

République algérienne démocratique et populaire
Ministère de l'enseignement supérieur et de la recherche scientifique



جامعة مولود معمري تيزي وزو
†οθΛοΠΣ† ΗΓΜΗΜΛ ο† ΓήοΓΜΟ
MOULOU MAMMERI UNIVERSITY OF TIZI-OUZOU



Faculté de génie de la construction
Département de Génie mécanique

Mémoire de fin d'études
Présenté en vue de l'obtention du :
Diplôme de Master en Génie Mécanique
Option : Construction mécanique
Intitulé :

Conception et réalisation de panneaux extérieurs d'un ascenseur de capacité 450 Kg

Proposé par : LD AZOUAOU



Dirigé par :

Mr. AHMED ALI Abdellah

Présenté par :

**HEMIDJ Djouher
SI TAHAR Massinissa**

Soutenue le : 29/09/2025

Devant le jury :

Mme. SI HADJ MOHAND Chafiàa

Examinatrice

Mr. HAMOUR Mohamed

Président du jury

Mr. AHMED ALI Abdellah

Encadreur

Année Universitaire : 2024/2025

Remerciements

Nous mentionnons l'apport de nos encadreurs Mr Ahmed Ali et Mr Yefsah, dont les orientations ont contribué à structurer et à organiser le présent travail. Leur accompagnement a permis de définir les objectifs et de suivre méthodiquement les étapes de ce projet.

Nous soulignons également le rôle de l'entreprise d'accueil, qui a mis à disposition le cadre technique et organisationnel nécessaire à l'application pratique de nos connaissances, et dont l'environnement a favorisé l'avancement de cette étude.

Enfin, nous exprimons notre gratitude à toutes les personnes qui, de près ou de loin, ont contribué à l'évolution et à la réalisation de ce travail.

Dédicaces

Je dédie ce mémoire à mon père et à ma mère, qui n'ont jamais douté de moi et dont la confiance m'a toujours donné la force d'avancer et de persévérer. Leur attention constante et leur présence bienveillante ont été un véritable soutien tout au long de ce parcours.

Je dédie également ce travail à mes amis et camarades Farah et Fouad, dont l'aide incontournable et le soutien constant ont été précieux tout au long de la réalisation de ce mémoire. Leur présence, leurs conseils et leur collaboration ont largement contribué à l'aboutissement de ce projet.

Enfin, je dédie ce mémoire à mon amie Zahra, en témoignage d'amitié sincère, pour sa présence, ses encouragements et son accompagnement durant toutes les étapes de ce parcours.

Djouher

Dédicaces

A ma mère et à mon père,

Vos sacrifices, vos encouragements et votre amour inconditionnel ont été ma plus grande source de force et d'inspiration. Ce travail est le fruit de vos prières, de vos conseils et de votre présence à chaque étape de ma vie.

Je vous dédie humblement ce mémoire, avec toute ma reconnaissance et mon affection.

Massinissa

Sommaire

LISTE DE FIGURES.....	VII
LISTE DES TABLEAUX	IX
INTRODUCTION GENERALE	1
CHAPITRE I PRESENTATION DE L'ENTREPRISE	3
I.1 Introduction.....	4
I.2 Localisation de l'entreprise.....	5
I.3 Organigramme de l'Enterprise.....	6
I.4 Circuit de production de l'Enterprise.....	6
I.4.1 La rouleuse de tôle	6
I.4.2 La machine de découpe laser.....	8
I.4.3 La guillotine à tôle.....	11
I.4.4 Le centre d'usinage de Tôle	12
I.4.5 Le centre de pliage de tôle.....	15
I.4.6 Poinçonnage	18
I.4.7 Le centre de poinçonnage.....	18
I.4.8 L'atelier de soudage.....	20
I.4.9 Le centre de traitements de surfaces.....	21
I.5 Conclusion	22
CHAPITRE II CLASSIFICATION ET FONCTIONNEMENT DES ASCENSEURS.....	23
II.1 Introduction.....	24
II.2 Evolution chronologique des ascenseurs.....	24
II.3 Classification des ascenseurs	25
II.3.1 Selon l'usage	25
II.3.2 Selon la position de la cabine	26
II.3.3 Selon le système de levage.....	27
II.3.4 Selon la disponibilité d'une salle machine	40
II.4 Comparaison entre les systèmes de levage d'ascenseurs	41
II.5 Sécurité et conformité des ascenseurs.....	41
II.6 Maintenance des ascenseurs.....	43
II.7 Conclusion	43
CHAPITRE III ÉTUDE TECHNIQUE ET CONCEPTION DES PANNEAUX POUR UNE CABINE DE CAPACITE 450 KG	44
III.1 Introduction.....	45
III.2 Utilisation des panneaux de cabine d'ascenseur	45
III.3 Description du produit.....	45
III.3.1 Nomenclature des pièces de la cabine.....	46
III.4 Conception des panneaux extérieurs de la cabine de capacité 450kg	48
III.4.1 La rétro-ingénierie.....	48
III.4.1 Conception des plans de pliages des panneaux	49
III.5 Variantes des panneaux extérieurs.....	50
III.5.1 Selon la charge et Nombre de passagers	50
III.5.2 Selon le matériau de construction	51

III.6	Conclusion.....	58
CHAPITRE IV ÉTUDE TECHNOLOGIQUE ET PROCÉDES DE FABRICATION DES		
	PANNEAUX.....	59
IV.1	Introduction.....	60
IV.2	Documents techniques.....	60
IV.2.1	Plans d'assemblage	60
IV.2.2	Gammes de fabrication des panneaux.....	60
IV.3	Procédés de fabrication des panneaux extérieurs.....	60
IV.3.1	Préparation de la matière première.....	60
IV.3.2	Découpe laser.....	61
IV.3.3	Poinçonnage.....	61
IV.3.4	Pliage.....	62
IV.3.1	Procédés d'assemblages.....	64
IV.3.2	Finition de surface.....	66
IV.4	Assemblage et installation de la cabine.....	70
IV.4.1	Assemblage des panneaux.....	70
IV.4.2	Installation de la cabine.....	70
IV.5	Habillage de la cabine.....	70
IV.5.1	Normes et régulations.....	71
IV.5.2	Composants de l'Habillage.....	71
IV.6	Conclusion.....	74
CHAPITRE V PLANS DE PLIAGE DES PIÈCES DE LA CABINE, GAMME FABRICATION ET		
	ASSEMBLAGE.....	75
	PLANS DE PLIAGE.....	76
	GAMMES DE FABRICATION.....	87
	PLAN D'ASSEMBLAGE.....	123
	GAMME D'ASSEMBLAGE.....	125
	CONCLUSION GÉNÉRALE.....	129
	BIBLIOGRAPHIE.....	131
	ANNEXE.....	134

Liste de figures

Figure I-1 Siège de l'entreprise LD AZOUAOU MAHINDRA.	4
Figure I-2 Emplacement de l'entreprise.	5
Figure I-3 Rouleuse croqueuse de tôle.	7
Figure I-4 Réalisation du croquage.	8
Figure I-5 Réalisation de la première passe.	8
Figure I-6 Finalisation du cylindre.	8
Figure I-7 Machine de découpe laser TruLaser1030.	9
Figure I-8 Principe de la découpe laser.	10
Figure I-9 Guillotine AMADA GSII 840.	11
Figure I-10 Centre d'usinage de Tôle FICEP GEMINI HPE.	13
Figure I-11 La découpe plasma.	14
Figure I-12 Marquage de tôle.	14
Figure I-13 Différents types de chanfreins.	15
Figure I-14 Centre de pliage de tôle TruBend 5230.	16
Figure I-15 Modèles 3D outils de pliage spéciaux.	18
Figure I-16 Centre de poinçonnage TruPunch 5000.	19
Figure I-17 Procédé de poinçonnage.	18
Figure I-18 Poste à souder QINEO BASIC 450.	21
Figure I-19 Centre de traitements des surfaces.	22
Figure II-1 Positionnement de la cabine type sac à dos.	26
Figure II-2 Positionnement de la cabine au centre.	27
Figure II-3 Cylindre enterré.	28
Figure II-4 Cylindre de surface.	28
Figure II-5 Exemple vérin télescopique.	29
Figure II-6 Cylindre télescopique.	29
Figure II-7 Schéma ascenseur pneumatique.	30
Figure II-8 Installations des ascenseurs pneumatiques.	30
Figure II-9 L'intérieur d'une gaine d'ascenseur.	31
Figure II-10 Cabine d'ascenseur.	31
Figure II-11 Moteur-Poulie-Câbles ascenseurs.	32
Figure II-12 Arcade cabine et contrepoids.	33
Figure II-13 Coulisseau rigide pour guide rond.	34
Figure II-14 Coulisseau à garniture.	34
Figure II-15 Roller guide.	34
Figure II-16 Placement des rails dans les parois de la gaine.	34
Figure II-17 Rails en T.	34
Figure II-18 Rails en U.	34
Figure II-19. Architecture du système parachute/limiteur de vitesse.	35
Figure II-20 Résumé du fonctionnement du parachute.	35
Figure II-21 Composantes d'un limiteur de vitesse.	36
Figure II-22 Moteur à engrenage dit geared.	37
Figure II-23 Moteur à attaque direct dit gearless.	37
Figure II-24 Cuvette.	38
Figure II-25 Types de mouflage 1 1 et 2 1.	39
Figure III-1 Interface SolidWorks tôlerie.	49
Figure III-2 Processus de galvanisation.	54
Figure IV-1 Exemple d'un fichier DXF.	61
Figure IV-2 Ecran de commande numérique de la plieuse TruBend 5230.	62
Figure IV-3 Pliage en l'air.	63

Figure IV-4 Pliage par écrasement.	64
Figure IV-5 Types d'ourlet.....	64
Figure IV-6 Boulon M6.....	65
Figure IV-7 Insert M6 type g.....	66
Figure IV-8 Vis H à embase M6x16.....	66
Figure IV-9 Bords de rainure bavurés après poinçonnage.....	67
Figure IV-10 Surface à moitié satinée.....	68
Figure IV-11 Polissage à abrasif doux.....	68
Figure IV-12 Cabine de grenailage.....	68
Figure IV-13 Pièce grenailée.....	68
Figure IV-14 Finition par revêtement en poudre.....	69
Figure IV-15 Application d'une peinture liquide au pistolet.....	69
Figure IV-16 Assemblage des panneaux d'une cabine.....	70
Figure IV-17 Schéma intérieure d'une cabine finis.....	71
Figure IV-18 Choix d'éclairage et revêtement de plafond.....	72
Figure IV-19 Choix de revêtement pour parois.....	72
Figure IV-20 Choix et types de plinthes.....	73
Figure IV-21 Choix de panneau de commande.....	73
Figure IV-22 Choix main courante.....	73
Figure IV-23 Quelques choix de revêtement pour le plancher.....	74
Figure IV-24 Exemple de cabine fini.....	74

