

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTÈRE DE L'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR ET DE LA RECHERCHE
SCIENTIFIQUE

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Faculté du Génie de la Construction
Département de Génie Mécanique

**Mémoire en vue de l'obtention du diplôme de
MASTER ACADEMIQUE en Génie Mécanique
Spécialité : Construction Mécanique**



Thème :

Conception et réalisation d'une pince à balles rondes

Proposé par :

EURL LD AZOUAOU / MAHINDRA

Encadré par :

Mr. DJEBALI SAID

Réalisé par :

AMROUNI FARID

AMROUNI MOURAD

Année Universitaire 2021/2022

Remerciements

Avant tout, nous remercions, DIEU, de nous avoir donné la force, le courage, et la volonté pour réaliser ce modeste travail.

Nos vifs remerciements sont destinés à Mr DJEBALI SAID, notre promoteur, pour son aide, ses critiques constructives ses

Explications et suggestions pertinentes et pour la qualité

De ses orientations tout au long de ce travail et pour avoir apporté tant de soins à la réalisation De ce mémoire.

Nous ne pouvons pas oublier de présenter notre gratitude à nos parents pour les efforts Inlassables qu'ils ne cessent de déployer

Pour nous.

Nous remercions tous les enseignants du département de génie mécanique.

Sans oublier les responsables et tous les travailleurs de l'entreprise

LD AZOUAOU

Enfin, un merci particulier à tous ceux qui nous ont apporté leur soutien

Dédicaces

Nous dédions ce modeste travail

A nos très chers parents qui veillent sans cesse sur nous avec leurs prières et

leurs recommandations. Que dieu les protège.

A notre sœur qui a été toujours présente pour nous soutenir.

A tous nos amis.

A nos camarades de la promotion construction mécanique.

A toutes les personnes qui nous ont aidés de près ou de loin.

Sommaire

Introduction générale	1
------------------------------------	---

CHAPITRE I : Présentation et généralités sur l'entreprise

I.1	Historique	4
I.2	Localisation de l'entreprise	5
I.3	Organigramme de l'entrepris	6
1.4	Chaine de production de l'entreprise :	8
I.4.1	Une rouleuse coqueuse de tôle :	8
I.4.2	Un centre d'usinage de Tôle FICEP	9
I.4.3	Un centre de découpe au LASER TRUMPF :	14
I.4.4	Un centre de pliage de tôle TRUMPF :	16
I.4.5	Une guillotine AMADA	17
I.4.6	La cintreuse de tubes SILVERLINE	18
I.4.7	Atelier de soudage	19

CHAPITRE II : Procédés de mise en forme des pièces mécaniques

II.1	Introduction	21
II.2	Réalisation par déformation.....	22
II.2.1	La découpe laser :	22
II.2.2	La découpe plasma :	23
II.2.3	Le Pliage.....	25
II.2.4	Le cintrage.....	33
II.3	Réalisation par ajout de matière	39
II.3.1	Le soudage.....	39

CHAPITRE III : Conception et réalisation d'une pince à balles rondes

III.1	Introduction	48
III.2	Les différentes variétés de la pince à balles	48
III.2.1	Pince à levage hydraulique.....	48

III.2.2	Pince à balle rectangulaire.....	48
III.2.3	Pince à balle rondes et carrées.....	49
III.3	Présentation de notre pince à balles.....	50
III.3.1	Description	50
III.3.2	Bras robustes	50
III.3.3	Largeur des balles.....	50
III.3.4	Spécifications techniques	51
III.3.5	Fonctionnement d'une pince à balle.....	51
III.3.6	L'utilisation d'une pince à balle.....	52
III.4	Description du travail fait.....	53
III.4.1	La mesure	53
III.4.2	La codification.....	53
III.4.3	Dessin de produit en utilisant le logiciel CAO.....	54
III.4.4	Les fichier DXF.....	57
III.5	Les mises en plans	58
III.5.1	Les plans de découpe manuelle :.....	58
III.5.2	Les plans de pliage	61
III.5.3	Plans de cintrage.....	64
III.5.4	Plans de soudage	67
III.5.5	Plans des pièces à sous-traiter	72
III.5.6	Les plans de peinture.....	75
III.5.7	Plans de galvanisation	78
III.5.8	Plan de vérin hydraulique.....	80
III.5.9	Plan de montage	82

CHAPITRE IV : Établissements de processus d'usinage

IV.1	Introduction	85
IV.2	L'isostatisme.....	85

IV.2.1	Définition	85
IV.2.2	Les différentes cotes de fabrication.....	86
IV.3	Gamme d'usinage d'un Axe percé	88
IV.3.1	Le Perçage :.....	88
IV.3.2	Le Chanfreinage :	88
IV.3.3	Le chariotage :.....	89
IV.3.4	Le dressage :.....	89
IV.3.5	L'épaulement :	90
IV.4	Les gammes de fabrication :.....	95
IV.5	Les gammes de soudure.....	99
Chapitre V : Établissement de gammes de montage.....		104
Conclusion générale		107
Références bibliographiques.....		111

Introduction

Introduction générale

L'Algérie a cherché, ces dernières décennies, à soutenir l'agriculture du fait des potentialités dont elle dispose dans ce secteur. En effet, elle a mis en place plusieurs politiques agricoles et l'objectif était d'atteindre la sécurité alimentaire en substituant la production locale aux produits importés.

Dans cette optique, le pays a alors mis en œuvre une politique à partir des années 2000 à travers le plan national de développement agricole (PNDA) afin d'essayer de sortir de la dépendance aux importations de certains produits de base, notamment les céréales, les produits laitiers et les huiles végétales...etc.

Par ailleurs, la persistance et l'aggravation du choc externe, engendré par l'effondrement des cours des hydrocarbures, milite pour la poursuite et l'élargissement de l'investissement agricole, ou industriel ou encore du tourisme, afin de favoriser à la fois la diversification de l'économie, la satisfaction d'une plus grande proportion des besoins du marché intérieur par la production nationale et le développement des exportations hors hydrocarbures, indispensables au rééquilibrage des échanges extérieurs.

Ainsi, notre réflexion trouve son essence dans le fait que l'agriculture a un fort potentiel pour devenir un facteur de développement en Algérie et pour constituer une stratégie de diversification économique.

Le secteur agricole est important pour l'économie algérienne, tant par sa contribution au titre de sa fonction première de couverture des besoins alimentaires du pays (qu'elle assure à hauteur de 70 % en moyenne), qu'à celui de protection des ressources naturelles et de pourvoyeur d'emplois et de revenus. En termes de productivité physique, des résultats probants ont été réalisés depuis la rénovation des politiques agricoles et rurales, ce qui a entraîné un rattrapage des rendements les rapprochant de ceux des pays de la zone méditerranéenne Sud.

En effet, les systèmes de cultures enregistrent des transformations de grande ampleur, grâce à la relance des investissements publics favorisant le développement de l'agriculture (notamment les facilités de transport et de désenclavement, et un accès considérablement accru aux ressources en eau, incitations au renforcement et modernisation de l'outil de production au sein des exploitations).

Les programmes initiés visent à donner une impulsion aux produits de terroir, en tablant notamment sur un effort d'amélioration de la qualité dans le cadre de la mise en place de la

labellisation. Les importations agricoles portent sur des produits de base (céréales, légumes secs, lait, oléagineux, alimentation fourragère), et on note une amorce de repli au cours de la période récente, illustrant les progrès de certaines filières en termes de suffisance de la demande locale. [1]

Au cours de la décennie 2000, l'industrie agroalimentaire a connu un très net développement et modernisation, du fait que les PME du secteur privé très dynamiques ont pu redonner sa place à ce sous-secteur, après la crise des entreprises publiques.

Ce constat nous renvoie à dire que le secteur agricole pourrait constituer en Algérie un vecteur de développement économique et une alternative au secteur des hydrocarbures dans ce contexte du retournement des prix du pétrole et peut-être, il servira d'une stratégie de diversification économique pour l'Algérie afin d'atténuer sa dépendance au pétrole.

L'élevage du bétail occupe une place importante dans le secteur de l'agriculture. Un des défis à relever est sans nul doute la production de l'alimentation du bétail dont le foin est un composé essentiel.

Il existe différents systèmes d'ensilage de foin, l'ensilage en balles rondes enrubannées avec une pellicule étirable et en balles carrées. Les balles rondes enrubannées représentent le système le plus économique et le plus efficace.

Le type de balles, rondes ou carrées, n'a pas d'incidence sur la qualité de l'ensilage, mais chaque type possède des avantages. La machinerie pour balles rondes est moins coûteuse et plus courante. Les balles carrées sont toutefois plus facilement manœuvrables, et leur forme permet de les empiler, ce qui réduit la superficie d'entreposage. Souvent, ce sont elles que préféreront les agriculteurs qui vendront une partie de leur production. Quant aux balles cylindriques, il est suggéré de respecter une hauteur maximum de deux et de les déposer sur leur côté plat où le plastique est plus épais, donc plus résistant. Les balles cylindriques de foin appelées aussi round balles ou rouleaux, sont les plus utilisées actuellement pour le pressage du foin.

Notre projet de fin d'études de master va porter sur la conception et la réalisation d'une pince à balles rondes.

CHAPITRE I

Présentation et généralités sur l'entreprise

1.1 Historique



Figure I.1 : Eurl LD Azouaou

Eurl LD Azouaou

La Société Algérienne Eurl LD Azouaou a été créée en 2009 avec pour objectif la prestation de biens et de services dans le domaine 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 vont 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 Pièces de Rechange d'origine à 100%.

1.2 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.



Figure I. 2 : Localisation de LD Azouaou

1.3 Organigramme de l'entreprise

- **Responsable de la production**

Le responsable de production applique la politique industrielle définie par la direction il organise, planifie et suit la production pour atteindre les objectifs définis.

Il contribue à l'amélioration des procès de production afin d'améliorer la productivité et garantir la mise en conformité

- **Bureau d'Etudes**

Le bureau d'étude est un ensemble de professionnels destiné à l'étude de différentes données, fournies par un client ou un autre professionnel, afin de mesurer la faisabilité d'un projet dans le domaine de la construction, mais aussi dans le domaine de l'informatique, l'environnement ou encore l'organisation du travail. Il va de l'étude du projet au contrôle des travaux une fois finis. En fait, il a pour objectif de répondre à un besoin par une nouvelle conception ou l'amélioration d'une conception existante.

- **Bureau de Comptabilité Analytique**

Elle représente un système d'information formel qui permet l'information du tiers sur la situation patrimoniale de l'entreprise ; elle est globale dans la mesure où elle 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 en charge de fournir les biens ou services demandés sur le marché. Dans une certaine mesure la mission d'une unité de fabrication est similaire à celle d'une entreprise.

- **Atelier de Soudure**

En atelier ou sur un chantier, le soudeur est chargé de déterminer les procédés à mettre en place pour souder différents types de pièces. Il travaille toujours à partir d'un cahier des charges précis qui lui permet de définir les montages à exécuter, les process et les contrôles à appliquer 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’Evaluation et d’Exécution :**

Sur un chantier ou dans un atelier, l'agent de montage-assemblage réalise des assemblages à partir de plusieurs éléments distincts, de façon manuelle ou l'aide de machines. Il lit un plan, contrôle son travail à l'aide d'appareils de mesure.

- **Service Informatique**

La fonction principale du service informatique en entreprise est la gestion du parc informatique. Il est appelé pour cela à mener un lot de tâches nécessaires au développement, à l'optimisation et à la maintenance des ressources aussi bien logiciels que matériels du système d'information (SI).

- **Service Sous-Traitance**

La sous-traitance permet à votre entreprise de réaliser une prestation de service (des travaux par exemple) lorsque celle-ci n'est pas en mesure de la réaliser par elle-même par exemple par manque de temps, de ressources, ou de savoir-faire.

- **Service Maintenance**

Le service maintenance a la responsabilité de la « santé » du parc matériel de façon préventive (avant défaillance) et de façon corrective (après défaillance).

- **Service Entretien**

L'agent d'entretien nettoie, dépoussière, lave, désinfecte les lieux professionnels. C'est un professionnel du ménage, il suit très souvent un cahier des charges. Il effectue les opérations d'entretien à grande échelle. Il rend les bureaux et les espaces propres, sains, et agréables à occuper.

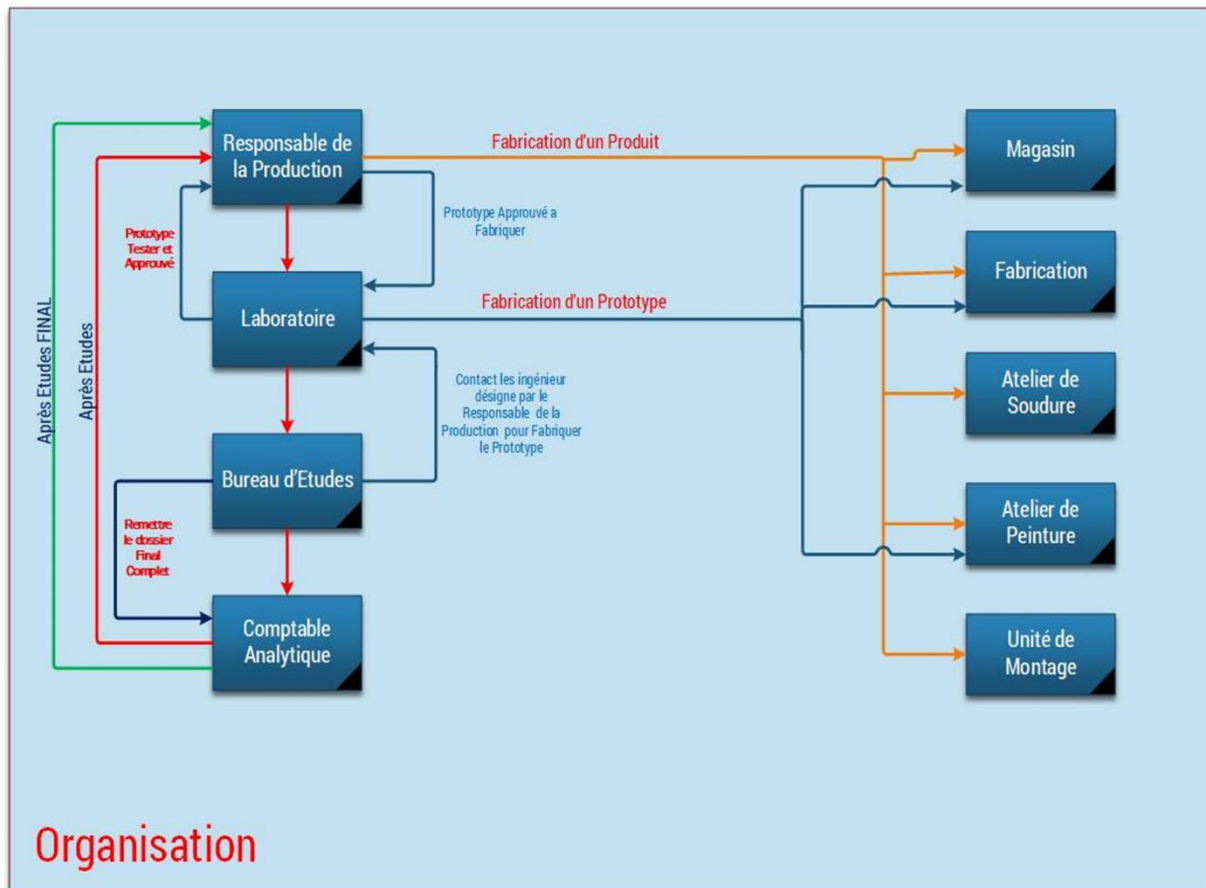


Figure I.3 : l'organisation de l'entreprise

1.4 Chaîne de production de l'entreprise :

1.4.1 Une rouleuse coqueuse de tôle :



Figure I.4 : Une rouleuse coqueuse de tôle

La rouleuse, une machine-outil de tôlerie, est utilisée dans le cintrage et le roulage de tôles fines et fils d'acier. La rouleuse doit être montée sur tôle ou sur pieds selon la taille. 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



Figure I .5 : Exemple sur les étapes de formation

1.4.2 Un centre d'usinage de Tôle FICEP



Figure I .6 : Un centre d'usinage de Tôle FICEP

1.4.2.1 Définition

Le PLASMA est un procédé de découpe par fusion localisée dans lequel le jet de gaz ou d'air comprimé chasse le métal porté à une température de fusion. La température générée par l'arc électrique est voisine de 18000°C. Le terme PLASMA est utilisé lorsque la matière gazeuse n'est plus composée d'atomes et de molécules, mais d'ions et d'électrons. Ces derniers apparaissent lors de la scission des molécules et des atomes. Cet état est atteint lorsque plusieurs

conditions sont réunies (gaz, pression, température élevée). On nomme PLASMA, le quatrième état de matière. [2]

1.4.2.2 Caractéristiques techniques standard

- Construction en boîtier à double poutre pour une déflexion minimale lors de l'usinage
- 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.
- Installation simple au sol sans avoir besoin de fondations spéciales
- Encombrement minimal (jusqu'à 60% de moins que les autres solutions).
- Fraisage et perçage à grande vitesse avec des vitesses de broche de 6000tr/min et un changeur d'outils automatique.
- 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.
- Le laser de précision pour le référencement des plaques élimine le besoin d'équarrir les plaques avant le traitement.
- L'axe X secondaire augmente la productivité et permet le fraisage sans avoir à positionner le portique.
- Le changement d'outil se produit pendant que la plaque reste serrée pour un taraudage, un fraisage, un alésage et un fraisage de précision.
- Fraisage hélicoïdal pour les trous plus grands avec un outillage à faible coût
- 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 Gemini gère des tôles légères à lourdes pour la découpe thermique, le marquage, le fraisage, le perçage, le taraudage, le chanfreinage et plus encore sur un seul système avec une précision sans précédent.

1.4.2.3 Ces différents procédés



Figure I.7 : Découpage

- **Coupe**

La conception du portique mobile de Gemini permet une plus grande gamme de tailles et d'épaisseurs de plaques sans se soucier du poids de la plaque et de la manutention des matériaux en raison du traitement et du chargement/déchargement simultanés.

Fourni avec des torches plasma et oxy-combustible en option, le Gemini peut couper des plaques de 3/16" (5 mm) à 12" (305 mm) en acier et de 3/16" (5mm) à 1-1/2" (40 mm) en inox, laiton et aluminium.

La précision de positionnement de la machine de 0,004" (0,1 mm) garantit des pièces de qualité pour un meilleur ajustement et moins de temps de soudage.

Pour les travaux de tôlerie lourde, le Gemini peut être fourni avec jusqu'à trois chalumeaux oxy-combustible pour un décapage précis ou une coupe en plusieurs parties.

Le Gemini peut être équipé de différentes torches plasma Hypertherm en option et d'un progiciel d'imbrication de plaques pour maximiser l'utilisation des matériaux avec une imbrication efficace des pièces.

Le matériel CNC Fanuc est fourni avec une interface humaine utilisant le Logiciel Steel Project Plm.



Figure I.8 : Marquage et gravure

- **Marquage et gravure**

Les lignes de fabrication et de pliage peuvent être indiquées avec un outil de traçage ou un marquage au plasma.

Des marques d'identification et des numéros de pièce pour la fabrication peuvent être ajoutés avec l'outil de traçage, le marqueur plasma ou un marqueur à pointe.

Un marquage plus profond adapté à la visualisation après peinture ou galvanisation peut être effectué avec un traçage.

Les emplacements de centre pour le positionnement et le soudage des pièces avec des points de référence sont réalisés avec notre outil de traçage « en instance de brevet ».



Figure I.9 : Biseautage des bords

- **Biseautage des bords**

Le Gemini peut réaliser des préparations de soudure soit par fraisage, soit par chanfreinage au plasma. Pour les chanfreins de précision, le fraisage est plus précis et des chanfreins à rainure en J peuvent également être réalisés. Pour les biseaux variables, les grandes pièces et les préparations K, le biseautage au plasma est le procédé le plus économique. Pour une meilleure efficacité du soudage, les préparations en J et la réduction d'épaisseur peuvent être effectuées avec des outils de fraisage.



Figure I.10 : Surfaçage et rainurage

- **Surfaçage et rainurage**

Traditionnellement, ces opérations étaient effectuées sur de grands centres d'usinage ou des aléseuses après fabrication.

La précision du Gemini dans la coupe et l'usinage signifie que bon nombre de ces opérations peuvent être effectuées sur la plaque de stock, éliminant ainsi les dépenses, les coûts de manutention, l'espace au sol et les délais des opérations secondaires.

Pour la fabrication, le fraisage des surfaces de préparation de soudure peut réduire considérablement les coûts de soudage.



Figure I .11 : Perçage et taraudage

- **Perçage et taraudage**

La broche d'usinage à grande vitesse du Gemini permet un perçage extrêmement productif de trous de 1/8" (3 mm) à 3,15" (80 mm). Pour les trous plus grands jusqu'à 15,7" (400 mm), la Gemini peut fraiser des trous avec une précision exceptionnelle (<0,004" (0,1 mm) tolérance sur le diamètre et la concentricité).

Le positionnement à grande vitesse de la broche (sous-axes X et Y) combiné à un serrage à grande surface offre une productivité très élevée pour les tailles de trous les plus courantes (trous de 18 à 15/16" (22 mm) de diamètre par minute sur des centres de 4" (100 mm)).

La précision du Gemini offre une précision sans précédent des emplacements trou à trou et trou à bord.

Pour de nombreuses applications, les trous taraudés dans les composants peuvent réduire le temps de soudage, de montage et d'assemblage. Pour le taraudage, le système de contrôle numérique fournit des filetages de haute qualité sur des trous taraudés aussi petits que 1/8" (3mm) pour les serre-câbles, etc. et jusqu'à 15/16" (22 mm) pour les boulons structuraux.

1.4.3 Un centre de découpe au LASER TRUMPF :

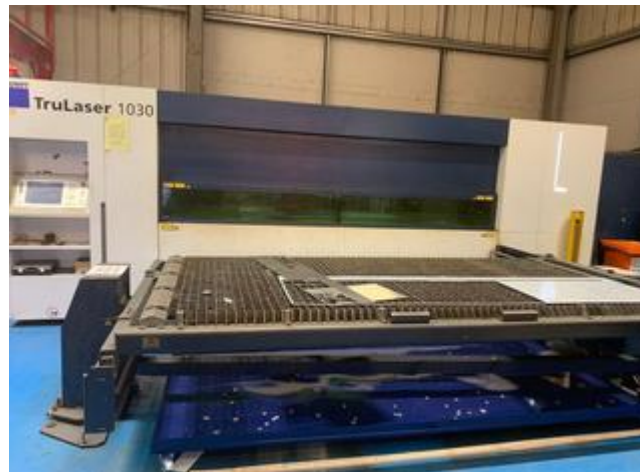


Figure I .12 : Un centre de découpe au LASER TRUMPF

1.4.3.1 Définition

Machine de découpe laser FIBRE TRUMPF TRULASER 1030 a été fabriquée en 2015 aux États-Unis. La machine utilise une source laser TRUDISK 2001 d'une puissance de 2 kW, qui permet de découper des tôles d'une épaisseur maximale de 12 mm. 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). La table de la découpeuse laser a des dimensions de 1500×3000 mm, et le laser est capable de traiter la tôle à une vitesse de 40 m/min.

Cuting time only : 2100 hour (machine worked very little)

Power on time : 35000 hour

1.4.3.2 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 mm

- 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 heures

1.4.4 Un centre de pliage de tôle TRUMPF :



Figure I .13 : Un centre de pliage de tôle TRUMPF

1.4.4.1 Définition

Une presse plieuse est une machine-outil utilisée en chaudronnerie et en métallerie pour plier la tôle ; elle est constituée d'un poinçon (contre-vé) et d'une matrice en forme de V, de U, ou de tout autres forme en fonction du profil recherché ; la tôle est entre le vé et le contre-vé (on parle de pénétration lorsque la tôle rencontre le poinçon) ; le contre-vé descend formant alors le pli. [3]

1.4.4.2 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.

1.4.4.3 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.

1.4.4.4 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

1.4.5 Une guillotine AMADA



Figure I .14 : Une guillotine AMADA

La cisaille guillotine sert à découper les tôles. Elle est largement répandue dans l'industrie transformatrice des métaux, principalement dans les chaudronneries et les métalleries.

Agissant comme la lame d'une guillotine ou d'une paire de ciseaux, la lame supérieure va pénétrer le métal et le coincer sur une lame inférieure.

1.4.6 La cintrreuse de tubes SILVERLINE



Figure I .15 : cintrreuse de tubes

La cintrreuse de tubes est un appareil respectant le matériau et ses caractéristiques. La procédure de cintrage intervient dans une industrie pour former les tubes en métal en prenant en compte l'angle et le rayon de cintrage définis à l'avance.

1.4.7 Atelier de soudage

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



Figure I .16 : Poste à souder QINEO BASIC 450

- 450 A courant de soudage
- Unité d'entraînement de fil séparée
- 5m de câble de connexion
- Refroidi à l'eau

Le poste à souder MIG-MAG est composé d'un dévidoir de fil à souder et d'un générateur. Lors de l'appui sur la gâchette de la torche à souder, trois actions se produisent en parallèle : le fil de soudure se déroule et avance à une vitesse programmée à l'avance sur le poste, le gaz s'échappe de la buse, le fil électrisé par le tube contacte et crée l'arc électrique.

Au contact de la pièce à souder reliée à la masse du poste, le fil commence à fondre puis un arc se forme entraînant la fonte du fil d'une part et de la pièce d'autre part.

2 CHAPITRE II

Procédés de mise en forme des pièces mécaniques

2.1 Introduction

L'objectif premier de la mise en forme des métaux est de conférer à une pièce métallique des dimensions situées dans une fourchette de tolérance donnée. Les principaux procédés de mise en forme des métaux sont apparus progressivement, donnant naissance par la suite à diverses variantes, parfois très nombreuses. Les formes modernes des divers procédés sont le plus souvent apparues récemment pour assurer la production en grande série de pièces à faible coût.

Dès les débuts de l'élaboration des métaux et alliages métalliques à partir de minerais sont pratiqués, semble-t-il, le moulage à partir de l'état liquide, le forgeage libre à chaud de pièces massives brutes de coulée ou réchauffées et le formage à froid de feuilles métalliques. Il s'agit en effet d'une extension assez naturelle du processus d'élaboration mettant en jeu des moyens simples : des moules, un outil de frappe et un support. Par la suite, il a fallu attendre 1940 pour que les Allemands inventent la forge à froid (extrusion) des aciers pour fabriquer des pièces d'armement en économisant des éléments d'alliage, et 1970 pour que, dans le cadre des politiques d'économie d'énergie, la coulée continue des demi-produits en acier prenne son véritable essor industriel.

Vers les premiers siècles de l'ère chrétienne, apparaissent les procédés d'étirage de fils à travers des plaques percées et d'usinage de pièces à l'aide de burins, forets, limes et scies. Petit à petit, ces procédés mécaniques d'usinage (dits traditionnels) se sont diversifiés en tournage, fraisage, perçage, rectification... procédés pratiqués sur diverses machines-outils spécialisées ; leur mise en œuvre et leurs performances ont considérablement évolué à partir de 1960 avec l'introduction de la commande numérique qui donne naissance, entre autres machines-outils polyvalentes, aux centres d'usinage. Il s'agit des procédés de mise en forme des métaux les plus importants d'un point de vue économique.

À la Renaissance, apparaissent le laminage, devenu depuis, du fait de sa très haute productivité et de sa grande polyvalence, le procédé de mise en forme sans enlèvement de matière le plus important, et le procédé de gravure par eau forte, devenu à l'ère moderne l'usinage chimique. Ce dernier procédé reste toutefois le procédé d'usinage non traditionnel le plus confidentiel, à côté des autres procédés développés à partir de 1945 : électroérosion, usinage électrochimique, au jet d'eau avec et sans abrasif, oxycoupage, avec un faisceau de lumière laser ou d'électrons, usinage par ultrasons... Ces procédés ont permis, entre autres applications, de résoudre les problèmes d'usinage des matériaux de faible usinabilité mécanique, comme les outils de mise en forme.

