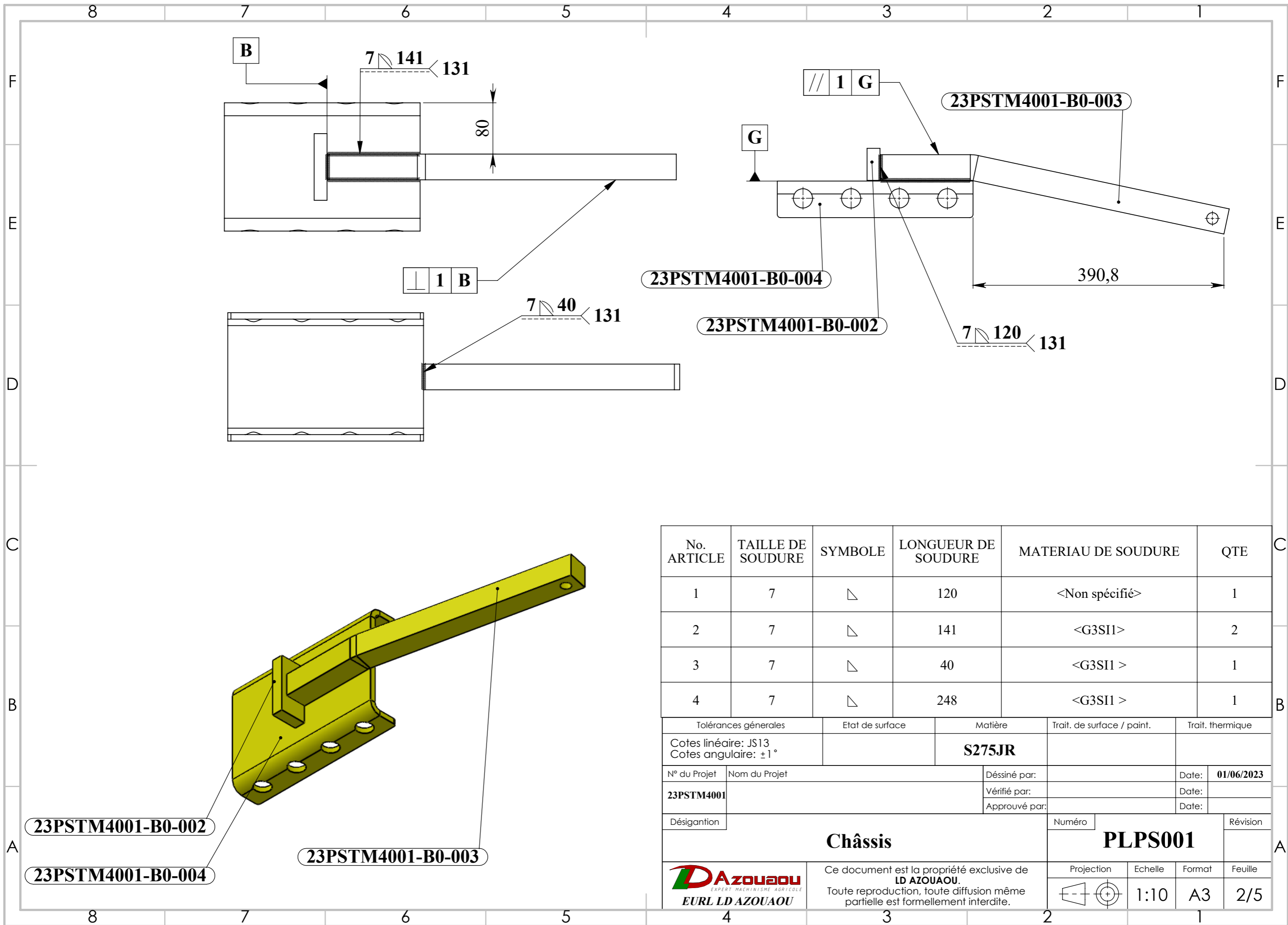


131 $\sqrt{7}$ 248



No. ARTICLE	TAILLE DE SOUDURE	SYMBOLE	LONGUEUR DE SOUDURE	MATERIAU DE SOUDURE	QTE
1	7	∇	248	<G3SI1>	1

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				S275JR					
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:		29/05/2023	
23PSTM4001	Tarière Mécanique			Vérifié par:		Date:			
Désignation		Châssis				Numéro		Révision	
						PLPS001			
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle	
								Format	
						1:10		Feuille	
						A3		1/5	