Liste des tableaux

Tableau I-1	Caractéristiques techniques de la rouleuse de tôle.....	7
Tableau I-2	Modules de la découpeuse laser TRUMPH	9
Tableau I-3	épaisseurs maximales de différentes tôles.....	11
Tableau I-4	Caractéristiques techniques de la guillotine.....	12
Tableau I-5	Caractéristiques de la TruBend 5230.....	16
Tableau I-6	Caractéristique technique de la TruPunch 5000.....	20
Tableau II-1	Evolution de l'ascenseur.....	25
Tableau II-2	Avantages et inconvénient des systèmes de tractions d'un ascenseur électrique.....	39
Tableau II-3	Comparaison entre les installations avec et sans salle machine.....	40
Tableau II-4	Spécifications de chaque type d'ascenseur.....	41
Tableau II-5	Utilisation des normes européenne d'ascenseurs.....	42
Tableau III-1	Charge nominale et surface utile maximale de la cabine.....	46
Tableau III-2	Dimensions minimales pour cabine d'ascenseur.....	50
Tableau III-3	Relation entre la surface utile minimale et nombres de passagers.....	51
Tableau III-4	Critères de sélection de matériaux et leur impact sur les panneaux	52
Tableau III-5	Nuances des aciers de construction mécanique.....	53
Tableau III-6	Composition chimique des deux types d'acier inoxydable utilisé pour les panneaux.....	54
Tableau III-7	Propriétés mécaniques des aciers	55
Tableau III-8	Propriétés mécaniques de l'aluminium.....	56
Tableau III-9	Caractéristiques techniques des verres	58

Introduction générale

Introduction générale

Le transport vertical constitue aujourd'hui un élément essentiel dans la conception des bâtiments modernes. La présence d'un ascenseur n'est plus un simple confort mais une exigence fonctionnelle et réglementaire, notamment pour les immeubles résidentiels et publics. Avec l'essor de l'urbanisation et les transformations engendrées par la révolution industrielle, l'ascenseur est devenu un équipement indispensable dans tout bâtiment à plusieurs niveaux.

Cependant, au cours de son évolution, l'ascenseur n'était pas aussi fiable qu'il l'est aujourd'hui. Les dispositifs modernes sont le résultat de plusieurs siècles de perfectionnement technologique et d'innovations. La sécurité s'impose désormais comme un critère fondamental dans la conception et l'exploitation des ascenseurs. Ainsi, chaque appareil est soumis à des normes et réglementations strictes qui définissent les exigences de conception, les procédures de tests de sécurité ainsi que les modalités de maintenance et d'entretien périodique, garantissant une fiabilité optimale et une protection accrue des usagers.

Chaque composant de l'ascenseur joue un rôle fondamental dans son fonctionnement global. Ces éléments sont étudiés et dimensionnés en tenant compte des exigences d'utilisation, des contraintes de sécurité et de performance. Le choix des matériaux ainsi que les méthodes de fabrication sont déterminés de manière à assurer à la fois la fiabilité, la durabilité et la conformité aux normes en vigueur.

Dans ce projet, nous allons étudier la cabine de l'ascenseur, qui constitue l'un des composants principaux de l'appareil. L'objectif est de concevoir et de fabriquer les parois d'une cabine d'ascenseur d'une capacité de 450 kg. Le travail est structuré en quatre chapitres :

Le premier chapitre présente l'entreprise d'accueil, son organigramme ainsi que son parc machines, afin de mieux comprendre l'enchaînement des opérations de conception et fabrication.

Le deuxième chapitre expose les différents types d'ascenseurs, leurs principes de fonctionnement et leurs domaines d'application, en mettant particulièrement l'accent sur les ascenseurs à traction par câbles. Ce chapitre se termine par l'introduction des principales normes européennes encadrant la sécurité et l'accessibilité des ascenseurs.

Le troisième chapitre est consacré à l'étude technique des panneaux de cabine, en abordant leur conception, leurs dimensions, les matériaux possibles ainsi que les variantes de réalisation.

Enfin, le quatrième chapitre met en évidence les procédés technologiques de fabrication des panneaux, depuis la matière première jusqu'au produit final, en incluant les opérations de finition et l'habillage de la cabine.

Chapitre I Présentation de l'entreprise

I.1 Introduction



Figure I-1 : Siège de l'entreprise LD AZOUAOU MAHINDRA.

Fondée en 2009 par M. Lahlou Azouaou, l'**EUURL LD AZOUAOU** est une entreprise algérienne spécialisée dans la fourniture de biens et services dans le domaine du machinisme agricole.

Dès 2010, elle devient le représentant officiel en Algérie de Mahindra & Mahindra, l'un des plus grands fabricants de tracteurs agricoles en Inde.

En 2014, l'entreprise lance un projet d'investissement stratégique dans le secteur de l'industrie mécanique liée au machinisme agricole. Ce projet a été initié dans un cadre légal, bien avant la mise en place du cahier des charges du ministère de l'Industrie et des Mines régissant les activités des unités de montage de véhicules, d'engins roulants, de tracteurs agricoles et de motocycles.

Les infrastructures développées respectent les normes internationales, avec des ateliers équipés de machines-outils de dernière génération. Depuis mai 2017, le complexe industriel est entièrement opérationnel et comprend plusieurs unités

- Une chaîne d'assemblage de tracteurs Mahindra & Mahindra, d'une capacité annuelle de 3000 unités, destinée à répondre au marché national et à l'exportation ;
- Une ligne de fabrication de matériel agricole complémentaire, capable de produire 2 700 unités par an, permettant de substituer à l'importation des produits similaires et de réduire la sortie de devises ;
- Une ligne complète d'usinage, pour la production de pièces mécaniques de précision destinées aux moteurs et boîtes de vitesses ;
- Un centre de formation professionnelle, visant à former un personnel qualifié et à offrir des sessions de perfectionnement aux utilisateurs des produits de l'entreprise ;
- Un réseau de distribution couvrant 32 wilayas à travers le pays ;

- Un service après-vente disponible 7j/7 à domicile, assurant un accompagnement client fiable ;
- Une disponibilité totale de pièces de rechange d'origine (100%).

Depuis 2016, l'unité de production est pleinement fonctionnelle avec une prévision de création de 520 emplois. Ce projet, estimé à 2,1 milliards de dinars, s'aligne sur la nouvelle législation encadrant les partenariats industriels en Algérie.

L'entreprise ambitionne également d'exporter ses produits vers les marchés nord-africain et européen. Elle vise à répondre à la demande nationale, estimée entre 9 000 et 10 000 tracteurs par an, et à contribuer activement au renouvellement du parc national de tracteurs agricoles.

Depuis 2024, LD AZOUAOU a élargi son champ d'activité en lançant une nouvelle unité de fabrication d'ascenseurs, marquant ainsi une diversification stratégique dans le secteur de l'industrie mécanique. Cette nouvelle branche bénéficie de l'expertise technique, des infrastructures modernes et des équipements de pointe de l'entreprise.

Grâce à son expertise technique, ses infrastructures modernes et son engagement constant dans l'innovation, LD AZOUAOU s'impose aujourd'hui comme un acteur majeur dans l'industrie mécanique et le machinisme agricole en Algérie. [1]

I.2 Localisation de l'entreprise

Située à 7 km de Tizi-Ouzou, dans la zone industrielle Aïssat Idir (Oued Aïssi), l'entreprise bénéficie d'un accès rapide grâce à sa proximité avec la route nationale.

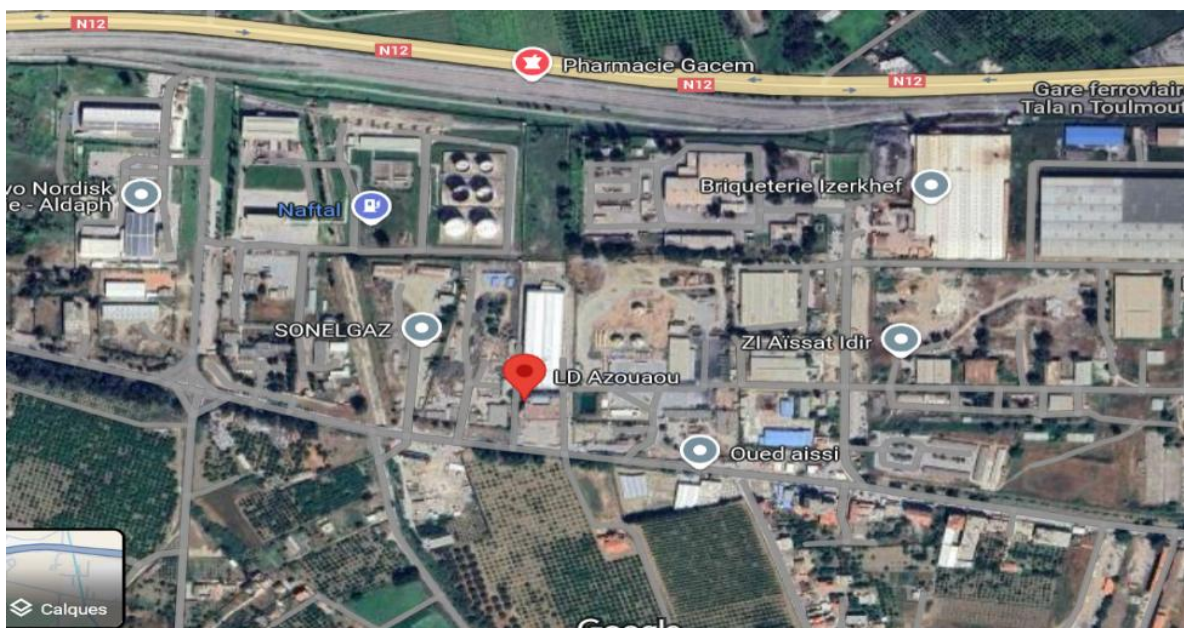


Figure I-2 :Emplacement de l'entreprise.

I.3 Organigramme de l'Enterprise

La priorité de l'entreprise est d'accroître son chiffre d'affaires et d'intensifier sa production. Pour y parvenir, elle a mis en place une organisation rationnelle visant à optimiser l'utilisation de ses ressources humaines et matérielles

- Laboratoire d'Evaluation et d'Exécution ;
- Bureau d'Etudes ;
- Bureau de Comptabilité Analytique ;
- Unité de Fabrication ;
- Atelier de Soudure ;
- Centre de Traitement des Surfaces ;
- Atelier de Montage ;
- Service Informatique ;
- Service Sous-Traitance ;
- Service Maintenance ;
- Service Entretien.

I.4 Circuit de production de l'Enterprise

- Une rouleuse coqueuse de tôle ;
- Une guillotine AMADA ;
- Un centre d'usinage de Tôle FICEP ;
- Un centre de découpe au LASER TRUMPF ;
- Un centre de pliage de tôle TRUMPF ;
- Un centre de poinçonnage TRUMPF ;
- Un atelier de Soudure ;
- Un centre de traitements de surfaces (atelier peinture).