2.2 Réalisation par déformation

2.2.1 La découpe laser :

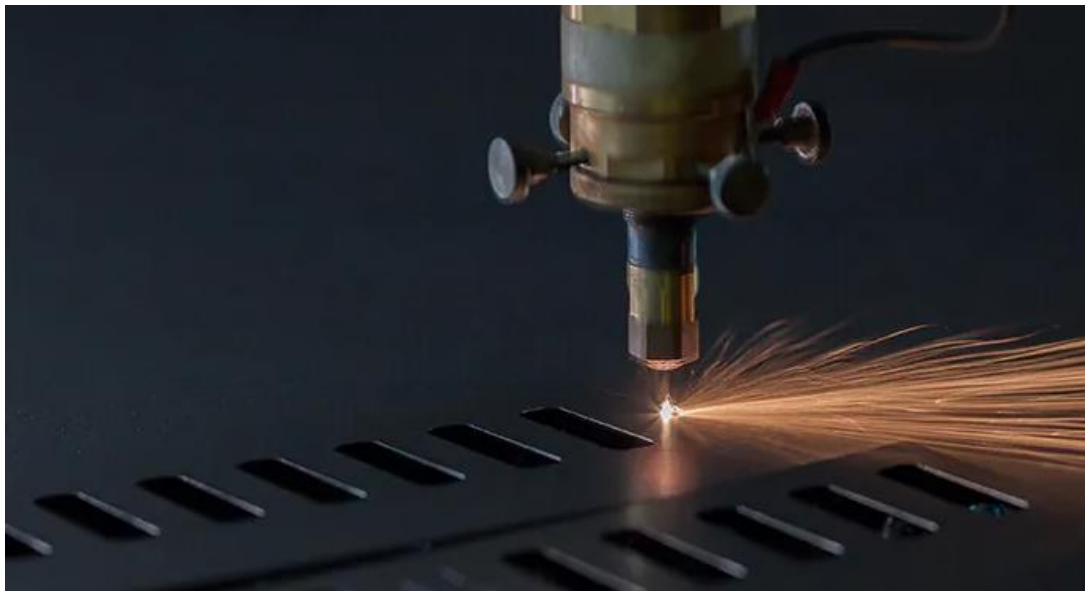


Figure II .1 : La découpe laser

2.2.1.1 Définition

Le Découpage Laser est une technique de fabrication soustractive numérique qui consiste à découper et graver de la matière grâce à un laser. La découpe au laser peut s'effectuer sur différents matériaux, tels que le plastique, le bois, le carton... Le procédé consiste à découper des matériaux à l'aide d'un laser puissant et très précis qui se concentre sur une petite surface du matériau. La focalisation du rayon laser sur la zone réduite, permet d'élever la température de la matière jusqu'à la fusion ou vaporisation. Comme la zone affectée thermiquement par le rayon laser est relativement faible (autour de 0,5 mm), les parties découpées présentent des

déformations mineures. En général, un ordinateur est utilisé pour diriger le laser et tracer le chemin de découpe.

2.2.1.2 Comment fonctionne la découpe laser ?

Le principe du procédé laser de découpe repose sur l'amplification de la lumière par émission stimulée de radiations. Sous l'action d'un arc électrique dense, un électron d'un atome de dioxyde de carbone (CO₂), est déplacé dans son champ gravitationnel.

2.2.1.3 Pourquoi choisir la découpe laser ?

La découpe laser transperce la matière sans additif et sans contact. Ce processus permet de réduire les risques de contamination des matériaux, de pertes et de dommages comparés à d'autres procédés de découpe classiques comme la découpe mécanique ou par jet d'eau.

2.2.1.4 Quel type de fichier pour découpe laser ?

La découpe laser nécessite des fichiers graphiques vectoriels alors que la gravure laser peut être réalisée à partir d'images en Haute Définition.

Découpe : svg .ai .pdf .dxf.

Gravure : svg .ai .pdf .jpg .bmp .png

2.2.2 La découpe plasma :



Figure II .2 : La découpe plasma

2.2.2.1 Définition

Un gaz est soufflé à haute pression par la buse de la torche à plasma. Il est alors créé un arc électrique entre l'électrode et la pièce, qui transforme le gaz en un jet de plasma. Le plasma amène la pièce à la température de fusion.

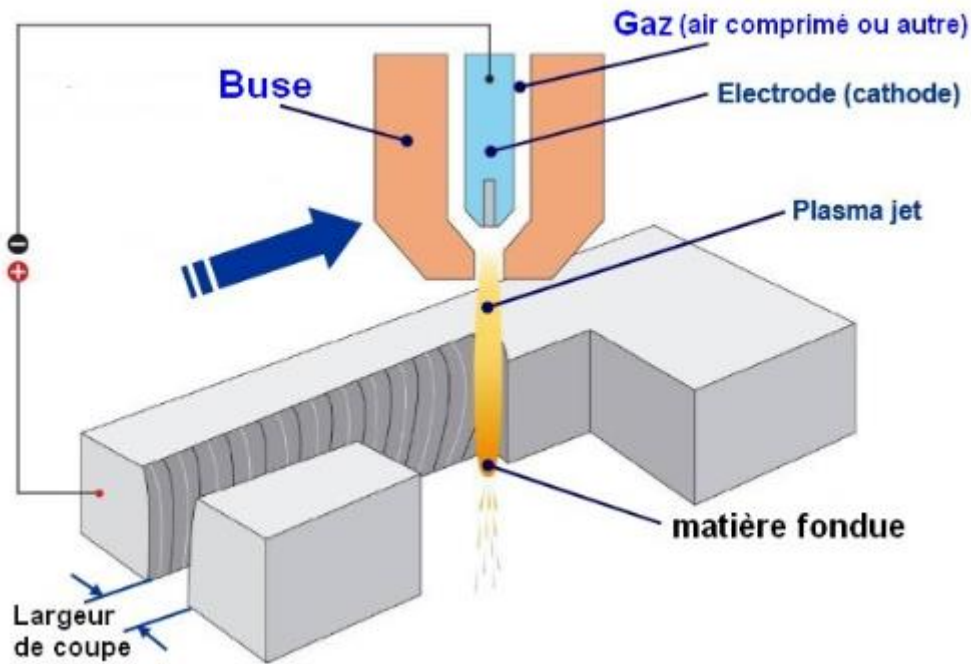


Figure II .3 : Principe de découpe plasma

2.2.2.2 Fonctionnement du PLASMA :

a) Création d'un arc électrique : Entre une électrode en tungstène ou en zirconium et la pièce à couper, un arc électrique est créé. L'arc est très localisé.

b) Ouverture du gaz ou du mélange plasmagène : Grâce à une convection forcée au travers d'un orifice de faible diamètre, l'arc et le gaz sont dirigés sur une zone très précise. Le gaz devenu PLASMA dont le débit est suffisant, permet de chasser le métal en fusion.

c) Découpe : Après l'amorçage et le début de la coupe, il suffira de garder une hauteur constante, manuellement ou automatiquement sur certaines installations (machines de coupes) et de se déplacer pour effectuer la découpe voulue.

2.2.2.3 Quel gaz utilisé pour un découpeur plasma ?

Dans le processus de découpe au plasma, différents gaz peuvent être utilisés : L'azote, quelquefois l'air comprimé pour des faibles épaisseurs. L'argon/hydrogène pour des épaisseurs plus élevées, allant de 6 à 15 millimètres.

2.2.2.4 Gaz plasmagènes :

- Air comprimé
- Oxygène
- Azote
- Argon/hydrogène (mélange binaire)
- Argon/hydrogène/azote (mélange ternaire)

Les gaz plasmagènes ont pour rôle de faciliter l'amorçage de l'arc électrique et aussi de réduire l'usure des buses et des tuyères. Certaines torches PLASMA utilisent aussi en plus d'un vortex de gaz, un vortex d'eau pour concentrer davantage le jet de PLASMA.

2.2.3 Le Pliage

2.2.3.1 Définition

Le pliage est une opération de formage à froid de tôles planes par déformation permanente. Pour cela, il faut tout d'abord placer la tôle sur une matrice (ou vé), appuyée contre des butées réglées auparavant, puis on applique une force sur une partie de la tôle grâce à un poinçon (ou contre-vé).

L'effort nécessaire à l'obtention du pli dépend de la limite élastique du métal, de l'épaisseur de la tôle, et de la longueur et de la direction du pli.

Il existe plusieurs méthodes de pliage : le pliage en V, le pliage par encastrement, le pliage par cambrage en U, le pliage en l'air et le pliage en frappe.

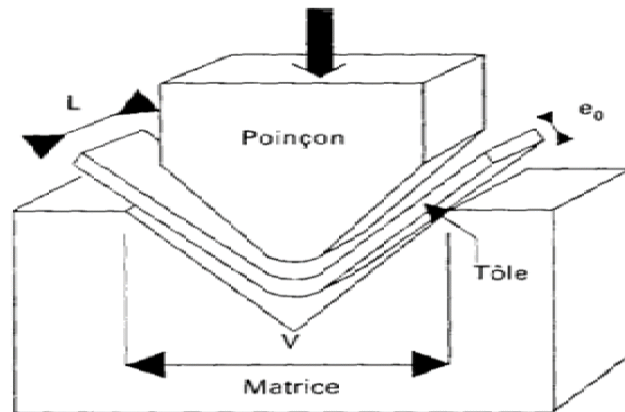


Figure II .4 : Exemple de pliage

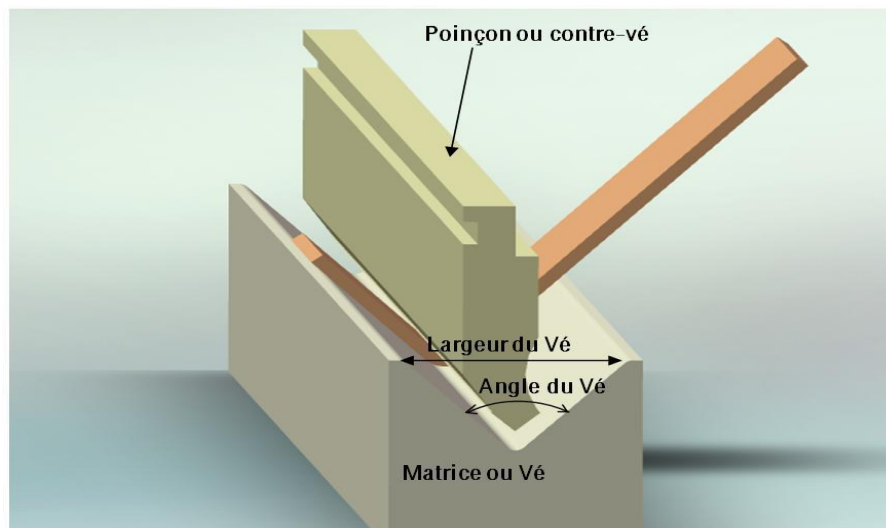


Figure II .5 : Technique de pliage

2.2.3.2 Différents modes de pliage :

Suivant la géométrie des poinçons et des matrices, les différents types de pliage sont comme suit :

a. Pliage en V (en presse plieuse) :

Le cas de pliage en V, le serre-flan est inutile. La variation de l'angle de poinçon et de la matrice entraîne la variation de l'angle de formage de la tôle. Selon la course imposée au poinçon, le pliage en V peut s'effectuer par deux procédés :

- En l'air,
- En frappe.

Le schéma du pliage pour ces deux méthodes est assimilé à un schéma de flexion. Les points d'appuis représentent les arêtes du vé, et une flèche symbolise une force. C'est le réglage de la descente du poinçon qui donnera l'angle final du pliage. La figure II .6 montre le principe de pliage en V :

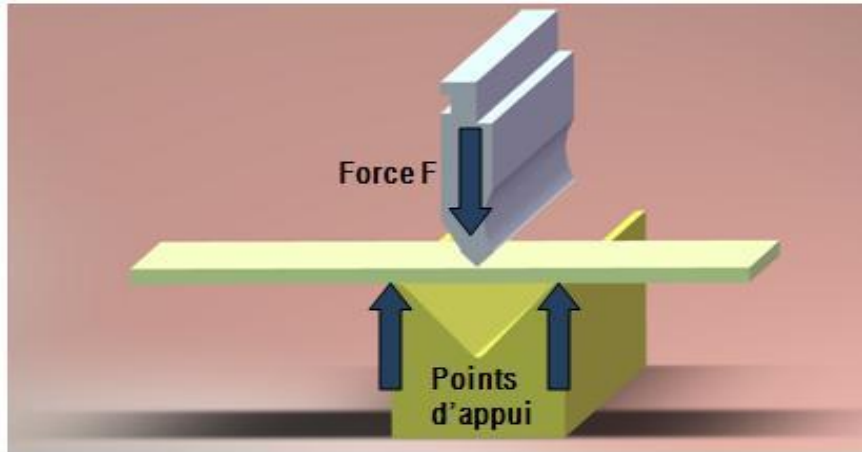


Figure II .6 : Principe de pliage en V

b. Pliage en l'air :

Il s'agit d'une méthode de pliage de tôles épaisses, la matrice est composée de deux points d'appuis sur lesquels, la tôle prend position.

L'effort de pliage cesse lorsque la tôle arrive au fond du Vé. L'angle finale est celui du Vé, augmenté du retour élastique de la tôle, environ 2 à 3°. Ce mode de pliage est couramment utilisé car les forces appliquées sont environ 5 fois moins importantes que pour du pliage en frappe. L'angle du poinçon est généralement de 88° pour obtenir des angles de 90° à 180°.

Avec le pliage en l'air, suivant la position du poinçon en fin de course, différents angles peuvent être obtenus avec le même outillage.

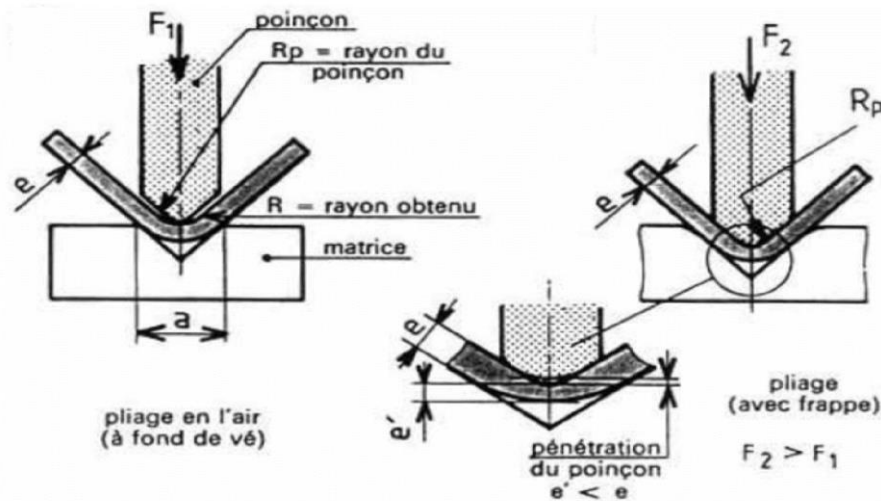


Figure II .7 : Principe de pliage en l'air

c. Pliage en frappe :

Cette opération de pliage s'effectue en deux. Tout d'abord, un pliage (en l'air) est effectué jusqu'à l'angle désiré. Ensuite, le poinçon descendu rapidement, va frapper et marquer la tôle jusqu'à réduire, voire éliminer totalement le retour élastique. On réalise un emboutissage de la pièce, en imprimant une force importante dans la pièce.

Les angles du poinçon et de la matrice sont égaux à l'angle à obtenir. Cette méthode est réservée à des tôles d'épaisseurs inférieures à 2 mm.

Les figures suivantes, représentent les outils avec lesquels, le pliage en l'air et le pliage en frappe, ont été réalisés :

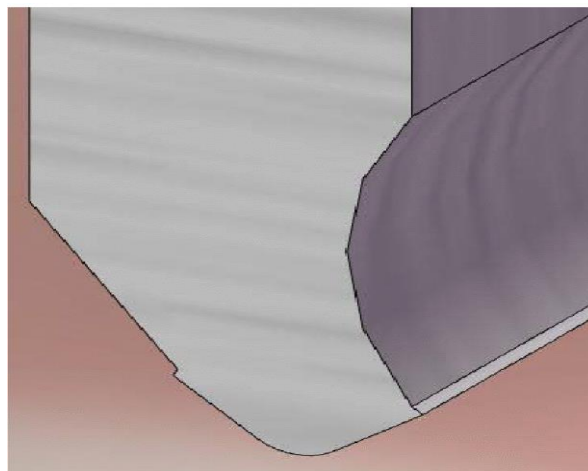


Figure II .8 : outil de pliage en l'air

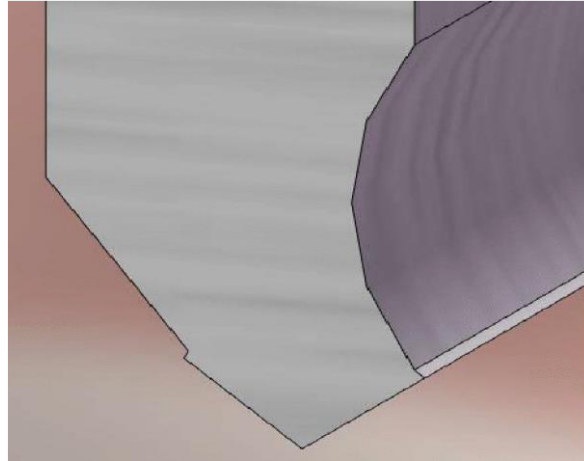


Figure II .9 : outil de pliage en frappe

d. Pliage en U :

Le principe est voisin de celui du pliage en V, seuls les outils (poinçons et matrices) seront différents. Cela ressemble cependant à de l'emboutissage. On peut obtenir avec cette méthode une infinité de formes pliées, si les outils sont disponibles.

Le pliage en U comprend un serre-flan mobile qui bloque la matière sous le poinçon et évite donc les glissements de la tôle lors de la mise en forme entre les deux blocs matrices.

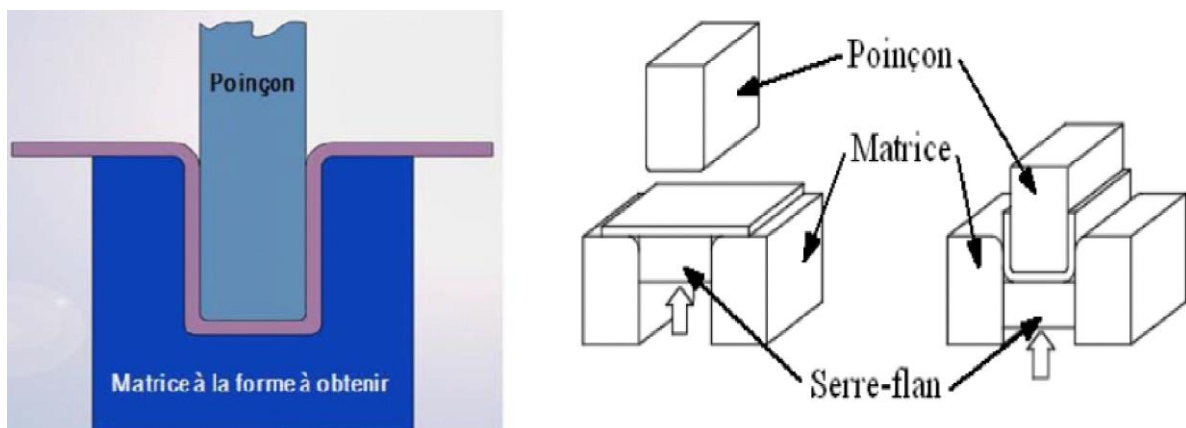


Figure II .10 : Principe de pliage en U

e. Pliage en L

Le principe de pliage en L est simple. Il consiste à plier un flan en porte-à-faux, à 90°, maintenu entre la matrice et le serre-flan.

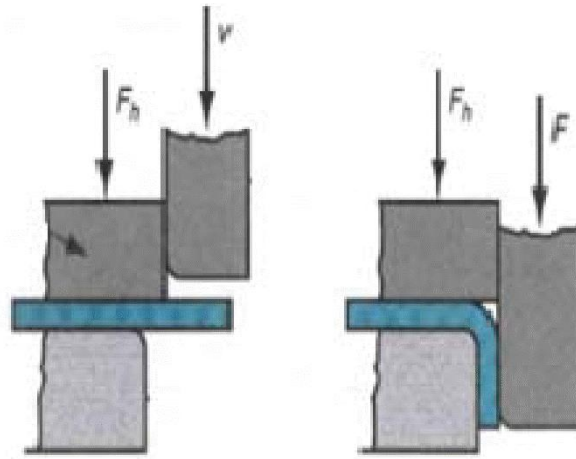


Figure II .11 : Pliage en L

Lors de l'opération de pliage des déformations naissent dans la zone pliée. Les fibres intérieures sont comprimées tandis que les fibres extérieures subissent un étirement (sollicitées en traction) (voir la figure II .12).

Plus le rayon est petit, plus les déformations dues au pliage sont grandes. Pour un pliage dans un angle vif, soit un rayon nul ($R=0$), la pièce est à rejeter, à cause de l'apparitions de criques sur la zone étirée de la pièce (Voir figure II .14). Pour un pliage réussi, le rayon R sera donc choisi assez grand, et, si possible, égal à 5 fois l'épaisseur de la tôle.

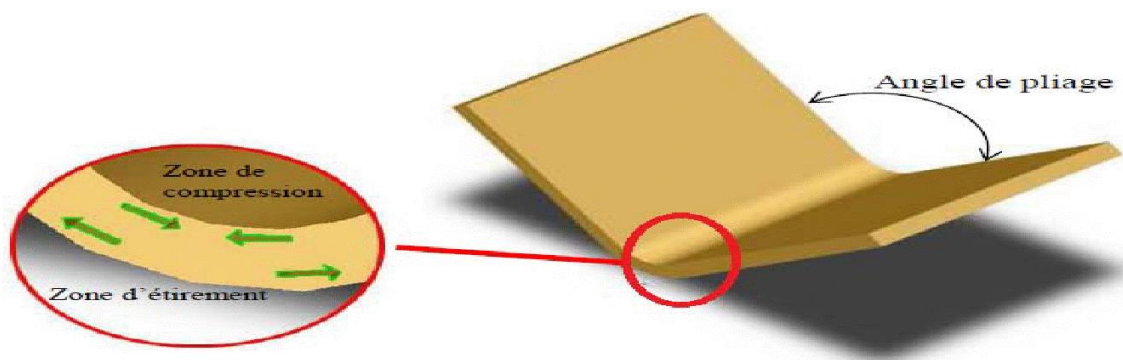


Figure II .12 : Angle de pliage

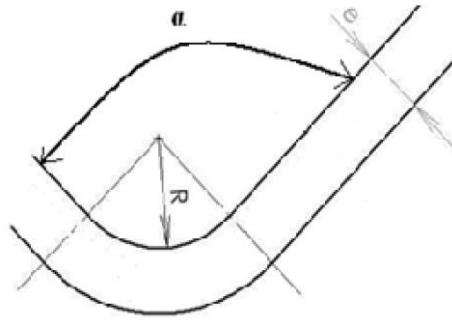
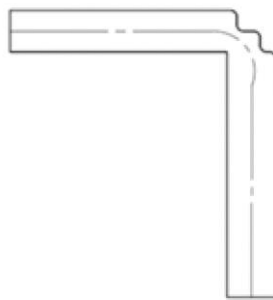


Figure II .13 : Rayon de pliage

Figure II .14 : Déformations à un angle vif ($R=0$)

Entre les deux zones de déformations, la fibre neutre qui ne subit aucun allongement ni raccourcissement, sera la base du calcul de la longueur développée.

En effet, si nous savons déterminer la longueur de cette fibre qui ne subit aucune déformation après pliage, nous trouverons la longueur de la tôle avant pliage.

Elle se situe à la distance (a) du bord intérieur. Suivant le rapport (R_i/e), la distance (a) varie, comme l'indique le tableau suivant :

R_i/e	Approche1	Approche2	Approche3
a	$e/3$	$2e/5$	$e/2$

Tableau II.1 : Variation de la distance (a) suivant le rapport (R_i/e)

2.2.3.3 Retour élastique

Lors du pliage en l'air, lorsque l'on relève l'outil, la force appliquée à la pièce redevient nulle. A ce moment, les matériaux étant élastiques, la pièce s'ouvrira légèrement. Il faut donc obtenir un angle inférieur à l'angle voulu pendant le pliage, pour obtenir un angle final exact au relâchement de l'outil. Il faut bien sûr effectuer un ou plusieurs essais pour connaître le comportement exact du produit que l'on travaille. Il faut aussi veiller au sens de laminage des tôles, car le retour élastique est plus important, si l'on plie perpendiculairement au sens de laminage

L'angle final (α_f) obtenu, diffère de celui imposé par l'outillage (α_i) de la valeur correspondant, à ce retour élastique. Plus la limite élastique du matériau, est grande plus le retour élastique sera grand. On peut vouloir estimer ce retour élastique qui dépend aussi du rayon de pliage et de l'épaisseur de la tôle.

Le phénomène de retour élastique est quasi inexistant lors du pliage en frappe car on imprime avec force le poinçon dans la pièce, pour dépasser la limite d'élasticité.

La figure II .15 : décrit le phénomène du retour élastique :

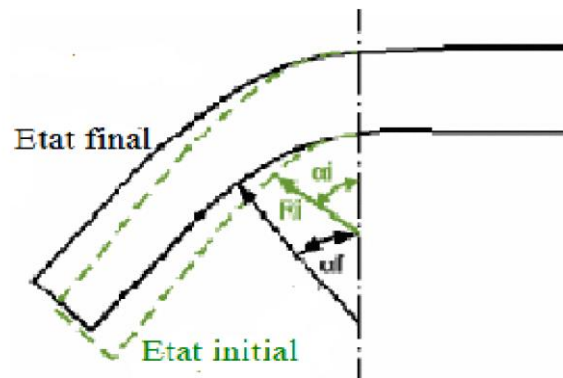


Figure II .15 : le phénomène du retour élastique

2.2.3.4 Paramètres influant sur l'opération de pliage

Les différents paramètres influant sur le pliage sont comme suit :

a. Rayon de la matrice de pliage

Afin d'éviter le découpage ou l'étirage de la pièce à plier, le rayon de la matrice doit être supérieur à deux fois l'épaisseur de la tôle.

$$r \geq 2e$$

b. Jeu du pliage

Lors de la conception de l'outil de pliage, il faut prévoir un jeu de pliage entre l'arête verticale extérieure du poinçon et l'arête intérieure de la matrice. Le jeu doit être égal à l'épaisseur de la tôle plus une tolérance maximale.

$$J \geq e + \text{tolérance max}$$

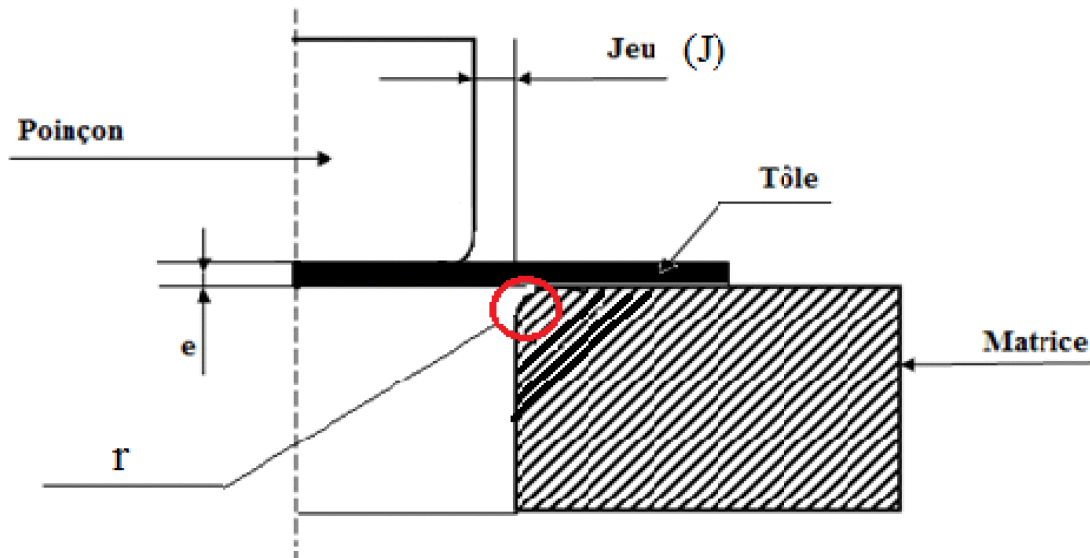


Figure II .16 : Jeu du pliage et le rayon de la matrice

c. Effort de pliage

En pratique, on admet que l'effort nécessaire pour former un pli est égale au dixième de l'effort nécessaire pour cisailer la section de tôle à cet endroit.

$$P_{CR} = e \cdot L \cdot R_c / 10$$

e : l'épaisseur de la tôle, (en mm).

L : la longueur de la ligne de cambrage, (en mm).

R_c : résistance de la tôle au cisaillement, (en daN /mm²).

Il faut noter, que l'encombrement des outils utilisés conduit à l'emploi de presses qui exercent un effort nettement supérieur à celui requis.

Le calcul de l'effort de pliage s'avère donc inutile pour le choix de la presse à utiliser.