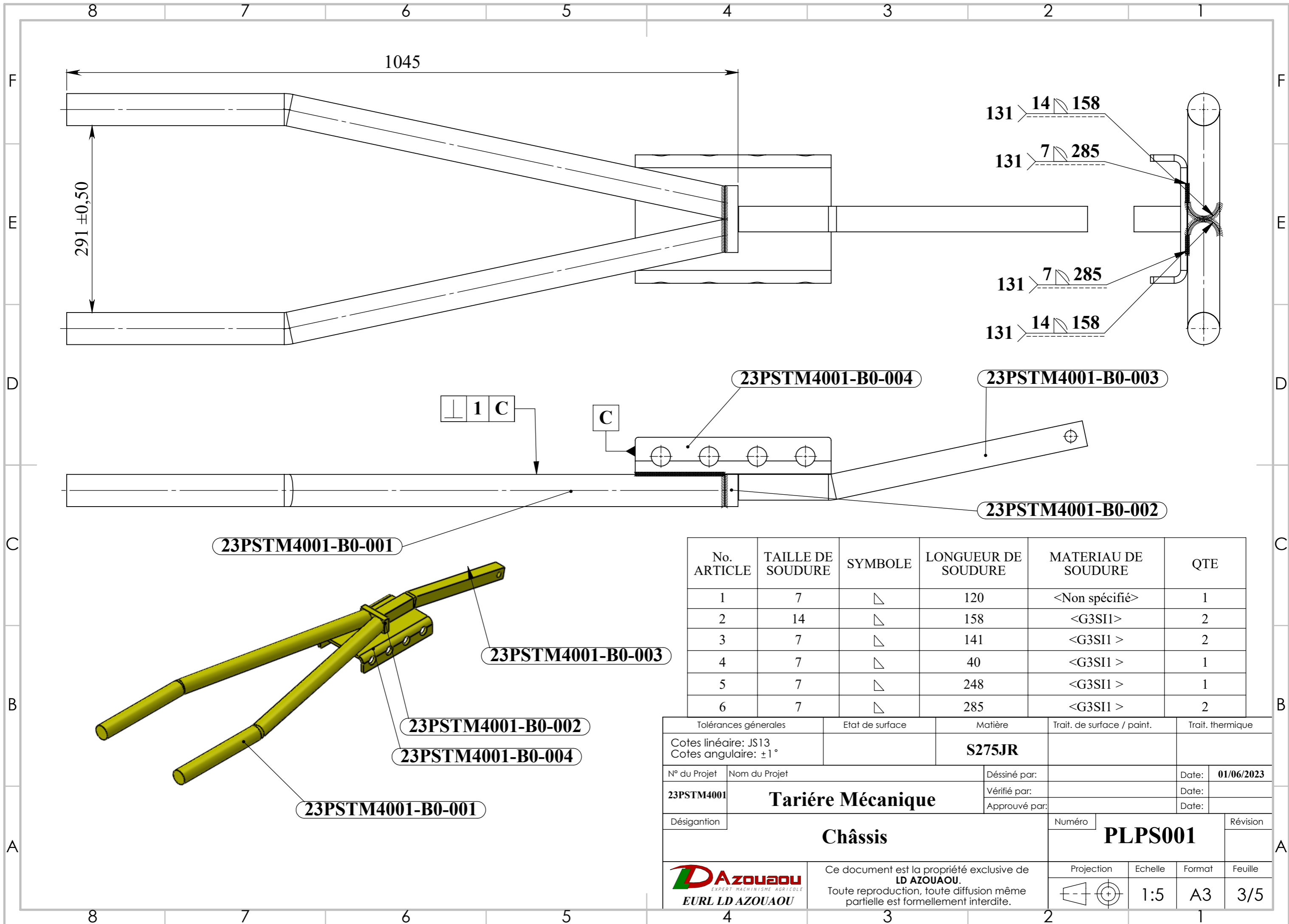
No. ARTICLE	TAILLE DE SOUDURE	SYMBOLE	LONGUEUR DE SOUDURE	MATERIAU DE SOUDURE	QTE
1	7	▷	120	<Non spécifié>	1
2	7	▷	141	<G3SI1>	2
3	7	▷	40	<G3SI1 >	1
4	7	▷	248	<G3SI1 >	1