I.4.1 La rouleuse de tôle

La rouleuse de tôle est une machine industrielle utilisée en chaudronnerie pour transformer une tôle plane en une forme courbe, généralement cylindrique ou conique. Ce procédé, appelé roulage, consiste à faire passer la tôle entre plusieurs rouleaux disposés de manière spécifique, afin de lui imprimer une courbure progressive.

Les rouleuses **Figure I-3** peuvent être manuelles ou motorisées, et comporter généralement trois ou quatre rouleaux. Le principe de fonctionnement repose sur la flexion de la tôle par la pression exercée

entre les rouleaux, permettant ainsi de former des pièces telles que des viroles, des réservoirs ou des conduits. [2]



Figure I-3 : Rouleuse croqueuse de tôle.

I.4.1.1 Caractéristiques techniques de la machine

Matière traitée	Acier, Acier Inoxydable, Aluminium
Diamètre minimale	370 mm
Longueur	4050 mm
Epaisseur de tôle	Min 1:5 mm
	Max 13 :5 mm
Force des deux rouleaux	112 T

Tableau I-1 Caractéristiques techniques de la rouleuse de tôle.

I.4.1.2 Procédure de roulage avec 3 rouleaux

La réalisation d'un roulage nécessite le respect d'une séquence d'opérations bien définie

- 1) Réalisation d'un gabarit permettant de contrôler la circularité intérieure du cylindre à fabriquer.
- 2) Le croquage est réalisé à l'aide de la rouleuse. La tôle est pincée entre les deux rouleaux centraux (**Figure I-4**), puis le rouleau excentré est monté afin d'effectuer le croquage sur quelques centimètres. La tôle est ensuite retirée et la même opération est répétée sur l'autre côté.

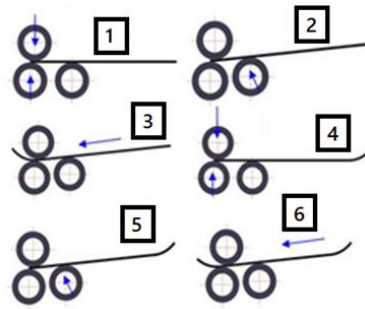


Figure I-4 Réalisation du croquage.

- 3) La première passe est effectuée en pinçant la tôle entre les deux rouleaux centraux (**Figure I-5**). Le rouleau excentré est ensuite légèrement monté afin de réaliser la passe.

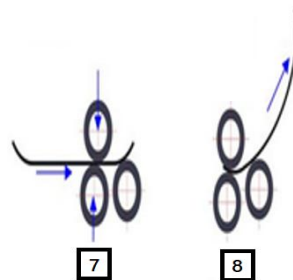


Figure I-5 Réalisation de la première passe.

- 4) La phase précédente est renouvelée autant de fois que nécessaire jusqu'à obtention de la circularité souhaitée du cylindre (**Figure I-6**).

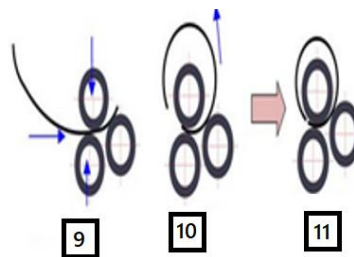


Figure I-6 :Finalisation du cylindre.

I.4.2 La machine de découpe laser

La machine utilisée pour la découpe laser est la TruLaser 1030 Fibre (**Figure I-7**) est une machine de découpe laser à fibre optique 2D développée par TRUMPF, conçue pour découper avec grande précision une large variété de matériaux métalliques (acier doux, Acier Inoxydable, aluminium, cuivre, laiton) en utilisant un laser à fibre solide, plus rapide et économe en énergie que les lasers CO₂ traditionnels.



Figure I-7 Machine de découpe laser TruLaser1030.

I.4.2.1 Caractéristiques techniques de la machine

- Dimensions de la machine : 9333 mm (longueur) × 5990 mm (largeur) × 2200 mm (hauteur) ;
- Poids environ : 9400 kg ;
- Vitesse de déplacement simultané jusqu'à : 140 m/min ;
- Course de travail : 3000 mm (axe-X) × 1500 mm (axes-Y) ;
- Poids maximal de la pièce sans changeur de palettes lourdes : 900 kg.

La machine est équipée d'un système de génération de faisceau laser intégrant différents modules TRUMPF, tels que le TruFiber 3001 (3 kW), le TruFiber 4000 (4 kW) et le TruDisk 6001 (6 kW). Ces sources laser, à fibre ou à disque, délivrent un faisceau de haute qualité dont la puissance et les caractéristiques optiques sont adaptées à la découpe précise d'une large gamme de matériaux et d'épaisseurs, tout en garantissant une productivité et une fiabilité élevées [3].

Module	Technologie	Puissance nominale	Qualité de faisceau (BPP)*	Applications optimales
TruFiber 3001	Laser à fibre dopée Yb	3 kW	~0,4– 0,6 mm·mrad	Découpe de tôle fine/moyenne, marquage, micro-usinage.
TruFiber 4000	Laser à fibre dopée Yb	4 kW	~0,4– 0,6 mm·mrad	Découpe rapide de tôles moyennes, production série.
TruDisk 6001	Laser à disque solide	6 kW	~2 mm·mrad	Découpe forte épaisseur, aluminium, cuivre, soudage industriel.

Tableau I-2 Modules de la découpeuse laser TRUMPH

*BPP = Beam Parameter Product, indicateur de la qualité et de la focalisation possible du faisceau (plus il est bas, plus le faisceau est focalisable finement).

TruFiber : laser à fibre, utilisé pour la découpe et le soudage de haute précision, offrant une excellente qualité de faisceau, idéal pour les applications fines.

TruDisk : laser à disque, plus puissant et robuste, adapté aux applications industrielles exigeantes (découpe épaisse, soudage profond), avec une grande stabilité et rendement énergétique.

A. Laser à fibre

La découpe laser à fibre est une technologie avancée permettant la découpe précise des tôles métalliques, elle offre une découpe plane, oblique et tridimensionnelle avec des bords nets, comparée aux machines CO₂, elle est plus compacte, consomme moins d'énergie et plus respectueuse de l'environnement. Le laser à fibre génère un faisceau à haute densité énergétique qui fond ou vaporise le matériau ciblé, ce faisceau est guidé par un système CNC et le gaz auxiliaire (azote, oxygène, air) aide à l'évacuation du métal fondu [4].

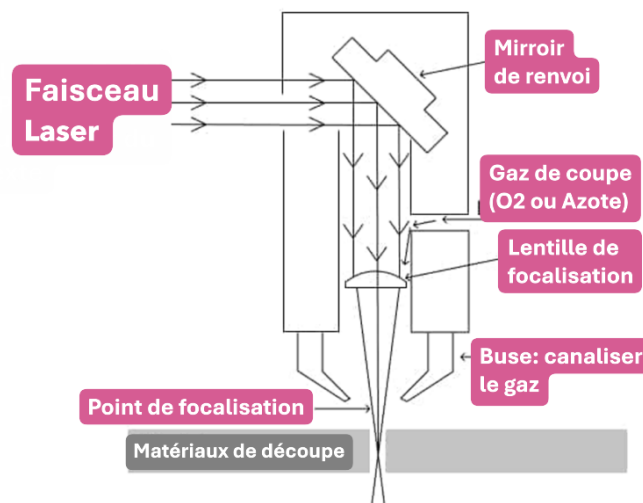


Figure I-8 :Principe de la découpe laser.

B. Laser à disque solide

Le laser à disque repose sur un disque mince de cristal dopé, refroidi par l'arrière, émettant à une longueur d'onde similaire ; il conserve une excellente qualité de faisceau même à forte puissance, supporte bien les matériaux très réfléchissants comme l'aluminium ou le cuivre et se prête à la découpe de fortes épaisseurs, au soudage structurel et au rechargement laser.

C. Laser CO₂

Ce type est un laser infrarouge produit par un mélange de gaz (CO₂, azote, hélium) pour découper, graver ou marquer des matériaux. Elle est principalement utilisée pour les matériaux non métalliques et certains métaux fins [4].

I.4.2.1 Types de lasers

La découpe laser fonctionne sur le principe de focalisation de chaleur du laser sur un point précis pour vaporiser le métal sans l'affaiblir ou le déformer et de la sorte conserver l'aspect esthétique du métal [5].

Matière	Epaisseur maximale
Acier noir	20 mm
Tôle en acier inoxydable	16 mm
Tôle en aluminium	12 mm
Tôle en cuivre	4 mm
Tôle en laiton	4 mm

Tableau I-3 : épaisseurs maximales de différentes tôles.

I.4.2.2 Avantages de la découpe laser

- Une très grande précision lors de la découpe ;
- Une découpe rapide ;
- Aucun contact entre la matière et l'outil de découpe ;
- Pas de déformation de la matière due à la chaleur ;
- Le marquage sur tôle.

I.4.3 La guillotine à tôle

La guillotine AMADA GSII 840 (**Figure I-9**) est une cisaille hydraulique industrielle conçue pour la découpe précise de tôles métalliques. Elle fait partie de la série GS-II du fabricant japonais AMADA, reconnue pour sa robustesse, sa fiabilité et sa facilité d'utilisation[6].



Figure I-9: Guillotine AMADA GSII 840.

I.4.3.1 Caractéristiques Techniques de la machine

Le **Tableau I-4** présente les caractéristiques techniques de la guillotine [6]

Type de coupe	Guillotine
Longueur de cisailage	4050 mm
Epaisseur de coupe acier	8 mm
Epaisseur de coupe Acier Inoxydable	6 mm
Epaisseur de coupe aluminium	10 mm
Angle de coupe	De 0,4 à 2,1 (°)
Capacité de la butée arrière	1000 mm
Butée arrière	Motorisée
Vitesse de déplacement de la butée arrière	100 mm/s
Réglage du jeu entre-lame	Manuel
Nombre de serres tôles	21
Puissance moteur pompe (Kw)	15kw
Puissance moteur de butée	0,55 kw
Alimentation électrique	400V / 50Hz 3 Phases + T
Puissance installée	15kw / 50Hz
Poids	11530 kg
Année	2008

Tableau I-4 Caractéristiques techniques de la guillotine.

I.4.3.2 Avantages

La cisaille guillotine Amada GSII 840 se distingue par sa robustesse et sa capacité à réaliser des coupes de haute précision dans divers matériaux. Sa conception hydraulique permet une utilisation aisée et efficace, idéale pour les ateliers recherchant performance et fiabilité [6].

I.4.4 Le centre d'usinage de Tôle

La FICEP GEMINI HPE (**Figure I-10**) est un centre d'usinage à portique à commande numérique (CNC), conçu pour le traitement de tôles de petites et de grandes dimensions. Cette machine polyvalente permet d'effectuer des opérations de perçage, de fraisage et de coupe thermique avec une grande précision. Produite par la société italienne FICEP, la GEMINI HPE est l'une de ses machines les plus avancées et polyvalentes [6].



Figure I-10 Centre d'usinage de Tôle FICEP GEMINI HPE.