2.2.4 Le cintrage

2.2.4.1 Définition

Le cintrage est un procédé mécanique de déformation d'un tube ou d'une barre, suivant un rayon et un angle avec une cintrreuse. Le terme cintrage est aussi utilisé pour désigner globalement la transformation d'un produit cintré. Il existe plusieurs techniques : par enroulement, par poussée, par roulage et par emboutissage.

Les profilés tubulaires présentent une section régulière de forme cylindrique, carrée ou rectangulaire. La seconde caractéristique à prendre en compte lors du coulage et l'épaisseur du tube.

Deux familles de tube existent. Les tubes épais dits de " chauffage ", et les tubes minces dits " serrurier ".

2.2.4.2 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]

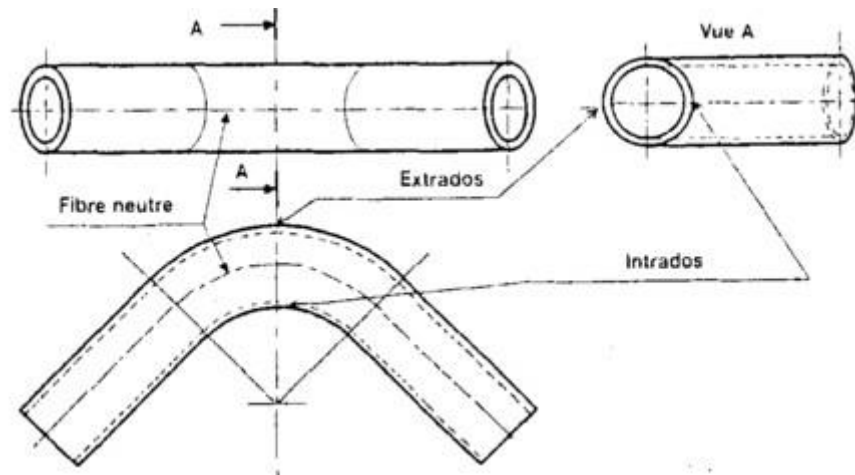


Figure II .17 : Les parties d'un tube cintré

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.

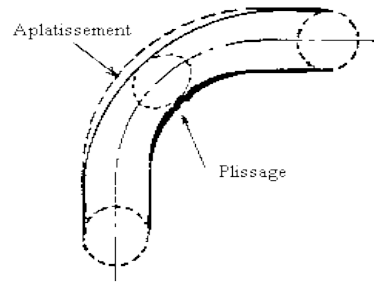


Figure II .18 : exemple d'aplatissement et de plissage

2.2.4.3 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°).

$$R < 3D \text{ jusqu'à } D > 50 \text{ mm}$$

$$R < 4 D \text{ pour } D > 50 \text{ mm}$$

Calcul de la LD.

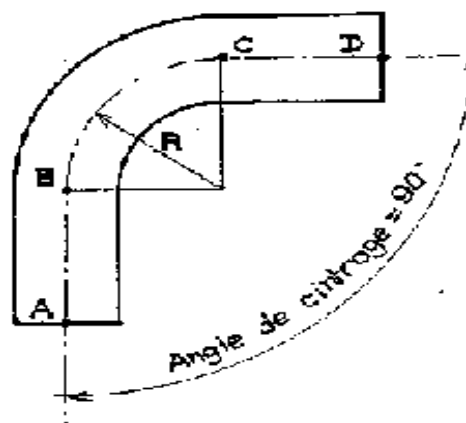


Figure II .19 : exemple de calcul de la LD

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.

2.2.4.4 Cintreuse VIRAX OU MINGORI

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

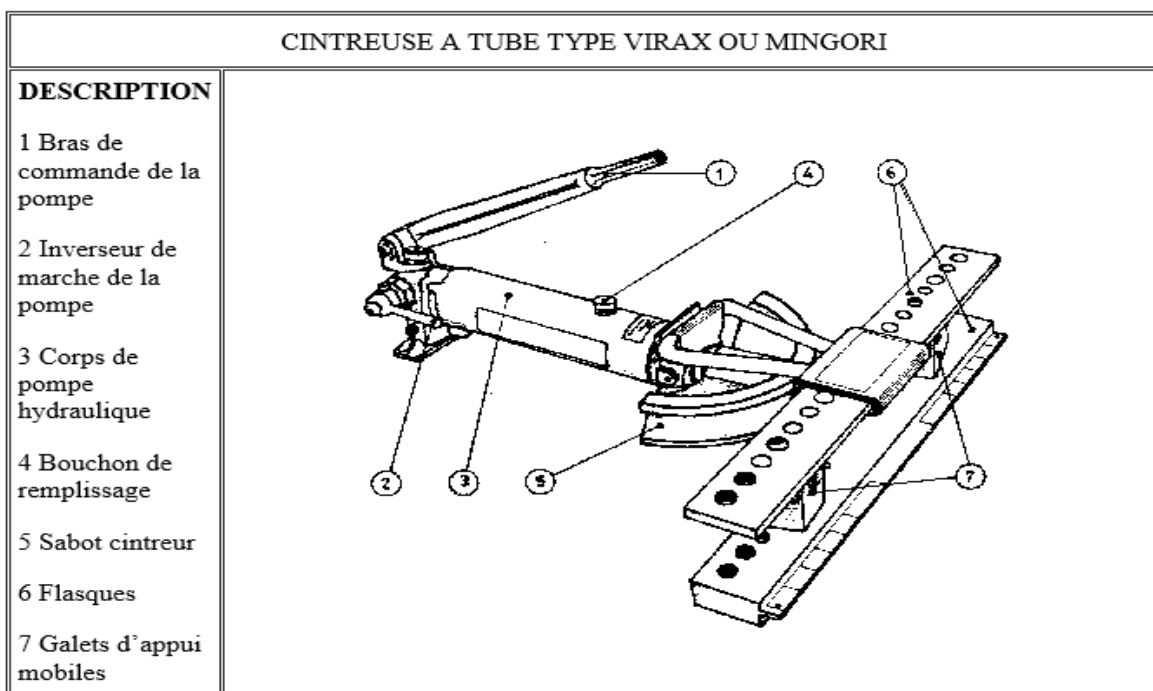


Figure II .20 : Cintreuse VIRAX OU MINGORI

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

Tableau II .2 : tableau constructeur

2.2.4.5 Principe de fonctionnement :

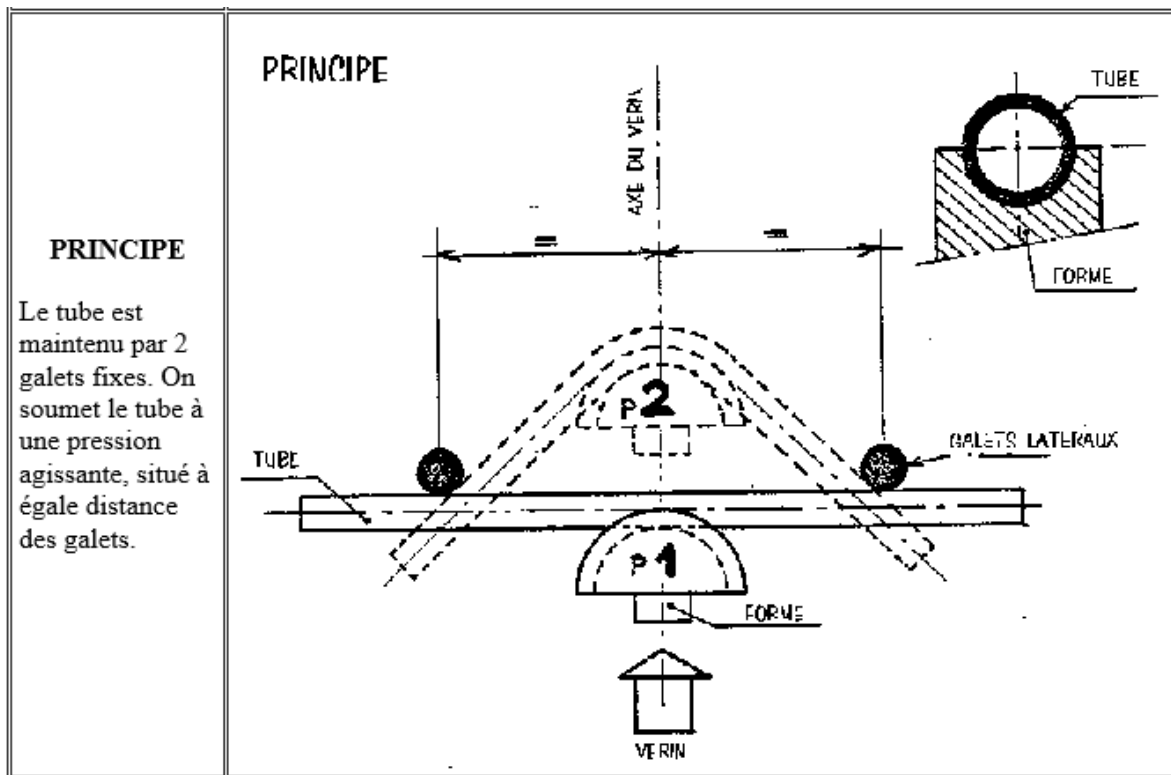


Figure II .21 : Principe de fonctionnement

2.2.4.6 Exemple de cintrage simple :

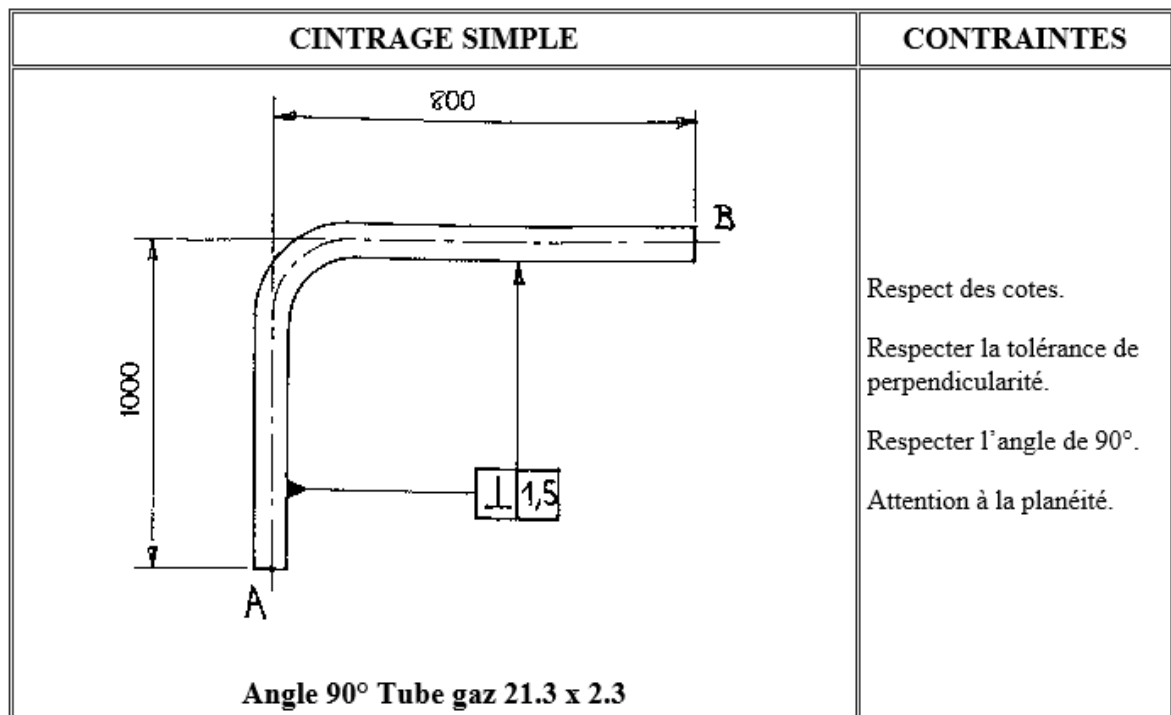


Figure II .22 : Exemple d'un cintrage simple

2.2.4.7 Mise en position dans la machine :

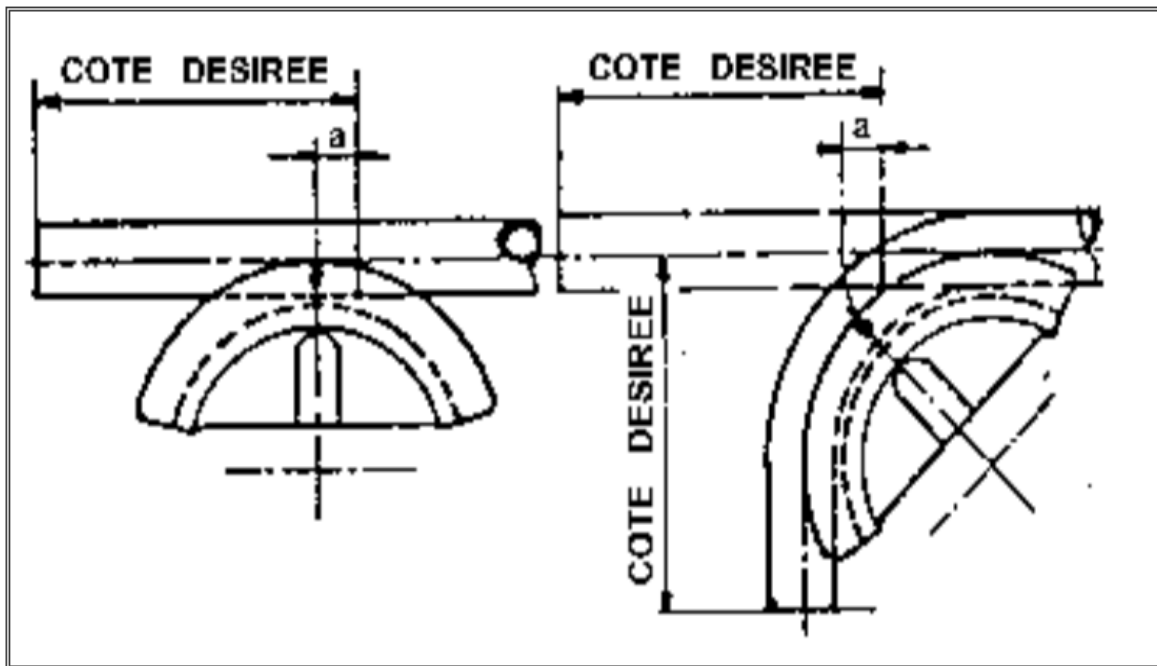


Figure II .23 : La mise en position dans la machine

2.2.4.8 Définition du cintrage à chaud :

Le cintrage à chaud d'un tube 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 tubes galvanisés ne peut se faire sans détruire la galvanisation.

Rappels :

- S'il s'agit d'un tube soudé, mettre la soudure du tube 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 tube.

2.2.4.9 Définition du cintrage à froid :

Il peut arriver qu'en cintrage, le tube s'ovalise, se plisse ou se déchire. Cela peut provenir d'un mauvais réglage, d'une incompatibilité du tube ou de la machine pour le travail envisagé. Ensuite des rapports entre le diamètre du tube, son épaisseur et le rayon de cintrage doivent

rester dans des limites convenables. Les tubes finis à chaud ou recuits ont un allongement supérieur à celui des tubes formés à froid qui sont plus ou moins écrouis.

2.2.4.10 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 tube. 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.

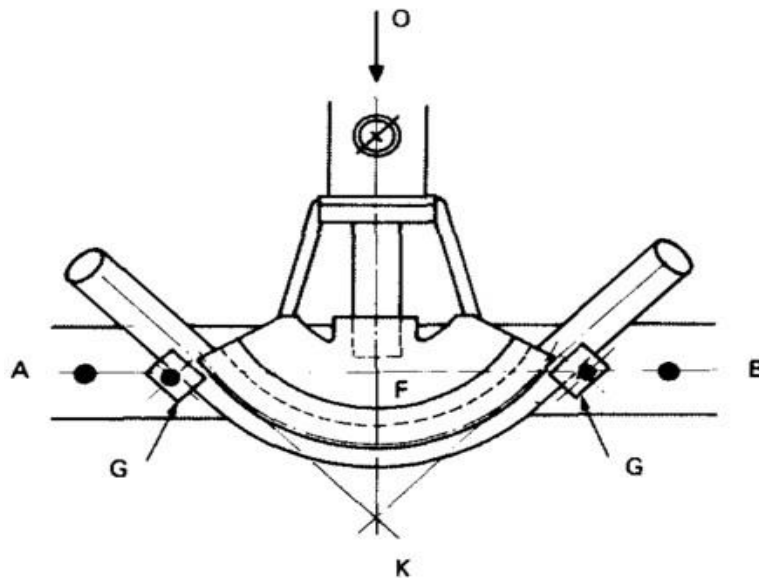


Figure II .24 : cintrage à froid par poussée

2.3 Réalisation par ajout de matière

2.3.1 Le soudage

2.3.1.1 Définition

Le soudage est une opération qui consiste à réunir deux ou plusieurs parties constitutives d'un assemblage, de manière à assurer la continuité entre les parties à assembler, soit par chauffage, soit par intervention de pression, soit par l'un et l'autre, avec ou sans métal d'apport dont la température de fusion est de même ordre de grandeur que celle du matériau de base.

2.3.1.2 Procédés de soudage

Ces procédés en fonction des énergies mises en œuvre peuvent être classés comme présenté dans la figure II.25.

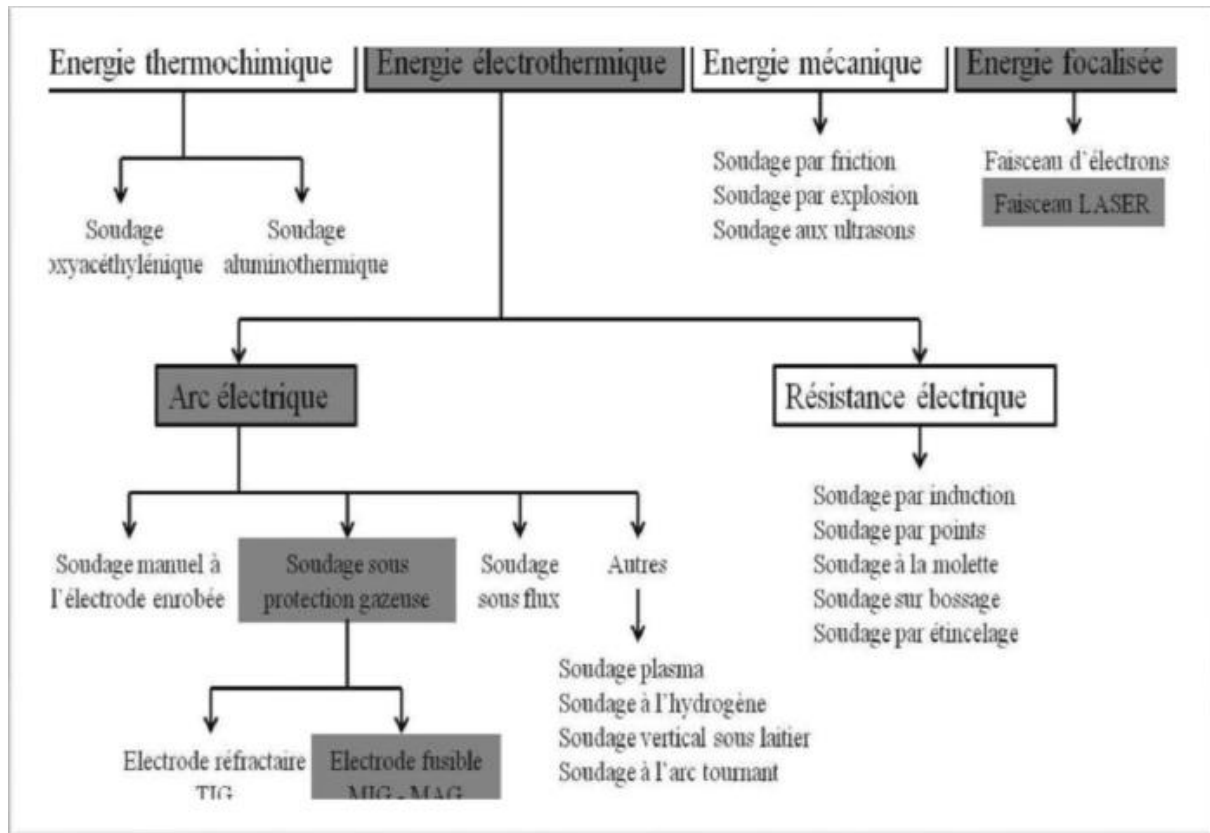


Figure II .25 : Procédés de soudage

2.3.1.3 Définition et principe du soudage MIG-MAG

Découvert au cours de la deuxième guerre mondiale, le développement du procédé MIG-MAG (nommé aussi Gaz Métal Arc Welding, GMAW) visait à réduire le coût de soudage des matériaux épais. Il s'est vite imposé dans l'industrie en raison de son efficacité au regard des soudures importantes. Enfin, comparativement au procédé TIG, déjà employé à l'époque, le procédé MIGMAG s'est aussi révélé plus rapide, notamment sur les matériaux plus épais. Aujourd'hui, ce procédé de soudage est indispensable dans l'industrie de la fabrication en général.

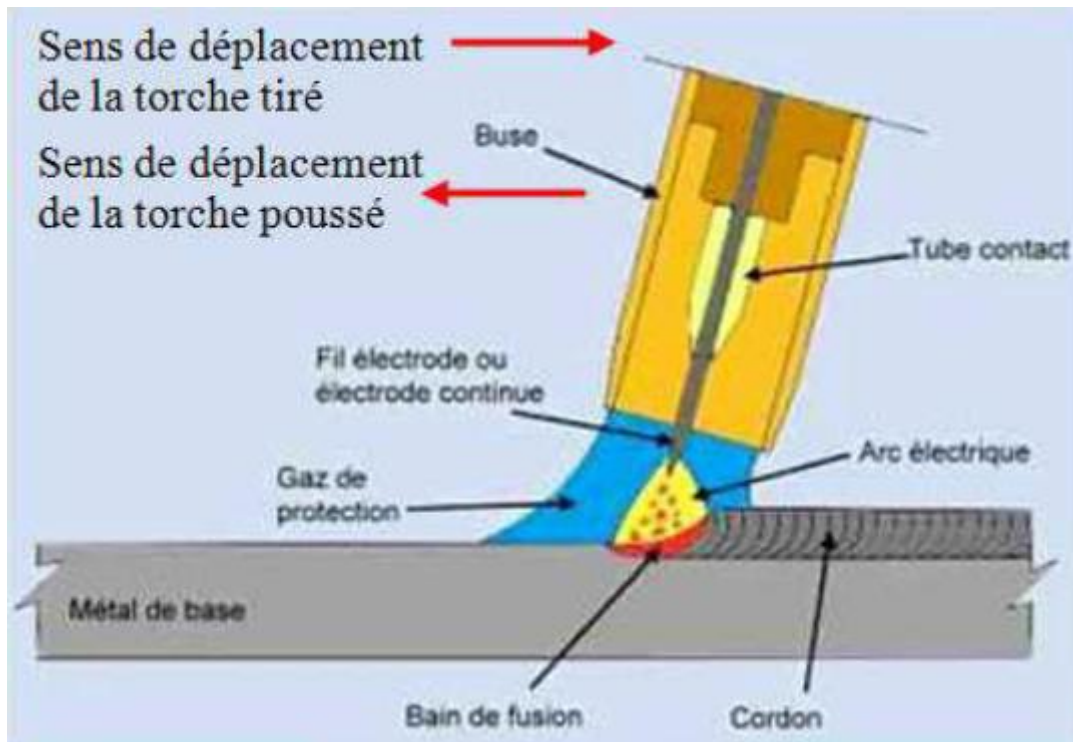


Figure II .26 : Procédés de soudage MIG/MAG

La fusion est obtenue grâce à un arc électrique s'établissant entre le fil-électrode, continu et fusible, et le métal de base (Figure II.22). Un gaz ou un mélange de gaz provenant d'une source externe assure la protection du bain de fusion contre la contamination atmosphérique durant le soudage. La chaleur que dégage l'arc provoque la fusion de l'extrémité du fil-électrode et du métal de base. Différentes formes de gouttelettes de métal fondu, projetées du fil-électrode vers le bain de fusion où elles se solidifient, produisent la soudure désirée. Le fil-électrode, généralement de petit diamètre, est continuellement amené à l'arc de soudage, par un mécanisme de dévidage, où il fond sous l'effet de la chaleur qui y est générée.

Selon la nature du gaz de protection employé, le procédé GMAW se divise en deux catégories et est désigné par un acronyme spécifique. Ainsi, on distingue :

- Le procédé MAG (Métal Active Gaz) qui utilise un gaz actif. Il peut s'agir de gaz carbonique (CO_2), d'un mélange d'argon et de gaz carbonique (Ar-CO_2) ou d'un mélange d'argon et d'oxygène (Ar-O_2).
- Le procédé MIG (Métal Inerte Gaz) qui emploie un gaz inerte, à savoir de l'argon (Ar), de l'hélium (He) ou un mélange d'argon et d'hélium (Ar-He).

Le soudage à l'arc électrique sous protection gazeuse avec fil plein présente de nombreux avantages, mais aussi quelques inconvénients qui sont synthétisés dans le tableau suivant (Tableau II.3) :

Avantages	Inconvénients
<ul style="list-style-type: none"> - Forte productivité. - Grande vitesse de soudage (gain de temps). - Taux de dépôt de métal important. - Limitation des déformations. - Nombre de reprises de soudure limité. - Pas de laitier à enlever. - Large gamme d'épaisseur. - Bonnes qualités de joint et bonnes Caractéristiques mécaniques. - Soudage dans toutes les positions. - Contrôle aisé de la pénétration en régime De court-circuit. - Aspect de cordon correct. - Procédé automatisable. - Fatigue moindre du soudeur 	<ul style="list-style-type: none"> - Entretien fréquent et minutieux. - Difficile à utiliser dans les endroits exigus Et peu pratique pour les applications qui Exigent un grand déplacement de la torche Entre deux soudures. - Les économies de temps réalisées avec ces Procédés peuvent être grandement réduites Par une technique d'exécution inadéquate. En effet, la vitesse de soudage élevée exige Des précautions additionnelles et demande au soudeur de réagir très vite. Ainsi, le fil peut demeurer figé dans le bain de fusion solidifié ou fondre dans le tube contact, ce qui entraîne une perte de temps considérable pour l'extraire avant de poursuivre le travail.

Tableau II.3 : Avantages et inconvénients du soudage MIG-MAG

Les procédés de soudage à l'arc utilisent comme moyen de chauffage l'énergie d'un arc électrique que l'on crée entre une électrode et les pièces à assembler. Dans un milieu gazeux, entre deux électrodes (une anode reliée au pôle positif d'une source de courant et une cathode connectée au pôle négatif) portées à un potentiel convenable, il est possible d'amorcer et de maintenir un arc électrique. En frottant les électrodes entre elles et sous l'effet de la différence de potentiel, des électrons jaillissent de la cathode et sont attirés vers l'anode.

Ces électrons s'accélèrent sous l'action du champ et ionisent les atomes du gaz environnant, le rendant ainsi conducteur. En écartant l'électrode de quelques millimètres, le processus s'entretient en créant une réaction en chaîne et crée un arc continu. L'arc se compose de trois zones :

- La tâche cathodique qui reçoit les ions positifs et qui est émettrice d'électrons. Il en résulte une brusque variation de potentiel à proximité de la cathode.
- La tâche anodique qui est soumise au bombardement électronique. La variation de potentiel est là aussi très brusque.

- La colonne d'arc, dite aussi colonne de plasma, qui relie les deux tâches en formant un conducteur gazeux. Dans cette partie de l'arc, la chute de tension est faible et linéaire.

2.3.1.4 Le fil électrode

L'électrode est un fil de grande longueur, enroulé sur un touret ou une bobine isolante, dont le matériau correspond au métal à souder (acier doux ou allié, acier inoxydable, alliage d'aluminium ou de cuivre). L'entraînement du fil d'apport se fait par rotation de galets en général situés dans le poste à souder, à la sortie de la bobine. Les galets motorisés exercent une pression sur le fil et la rotation permet la circulation du fil dans le conduit de la torche. Une pression trop importante des galets peut écraser le fil.

Les fils d'aciers sont protégés de l'oxydation par un cuivrage électrolytique qui a également pour rôle de faciliter l'arrivée du courant à son passage dans la torche. Des proportions importantes de silicium (0,3 à 1,2 %) et de manganèse (0,9 à 1,3 %) jouent un rôle désoxydant pour compenser les effets des gaz de protection actifs. Les diamètres normalisés vont de 0,6 à 2,4 mm.