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S275JR					

N° du Projet	Nom du Projet	Dessiné par:		Date:	01/06/2023
23PSTM4001		Vérifié par:		Date:	
		Approuvé par:		Date:	

Désignation	Châssis			Numéro	PLPS001		Révision
-------------	----------------	--	--	--------	----------------	--	----------

	Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection	Echelle	Format	Feuille
			1:10	A3	2/5			

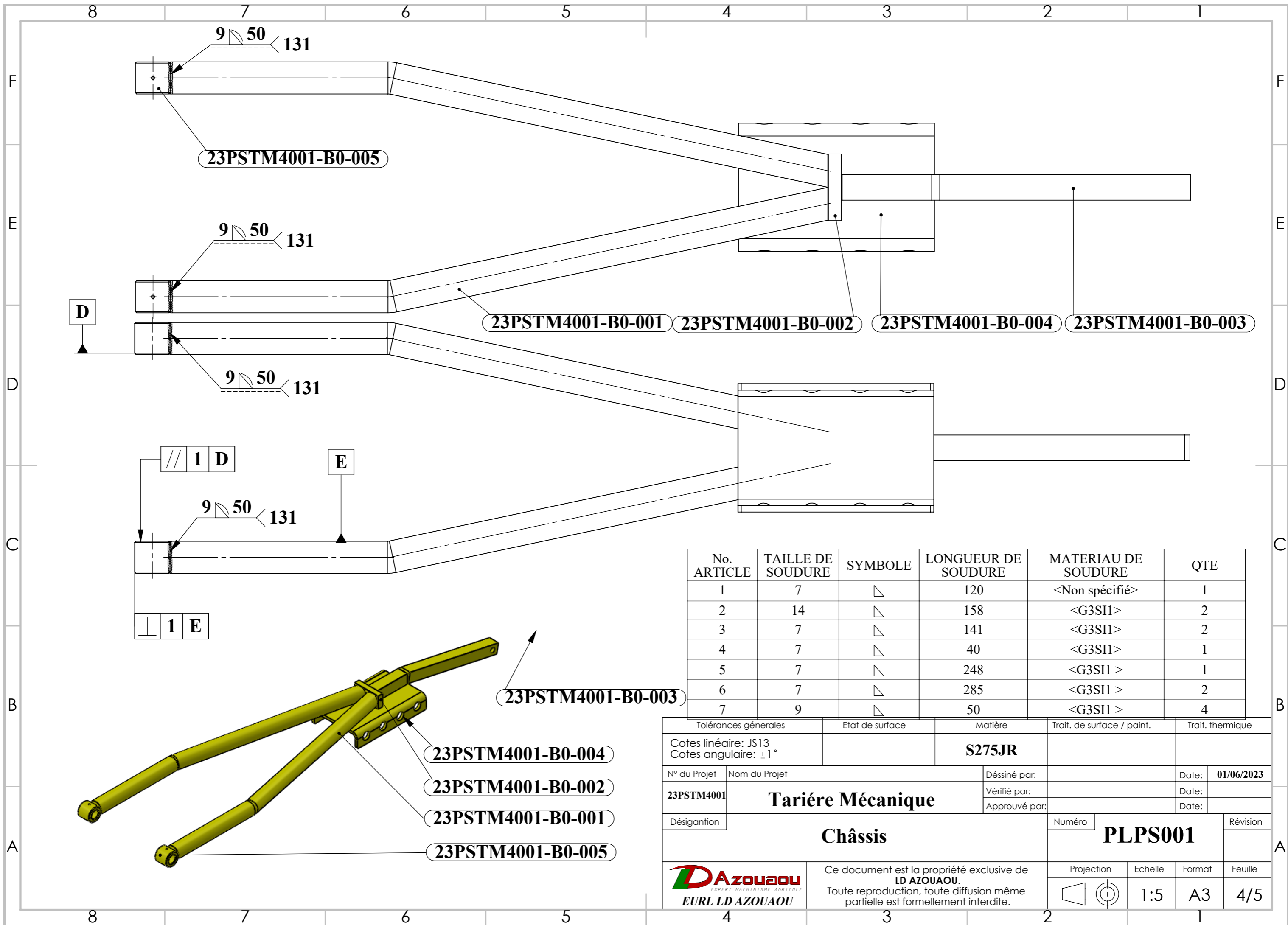


No. ARTICLE	TAILLE DE SOUDURE	SYMBOLE	LONGUEUR DE SOUDURE	MATERIAU DE SOUDURE	QTE
1	7	▷	120	<Non spécifié>	1
2	14	▷	158	<G3SI1>	2
3	7	▷	141	<G3SI1 >	2
4	7	▷	40	<G3SI1 >	1
5	7	▷	248	<G3SI1 >	1
6	7	▷	285	<G3SI1 >	2

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique			
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ± 1°				S275JR							
N° du Projet		Nom du Projet		Dessiné par:		Date:		01/06/2023			
23PSTM4001		Tarière Mécanique		Vérifié par:		Date:					
				Approuvé par:		Date:					
Désignation				Châssis				Numéro		Révision	
								PLPS001			
Projection		Echelle		Format		Feuille					
		1:5		A3		3/5					



Ce document est la propriété exclusive de **LD AZOUAOU**.
Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.