I.4.4.1 Caractéristiques techniques de la machine

- Double portique principal à deux flasques pour un maximum de rigidité pendant l'usinage ;
- Crémaillère à denture inclinée trempée et rectifiée de haute précision sur les axes X, Y et U ;
- Fraisage et perçage ultra rapides avec une vitesse de broche de 7 000 tr / min et un changeur d'outils automatique à 8 ou 24 positions ;
- Le système de serrage automatique de tôles intégré s'adapte rapidement à l'épaisseur de la tôle ce qui réduit le cycle de serrage et garantit le bridage de la tôle de manière rigide à la table support pour éliminer les vibrations et prolonger la durée de vie de l'outil, même lors d'usinages agressifs ;
- Laser de précision pour le référencement des tôles qui fait basculer automatiquement le programme d'enchaînement ce qui élimine la nécessité de les mesurer avant l'usinage ;
- L'axe X secondaire augmente la productivité en éliminant le besoin de repositionner le portique après chaque processus de perçage ou de fraisage. Le changement d'outil s'opère tandis que la tôle reste bridée, garantissant ainsi la précision de taraudage, d'usinage oblong, d'alésage et de fraisage de précision. Le fraisage hélicoïdal est utilisé pour générer des trous plus grands à un coût réduit d'outillage ;
- Le fraisage des arêtes est généralement réalisé sans avoir à débrider la tôle ni à déplacer le portique [6].

I.4.4.2 Processus d'usinage sur la machine

A. Découpe Plasma

La GEMINI HPE (**Figure I-11**) est capable de découper des tôles d'épaisseur comprise entre 5 mm et 305 mm, sans contrainte liée au poids des pièces ni aux opérations de manutention.

Elle est équipée en standard de la source plasma Hypertherm XPR300, offrant une coupe de haute qualité et des coûts réduits. Des options comme les torches oxyacétyléniques et la source HPR400XD sont disponibles [6].



Figure I-11 : La découpe plasma.

B. Marquage et scribing

Les lignes de fabrication, de pliage, d'identification ou de repérage peuvent être réalisées par traçage ou marquage plasma. Pour les applications nécessitant un marquage durable, visible même après peinture ou galvanisation, un scribing plus profond est utilisé, permettant également de créer des repères précis pour le positionnement et le soudage des pièces.

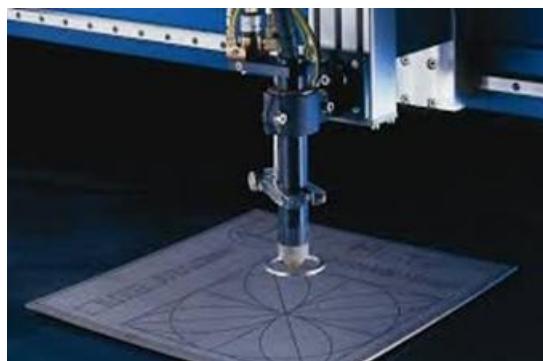


Figure I-12 : Marquage de tôle.

C. Perçage et taraudage

La broche ultra-rapide de la GEMINI permet un perçage efficace de trous de 5 à 80 mm (**Figure I-12**), et un fraisage précis jusqu'à 250 mm, avec une tolérance de 0,1 mm. Son positionnement précis sur les axes X et Y, associé à une large zone de bridage, garantit une productivité optimale. Le système CNC assure des filetages de haute qualité, réduisant ainsi les temps de soudure, montage et assemblage [6].

D. Fraisage

La fabrication de pièces mécaniques et d'éléments structurels exige souvent des trous oblongs ou des surfaces usinées. Habituellement réalisées après la découpe sur de grandes machines, ces opérations peuvent désormais être faites directement sur la tôle brute grâce à la précision du portique GEMINI, réduisant ainsi les coûts, les manipulations, l'espace requis et les délais [6].

E. Chanfreinage des arêtes

Le portique GEMINI peut réaliser les coupes avec chanfrein (V, Y, X, K, A) (**Figure I-13**) grâce à la tête de chanfreinage plasma. Pour les chanfreinages de précision, le fraisage est plus précis et permet également de réaliser des chanfreins en «J» [6].

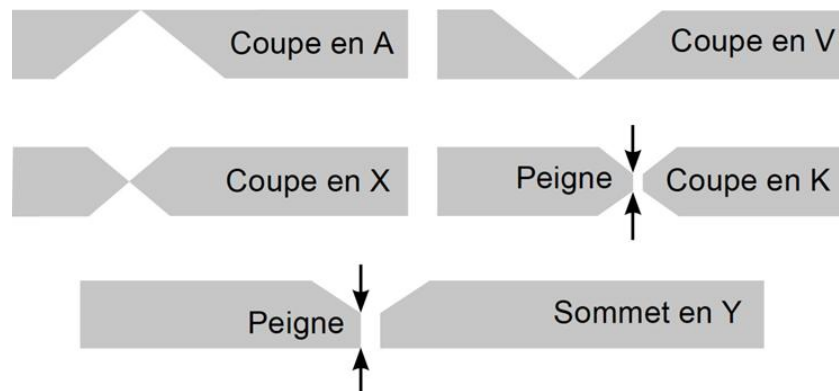


Figure I-13 Différents types de chanfreins.

I.4.5 Le centre de pliage de tôle

La TruBend 5230 (**Figure I-14**) est une presse plieuse hydraulique CNC (commande numérique par ordinateur) fabriquée par TRUMPF. Elle est utilisée pour plier avec précision des tôles métalliques selon des angles et des formes spécifiques. Elle fait partie de la série TruBend 5000, réputée pour sa productivité élevée, sa flexibilité et ses systèmes de mesure intelligents comme l'ACB (Automatically Controlled Bending) [7].



Figure I-14 Centre de pliage de tôle TruBend 5230.

I.4.5.1 Caractéristiques techniques de la machine

Force de compression	2300 KN
Longueur de pliage	4250 mm
Passage libre entre montants	3680 mm
Hauteur d'encombrement utile	615 mm
Profondeur de col de cygne	420 mm
Interface utilisateur	TouchPoint TruBend
Course max. en y (option)	25 mm/s
Longueur	5140 mm
Largeur	2055 mm
Hauteur	3000 mm
Poids	17 200 kg

Tableau I-5 Caractéristiques de la TruBend 5230.

I.4.5.2 Avantage

- **Silencieux et rapide** : Le système « serveur à la demande » fonctionne avec une grande rapidité, tout en étant discret et économe en énergie ;
- **Précision immédiate** : Les systèmes de mesure d'angle issus de la gamme de pliage automatique garantissent une précision optimale dès la première pièce ;

- **Commande intuitive :** L'interface Touchpoint TruBend permet une utilisation facile et intuitive, comparable à celle d'une tablette tactile ;
- **Changement d'outils automatisé :** Le changeur automatique ToolMaster prend en charge toutes les opérations de configuration des outils, réduisant ainsi les temps d'arrêt ;
- **Flexibilité maximale avec 6 axes :** La butée arrière à six axes offre une liberté totale dans le positionnement des pièces ;
- **Excellente efficacité énergétique** Le serveur à la demande combine fonctionnement discret, haute efficacité énergétique et vitesse élevée (jusqu'à 216 mm/s) [7].

I.4.5.3 Types de pliage

- **Pliage en U :** Ce type de pli permet de former des pièces en forme U, il est souvent utilisé pour fabriquer des profilés. Il nécessite parfois plusieurs passages ou un outillage spécifique.
- **Pliage en V :** C'est la méthode la plus utilisée, la tôle est pliée à l'aide d'une matrice en forme V, L'angle du pli dépend de la profondeur à laquelle le poinçon descend dans la matrice.
- **Pliage en L :** Ce pliage consiste à former un angle de 90° selon le même principe que le pliage en V. il est principalement utilisé pour réaliser des cornières et des supports.
- **Pliage en l'air :** Dans ce type de plie la tôle repose sur deux points d'appui de la matrice en V, et le poinçon descend sans aller jusqu'au fond de la matrice.
- **Pliage par écrasement :** Le poinçon descend jusqu'au fond de la matrice, écrasant la tôle pour un angle précis.

I.4.5.4 Principes de pliage

Le pliage consiste à appliquer une pression mécanique sur une tôle à l'aide d'un poinçon en le faisant reposer sur une matrice généralement en forme V, cette déformation entraîne une transition plastique du matériau formant un angle défini sans retrait de matière [8].

Il existe une grande variété d'outils de pliage, conçus pour répondre à la diversité des formes à réaliser selon les exigences des pièces. Ces outils se déclinent en plusieurs configurations permettant d'obtenir des plis en V, en L, en U, ou encore des formes complexes (**Figure I-15**). La diversité des matrices permet d'adapter le pliage à l'épaisseur et à la nature du matériau. De même, les poinçons varient pour assurer la précision des angles, limiter les déformations et garantir la qualité des arêtes pliées. Cette richesse d'outillage assure une grande souplesse de production et la possibilité de réaliser des pliages précis, reproductibles et adaptés aux contraintes techniques de chaque projet [9].

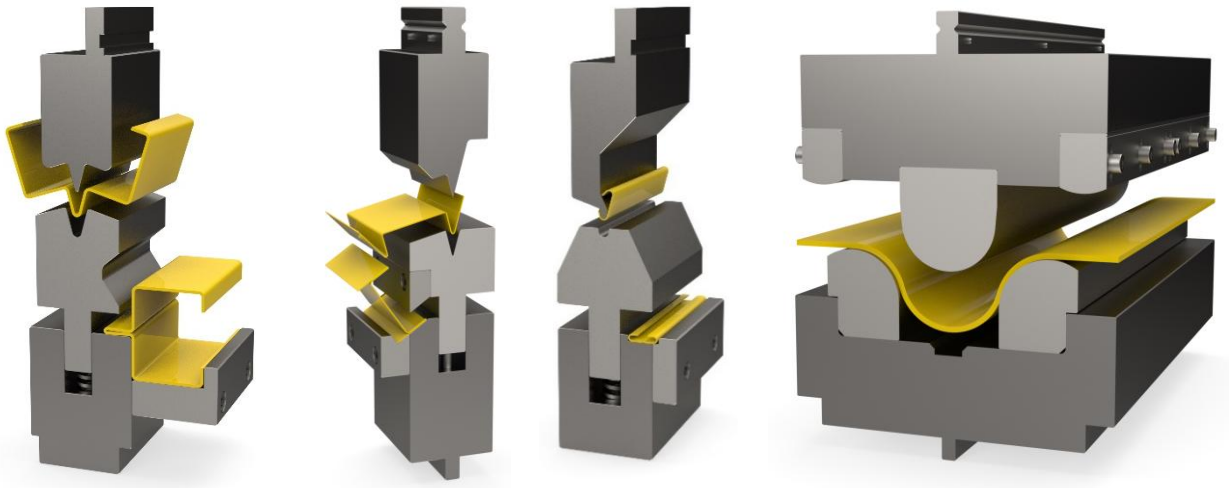


Figure I-15 : Models 3D outils de pliage spéciaux.