Figure II.27 : Le fil électrode

2.3.1.5 Protection gazeuse

La protection gazeuse est, selon le cas, inerte ou active et oxydante (les protections réductrices sont peu utilisées). C'est ce qui établit la distinction d'appellation MIG (inerte) ou MAG (actif) dans l'utilisation du procédé, le matériel de soudage ne présentant pas, par ailleurs, de différences notables. Les protections gazeuses communément employées sont données dans le tableau II.4.

Procédé	Gaz	Applications
MIG	Ar	Tous métaux en principe
	He	Alliages d'aluminium
	Ar + He	Alliages d'aluminium et de nickel
MAG	Ar + 1 à 2 % O ₂	Aciers au carbone avec fils désoxydants
	Ar + 3 à 5 % O ₂	
	Ar + 20 à 30 % CO ₂	
	Ar + 5 % O ₂ + 15 % CO ₂	
	CO ₂	
	CO ₂ + 5 % O ₂	

Tableau II.4 : Protections gazeuses utilisées en soudages MIG et MAG

2.3.1.6 Les différentes zones d'un assemblage soudé

La soudure se décompose en plusieurs zones (Figure II.28) :

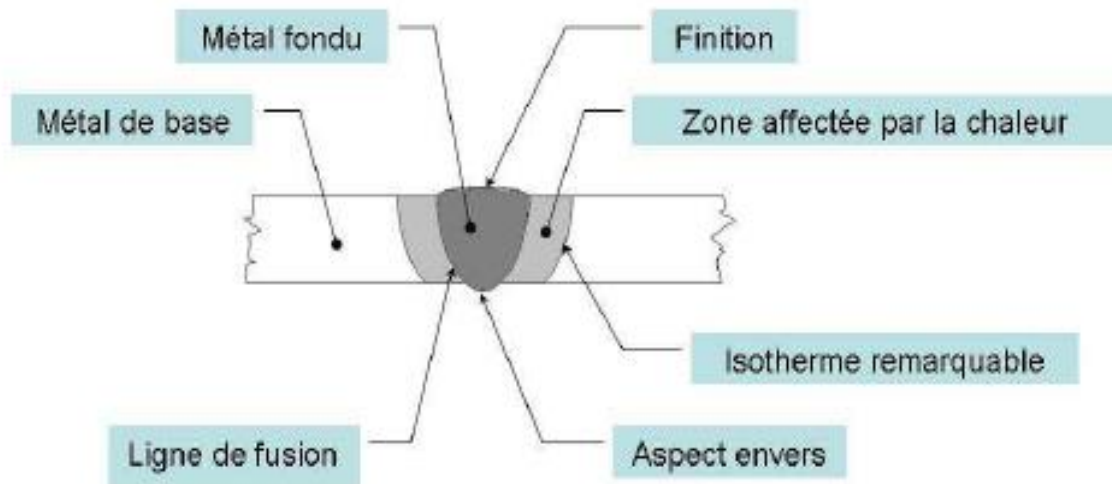


Figure II.28 : Cordon de soudure

a. La zone fondue (nommée ZF)

La zone où l'état liquide a été atteint et dans laquelle a été élaborée la composition chimique. La structure métallurgique obtenue après solidification, dépend du cycle de refroidissement. On distingue, au sein de cette zone, des gradients de concentration, de la partie la plus chaude vers la moins. Il est donc possible d'examiner la composition d'une soudure ainsi que les variations de dureté.

b. La zone affectée thermiquement : (nommée ZAT)

La zone se trouvant en bordure de la zone fondue sur une largeur plus ou moins grande ayant été soumise à l'élévation de température sans être portée à la fusion. Le chauffage, la composition chimique et la vitesse de refroidissement de cette zone génèrent des modifications plus ou moins importantes de la structure métallurgique.

c. La zone de liaison

Cette zone, située à la frontière entre la zone fondue et la zone affectée thermiquement, correspond à la surface sur laquelle la solidification du métal fondu a commencé.

d. Le métal de base

Au-delà de la zone affectée thermiquement, l'élévation de température est insuffisante pour engendrer une quelconque transformation structurale. Cette zone est aussi dite non affectée.

La composition chimique de la zone fondue résulte principalement de celle du métal de base et du métal d'apport presque toujours additionné lors de l'opération de soudage.

La dilution est alors définie par la proportion de métal de base dans la zone fondue. A ceci, vient s'ajouter la perte de certains constituants par volatilisation et l'action de l'oxygène et de l'azote de l'air, et l'action des constituants du gaz de soudage. Le cycle thermique résultant est responsable de la structure métallurgique des différentes zones de la soudure. Selon l'analyse chimique des matériaux, un cycle rapide peut conduire à une structure fragile ou au contraire douce et ductile.

Le soudage est donc une opération de métallurgie très complexe au cours de laquelle il faut prendre en compte :

- Le métal de base choisi en fonction de la pièce à réaliser pour ses particularités mécaniques, chimiques, ...
- Le couple métal d'apport - gaz de soudage, qui contribue à la composition chimique de la zone fondue. Le métal d'apport sera choisi en fonction de la qualité et des caractéristiques que la soudure devra présenter
- L'énergie de soudage qui régit le cycle thermique induisant la structure de la zone fondue et de la zone thermiquement affectée.

2.3.1.7 Conclusion :

Avant chaque procédé de mise en forme, le métal doit être obtenu en forme de tôles. Cette dernière est obtenue en passant à partir d'une brame (bloc d'acier brut), par différentes étapes successives de laminage.

Les différentes techniques de mise en forme des métaux, par déformation plastique, citées dans le chapitre, ont pour objectif de donner une forme déterminée au métal en forme de tôle, tout en lui imposant une certaine microstructure, afin d'obtenir un produit ayant les propriétés souhaitées.

3 CHAPITRE III

Conception et réalisation d'une pince à balles rondes

3.1 Introduction

La pince à balles rondes est un outil agricole qui est compatible avec différents types de machines. Elle est utilisable pour ramasser et transporter des balles rondes, les supports de serrage sont pliés dans le rayon de la balle, de sorte que les balles rondes peuvent être serrées sur toute la surface, ce qui n'endommage pas l'ensilage.

3.2 Les différentes variétés de la pince à balles

3.2.1 Pince à levage hydraulique

Levage hydraulique des balles rondes. Les rouleaux sont réglés par le cylindre hydraulique et la balle est levée avec précaution sur deux grands rouleaux en rotation. Elle est conçue de manière à absorber le mouvement subi par la balle sans endommager le plastique. À l'aide d'un bras supérieur (en option), la balle peut être saisie et retournée. Les grands rouleaux sont montés sur deux piques à balles rondes. Elles peuvent être rapidement converties en piques à balles rondes qui manipulent deux balles en même temps. Un outil pratique est joint pour un démontage rapide des rouleaux.



Figure III .1 : Pince à levage hydraulique

3.2.2 Pince à balle rectangulaire

La pince à balle rectangulaire est spécialement adaptée pour le transport et l'empilage de balles carrées jusqu'à 2,10 m. La pince à balles carrées est cependant également adaptée pour le transport de toutes les balles rondes jusqu'à un diamètre de 2,00 m.

La forme spéciale des pinces arrondies et de grande taille garantit une prise de toutes les balles en douceur et sans les abîmer.



Figure III .2 : Pince à balle rectangulaire

3.2.3 Pince à balle rondes et carrées

- 2 x 4 dents courbées et traitées Ø 25 mm
- Adapté aux balles rondes & carrées
- Rehausse coulissante manuelle
- Articulation baguées avec graisseurs
- Châssis monobloc
- Cinématique de griffe non-synchronisée
- Charge utile 1200 kg

Rehausse coulissante manuelle :

Permet de prendre une botte supplémentaire tout en sécurisant le chargement.

Synchronisation des griffes :

En option, permet une ouverture et fermeture simultanée des griffes, conseillé pour les petites bottes (50 x 60 x 100).

Dents inférieures :

En option, permet de faciliter la manutention de balles carrées (existe aussi en version repliable 2 ou 3 dents).

Tube coulissant :

Permet de surélever jusqu'à 1,20m pour s'adapter aux différentes hauteurs de chargement.



Figure III .3 : Pince à balle rondes et carrées

3.3 Présentation de notre pince à balles

3.3.1 Description

Cette pince à balles elle est équipée d'un seul vérin. Les bras sont fixés de manière flottante. Grâce à cette fonction, le processus d'ouverture et de fermeture des bras s'effectue à des vitesses différentes, ce qui permet de rétracter la pince d'un entassement de balles sans endommager la balle adjacente.

3.3.2 Bras robustes

La structure des bras est conçue pour offrir une précision maximale. Ils sont montés de manière flottante, de sorte que la vitesse de leur fermeture et de leur ouverture est variable. Cette solution élimine le risque d'endommager d'autres balles lorsqu'on en retire une de la pile.

3.3.3 Largeur des balles

La pince est adaptée à tous les types de balles de 1,0 m à 1,40 m de diamètre et jusqu'à un poids de 600 kg.

3.3.4 Spécifications techniques

Accessoires	Pinces à balles
Charge utile [kg]	600
Largeur [mm]	1000 - 1400
Poids de l'accessoire [kg]	183

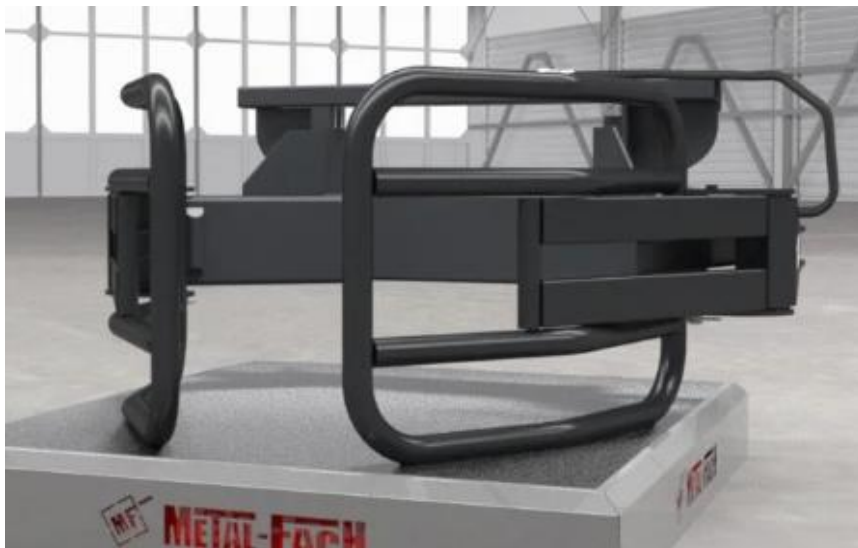


Figure III .4 : Pince à balle ronde

3.3.5 Fonctionnement d'une pince à balle

Une pince à balle se fixe la plupart du temps sur différents types d'engins :

- Un chariot télescopique
- Une chargeuse
- Un tracteur
- Une tractopelle

En général, elle s'installe à l'avant de l'engin. Ainsi, sur un tracteur, par exemple, elle peut exiger l'utilisation d'un chargeur frontal pour pouvoir manipuler une botte de foin convenablement. Sa capacité est fortement liée au système hydraulique installé. La puissance hydraulique de l'engin se transmet à la pince à partir du raccord. La précision du serrage, pour sa part, se produit via les commandes hydrauliques de l'utilisateur jusqu'aux vérins. La hauteur de levage est surtout fonction du modèle de pince à balle choisi et de l'engin porteur. [5]



Figure III .5 : La manutention de la balle

3.3.6 L'utilisation d'une pince à balle

a. L'installation

Souvent, une pince à balle s'équipe d'une attache rapide qui facilite grandement son attelage. Pour ce faire, il suffit globalement d'ajuster le coupleur à l'attache hydraulique et de verrouiller l'ensemble. Sans avoir oublié de raccorder les flexibles hydrauliques. Il reste ensuite à paramétrer les différents composants du dispositif comme les bielles de synchronisation et l'axe du vérin pour finir le montage de l'équipement.

b. La manutention

Avant la mise en service, il est souvent nécessaire de purger le circuit hydraulique du système et de vérifier les éventuelles fuites. La prise de charges doit ensuite se faire au milieu de la largeur de la balle. Pour le levage ou le dépôt, les consignes invitent à assurer une manutention perpendiculaire par rapport au sol si possible.

c. L'entretien

- Pour éviter tout dysfonctionnement, les principaux fabricants préconisent la maintenance d'une pince à balle par du personnel qualifié.
- L'entreposage d'une pince à balle doit aussi se faire dans un lieu propre et non poussiéreux.

3.4 Description du travail fait

Après avoir compris le fonctionnement de la pince à balles, et avoir observé de quoi elle est composée, on a pris des photos pour ne pas se tromper lors du démontage de produit. Le travail effectué est le suivant :

3.4.1 La mesure

Mesurer toutes les pièces composant le produit à l'aide d'un mètre, d'un pied à coulisse et d'un rapporteur d'angle.

3.4.2 La codification

Codification de chaque pièce.



Figure III .6 : Exemple de codification de produit

55	21EG021301-A3	Châssis principal	1	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3.PNG
56	21EG021301-A3-001	Tube carré	1	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-001.
57	21EG021301-A3-002	Entretoise	2	Engins	pince	Sous-Traitée	Images\21EG021301-A3-002.
58	21EG021301-A3-003	Tole 1	2	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-003.
59	21EG021301-A3-004	Tole 2	2	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-004.
60	21EG021301-A3-005	Fixation 1	1	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-005.
61	21EG021301-A3-006	Fixation 2	2	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-006.
62	21EG021301-A3-007	Tube 100×50×5	2	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-007.
63	21EG021301-A3-008	Tube 100×50×5	2	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-008.
64	21EG021301-A3-009	Tole 3	1	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-009.
65	21EG021301-A3-010	Tole 4	1	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-010.
66	21EG021301-A3-011	Fer rond D=40	2	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-011.
67	21EG021301-A3-012	Fixation flexible	1	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-012.
68	21EG021301-A3-013	Tole 5	1	Engins	pince	Fabriquée	Images\21EG021301-A3-013.

Figure III .7 : Nomenclature des pièces composant la pince à balles avec leurs codes.

3.4.3 Dessin de produit en utilisant le logiciel CAO

3.4.3.1 C'est quoi le CAO ?

La conception assistée par ordinateur, ou CAO, rassemble des outils informatiques (logiciels et matériels) qui permettent de réaliser une modélisation géométrique d'un objet afin de pouvoir simuler des tests en vue d'une fabrication.

La CAO offre une visibilité globale du comportement d'un objet avant qu'il n'existe, tant au niveau de son aspect que de sa structure et de son fonctionnement. Les objets peuvent être représentés en deux ou en trois dimensions (2D ou 3D). Leur apparence peut être filaire, volumique, surfacique, elle peut aussi simuler la texture.

3.4.3.2 Modélisation de la pince à balle

a. La Conception du châssis

Le châssis est obtenu par assemblage soudé de plusieurs tôles et des profilés.

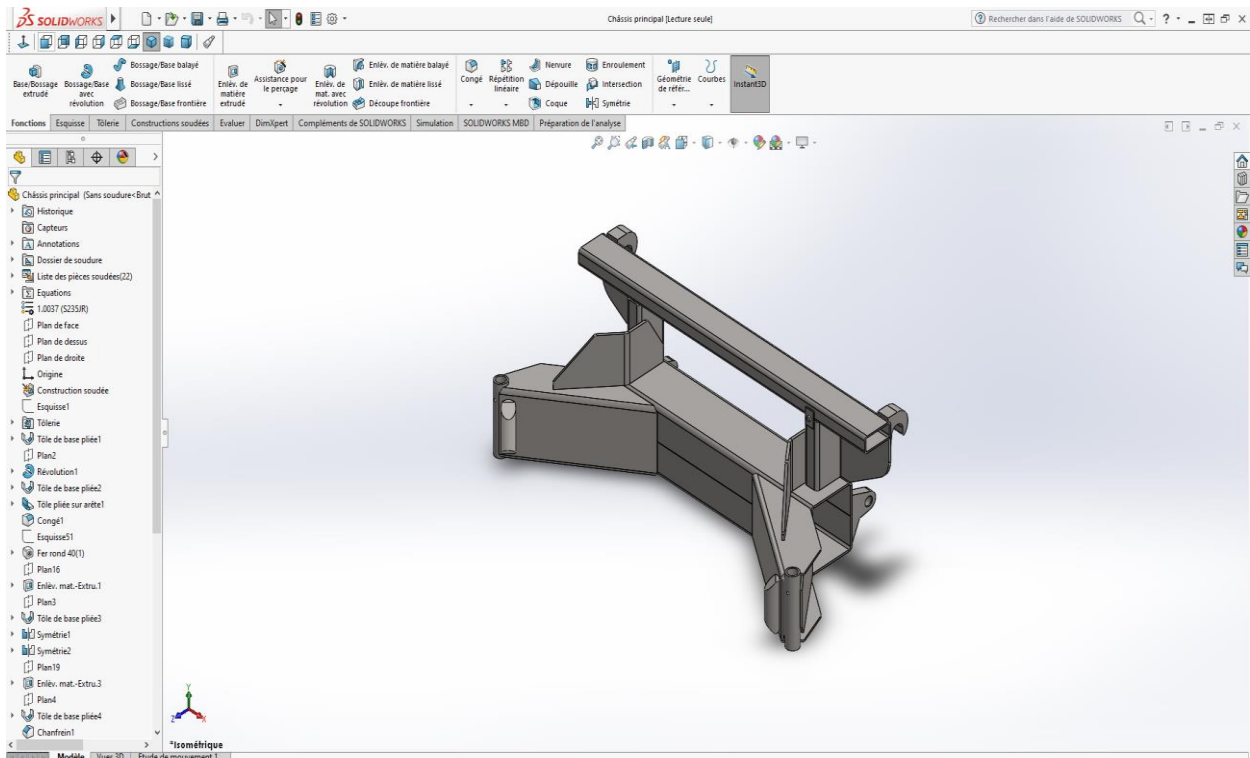


Figure III. 8 : La Conception du châssis

b. La conception de Pince tubulaire gauche et droite (symétrique)

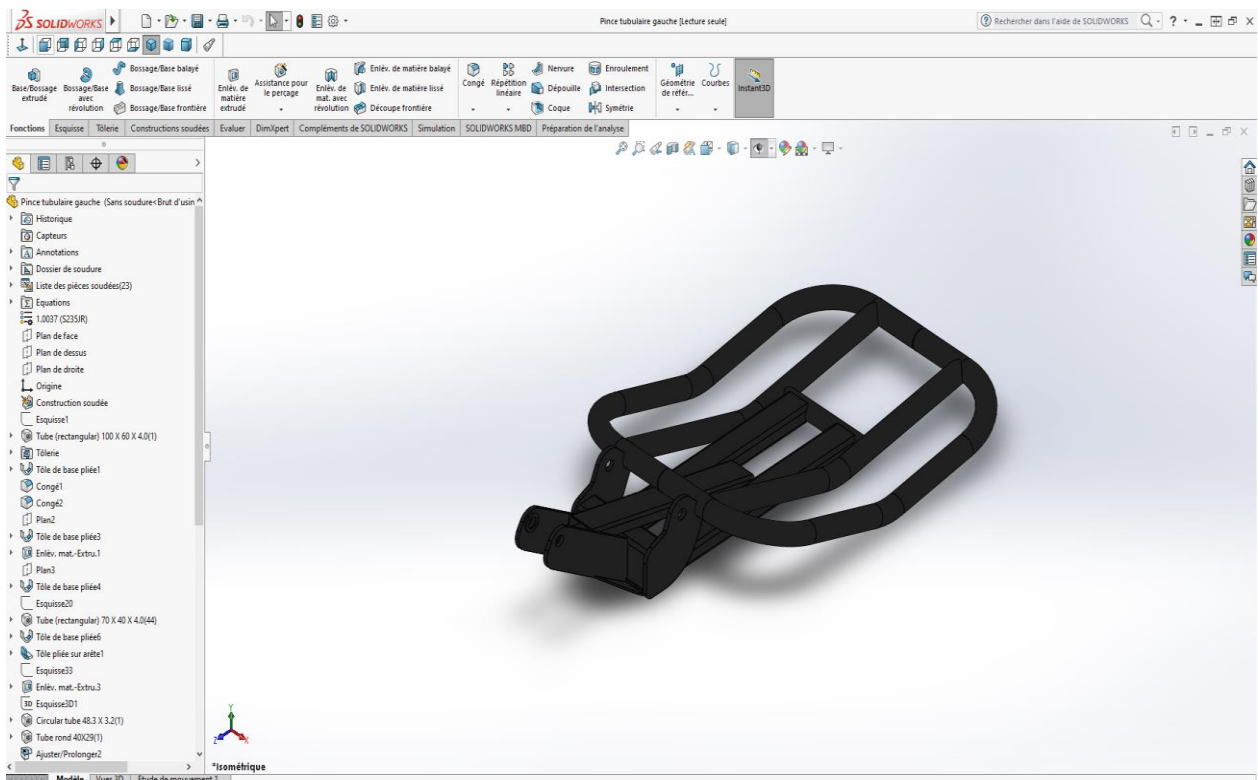


Figure III .9 : La conception de Pince tubulaire gauche et droit (symétrique)

c. La conception de vérin hydraulique

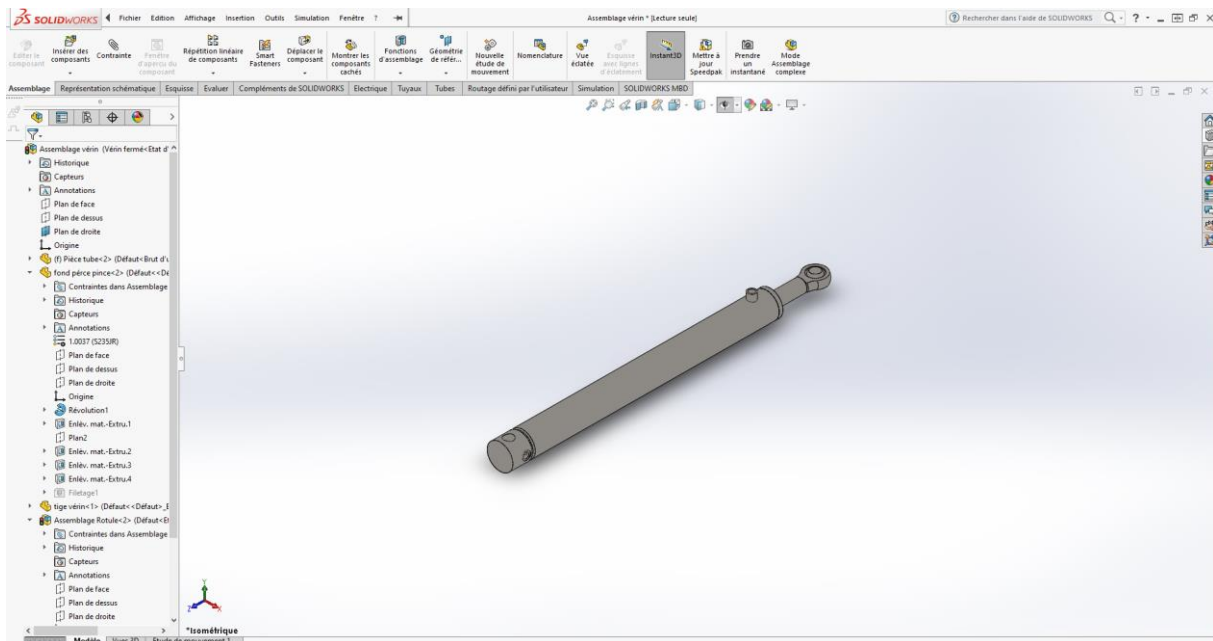


Figure III .10 : La conception de vérin hydraulique

d. La conception de l'axe percé à goupille

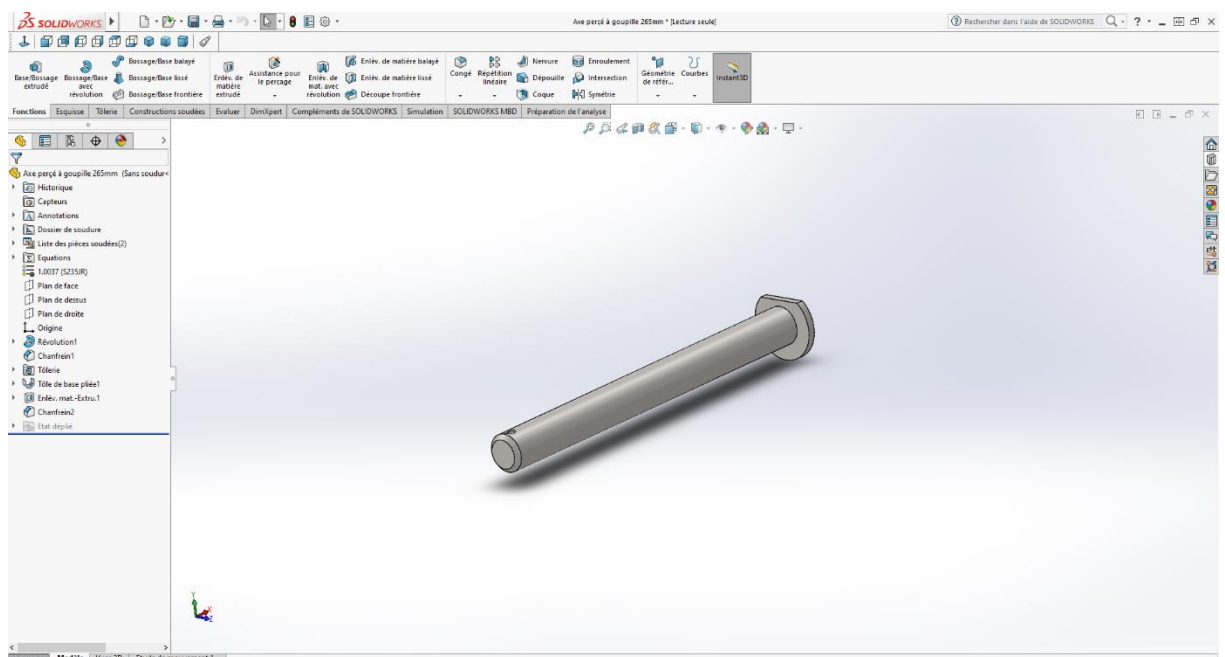


Figure III .11 : La conception de l'axe percé à goupille

e. L'assemblage de la pince à balles ronde

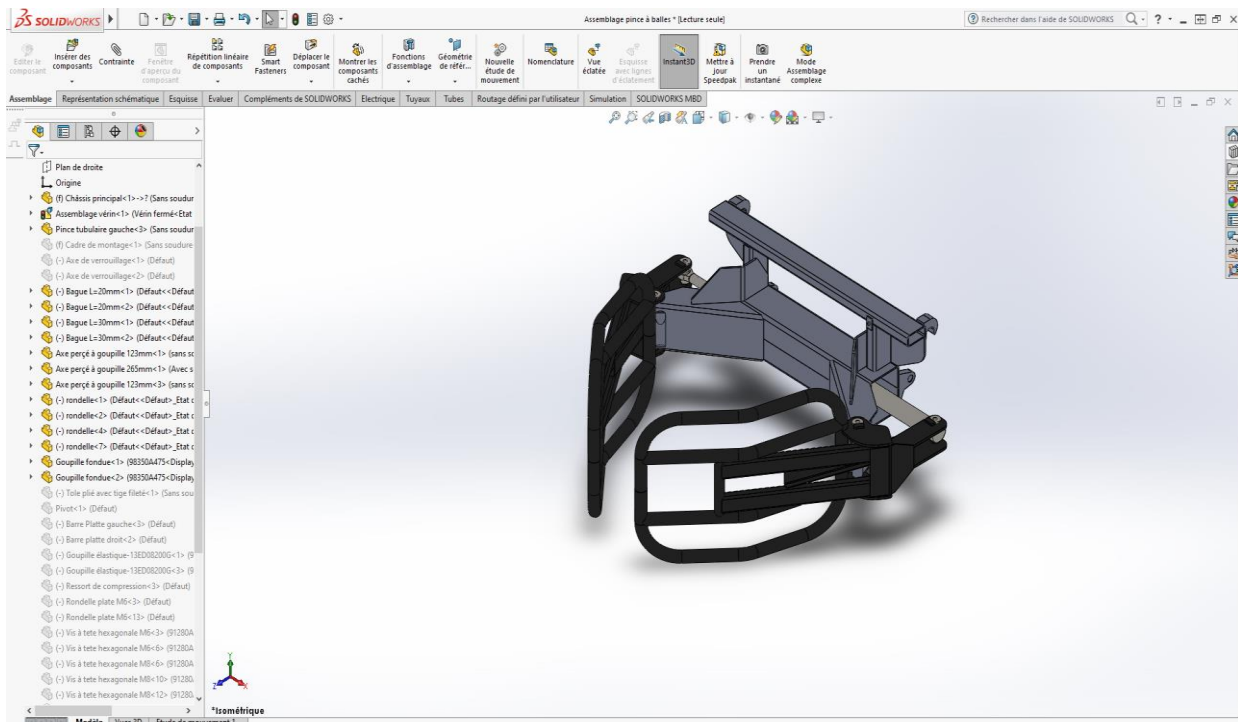


Figure III .12 : L'assemblage de la pince à balles ronde

3.4.4 Les fichier DXF

DXF est un format de fichier de données de CAO développé par Autodesk. Les fichiers DXF permettent de partager des données de dessin et des formats texte sur différentes applications de CAO. Et aussi c'est le fichier que vous devez être capable de produire dans le logiciel de gestion de votre machine.