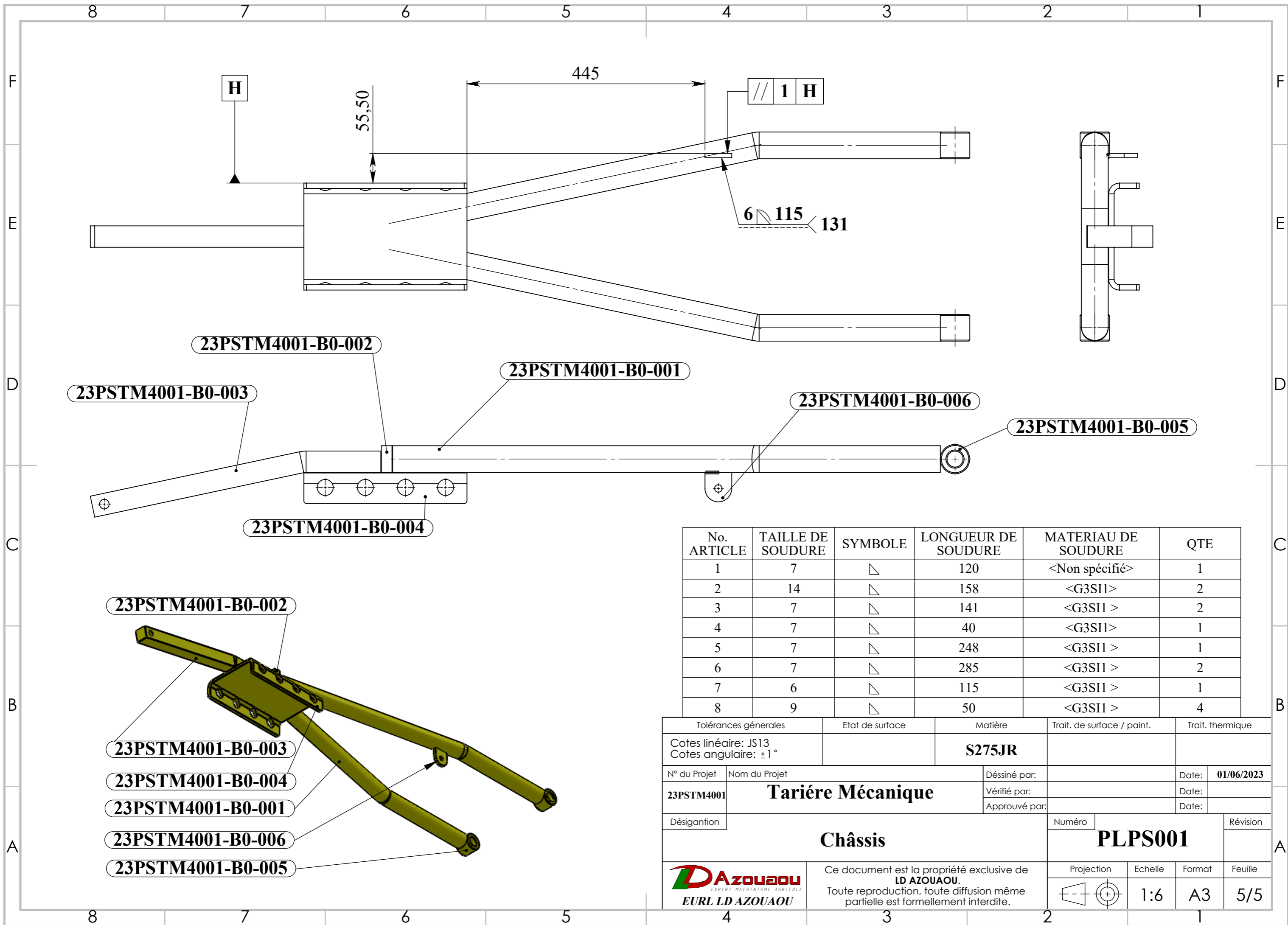


No. ARTICLE	TAILLE DE SOUDURE	SYMBOLE	LONGUEUR DE SOUDURE	MATERIAU DE SOUDURE	QTE
1	7	∇	120	<Non spécifié>	1
2	14	∇	158	<G3SI1>	2
3	7	∇	141	<G3SI1>	2
4	7	∇	40	<G3SI1>	1
5	7	∇	248	<G3SI1 >	1
6	7	∇	285	<G3SI1 >	2
7	9	∇	50	<G3SI1 >	4

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				S275JR					
N° du Projet		Nom du Projet		Dessiné par:		Date:		01/06/2023	
23PSTM4001		Tarière Mécanique		Vérifié par:		Date:			
Désignation		Châssis		Approuvé par:		Date:			
				Numéro		PLPS001		Révision	
Projection		Echelle		Format		Feuille			
		1:5		A3		4/5			



Ce document est la propriété exclusive de **LD AZOUAOU**.
Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.



No. ARTICLE	TAILLE DE SOUDURE	SYMBOLE	LONGUEUR DE SOUDURE	MATERIAU DE SOUDURE	QTE
1	7	△	120	<Non spécifié>	1
2	14	△	158	<G3SI1>	2
3	7	△	141	<G3SI1 >	2
4	7	△	40	<G3SI1>	1
5	7	△	248	<G3SI1 >	1
6	7	△	285	<G3SI1 >	2
7	6	△	115	<G3SI1 >	1
8	9	△	50	<G3SI1 >	4

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S275JR					
N° du Projet		Nom du Projet		Dessiné par:		Date:		01/06/2023	
23PSTM4001		Tarière Mécanique		Vérifié par:		Date:			
				Approuvé par:		Date:			
Désignation				Châssis		Numéro		Révision	
						PLPS001			
Projection		Echelle		Format		Feuille			
		1:6		A3		5/5			



Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.