I.4.6 Poinçonnage

Le poinçonnage est un procédé d'usinage à froid utilisé pour découper ou perforer des pièces en tôle de manière très précise et rapide à l'aide d'un poinçon et d'une matrice [8].

- Le poinçon : pièce mobile qui descend avec force pour cisailer la tôle.

La matrice pièce : fixe qui reçoit le poinçon et laisse tomber la chute.

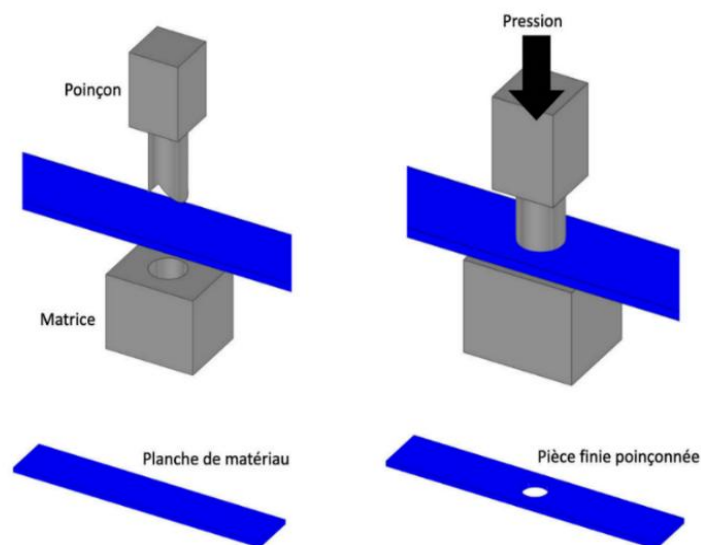


Figure I-16 : Procédé de poinçonnage.

I.4.7 Le centre de poinçonnage

La TruPunch 5000 (**Figure I-17**) est une machine de poinçonnage à commande numérique (CNC) de haute performance capable de réaliser des opérations de découpe, de formage, de marquage et de filetage sur des tôles métalliques.

Grâce à son entraînement hydraulique puissant, elle atteint des vitesses de poinçonnage allant jusqu'à 1 600 coups par minute et de marquage jusqu'à 2 800 coups par minute. Elle intègre des technologies avancées qui en font une solution idéale pour les environnements de production exigeants nécessitant rapidité, précision et automatisation.



Figure I-17 : Centre de poinçonnage TruPunch 5000.

Cette machine est capable de découper, percer et réaliser des formes oblongues ou rainurées directement dans la tôle grâce à un système poinçon/matrice à haute précision. Elle est particulièrement adaptée aux séries moyennes à grandes et permet d'optimiser la productivité tout en garantissant une bonne qualité dimensionnelle [10].

I.4.7.1 Caractéristiques techniques de la machine

Dimensions	
Largeur	6540 mm ¹
Profondeur	7395 mm ¹
Hauteur	2072 mm ¹
Cadence max.	
Poinçonnage (E = 1 mm)	1600 tr/min
Marquage	3000 tr/min
Champ d'action	
Poinçonnage axe X	2500 mm
Poinçonnage axe Y	1250 mm
Epaisseur de tôle max.	8 mm
Poids de pièce maxi.	200 kg

Force de poinçonnage maxi.	220 kN
Outillages	
Temps de changement outil pour MultiTool	0,3 s
Nombre d'outils/de pinces	18 Quant. / 3 Quant.
Evacuation des pièces	
Taille max. des pièces trappe d'évacuation des pièces poinçonnage	500 mm x 500 mm
Taille max. des pièces, goulotte fixe poinçonnage (avec table mobile)	80 mm x 50 mm
Valeurs de consommation	
Puissance moyenne absorbée, arrêt automatique activé	0,5 kW
Puissance absorbée moyenne pendant la production	9,5 kW

Tableau I-6 : Caractéristique technique de la TruPunch 5000.

I.4.7.2 Avantages

- **Formes géométriques parfaites** : La poinçonneuse garantit des découpes nettes sans bavures, vagues ou rayures. Un cercle est parfaitement rond, un carré parfaitement carré ;
- **Usinage multifonction** : Une seule machine permet de poinçonner, découper, déformer, chanfreiner, tarauder, laminier, marquer et ébavurer – avec une seule programmation initiale ;
- **Productivité élevée** : Le poinçonnage est extrêmement rapide et rentable pour la production de formes répétitives, idéal pour les tôles perforées ;
- **Technologie intelligente** : Grâce à la rotation à 360° de la tête de poinçonnage, tous les outils peuvent être orientés à n'importe quel angle et utilisés sur n'importe quelle station ;
- **Processus fiables et fluides** : Des fonctions intelligentes et diverses options de trier et d'évacuation assurent une production sûre et sans interruption ;
- **Automatisation intégrée** : Chargement, déchargement, tri et gestion des outils.[11]

I.4.8 L'atelier de soudage

Le Poste à souder disponible au niveau de l'atelier de soudage est le CLOOS QINEO BASIC 450 (**Figure I-18**), un poste à souder industriel de haute performance, conçu principalement pour le soudage MIG/MAG (soudage semi-automatique). Il fait partie de la gamme QINEO de la marque allemande CLOOS, réputée pour ses équipements de soudage de précision [12].



Figure I-18 Poste à souder QINEO BASIC 450.

I.4.8.1 Caractéristiques techniques de la machine

- Type de soudage : MIG/MAG (soudage à l'arc avec fil en atmosphère gazeuse) ;
- Courant de soudage : Jusqu'à 450 A ;
- Utilisation : Soudage de matériaux ferreux et non ferreux dans des environnements industriels ;
- Interface utilisateur : Simple, intuitive, avec réglages manuels ;
- Refroidissement : Refroidissement à eau ou à air selon le modèle ;
- Alimentation : Triphasée ;
- Robustesse : Conçu pour une utilisation intensive en atelier ou ligne de production.
- Application typique
 - Construction métallique ;
 - Automobile et ferroviaire ;
 - Chaudronnerie lourde ;
 - Fabrication d'ouvrages en acier.

I.4.9 Le centre de traitements de surfaces

Le centre de traitement de surface est le lieu où l'on applique des traitements pour modifier les propriétés de surface d'un matériau. Ces traitements, qui peuvent être mécaniques, chimiques, électriques ou physiques, visent à améliorer la fonction ou l'aspect de la surface, et donc les propriétés d'utilisation du matériau.[12]

Ce centre se compose de

- Convoyeur ;

- Cabine de lavage chimique à haute pression de dimension de 8m x 4,5m x 4m ;
- Salle de grenailage de dimension L 8m x l 4,5m x H 4m ;
- Cabine combinée de peinture et séchage de dimension de 8m x 4,5m x 4m ;
- Cabine de poudrage de dimension de 8m x 4,5 m x 4m ;
- Four de polymérisation pour poudrage de dimension de 7m x 3,3 x 4m ;
- Zone de séchage couverte.



Figure I-19 Centre de traitements des surfaces.

I.5 Conclusion

Ce chapitre a permis de présenter l'entreprise LD Azouaou, en retraçant son évolution ainsi que son secteur d'activité. Nous y avons également décrit son parc machines, en détaillant les principaux équipements utilisés dans le cadre de ses activités de fabrication mécanique.

Chapitre II Classification et fonctionnement des ascenseurs

II.1 Introduction

Le transport vertical est aujourd'hui une industrie clé, présente dans divers secteurs tels que les usines, les bâtiments, les mines et les centrales électriques, assurant la transportation des marchandises et passagers de manière fiable et optimisant la logistique interne adaptée selon les types de constructions. Les ascenseurs sont donc le résultat de nombreuses évolutions techniques, notamment depuis la Renaissance, avec le développement de systèmes tels que les treuils, cabestans, monte-charges hydrauliques et grues pivotantes .[13]

Ce chapitre a pour objectif d'explorer en détail les différents types d'ascenseurs ainsi que leurs principes de fonctionnement. Il présente d'abord une vue d'ensemble de leur évolution chronologique, puis propose leurs classifications selon divers critères. Une analyse comparative des technologies permettra de mieux comprendre les spécificités de chaque système. Enfin, les aspects liés à la sécurité, à la conformité aux normes en vigueur et à la maintenance seront également abordés.

II.2 Evolution chronologique des ascenseurs

Le principe d'un ascenseur revient aux milliers d'années, mais pour des raisons de sécurité ce système n'était attribué qu'au levage de marchandises ou autres types de matériels lourds. Ce n'est qu'avec l'introduction des systèmes de sécurité que les ascenseurs qu'on connaît aujourd'hui sont nés. La sécurité des passagers devient une priorité [14].

Le **Tableau II-1** retrace les dates clés de l'évolution des ascenseurs [15] [13] [16].

Temps	Evènement
Antiquité (236 av. J-C)	Systèmes de levage primitifs utilisés pour les constructions comme les pyramides en Égypte.
Grèce (236 av.- J-C)	Archimède invente le treuil, un dispositif permettant de lever des charges verticalement.
Empire Romain (Colisée)	Des gaines verticales et des systèmes de levage à contrepoids sont utilisés, notamment au Colisée.
Renaissance (15- 16 ^e siècle)	Développement de cabestans, treuils, et grues pivotantes pour le transport vertical de charges.
17 ^e -18 ^e siècle	Apparition de la "chaise volante" pour le transport de personnes, avec un contrepoids, actionné manuellement (château de Versailles, Palais Mazarin).

19 ^e siècle (1853)	Elisha Otis invente le frein de sécurité (limiteur de vitesse), marquant la naissance de l'ascenseur moderne. Premier ascenseur public installé à New York. Le français Felix Edoux à son tour fait connaître son invention "l'ascenseur hydraulique" et baptise son invention 'ascenseur'.
Fin 19 ^e siècle (1880)	Werner Von Siemens inventeur Allemand invente le premier ascenseur électrique.
Début 20 ^e siècle – années 70'	L'ascenseur devient plus commun et montent plus hauts dans les immeubles. Développement de la technologie des ascenseurs à batterie électromagnétique.
Années 80	Introduction de l'informatique et des microprocesseurs, permettant d'améliorer la gestion du trafic, la vitesse, et la sécurité. Développement des premiers ascenseurs panoramiques.
21 ^e siècle -Aujourd'hui	L'obligation d'installer des ascenseurs dans les bâtiments a été de plus en plus réglementée à mesure que l'urbanisation croissante nécessitait de faciliter l'accès aux différents niveaux des bâtiments.

Tableau II-1 : Evolution de l'ascenseur.

Ce n'est qu'au 19^e siècle que le transport vertical des personnes connaît une véritable révolution, En 1853, l'américain Elisha Otis introduit un système de sécurité révolutionnaire, le frein de sécurité nommé parachute, permettant d'éviter la chute de la cabine en cas de rupture des câbles. Cette innovation ouvre la voie à l'installation d'ascenseurs dans les bâtiments et donne vie à une révolution dans l'industrie des ascenseurs [17].