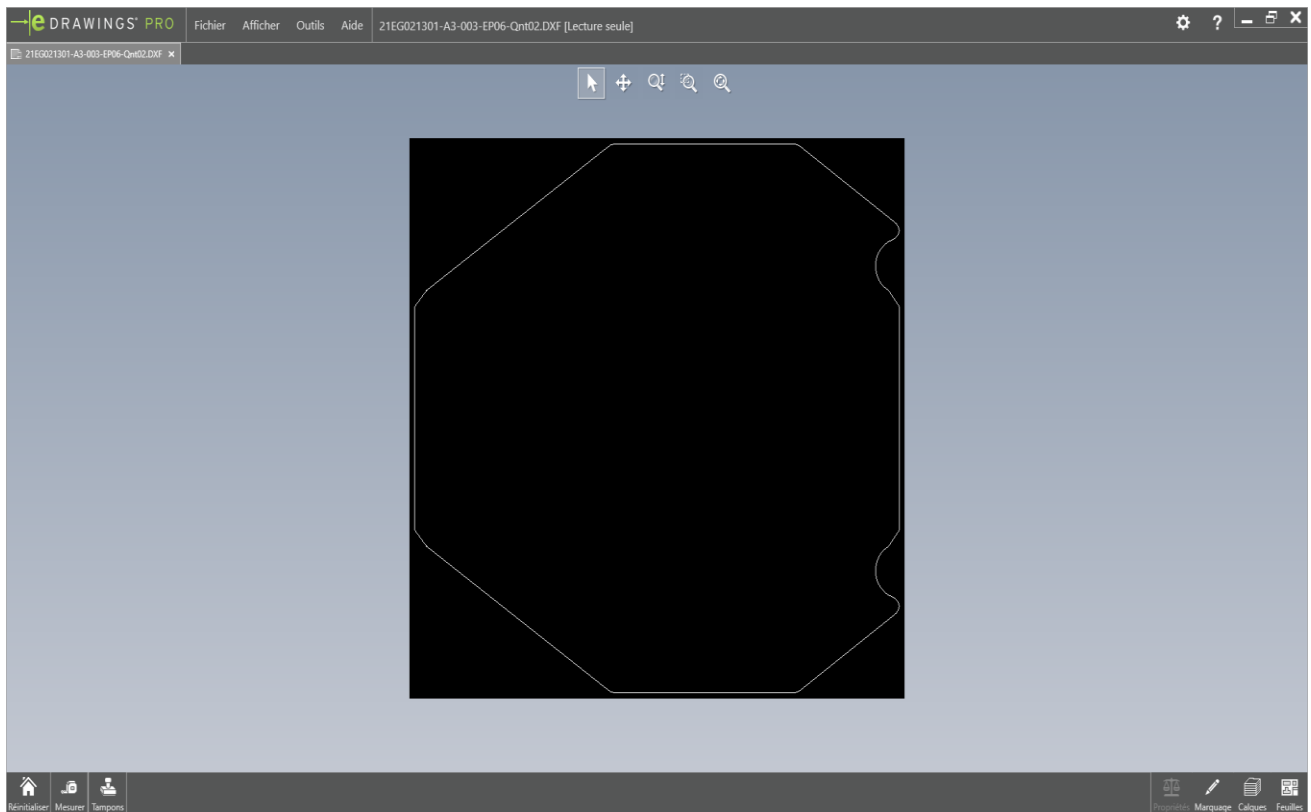
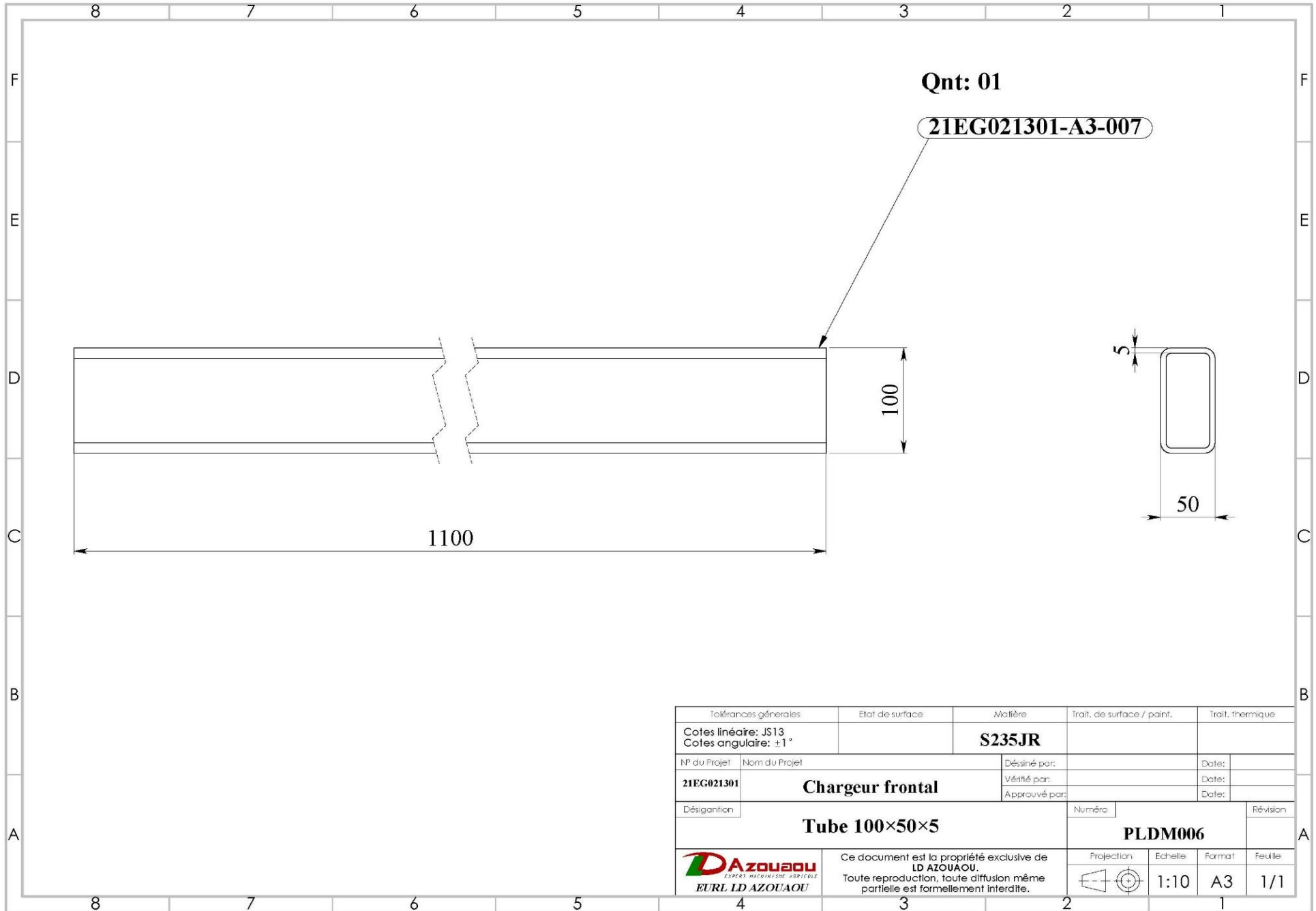


Figure III .13 : Exemple d'un fichier DXF

3.5 Les mises en plans

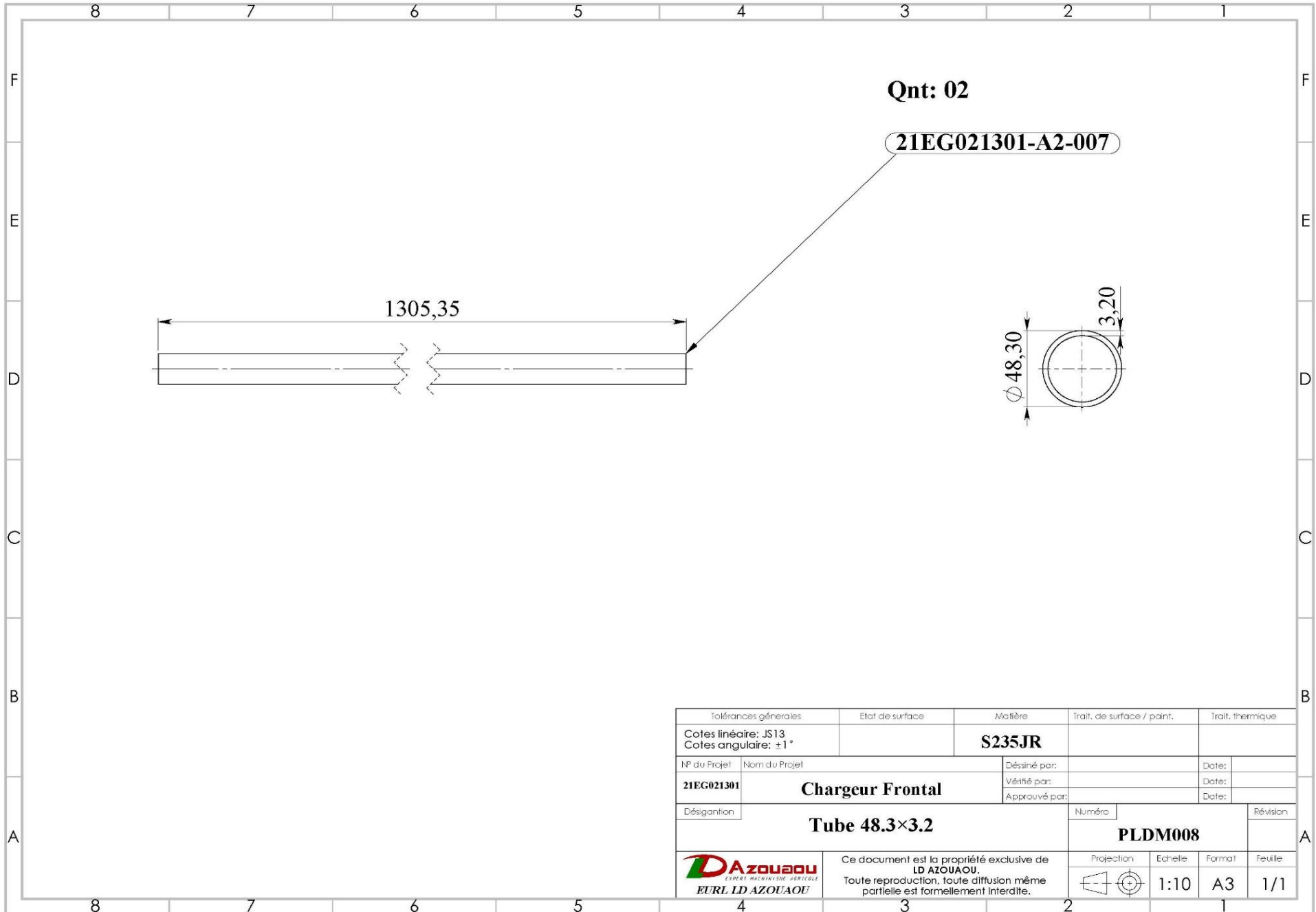
3.5.1 Les plans de découpe manuelle :



Qty: 01

21EG021301-A3-007

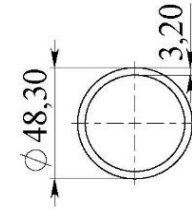
Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique			
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ± 1°				S235JR							
NP du Projet:	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:					
21EG021301	Chargeur frontal			Vérité par:		Date:					
Désignation	Tube 100×50×5			Approuvé par:		Date:					
				Numéro		PLDM006		Révision			
				Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle	
										1:10	
						A3		Feuille			
								1/1			



Qty: 02

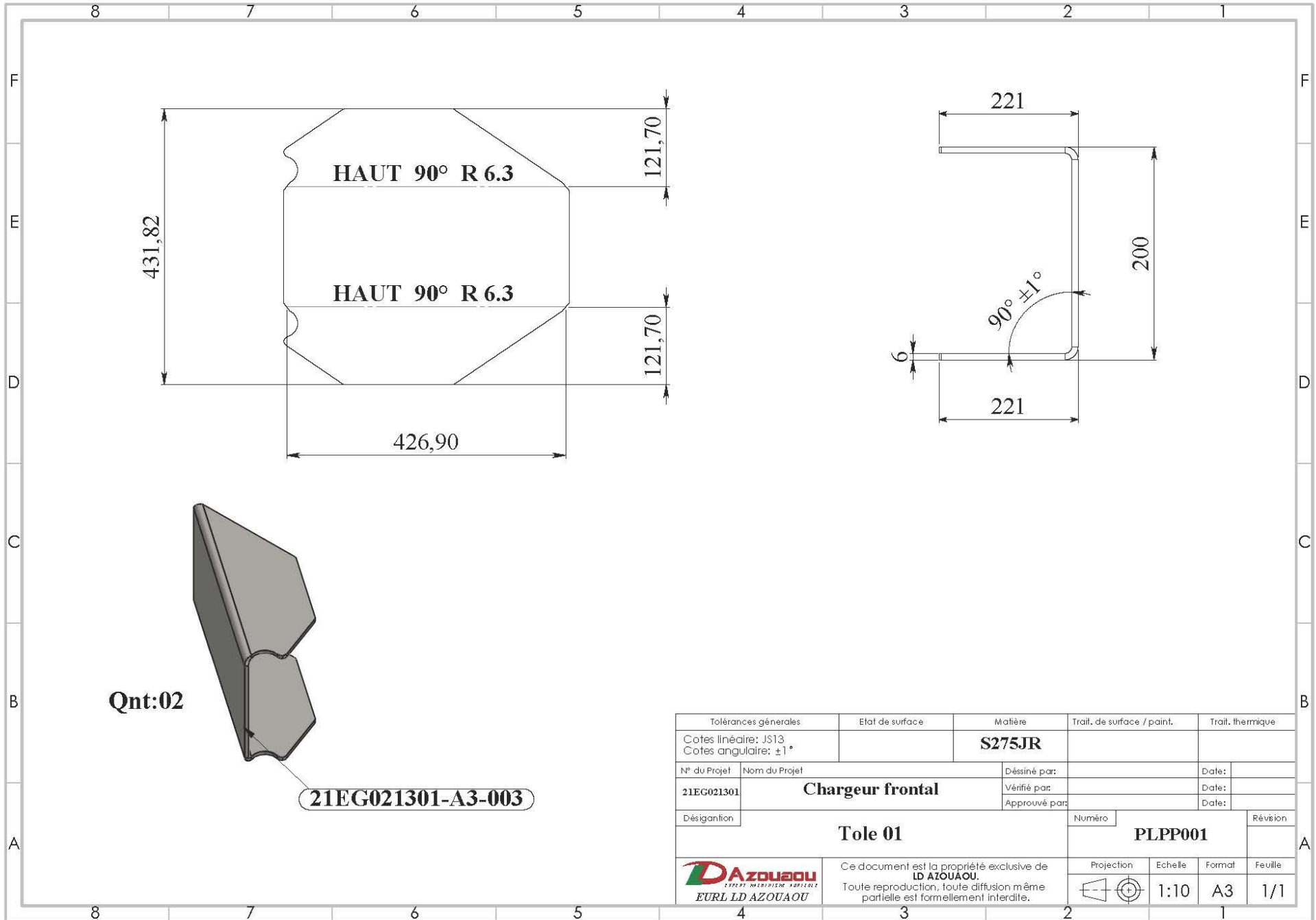
21EG021301-A2-007

1305,35

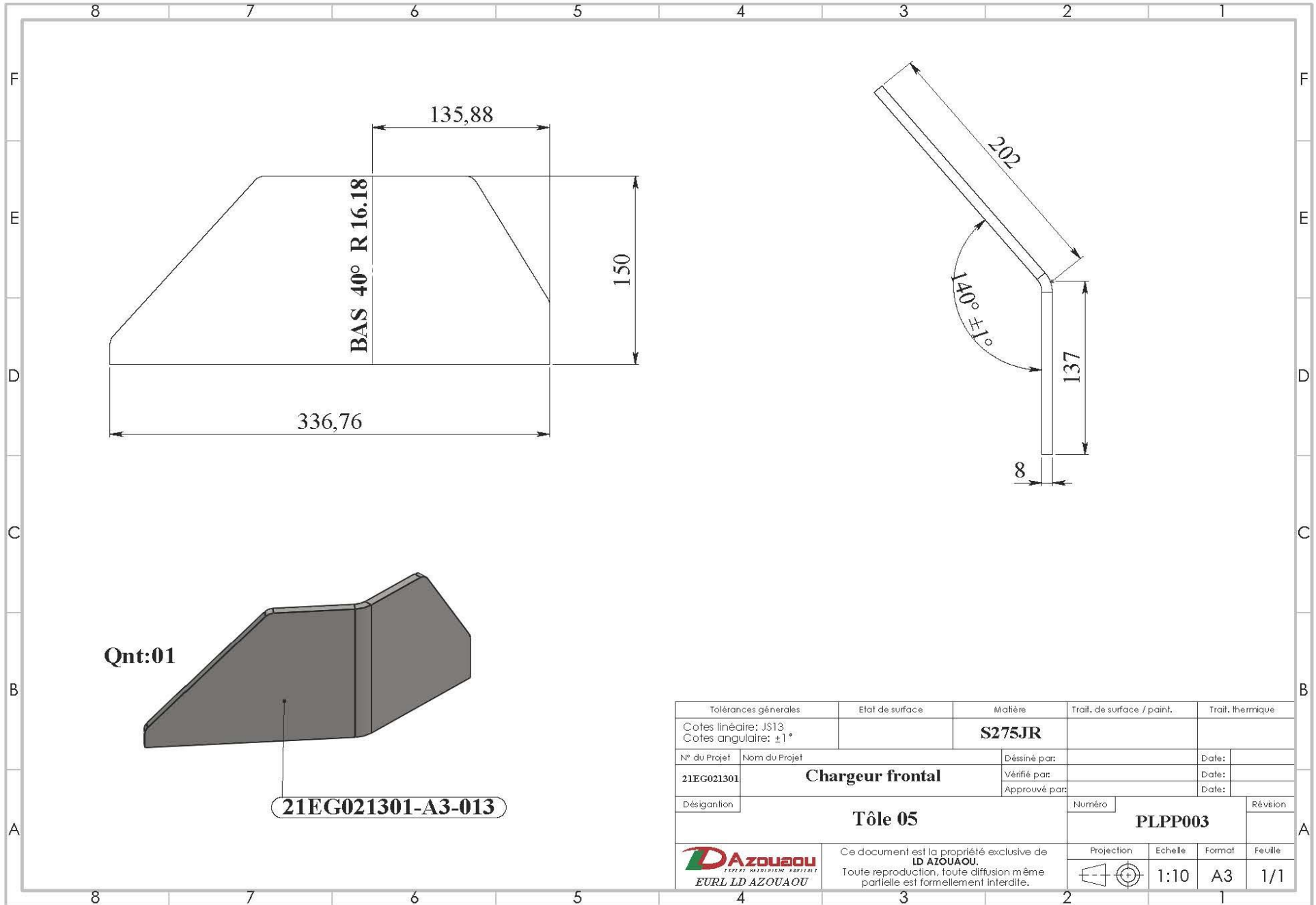


Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique		
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S235JR						
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:				
21EG021301	Chargeur Frontal			Vérifié par:		Date:				
				Approuvé par:		Date:				
Désignation				Numéro		Révision				
Tube 48.3×3.2				PLDM008						
		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	1/1

3.5.2 Les plans de pliage



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:	
21EG021301	Chargeur frontal	Vérifié par:		Date:	
Désignation	Approuvé par:		Date:		
Tole 01			Numéro	Révision	
			PLPP001		
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection	Echelle
					1:10
				Format	Feuille
				A3	1/1

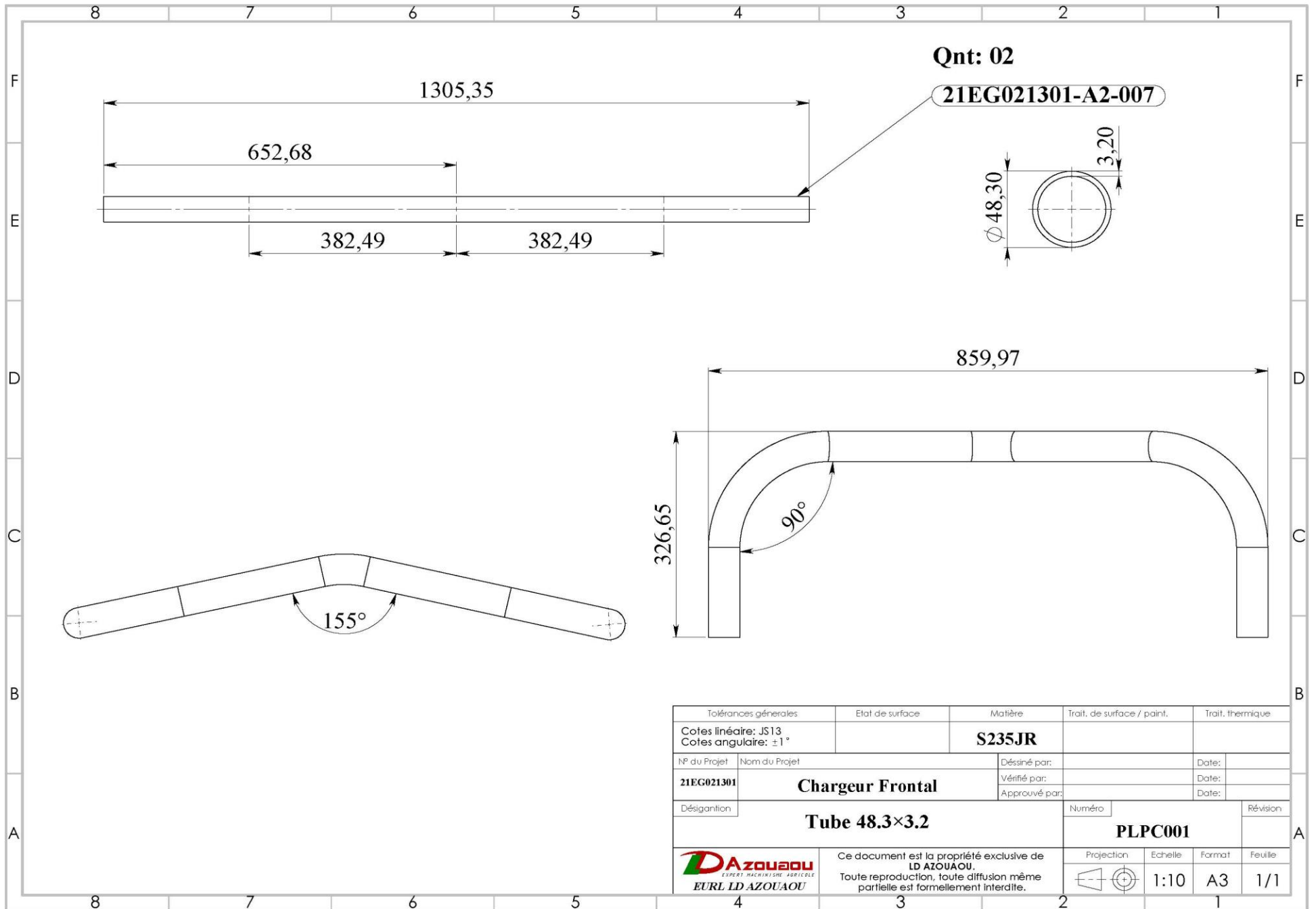


Qty:01

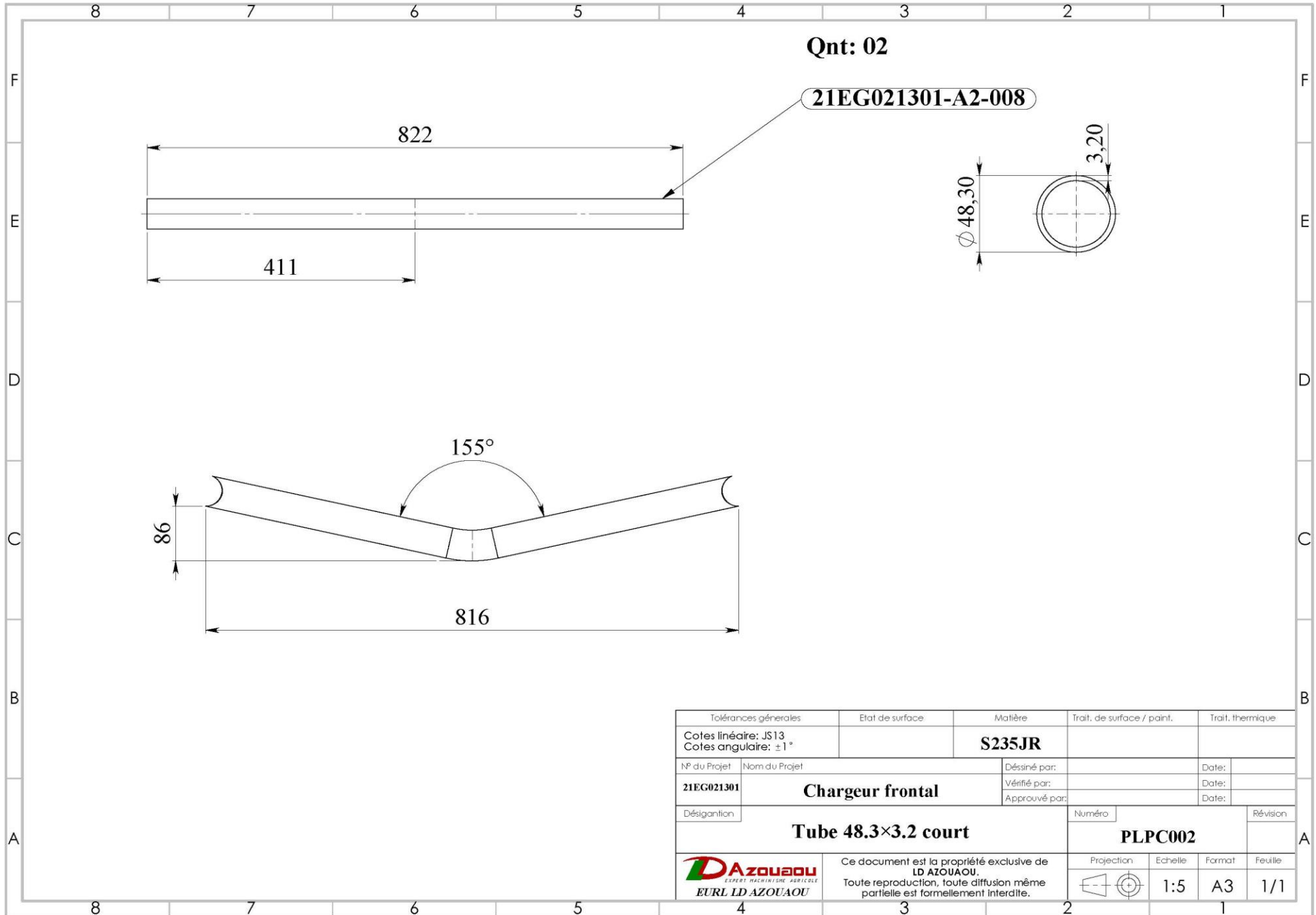
21EG021301-A3-013

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:	
21EG021301	Chargeur frontal		Vérifié par:	Date:	
Désignation			Approuvé par:	Date:	
	Tôle 05			Numéro	Révision
				PLPP003	
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU.		Projection	Echelle
		Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.			1:10
				A3	Feuille
				1/1	

3.5.3 Plans de cintrage

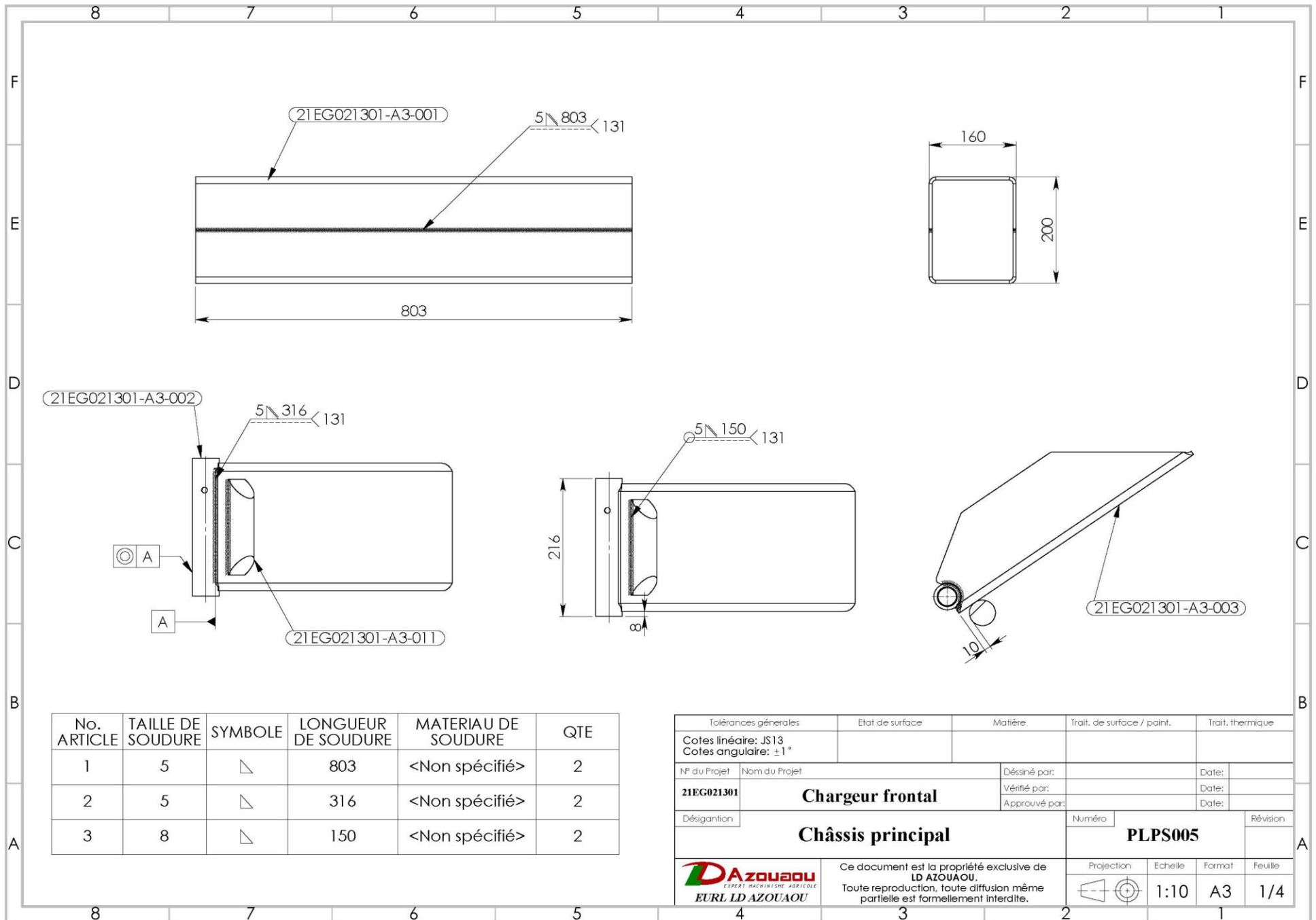


Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S235JR					
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
21EG021301	Chargeur Frontal			Vérifié par:		Date:			
Désignation	Tube 48.3×3.2			Approuvé par:		Date:			
						Numéro		Révision	
						PLPC001			
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle	
								1:10	
						Format		Feuille	
						A3		1/1	



Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique			
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S235JR							
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:					
21EG021301	Chargeur frontal			Vérifié par:		Date:					
Désignation				Approuvé par:		Date:					
Tube 48.3×3.2 court						PLPC002		Révision			
				Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle	
										1:5	
						A3		Feuille			
						1/1					

3.5.4 Plans de soudage

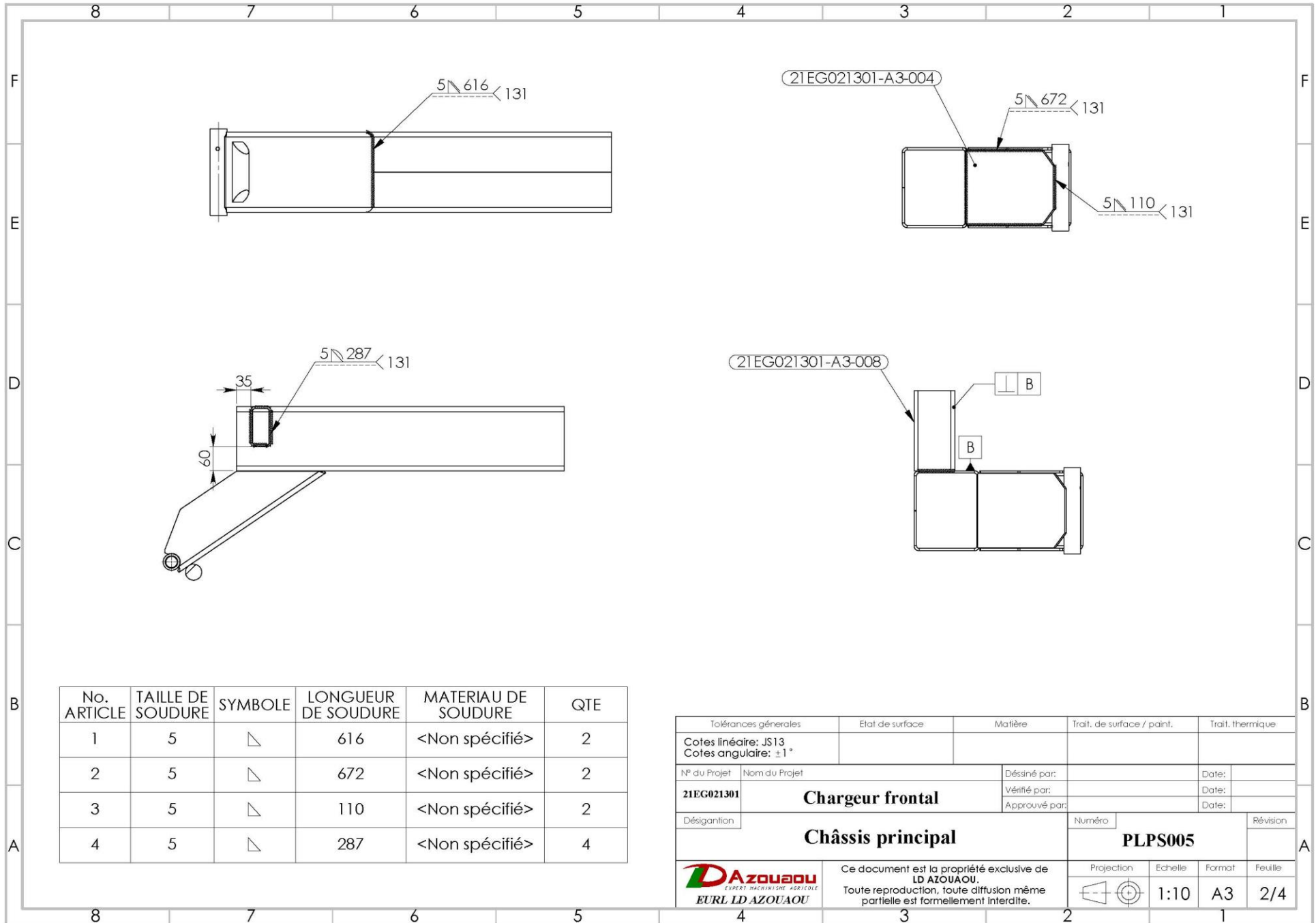


No. ARTICLE	TAILLE DE SOUDURE	SYMBOLE	LONGUEUR DE SOUDURE	MATERIAU DE SOUDURE	QTE
1	5		803	<Non spécifié>	2
2	5		316	<Non spécifié>	2
3	8		150	<Non spécifié>	2

Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / paint.	Trait. thermique
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°					
NP du Projet	Nom du Projet	Dessiné par:		Date:	
21EG021301	Chargeur frontal	Vérifié par:		Date:	
Désignation	Châssis principal	Approuvé par:		Date:	
		Numéro	PLPS005		Révision
		Projection	Echelle	Format	Feuille
			1:10	A3	1/4



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

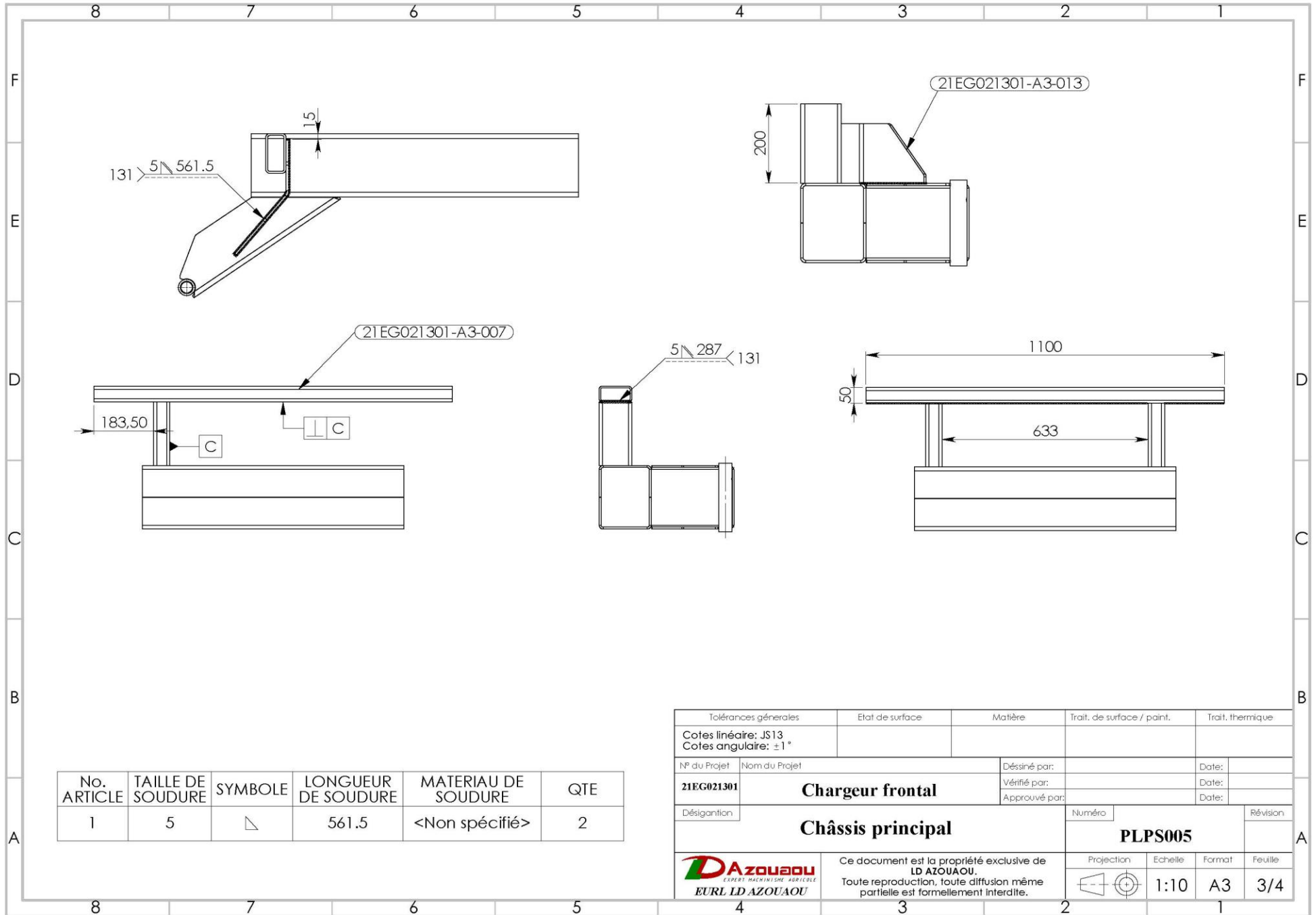


No. ARTICLE	TAILLE DE SOUDURE	SYMBOLE	LONGUEUR DE SOUDURE	MATERIAU DE SOUDURE	QTE
1	5	∇	616	<Non spécifié>	2
2	5	∇	672	<Non spécifié>	2
3	5	∇	110	<Non spécifié>	2
4	5	∇	287	<Non spécifié>	4

Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / paint.	Trait. thermique
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$					
NP du Projet	Nom du Projet	Dessiné par:		Date:	
21EG021301	Chargeur frontal	Vérifié par:		Date:	
Désignation		Approuvé par:		Date:	
Châssis principal			Numéro	Révision	
			PLPS005		
Projection		Echelle	Format	Feuille	
		1:10	A3	2/4	

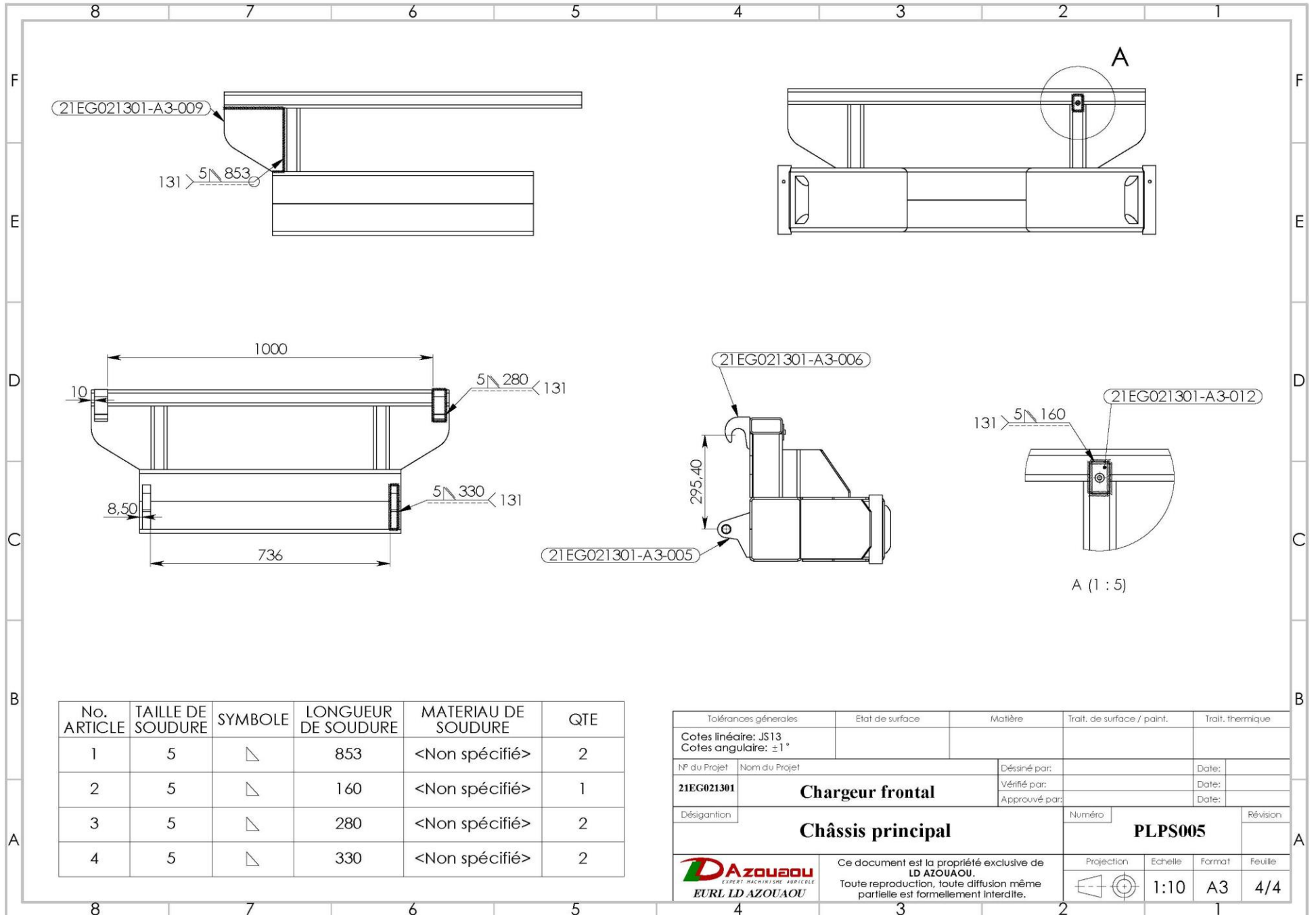


Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.



No. ARTICLE	TAILLE DE SOUDURE	SYMBOLE	LONGUEUR DE SOUDURE	MATERIAU DE SOUDURE	QTE
1	5		561.5	<Non spécifié>	2

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:	
21EG021301	Chargeur frontal		Vérifié par:	Date:	
Désignation:	Châssis principal		Approuvé par:	Date:	
			Numéro	Révision	
			PLPS005		
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection	Echelle
					1:10
				Format	Feuille
				A3	3/4



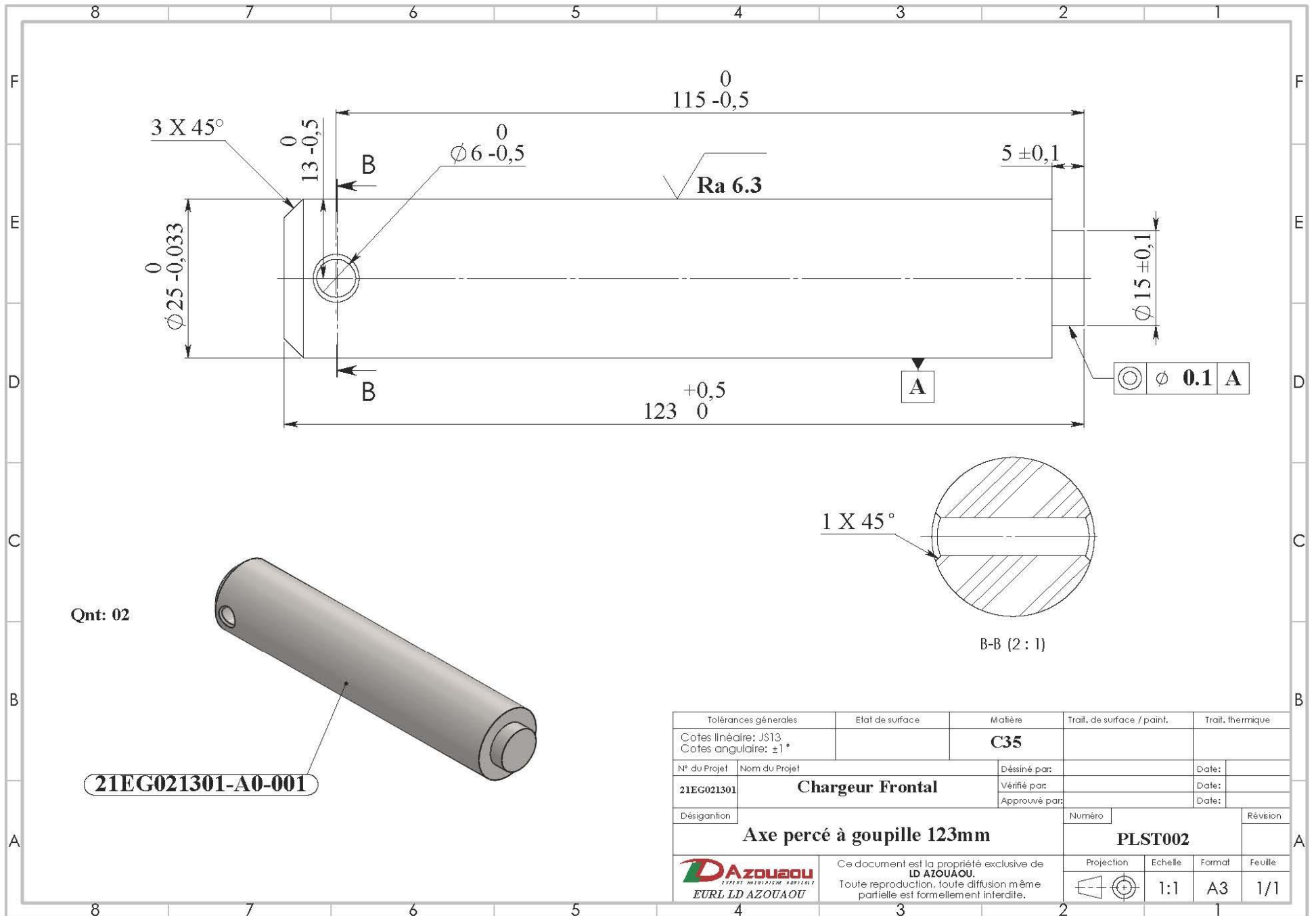
No. ARTICLE	TAILLE DE SOUDURE	SYMBOLE	LONGUEUR DE SOUDURE	MATERIAU DE SOUDURE	QTE
1	5		853	<Non spécifié>	2
2	5		160	<Non spécifié>	1
3	5		280	<Non spécifié>	2
4	5		330	<Non spécifié>	2

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°									
NP du Projet		Nom du Projet		Dessiné par:		Date:			
21EG021301		Chargeur frontal		Vérifié par:		Date:			
Désignation		Châssis principal		Approuvé par:		Date:			
				Numéro		PLPS005		Révision	
				Projection		Echelle		Format	
						1:10		A3	
								Feuille	
								4/4	



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

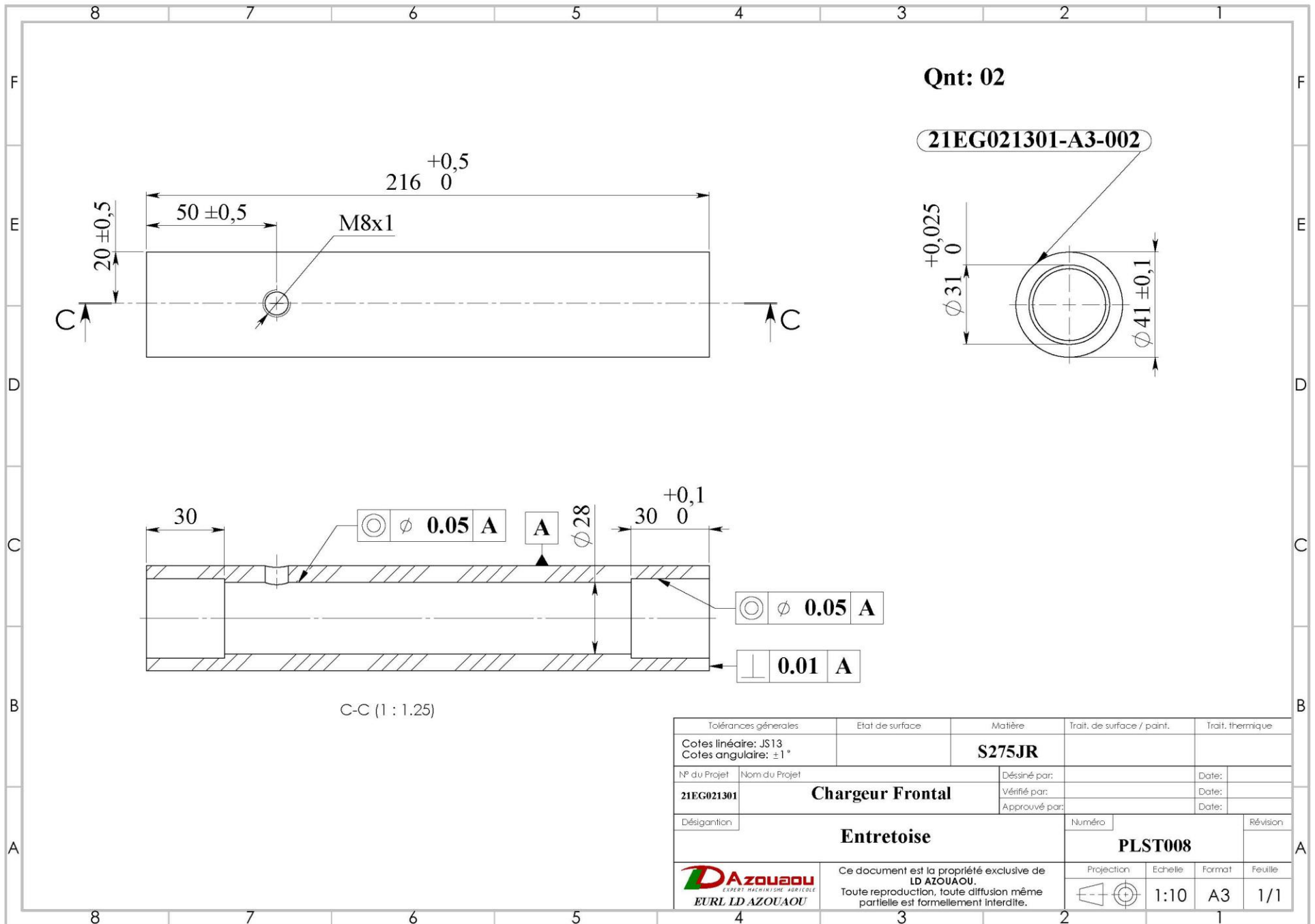
3.5.5 Plans des pièces à sous-traiter



Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				C35					
N° du Projet	Nom du Projet	Dessiné par:		Date:					
21EG021301	Chargeur Frontal	Vérifié par:		Date:					
Désignation		Approuvé par:		Date:					
Axe percé à goupille 123mm						Numéro		Révision	
						PLST002			
Projection		Echelle		Format		Feuille			
		1:1		A3		1/1			



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

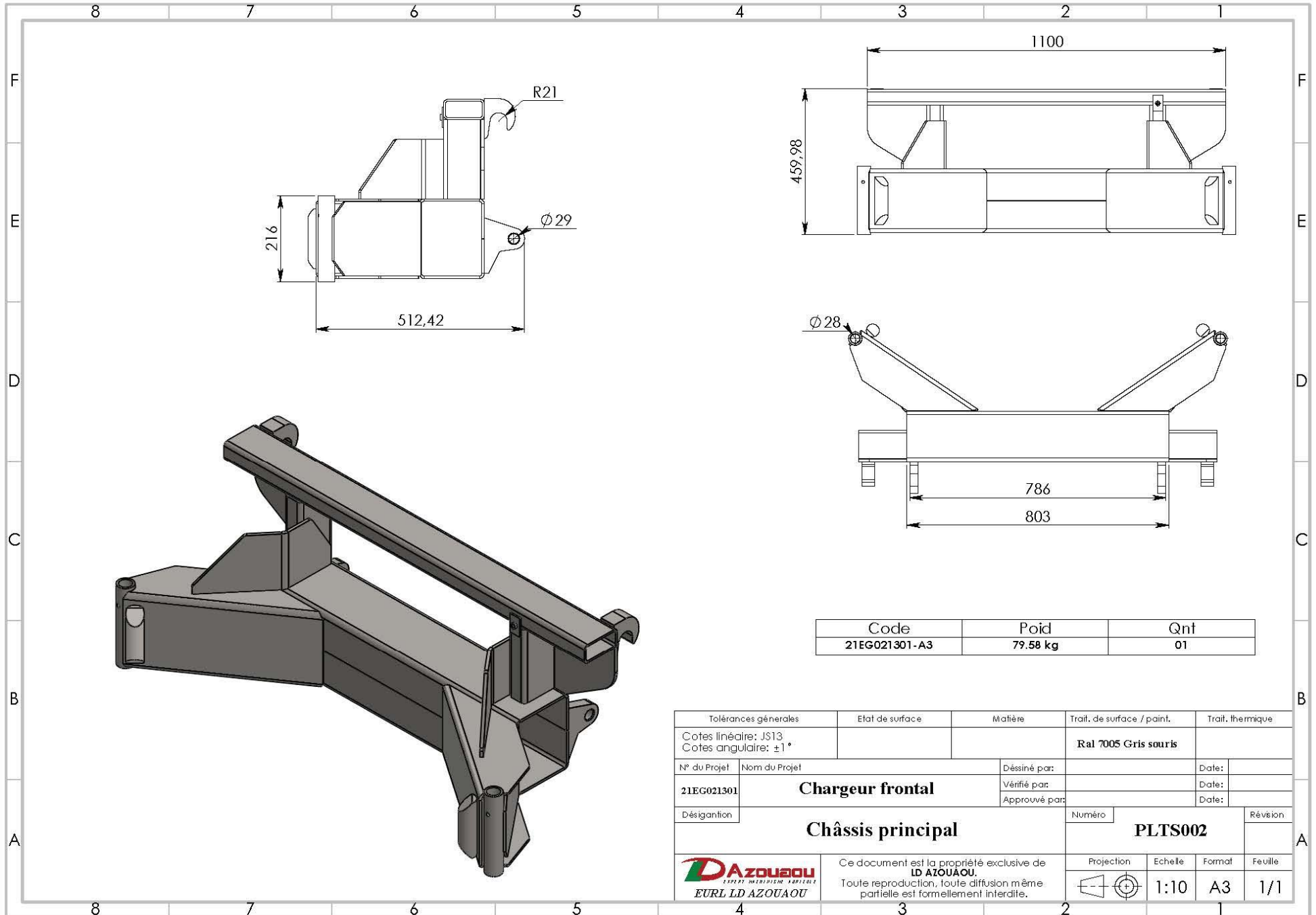


Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / paint.	Trait. thermique
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$			S275JR		
N° du Projet	Nom du Projet	Dessiné par:		Date:	
21EG021301	Chargeur Frontal	Vérifié par:		Date:	
Désignation		Approuvé par:		Date:	
Entretoise			Numéro	Révision	
			PLST008		
Projection		Echelle	Format	Feuille	
		1:10	A3	1/1	