À partir de là, les ascenseurs se démocratisent et se perfectionnent, notamment grâce à l'arrivée des moteurs électriques à la fin du 19^e siècle, offrant une plus grande fiabilité et une meilleure performance et par la suite deviendra conforme et adapté selon usage et contraintes environnemental.

II.3 Classification des ascenseurs

Chaque bâtiment ayant ses propres exigences, il existe une grande variété de modèles d'ascenseurs sur le marché. Chaque catégorie doit répondre à des normes spécifiques en matière de sécurité, de capacité, de vitesse et de conception.

Dans ce projet on catégorise les ascenseurs selon trois critères : l'usage, le positionnement des éléments, et le système de levage.

II.3.1 Selon l'usage

1. **Usages résidentiels** : Installés dans des immeubles d'habitation pour le transport des résidents pour un usage moins fréquent ;

2. **Usage commercial** : Installés dans des bureaux, centres commerciaux, hôtels, pour un usage fréquent et intensif ;
3. **Usage hospitalier** : Ou ascenseurs pour brancards conçus pour le transport des patients (en chaise roulantes, lits médicalisés, ...) dans les hôpitaux et établissements de santé. Ils ont une capacité arrivant jusqu'à 2500kg. Leur conception mise sur le confort et la sécurité ;
4. **Usage privé** : Installés dans des maisons individuelles pour des personnes âgées ou à mobilité réduite ;
5. **Monte-charge** : Utilisé pour monter des marchandises lourdes avec une capacité allant de 20 kg à 30000kg entre plusieurs niveaux, mise sur la robustesse. Ex : Monte voiture, Monte-charge industriel, monts plats,

II.3.2 Selon la position de la cabine

II.3.2.1 Type sac à dos

Les éléments porteurs (câbles et moteur pour électrique, vérin pour hydraulique) sont placés dans l'axe central de la cabine (**Figure II-1**). La charge est répartie uniformément, ce qui améliore la stabilité. Ce positionnement est adapté aux cabines de taille moyenne à grande, quand on recherche une répartition équilibrée des efforts.[18].



Figure II-1 : Positionnement de la cabine type sac à dos.

II.3.2.2 Type centré

Les éléments porteurs (câbles ou vérin) sont placés sur le côté de la cabine (**Figure II-2**). La charge est supportée par un seul côté, ce qui nécessite un châssis renforcé pour l'équilibrage. Utilisé quand les contraintes d'espace empêchent une fixation centrale (immeubles existants, cabines étroites).



Figure II-2 : Positionnement de la cabine au centre.

II.3.3 Selon le système de levage

II.3.3.1 Système de levage hydraulique

Les ascenseurs hydrauliques, également appelés oléodynamiques¹, se distinguent par leur grande flexibilité de conception et leurs dimensions compactes, permettant leur installation dans des bâtiments qui n'étaient pas initialement prévus pour en accueillir (souvent des bâtiments à faible hauteur). Grâce à leur capacité à transférer la charge au sol et à positionner la centrale hydraulique et le système de commande librement, ils ont facilité le développement d'ascenseurs sans local machine (MRL). Leur fonctionnement repose sur l'utilisation d'un vérin actionné par un fluide sous pression, relié à la cabine et la pousse verticalement vers le haut. Un moteur fait circuler le fluide vers l'intérieur du cylindre, la descente se passe lorsque le fluide se rétracte vers le réservoir qui fait descendre la cabine sous l'effet de son propre poids en contrôlant le flux d'huile du cylindre, avec une économie d'énergie évidente pour tout le système[19].

On favorise l'installation d'un ascenseur hydraulique lorsqu'il doit supporter de fortes charges à faible vitesse et faible hauteur. C'est le cas d'appareils comme les monte-charges, les monte-voitures ou encore les ascenseurs à usage industriel.

Il existe 3 types d'ascenseurs hydrauliques :

¹ Oléodynamiques : Des systèmes qui utilisent des fluides spéciaux pour générer et transmettre de l'énergie à travers des cylindres, des moteurs et d'autres composants, garantissant un mouvement et un contrôle précis dans des machines complexes.

A. Ascenseur Hydraulique à cylindre enterré

Aussi définis comme ascenseur avec puits, le piston est placé dans un puits sous la cabine et la pousse directement vers le haut (**Figure II-3**), adapté aux faibles hauteurs [18].

L'installation de ce système nécessite un forage profond, et risque la pollution du sol en cas de fuite d'huile.

B. Ascenseur Hydraulique à cylindre de surface

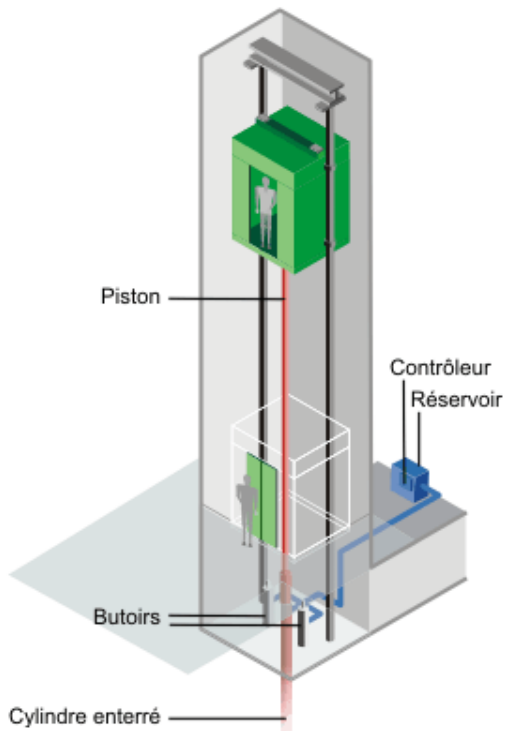


Figure II-3 : Cylindre enterré

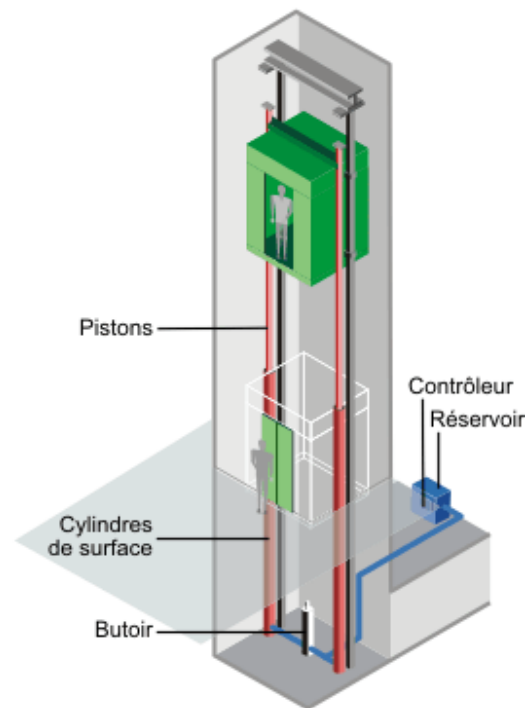


Figure II-4 : Cylindre de surface

Le vérin est placé sur le côté de la gaine, et pousse directement sur la traverse supérieure de la structure de support de la cabine (**Figure II-4**). Cette disposition est utilisée lorsque l'espace sous la cabine est limité ou que la configuration du bâtiment ne permet pas un montage central [18].

C. Ascenseur Hydraulique à cylindre télescopique

Le vérin est constitué de plusieurs tubes emboîtés de diamètres décroissants (**Figure II-5**). Sous l'effet de la pression hydraulique, chaque tube sort l'un après l'autre jusqu'à atteindre la course maximale. Il ne nécessite aucun forage profond (**Figure II-6**), ce qui le rend idéal pour les bâtiments où l'espace du puits est limité [18].



Figure II-5 : Exemple vérin télescopique

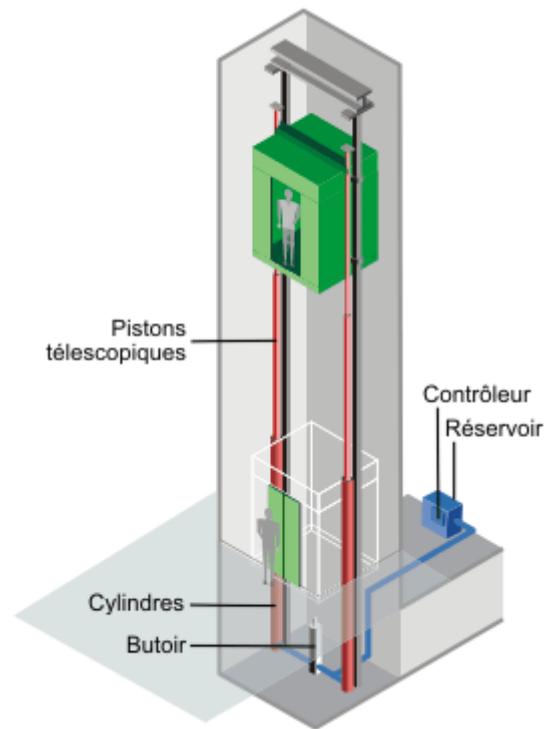


Figure II-6 : Cylindre télescopique

II.3.3.2 Système de levage pneumatique

Dans un ascenseur pneumatique, la cabine monte grâce à un vide créé au-dessus d'elle, provoquant un différentiel de pression. La descente s'effectue en rééquilibrant lentement la pression par réintroduction d'air [20].

Les ascenseurs pneumatiques reposent sur une gaine cylindrique abritant une cabine en acier et polycarbonate, Pour la montée la partie supérieure renferme un circuit pneumatique aspirant l'air à l'intérieur de la gaine créant une différence de pression entre la zone haute pression et zone pression atmosphérique, Pour la descente une vanne spécial intégré dans le circuit vient réguler l'admission d'air dans la gaine afin de réajuster la pression de la gaine (**Figure II-7**). Le système de vide, constitué de plusieurs moteurs positionnés en tête (format Head unit) ou déportés (format split unit) dans la gaine.

A. Installations d'ascenseurs pneumatiques

Format Head Unit (unité intégré)

Le circuit pneumatique est directement situé dans la partie supérieure de la gaine (**Figure II-8**), un tableau électrique de manœuvre est placé à l'intérieur alimenté avec une prise de 220V. Ce format est adapté aux logements ayant une bonne hauteur sous plafond d'environ 2700mm au dernier étage[21].

Format Split (unité divisé)

Le circuit pneumatique est situé dans un boîtier split installé à 10 m de la partie supérieure de la gaine cylindrique et relié à cette partie par deux tubes en PVC (Figure II-8), un tableau électrique de manœuvre est à l'extérieur[21].