DAZOUAOU
EXPERT MECANISME AGRICOLE
EURL LD AZOUAOU

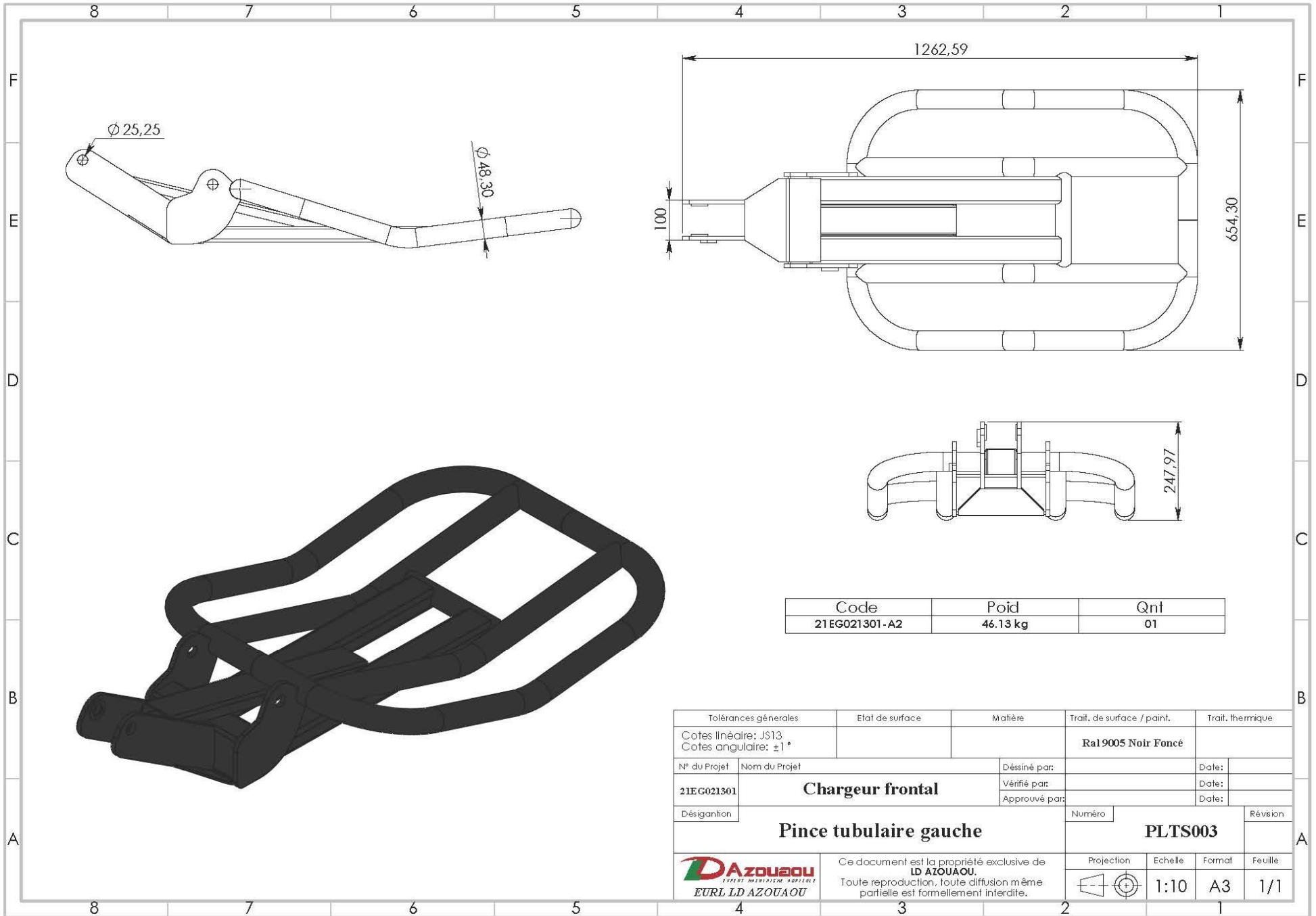
Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU.
Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.

3.5.6 Les plans de peinture



Code	Poid	Qnt
21EG021301-A3	79.58 kg	01

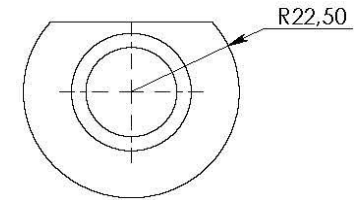
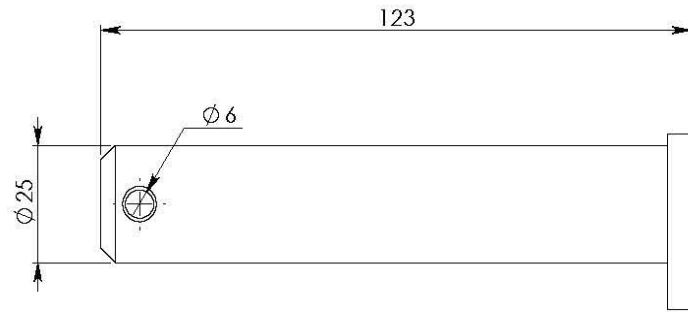
Tolérances générales		Etat de surface		Matériau		Trait. de surface / peint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°						Ral 7005 Gris souris			
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
21EG021301	Chargeur frontal			Vérfié par:		Date:			
Désignation				Approuvé par:		Date:			
Châssis principal						Numéro		Révision	
						PLTS002			
Projection		Echelle		Format		Feuille			
		1:10		A3		1/1			
 Dazouaou <small>EXPERT MECANIQUE INDUSTRIELLE</small> EURL LD AZOUAOU				Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.					



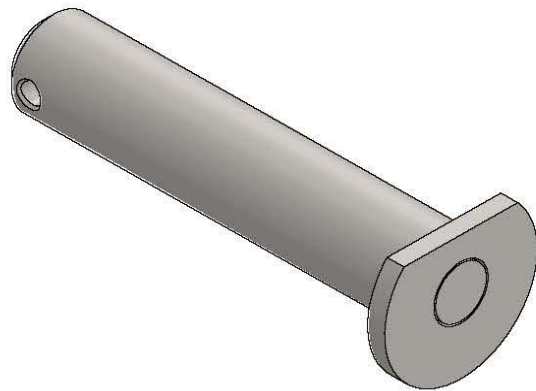
Code	Poid	Qnt
21EG021301 - A2	46.13 kg	01

Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / paint.	Trait. thermique
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				Ral9005 Noir Foncé	
N° du Projet	Nom du Projet		Dessiné par:	Date:	
21EG021301	Chargeur frontal		Vérifié par:	Date:	
Désignation	Pince tubulaire gauche		Approuvé par:	Date:	
			Numéro	Révision	
			PLTS003		
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection	Echelle
					1:10
				Format	Feuille
				A3	1/1

3.5.7 Plans de galvanisation



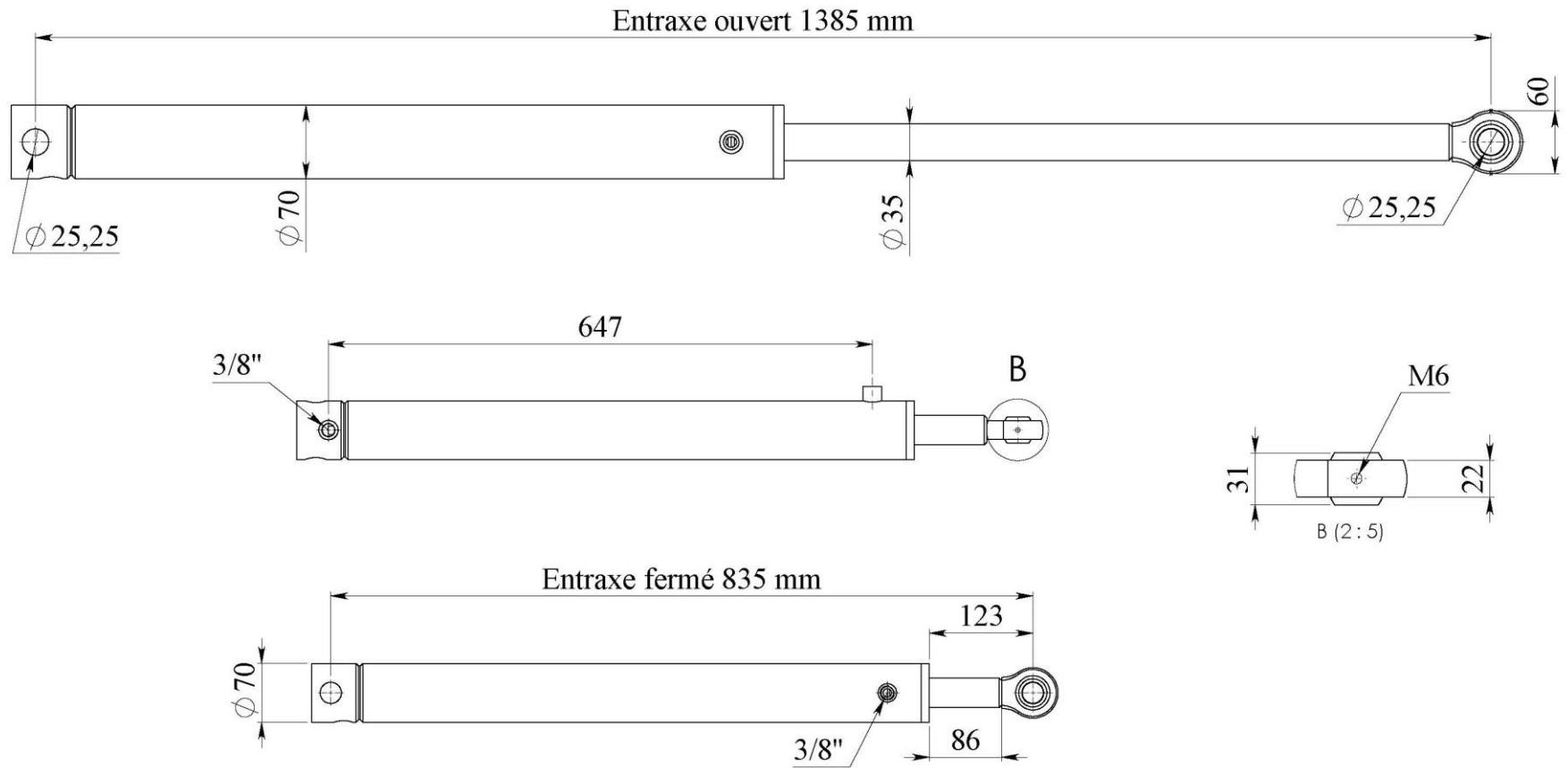
Code	Poids	Qty
21EG021301-A0	498g	2



Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / paint.	Trait. thermique
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				Galvanisé	
N° du Projet	Nom du Projet	Dessiné par:		Date:	
21EG021301	Chargeur frontal	Vérifié par:		Date:	
Désignation		Approuvé par:		Date:	
Axe percé à goupille 123mm			Numéro	Révision	
			PLPG006		
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection	Echelle
					1:1
				Format	Feuille
				A3	1/1

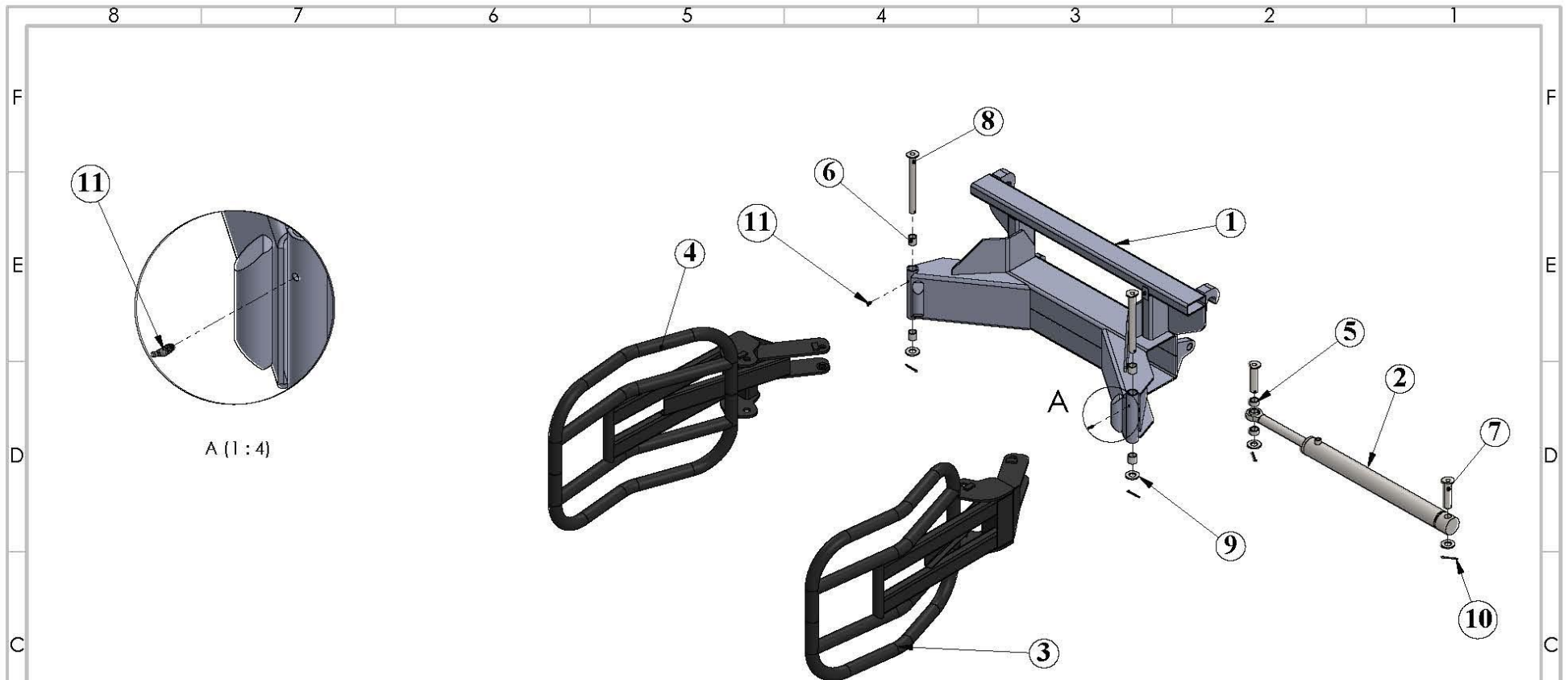
3.5.8 Plan de vérin hydraulique

Quantité: 01



Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13									
Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$									
N° du Projet	Nom du Projet	Dessiné par:		Date:					
21EG021301	Chargeur frontal	Vérifié par:		Date:					
Désignation		Approuvé par:		Date:					
Vérin Pince		Numéro		Révision					
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection		Echelle		Format	
						1:10		A3	
								Feuille	
								1/1	

3.5.9 Plan de montage



No. ARTICLE	Code	DESCRIPTION	QTE
1	21EG021301-A3	Châssis principal	1
2	19DD083505500670F3000I3000D12L	Vérin	1
3	21EG021301-A2	Pince tubulaire gauche	1
4	21EG021301-A6	Pince tubulaire droit	1
5	21EG021301-U0-003	Bague L=20mm	2
6	21EG021301-U0-002	Bague L=30mm	4
7	21EG021301-A0	Axe percé à goupille 123mm	2
8	21EG021301-A1	Axe percé à goupille 265mm	2
9	21EG021301-U0-001	Rondelle	4
10	13FD05560G	Goupille fondue	4
11	16CD091005025G	Graisser coudé 45	2

Tolérances générales		Etat de surface		Matériau		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°									
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
21EG021301	Chargeur frontal			Vérifié par:		Date:			
Désignation				Approuvé par:		Date:			
Assemblage de la pince à balles						Numéro		Révision	
						PLPM001			
Projection		Echelle		Format		Feuille			
		1:50		A3		1/1			

DAZOUAOU
EXPERT MECANISME - AGRICULTURE
EURL LD AZOUAOU

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

4 CHAPITRE IV

Établissements de processus d'usinage

4.1 Introduction

La fabrication des pièces unitaires ou en série, l'interchangeabilité, le respect de la cotation et des conditions de fonctionnement imposent le montage des pièces et des outils sur les machines de façon précise, stable et sans incertitude de position. Dans la fabrication en série, les pièces sont démontées, remontées et reprises très souvent en fonction des difficultés et complexités d'usinage. Ces reprises obligent à retrouver systématiquement les mêmes positions des pièces sur les machines pour assurer la précision d'usinage et respecter la cotation du plan de définition.

Ce plan exige une cotation sans équivoque pour garantir l'interchangeabilité et l'assemblage des pièces. Pour permettre d'assurer rigoureusement l'égalité d'équilibre des pièces sur les machines, il faut faire appel à l'ISOSTATISME matérialisé sur les appareillages par des appuis placés de telle sorte que la cotation soit respectée.

4.2 L'isostatisme

4.2.1 Définition

C'est l'ensemble des composants qui concourent à la liaison de la pièce et du porte pièce en permettant l'élimination des degrés de liberté (maximum 6). L'ensemble de ces composants doit permettre une remise en position identique après la pose d'une nouvelle pièce sur son porte-pièce pour assurer une bonne précision à l'usinage.

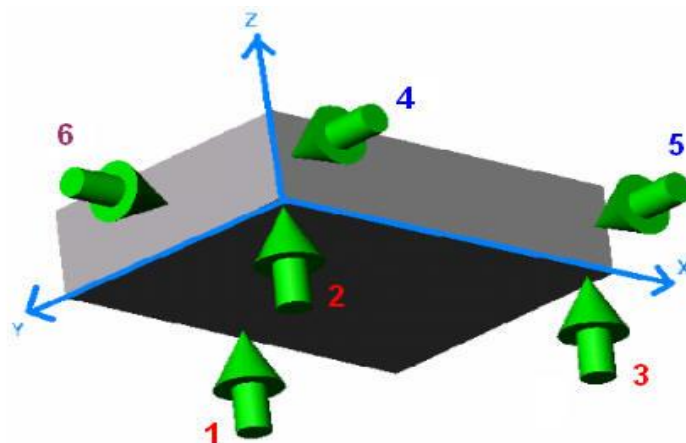


Figure IV.1 : Exemple de mise en position isostatisme

4.2.2 Les différentes cotes de fabrication

Selon les éléments référentiels utilisés pour effectuer les réglages des outils coupants les cotes de fabrication sont classées en trois catégories :

1. Les cotes dites « cotes-machines » (Cm).
2. Les cotes dites « cotes-appareillages » (Ca).
3. Les cotes dites « Cotes-outils » (Co).

4.2.2.1 Les cotes dites « cotes-machines » (Cm)

Les cotes définissant la forme et la position des surfaces usinées, entre le référentiel pièce et le plan de travail de l'outil (ou point générateur de l'outil) lorsque celui-ci est réglé par rapport au référentiel (par rapport aux éléments de mise en position) sont couramment dites "cotes - machines" Cm. Exemples : un montage porte-pièce, la table de la machine, etc.

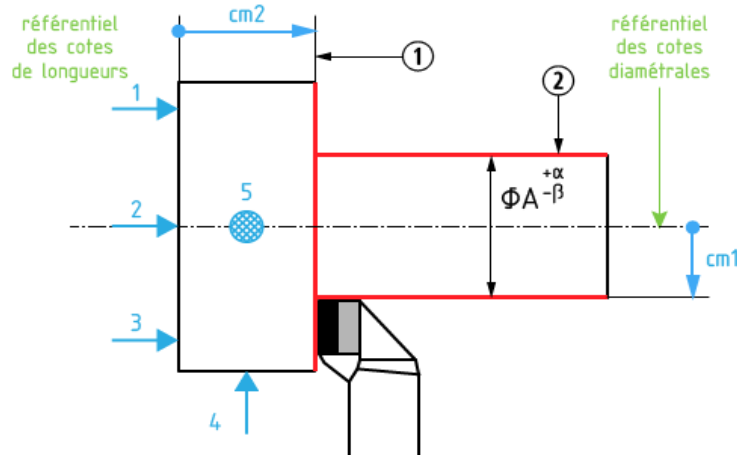


Figure IV.2 : Exemples de côtes - machines en tournage

4.2.2.2 Les cotes dites « cotes-appareillages » (Ca)

Ce sont les cotes obtenues à partir d'un appareillage ou par un gabarit de copiage. Les trajectoires des outils réalisant les cotes de fabrication sont imposées par des appareillages dont les positions sont définies par rapport à des référentiels fixés. Les appareillages peuvent :

- Faire partie de la machine : verniers, butées mécaniques, etc.
- Être des éléments indépendants de la machine : plateaux diviseurs, dispositif de copiage, canons-guides des alésages, etc.

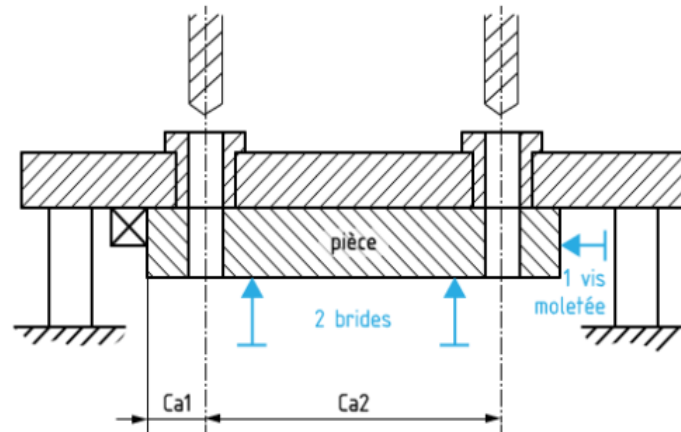


Figure IV.3 : Exemple des cotes-appareillages

4.2.2.3 Les cotes dites « Cotes-outils » (Co)

Ce sont les cotes définissant la forme, la dimension, la précision des surfaces usinées données, par l'outil (foret, alésoir, fraise 3 tailles) ou par l'association de plusieurs outils travaillant simultanément (train de fraises) et réglées par des cotes machines ou cotes appareillages.

Les surfaces définissant la cote de fabrication sont réalisées par des outils réglés entre eux. On distingue deux situations :

Les outils sont différents et sont réglés entre eux par l'intermédiaire d'un élément support (outils sur porte-outils, plaquettes amovibles sur support),

Les différentes arêtes de coupe appartiennent à un outil monobloc et sont réglées entre elles par construction puis affûtage (outils de forme de tournage, forets, fraises à rainurer).

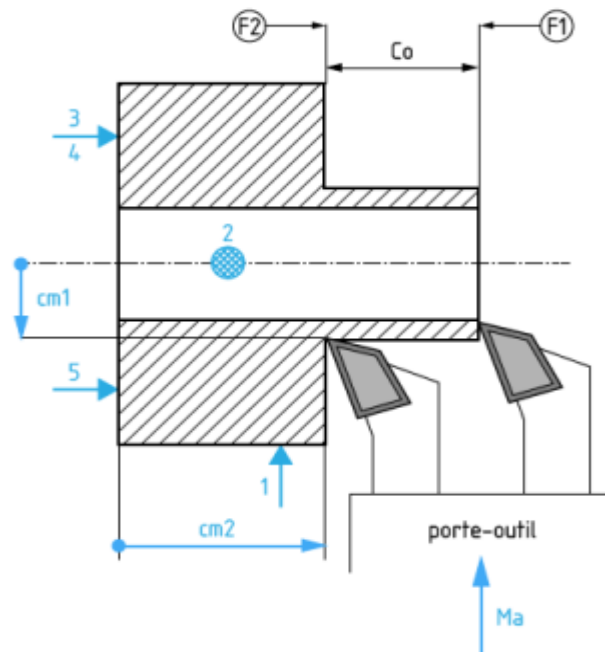


Figure IV.4 : Exemple de cote-outils

4.3 Gamme d'usinage de l'axe percé à goupille (21EG021301-A0-001)

Définition des principales opérations de tournage utilisées :

4.3.1 Le Perçage :

Le perçage est l'opération qui consiste à usiner un trou dans la pièce (débouchant ou borgne) à l'aide d'un forêt. Souvent, l'axe du trou est confondu avec celui de la pièce. [6]

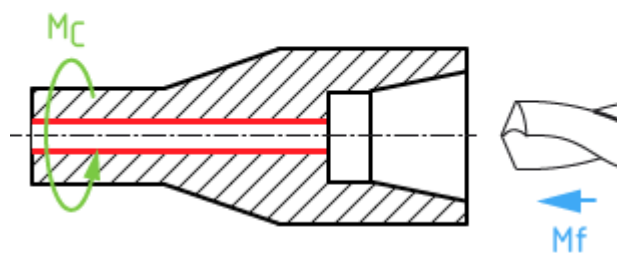


Figure IV.5 : Perçage

4.3.2 Le Chanfreinage :

Le chanfreinage est l'opération qui consiste à usiner un cône de petites dimensions, de façon à supprimer un angle vif.

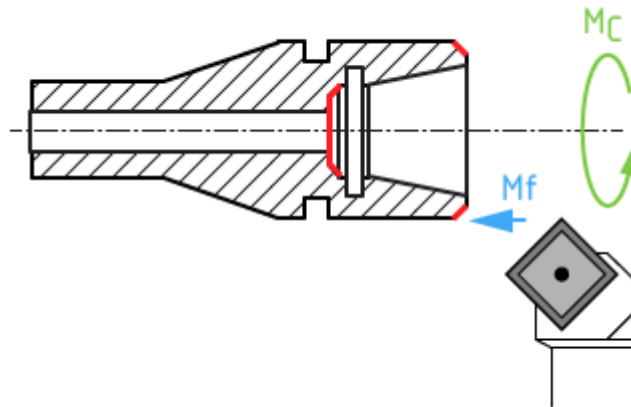


Figure IV.6 : Le chanfreinage intérieur et extérieur

4.3.3 Le chariotage :

Le chariotage est l'opération qui consiste à usiner une surface cylindrique ou conique extérieure.

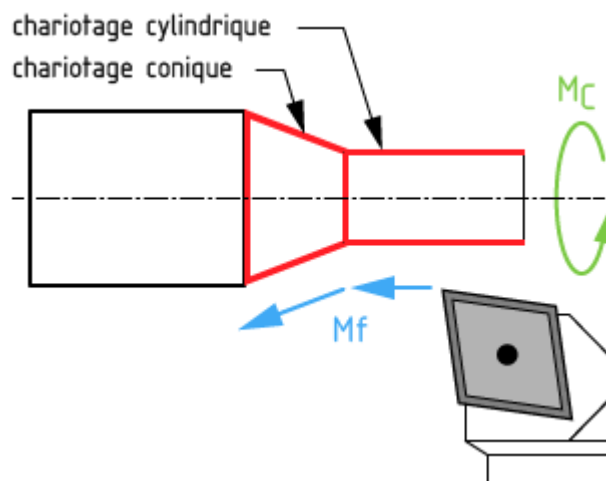


Figure IV.7 : Le chariotage cylindrique et conique

4.3.4 Le dressage :

Le dressage est l'opération qui consiste à usiner une surface plane (extérieure ou intérieure) perpendiculaire à l'axe de la broche.

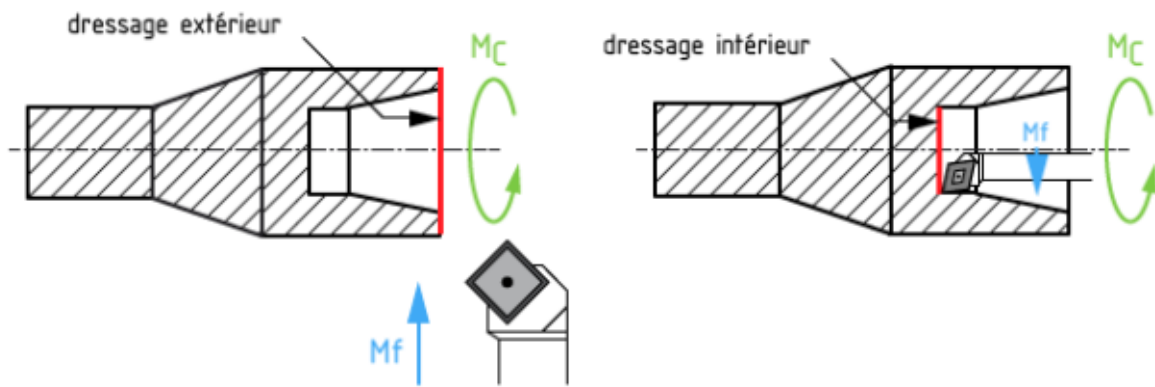


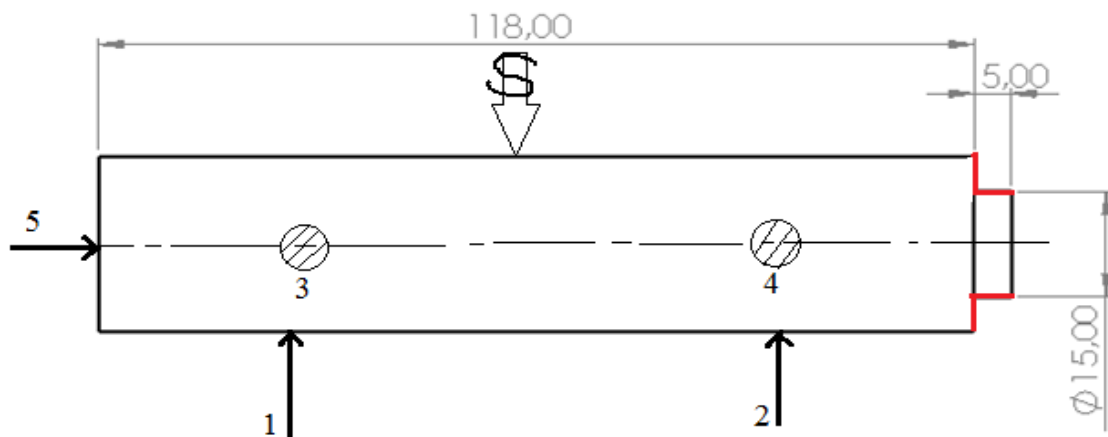
Figure IV.8 : Dressage extérieur et intérieur

4.3.5 L'épaulement :

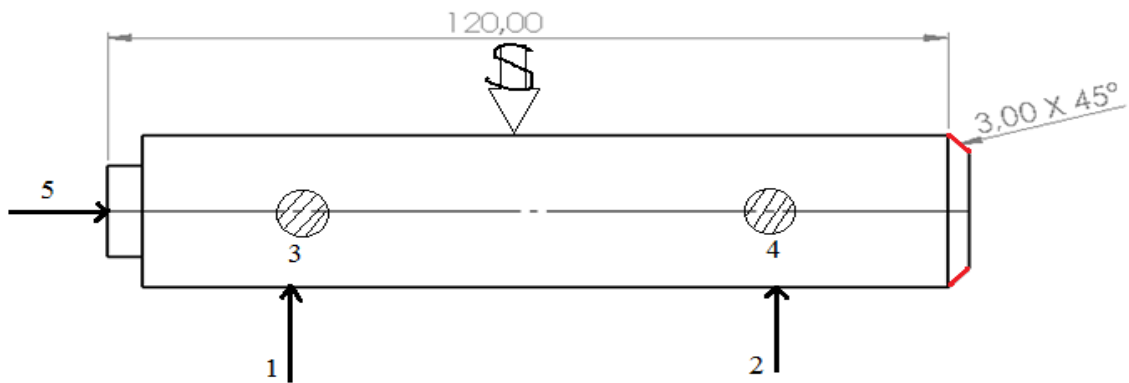
L'épaulement est l'association d'un chariotage et d'un dressage.

		FEUILLES DE GAMME T.G.M		PHASE : 100 MACH. OUT : -			
PROJET : Pince à balles PIECE : Axe percé (21EG021301-A0-001)		NOMBRE : 02 MATIERE : C35 BRUT : Lb=123mm D=25mm		NOM : DATE :			
DESIGNATION DES SOUS-PHASE ET OPÉRATIONS		OUTILLAGE		V m/min	N Tr/m	a	A
Sous Phase	Opération	COUPE	CONTROLE				
10	Traçage et tronçonnage Cylindre long : longueur > diamètre Appuis linéaire (2N) – (1,2) sur B1 Appuis linéaire (2N) – (3,4) sur B1 Serrage sur B1 Tronçonnage pour obtenir la cote cm de 123 mm	Scie	Règle				
20	Contrôle du brut à la cote 123mm		Règle				

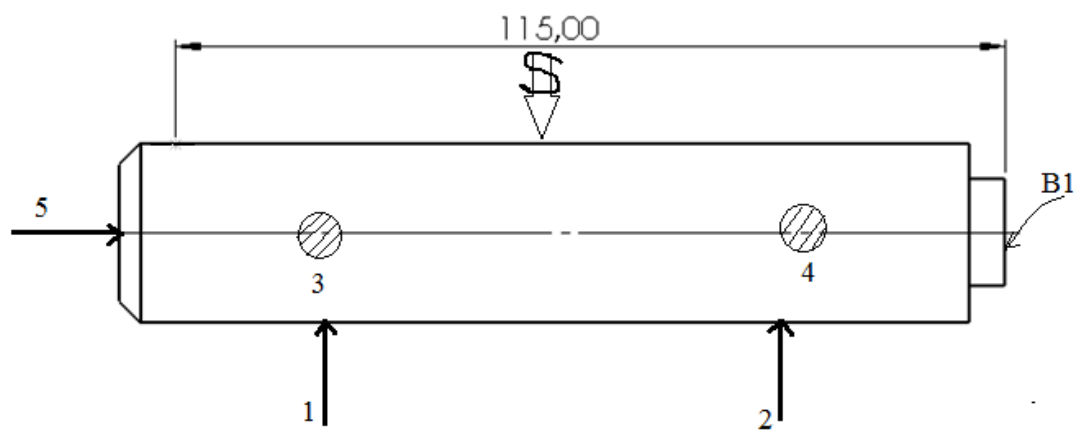
					PHASE : 200		
					MACH. OUT : Tour		
Sous Phase	Opération	COUPE	CONTROLE	V m/min			
10	<p>Tournage Mise en position de la pièce sur le mondrain Référentiel défini par un centrage long sur le diamètre extérieur 4N (1,2,3,4), une butée 1N (5) et un serrage</p> <p>Epaulement Réalisation d'un épaulement à un diamètre 15 mm sur une longueur de 5mm.</p>	Outil a carbure	Pied à coulisse	110			



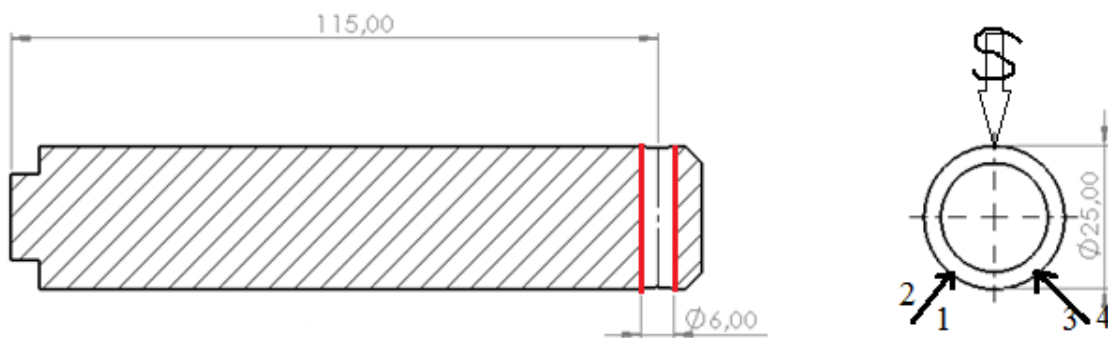
Sous Phase	Opération	COUPE	CONTROLE	V m/min			
20	Tournage Mise en position de la pièce sur le mondrain Référentiel défini par un centrage long sur le diamètre extérieur 4N (1,2,3,4), une butée 1N (5) et un serrage Chanfreinage Réaliser un chanfreine de 3mm sur 45°	Outil a carbure	Pied à coulisse	110			



MACH. OUT : - Phase : 200								
Sous Phase	Opération	COUPE	CONTROLE					
10	Pointage Pointage de l'axe dans la position 115mm à partir de la surface B1	Pointeau	Règle					



MACH. OUT : Perceuse à Cologne							
Phase : 300							
Sous Phase	Opération	COUPE	CONTROLE				
10	Perçage Mise en position de la pièce sur un vé long référentiel définie par 4N (1,2,3,4) un appui simple et un serrage Perçage d'un trou de diamètre D = 6mm	Foret	Pied à coulisse	110			
		D = 6mm					



4.4 Les gammes de fabrication :



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

Gamme de Fabrication





N° Projet : 22EG021302	Nom du Projet : PINCE POUR CHARGEUR FRONTAL		
Code Pièces : 22EG021302-A2-003	Matière : S235 JR	Épaisseur: 4	Qte : 1

ETAPE	Operation	Machine	Photo	Contrôle	Temps
100	Découpe laser Voir le plan PLDP019	F04 - Centre de Découpe Laser Trumpf		Pied à coulisse	_:_:
200	Piage Voir le plan PLPP004	F05 - Centre de Piage Verticale Trumpf		Pied à coulisse	_:_:
300	Soudage	ST-1 - Poste a souder (table)		Pied à coulisse Pied à coulisse	00:04:00

Vendredi 17 Juin 2022

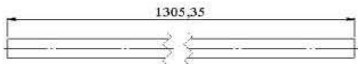
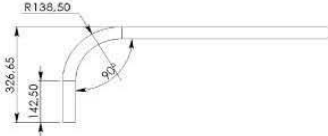
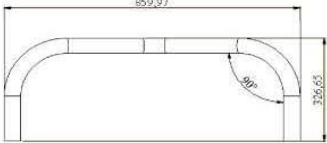


N° Projet : 22EG021302

Page 1 de 1

	<p>Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite</p>	<p>Gamme de Fabrication</p> 
---	--	--

N° Projet : 22EG021302	Nom du Projet : PINCE POUR CHARGEUR FRONTAL
-------------------------------	--



Code Pièces : 22EG021302-A2-007	Matière : S235 JR	Épaisseur: 0	Qte : 2
--	--------------------------	---------------------	----------------

ETAPE	Operation	Machine	Photo	Contrôle	Temps
100	Découpe manuelle Voir le plan PLDM008	SCF-01 - Scie circulaire fixe		Mètre	00:05:00
200	Réalisation de premier cintrage Voir le plan PLPC001	F09 - Cintreus e profile		Mètre Rapporteur d'angle	00:02:00
300	Réalisation de deuxième cintrage Voir le plan PLPC001	F09 - Cintreus e profile		Mètre Rapporteur d'angle	00:02:00
400	Réalisation de troisième cintrage Voir le plan PLPC001	F09 - Cintreus e profile		Mètre Rapporteur d'angle	00:02:00
500	Découpe	SCF-01 - Scie circulaire fixe		Mètre	00:04:00

Vendredi 17 Juin 2022

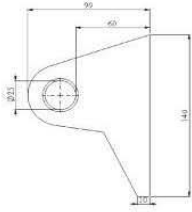
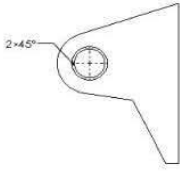
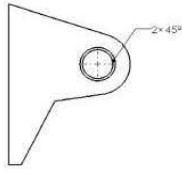
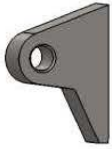
N° Projet : 22EG021302

Page 1 de 2

	<p>Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite</p>	<p>Gamme de Fabrication</p> 
---	--	--

N° Projet : 22EG021302	Nom du Projet : PINCE POUR CHARGEUR FRONTAL
------------------------	---

Code Pièces : 22EG021302-A3-005	Matière : S275 JR	Épaisseur: 25	Qte : 2
---------------------------------	-------------------	---------------	---------

ETAPE	Operation	Machine	Photo	Contrôle	Temps
100	Découpe plasma Voir le plan PLDP008	F03 - Centre d'Usinag e de Tôle FICEP		Pied à coulisse	00:02:00
200	Chanfreinage Réalisation de premier chanfrein 2x45°	F02 - Cisaille AMADA		Pied à coulisse	00:02:00
300	Chanfreinage Réalisation de deuxième chanfrein 2x45°	F02 - Cisaille AMADA		Pied à coulisse	00:02:00
400	Soudage	ST-1 - Poste a souder (table)		Mètre	00:02:00

Vendredi 17 Juin 2022

N° Projet : 22EG021302

Page 1 de 1

4.5 Les gammes de soudure



Gamme de Soudage

N° Projet : 22EG021302

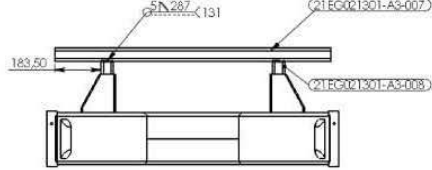
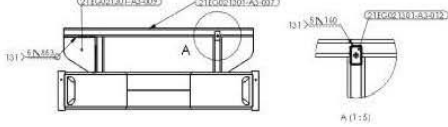
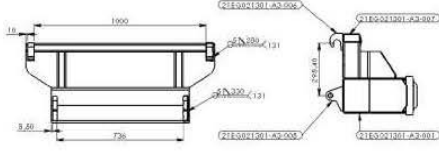


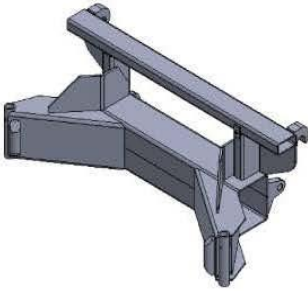
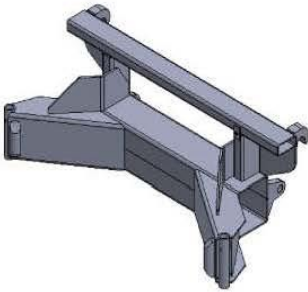
Nom du Projet : PINCE POUR CHARGEUR FRONTAL

Code Pièces : 22EG021302-A3

N°	ETAPE	Operation	Photo	Temps Soudage	Consommable	Contrôle
1	100	Souder les pièces 21EG021301-A3-001 entre eux Voir le plan PLPS005		00:30:00	ST-1	Mètre
2	200	La pièce 21EG021301-A3-002 doit être parallèle à la pièce 21EG021301-A3-003 Souder les pièces 21EG021301-A3-002 et 21EG021301-A3-011 à la pièce 21EG021301-A3-003 Voir le plan PLPS005		00:10:00	ST-1	Mètre

N°	ETAPE	Operation	Photo	Temps Soudage	Consommable	Contrôle
3	300	Souder les pièces 21EG021301-A3-003 et 21EG021301-A3-004 à la pièce 21EG021301-A3-001 Voir le plan PLPS005		00:20:00	ST-1	Mètre
4	400	La pièce 21EG021301-A3-008 doit être perpendiculaire à la pièce 21EG021301-A3-001 Souder la pièce 21EG021301-A3-008 à la pièce 21EG021301-A3-001 Voir le plan PLPS005		00:10:00	ST-1	Mètre
5	500	Souder la pièce 21EG021301-A3-010 et 21EG021301-A3-013 à la pièce 21EG021301-A3-001 Voir le plan PLPS005		00:08:00	ST-1	Mètre

N°	ETAPE	Operation	Photo	Temps Soudage	Consommable	Contrôle
6	600	Souder la pièce 21EG021301-A3-007 à la pièce 21EG021301-A3-008 Voir le plan PLPS005		00:08:00	ST-1	Mètre
7	700	Souder les pièces 21EG021301-A3-009 et 21EG021301-A3-012 à la pièce 21EG021301-A3-007 Voir le plan PLPS005		00:12:00	ST-1	Mètre
8	800	Souder la pièce 21EG021301-A3-006 à la pièce 21EG021301-A3-007 Et la pièce 21EG021301-A3-005 à la pièce 21EG021301-A3-001 Voir le plan PLPS005		00:10:00	ST-1	Mètre

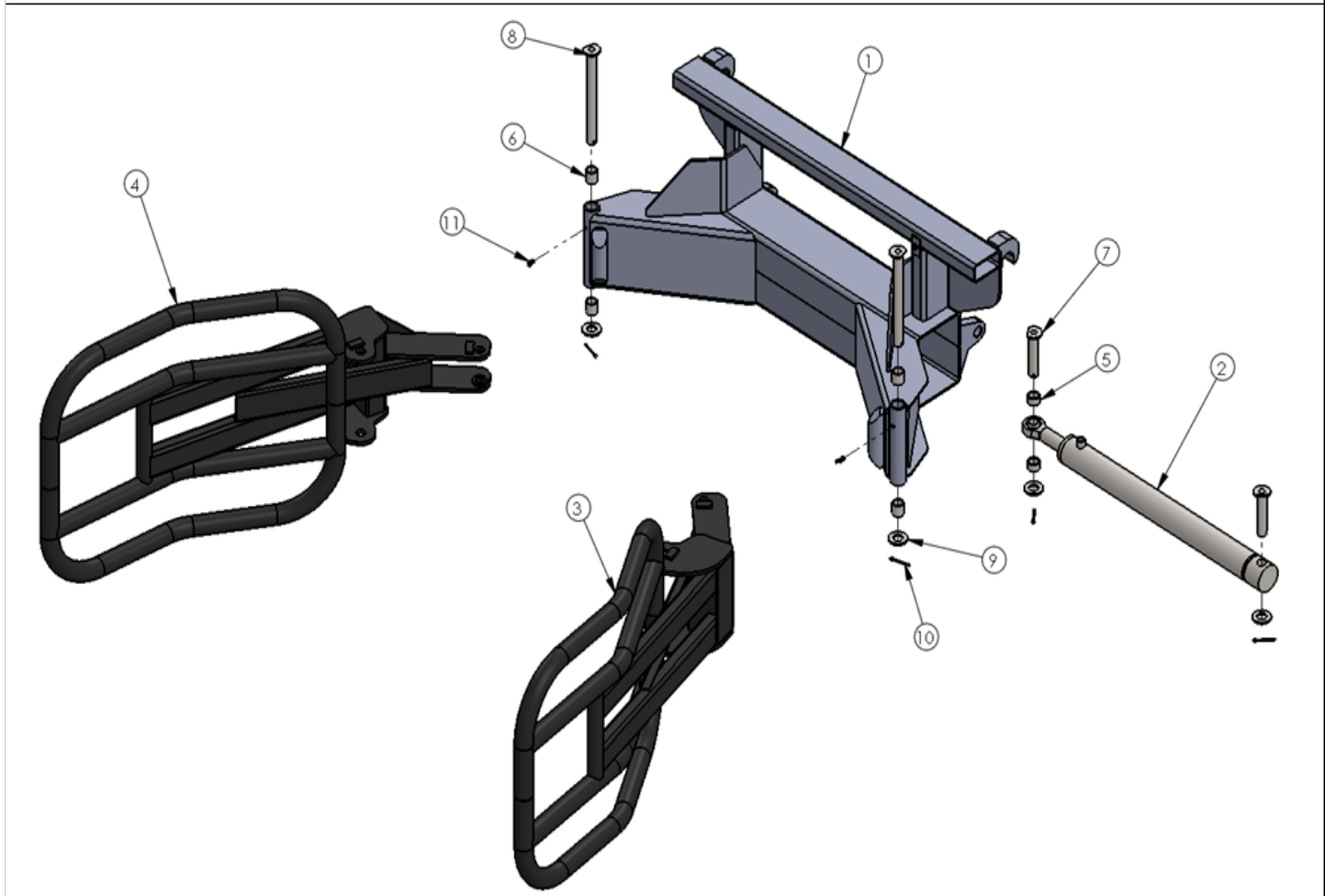
N°	ETAPE	Operation	Photo	Temps Soudage	Consommable	Contrôle
9	900	Peinture Voir le plan PLTS002		---		
10	1000	Montage Voir le plan PLPM001		---		

5 Chapitre V

Établissement de gammes de montage

GAMME DE MONTAGE

N° 21EG021302



PHASES D' ASSEMBLAGE/ MONTAGE

OUTILLAGES

TEMPS

N°	Poste	Désignation	CROQUIS - SCHEMAS - CONSIGNES	OUTILLAGES		Min
				Montage	Contrôle	
100	3	prenant le chassis principale 1		à la main	mètre, pied à coulisse	2
200	3	montage des quatres entretoises 6 sur 1		maillet	pied à coulisse	10
300	3	montage des deux graisseurs 11 sur 1		clé à pipe 9mm	pied à coulisse	4

400	3	410 montage de 3 sur 1		à la main	mètre, pied à coulisse	2
		420 montage de l'axe 8 sur 3 et 1		à la main	mètre, pied à coulisse	1
		430 montage de la rondelle 9 sur 8		à la main	mètre, pied à coulisse	1
		440 montage de la goupille 10 sur 8		à la main	mètre, pied à coulisse	1
500	3	510 montage de 4 sur 1		à la main	mètre, pied à coulisse	2
		520 montage de l'axe 8 sur 4 et 1		à la main	mètre, pied à coulisse	1
		530 montage de la rondelle 9 sur 8		à la main	mètre, pied à coulisse	1
		540 montage de la goupille 10 sur 8		à la main	mètre, pied à coulisse	1
600	3	610 montage de vérin 2 sur 1		à la main	mètre, pied à coulisse	2
		620 montage de 3 sur 2		à la main	mètre, pied à coulisse	2
		630 montage de l'axe 7 sur 3 et 2		à la main	mètre, pied à coulisse	1
		640 montage de la rondelle 9 sur 7		à la main	mètre, pied à coulisse	1
		650 montage de la goupille 10 sur 7		à la main	mètre, pied à coulisse	1
700	3	710 montage de 4 sur 2		à la main	mètre, pied à coulisse	2
		720 montage de l'axe 7 sur 4		à la main	mètre, pied à coulisse	1
		730 montage de l'entretoise 5 sur 7		à la main	mètre, pied à coulisse	1
		740 montage de la rondelle 9 sur 7		à la main	mètre, pied à coulisse	1
		750 montage de la goupille 10 sur 7		à la main	mètre, pied à coulisse	1

6 Conclusion générale

Conclusion générale

Notre travail s'inscrit dans le cadre d'un stage pratique pour la préparation du mémoire de fin d'études de master en génie mécanique. Durant une période de 9 mois nous avons pu vivre le quotidien d'un ingénieur et répondre aux sollicitations de ce poste.

Ce stage nous a permis d'acquérir une petite expérience dans l'organisation du fonctionnement d'une entreprise de production et dans le domaine de la mécano- soudure et de la construction de machines en général.

Le stage pratique que nous avons effectué, nous a permis de nous initier à trois éléments essentiels pour un ingénieur en génie mécanique, à savoir :

- L'utilisation rationnelle de la documentation pour la réalisation d'un projet ;
- Les étapes d'étude de conception d'une machine ;
- Manipulation de logiciel SolidWorks.

Utilisant les connaissances acquises durant la formation en CAO que nous a dispensée l'entreprise nous avons élaboré la conception d'une pince à balles rondes, objet de notre étude. Cette conception a été suivie de réalisation.

Le plus important dans cette étude a été consacré :

- À la revue des différentes pinces à balles et leurs fonctionnements.
- À l'étude des vérins.
- À la réalisation des plans d'exécution par SolidWorks.
- Justification des choix et solutions que nous avons pu donner à l'entreprise.

Nous estimons que l'objectif assigné à cette étude a été atteint.

Liste des figures

Chapitre I

Figure I.1 : Eurl LD Azouaou	4
Figure I. 2 : Localisation de LD Azouaou	5
Figure I .3 : l'organisation de l'entreprise	8
Figure I .4 : Une rouleuse coqueuse de tôle	8
Figure I .5 : Exemple sur les étapes de formation	9
Figure I .6 : Un centre d'usinage de Tôle FICEP	9
Figure I .7 : Découpage	11
Figure I .8 : Marquage et gravure	11
Figure I .9 : Biseautage des bords	12
Figure I .10 : Surfaçage et rainurage	12
Figure I .11 : Perçage et taraudage	13
Figure I .12 : Un centre de découpe au LASER TRUMPF	14
Figure I .13 : Un centre de pliage de tôle TRUMPF	16
Figure I .14 : Une guillotine AMADA	17
Figure I .15 : cintreuse de tubes	18
Figure I .16 : Poste à souder QINEO BASIC 450	19

Chapitre II

Figure II .1 : La découpe laser	22
Figure II .2 : La découpe plasma	23
Figure II .3 : Principe de découpe plasma	24
Figure II .4 : Exemple de pliage	26
Figure II .5 : Technique de pliage	26
Figure II .6 : Principe de pliage en V	27
Figure II .7 : Principe de pliage en l'air	28
Figure II .8 : outil de pliage en l'air	28
Figure II .9 : outil de pliage en frappe	29
Figure II .10 : Principe de pliage en U	29
Figure II .11 : Pliage en L	30

Figure II .12 : Angle de pliage	30
Figure II .13 : Rayon de pliage	31
Figure II .14 : Déformations à un angle vif ($R=0$)	31
Figure II .15 : le phénomène du retour élastique	32
Figure II .16 : Jeu du pliage et le rayon de la matrice	33
Figure II .17 : Les parties d'un tube cintré	34
Figure II .18 : exemple d'aplatissement et de plissage	35
Figure II .19 : exemple de calcul de la LD	35
Figure II .20 : Cintreuse VIRAX OU MINGORI	36
Figure II .21 : Principe de fonctionnement	37
Figure II .22 : Exemple d'un cintrage simple	37
Figure II .23 : La mise en position dans la machine	38
Figure II .24 : cintrage à froid par poussée	39
Figure II .25 : Procédés de soudage	40
Figure II .26 : Procédés de soudage MIG/MAG	41
Figure II.27 : Le fil électrode	43
Figure II.28 : Cordon de soudure	45
Chapitre III	
Figure III .1 : Pince à levage hydraulique	48
Figure III .2 : Pince à balle rectangulaire	49
Figure III .3 : Pince à balle rondes et carrées	50
Figure III .4 : Pince à balle ronde	51
Figure III .5 : La manutention de la balle	52
Figure III .6 : Exemple de codification de produit	53
Figure III .7 : Nomenclature des pièces composant la pince à balles avec leurs codes	54
Figure III. 8 : La Conception du châssis	55
Figure III .9 : La conception de Pince tubulaire gauche et droit (symétrique).	55
Figure III .10 : La conception de vérin hydraulique	56
Figure III .11 : La conception de l'axe percé à goupille	56
Figure III .12 : L'assemblage de la pince à balles ronde	57

Figure III .13 : Exemple d'un fichier DXF	58
Chapitre IV	
Figure IV.1 : Exemple de mise en position isostatisme	85
Figure IV.2 : Exemples de côtes - machines en tournage	86
Figure IV.3 : Exemple des cotes-appareillages	87
Figure IV.4 : Exemple de cote-outils	88
Figure IV.5 : Perçage	88
Figure IV.6 : Le chanfreinage intérieur et extérieur	89
Figure IV.7 : Le chariotage cylindrique et conique	89
Figure IV.8 : Dressage extérieur et intérieur	90

Liste des tableaux

Chapitre II	
Tableau II.1 : Variation de la distance (a) suivant le rapport (Ri/e).	31
Tableau II .2 : tableau constructeur	36
Tableau II.3 : Avantages et inconvénients du soudage MIG-MAG	42
Tableau II.4 : Protections gazeuses utilisées en soudages MIG et MAG	44

Références bibliographiques

- [1] Thèse L'agriculture en Algérie ZEMIRLI & HAMMACHE
- [2] HEADQUARTERS via Matteotti, www.ficepgroup.com
- [3] KISTNER GmbH & Co. KG www.maschinen-kistner.de
- [4] Cours de soudage, chaudronnerie et tuyauterie <https://www.rocdacier.com/>
- [5] METAL-FACH Sp. z o.o. www.metalfach.com.pl
- [6] ÉTUDE DE FABRICATION ET ANALYSE D'USINAGE Université Lille1 2014
- [7] Chevalier guide du dessinateur industriel Edition 2004
- [8] Hydrokit HYDRAULIC GLOBAL SOLUTIONS guide vérin hydraulique