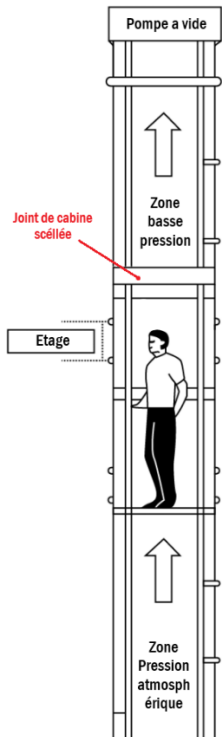


Figure II-7 : Schéma ascenseur pneumatique

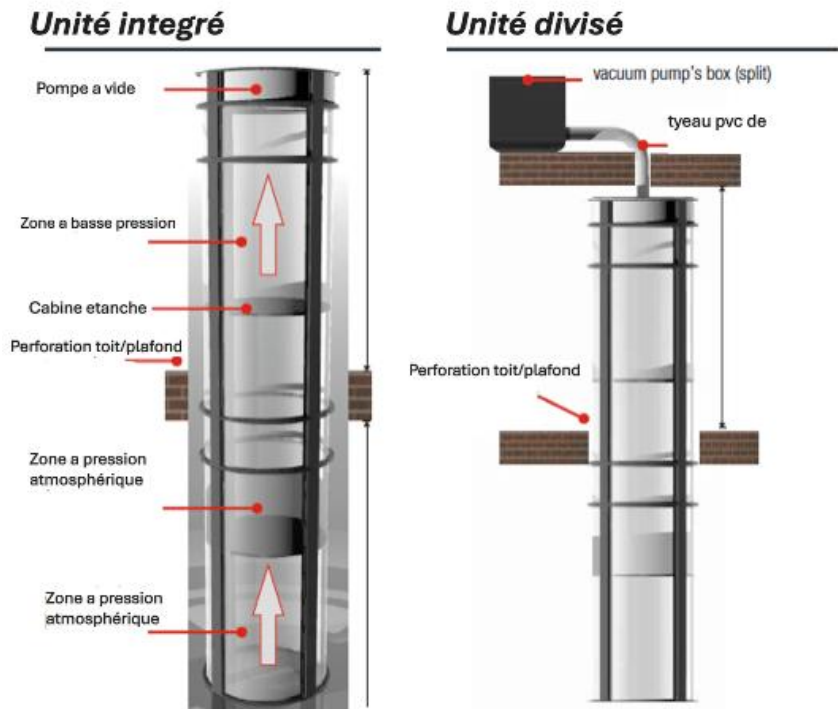


Figure II-8 : Installations des ascenseurs pneumatiques

Bien que ce système soit lent et limité en hauteur, il présente l'avantage de nécessiter peu d'espace, et demande un entretien minimal, et est écologiques et silencieux.

II.3.3.3 Système de levage à câbles

Les ascenseurs à traction par câble fonctionnent grâce à un système de traction comprenant un moteur électrique, une poulie de traction des câbles et parfois un réducteur. Lorsque le moteur tourne, il entraîne la poulie, autour de laquelle passent les câbles de suspension. Ces câbles transmettent le mouvement à la cabine et au contrepoids, assurant ainsi le déplacement vertical entre les étages.

A. Composants d'un ascenseur électrique

L'ascenseur est un système complexe composé de plusieurs parties mécaniques, électromécaniques et électriques, qui interagissent de manière synchronisée pour assurer un déplacement fluide, sécurisé et efficace.

Parmi ces parties on distingue :

- **Gaine**

Aussi appelé cage d'ascenseur, c'est la structure en béton ou métallique fermée où se déplace la cabine et le contrepoids verticalement, délimitée par le fond d'une cuvette et des parois et un plafond (**Figure II-9**). Dans la gaine sont fixées les rails de guidages, les amortisseurs dans la cuvette, le moteur dans le cas d'un ascenseur sans salle machine, le limiteur de vitesse, les capteurs de positions et de fin de course, et les portes palières [22].

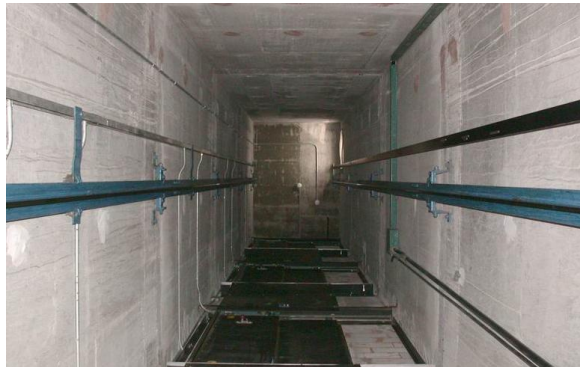


Figure II-9 : L'intérieur d'une gaine d'ascenseur.

- **Cabine**

C'est l'élément dans lequel les passagers ou les charges sont transportés verticalement entre les étages. Elle est généralement constituée d'une structure métallique (**Figure II-10**), souvent renforcée, avec des parois, un plancher, un plafond, un système d'éclairage, des portes automatiques, et un panneau de commande. Elle est suspendue ou soutenue par un système de levage (câbles, pistons ou pression d'air selon le type d'ascenseur) et est conçue pour garantir à la fois confort, sécurité et accessibilité [23].



Figure II-10 : Cabine d'ascenseur.

- **Portes cabine**

Comme le nom l'indique, ces portes sont reliées directement à la cabine et sont équipées d'un opérateur qui entraîne les portes pour la fermeture et l'ouverture lors de l'arrivée à niveau.

- **Portes palières**

Ces portes sont placées à chaque niveau dans le bâtiment équipé d'un système de verrouillage pour sécuriser et synchroniser l'ouverture et la fermeture des portes palières avec les portes cabine lors de l'arrivée à niveau.

- **Poulie**

Des poulies rainurées qui guident les câbles de levage (**Figure II-11**), qui à leur tour soulèvent et abaissent la cabine. La poulie de traction est entraînée par un moteur électrique, généralement un moteur triphasé, qui fournit le couple nécessaire [23].

- **Câbles de suspension**

Un câble est un ensemble de fils métalliques roulés d'une façon hélicoïdale autour d'un fil central formant les torons qui par la suite sont enroulés autour d'un noyau ou âme et forment un câble à torons multiples[23].

Les câbles de suspension servent à maintenir la cabine et le contrepoids en équilibre, tout en transmettant l'effort de la machine de traction. Ils travaillent uniquement en traction le frottement entre le câble et la gorge de la poulie de traction (**Figure II-11**) permet de déplacer la cabine et le contrepoids de manière synchronisée, en assurant la sécurité et la fluidité du mouvement [22].

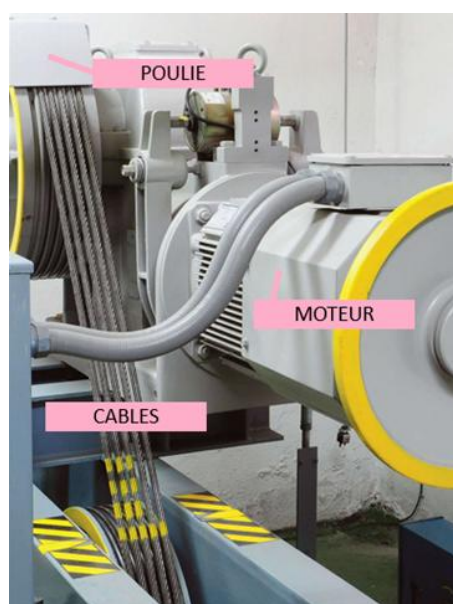


Figure II-11 : Moteur-Poulie-Câbles ascenseurs

- **Contrepoids**

C'est une masse (**Figure II-12**) qui assure l'adhérence de façon permanente, aide à optimiser la consommation d'énergie en équilibrant le poids de la cabine réduisant la puissance du moteur nécessaire pour le levage[23].

- **Arcade**

Aussi appelé étrier (**Figure II-12**), c'est un composant essentiel de l'ascenseur qui sert de support à la cabine et au contrepoids et permet sa fixation aux câbles ou aux vérins (cas ascenseur hydraulique), tout en assurant le guidage vertical le long des rails [22].

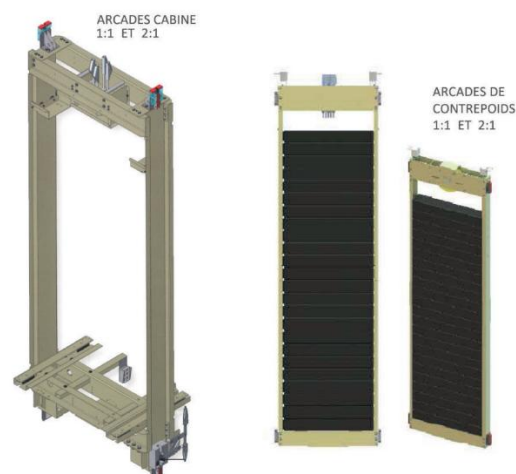


Figure II-12 : Arcade cabine et contrepoids.

- **Coulisseaux**

Les coulisseaux, aussi appelés patins de guidage, sont des dispositifs fixés à la cabine et au contrepoids de l'ascenseur. Ils permettent un glissement fluide et stable le long des rails de guidage. On distingue principalement trois types de coulisseaux pour les ascenseurs

- Coulisseaux rigides : Fabriqués en matériau dur (souvent en métal ou en plastique rigide) (**Figure II-13**), ils sont utilisés pour des ascenseurs à faible vitesse. Ils nécessitent une lubrification régulière pour réduire l'usure.
- Coulisseaux glissants : à garniture Équipés de patins en matériaux synthétiques (comme le téflon ou le nylon) (**Figure II-14**), ils offrent un glissement plus fluide et silencieux. Ils sont souvent utilisés dans les installations résidentielles ou commerciales de taille moyenne.
- Coulisseaux à rouleaux : Ils sont composés de galets montés sur roulements à billes (**Figure II-15**), permettant un mouvement plus silencieux et réduisant les frottements. Ils sont adaptés aux ascenseurs à grande vitesse et aux longues courses.

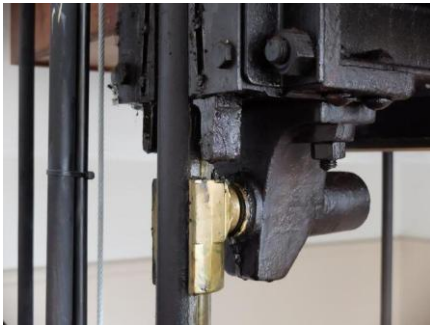


Figure II-13 : Coulisseau rigide pour guide rond.



Figure II-14 : Coulisseau à garniture.



Figure II-15 : Roller guide.

- **Rails de guidage**

Les rails de guidage sont des éléments métalliques verticaux pré usiné installés dans la gaine. Ils servent à diriger et stabiliser le mouvement de la cabine et du contrepoids pendant leur déplacement vertical. Il sont alignées dans des tolérances serrées assurant une stabilité et contrôle tout au long du déplacement du contrepoids et la cabine dans la gaine ainsi que l'amortissement des vibrations et la réduction des bruits [23].



Figure II-16 : Placement des rails dans les parois de la gaine.



Figure II-17 : Rails en T.



Figure II-18 : Rails en U.

- **Parachute**

Le parachute fonctionne en coordination avec le limiteur de vitesse, un dispositif situé généralement en haut de la gaine sous la cabine (**Figure II-19**). Si la cabine dépasse sa vitesse nominale, le limiteur déclenche le parachute. Ce dernier active alors un mécanisme de freinage qui serre les rails de guidage, immobilisant ainsi la cabine.

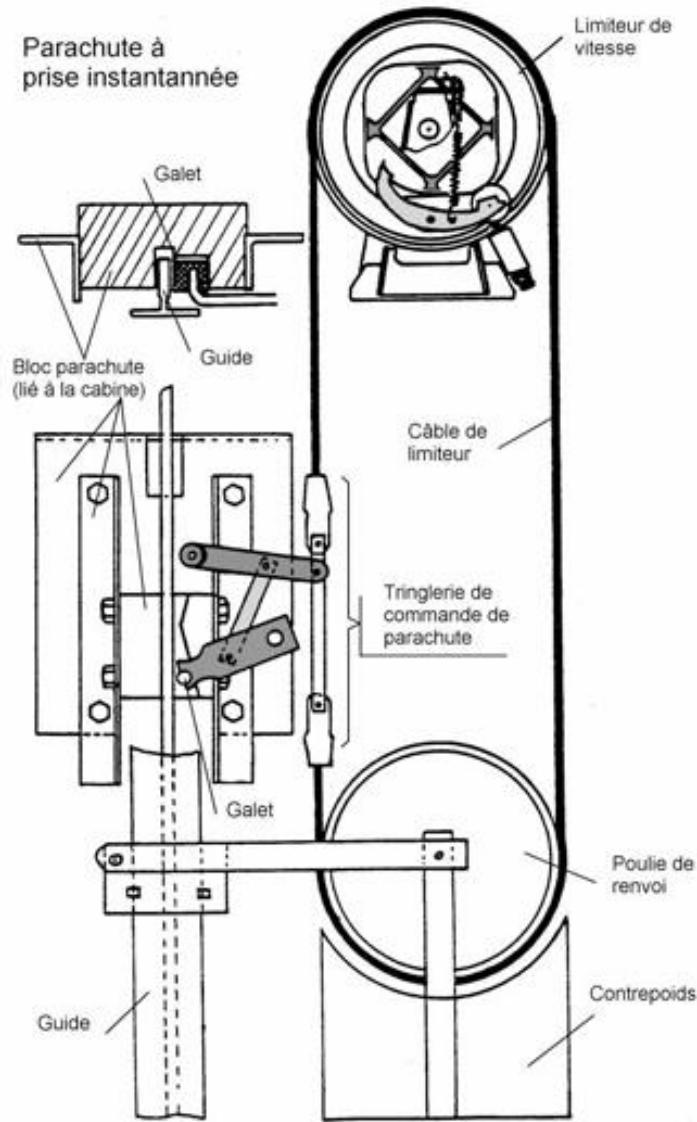


Figure II-19 : Architecture du système parachute/limiteur de vitesse.

Le système du parachute est purement mécanique, Lorsque la cabine dépasse sa vitesse nominale, le limiteur de vitesse (**Figure II-21**) détecte cette anomalie. Ce dispositif, généralement situé en haut de la gaine, est relié à un câble qui suit le mouvement de la cabine. En cas de survitesse, le limiteur bloque ce câble, ce qui actionne un levier mécanique connecté au système de parachute. Le parachute est installé sous la cabine, est alors activé. Il comporte des mâchoires ou des coins qui se referment sur les rails de guidage, créant une friction suffisante pour immobiliser la cabine.

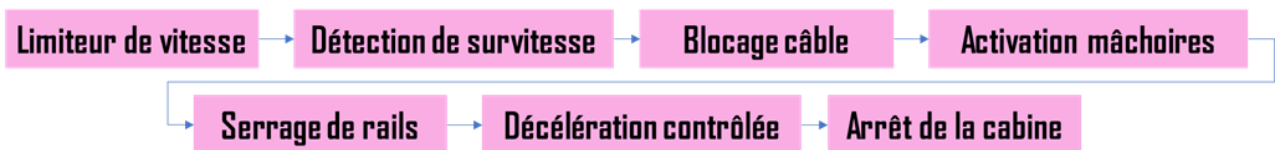


Figure II-20 : Résumé du fonctionnement du parachute

Il existe deux types de parachutes :

- **Parachute a prise instantané** : utilisé dans les ascenseurs à basse vitesse, le freinage se fait de manière instantanée.
- **Parachute a prise progressive** : utilisé dans les ascenseurs à haute vitesse, le freinage se fait de manière progressive afin d'éviter les accidents.

- **Limiteur de vitesse**

Le limiteur de vitesse est un dispositif mécanique de sécurité qui détecte tout excès de vitesse de la cabine (en montée ou en descente) et déclenche l'arrêt d'urgence (**Figure II-20**). Il travaille en lien direct avec le parachute de cabine pour éviter une chute ou une accélération incontrôlée.

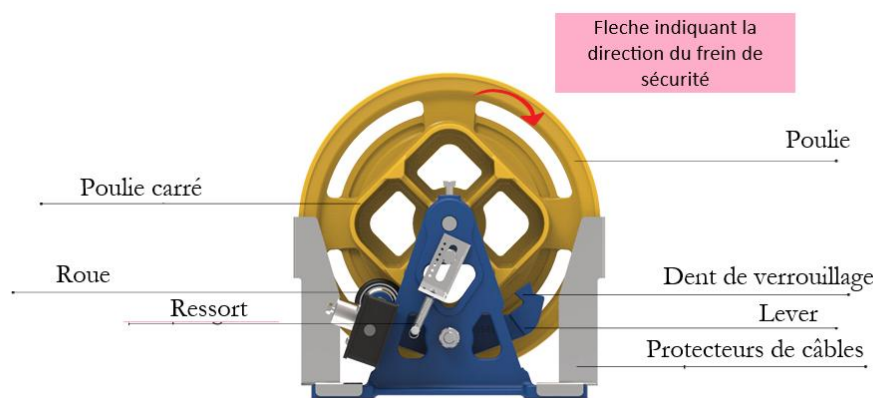


Figure II-21 : Composantes d'un limiteur de vitesse.

Basé sur la (**Figure II-21**), la roue tourne avec le mouvement de la cabine, lors d'un excès de vitesse (chute de la cabine) la rotation de la poulie carrée crée une traction linéaire et le levier amplifie la force et engendre un verrouillage et les dents de verrouillage bloquent irréversiblement le système. Le ressort dans la même figure sert à maintenir le levier en position neutre jusqu'à la survitesse. Le protecteur de câbles assure la protection du câble de commande limiteur de vitesse contre divers facteurs d'usure et de détérioration [24].

- **Éléments de commandes électriques**

- **Panneau de commande** : il constitue l'interface principale entre les utilisateurs et l'ascenseur. Il regroupe plusieurs commandes essentielles pour le fonctionnement quotidien du système tels que les boutons de sélection d'étage permettent aux passagers de choisir leur destination [22].
- **L'armoire de commande** : généralement située à l'extérieur de la gaine, souvent au dernier étage reçoit les commandes des utilisateurs et envoie les instructions nécessaires pour déplacer

l'ascenseur à l'étage souhaité. Elle gère également l'ouverture et la fermeture des portes ainsi que le contrôle de la vitesse de la cabine[22].

- **Variateur de vitesse frein électromagnétique**

C'est un système électronique intégré au système de motorisation. Il ajuste la vitesse du moteur. Et modifie la fréquence et/ou la tension d'alimentation du moteur pour contrôler sa vitesse [25].

- **Moteur**

Le moteur convertit l'énergie électrique en mouvement mécanique pour entraîner la poulie de traction. En association avec le variateur de vitesse, il contrôle la vitesse de déplacement de la cabine. Ainsi que la précision d'arrêt aux niveaux.

Il existe deux types de moteurs

- **Moteur geared** : Les moteurs geared dit moteur à engrenage occupant une salle machine fixé en haut de la gaine, le moteur est de type asynchrone couplé à un réducteur mécanique. son couplage a un réducteur mécanique a pour principe de multiplier le couple tout en réduisant la vitesse [24].

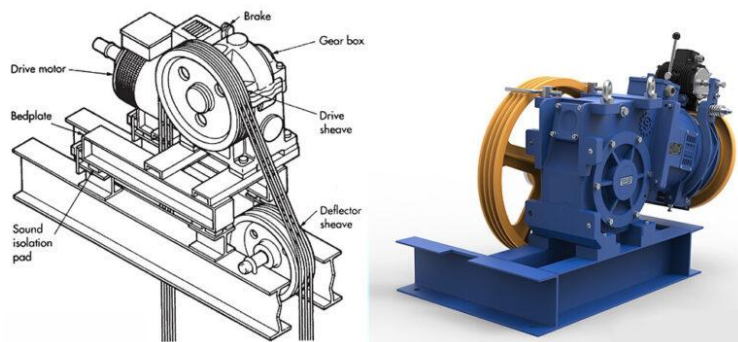


Figure II-22 Moteur à engrenage dit geared.

- **Moteur gearless** : Les moteurs gearless dit moteur sans engrenage sont installé directement dans la gaine éliminant le besoin d'une salle machine. Le moteur est de type synchrone a aimants offrant une transmission directe [24].



Figure II-23 : Moteur à attaque direct dit gearless.

- **Cuvette**

C'est la partie située au bas de la gaine, sous le niveau du rez-de-chaussée. Elle sert de zone de sécurité et accueille certains composants essentiels, tels que les amortisseurs, le limiteur de vitesse, ainsi que les dispositifs de sécurité (**Figure II-24**) en cas de chute ou de dysfonctionnement. Elle permet également d'accéder aux éléments techniques pour l'entretien et les interventions de maintenance[22].



Figure II-24 : Cuvette.

B. Principe de fonctionnement d'un ascenseur électrique

Lorsque l'utilisateur entre dans l'ascenseur et sélectionne l'étage de destination ce dernier crée un signal qui est transmis au système de commande électronique qui détermine la direction à suivre et active le moteur électrique. Le moteur entraîne une poulie autour de laquelle s'enroule un câble relié à la cabine de l'ascenseur et à un contrepoids. Grâce à ce système mécanique la cabine monte ou descend selon la commande. Des capteurs et des dispositifs de sécurité surveillent constamment la vitesse, la position et les arrêts de la cabine. Une fois la cabine alignée précisément avec les taches demandées, les portes s'ouvrent automatiquement permettant à l'utilisateur de sortir à sa destination [16].

A. Systèmes de levages d'un ascenseur électrique

- **Système à Traction directe**

Les câbles sont reliés directement à la cabine (**Figure II-25**), pour chaque distance du câble tiré par le moteur, la cabine se déplace de la même distance d'où la désignation 1:1. Dans cette installation on utilise souvent le moteur geared.

- **Système à traction indirecte**

Le câble passe par une poulie de renvoi (**Figure II-25**), ce qui fait que pour chaque distance que le câble traverse la cabine traverse la moitié de cette distance d'où la désignation 2 1. Dans cette installation on utilise souvent le moteur gearless.

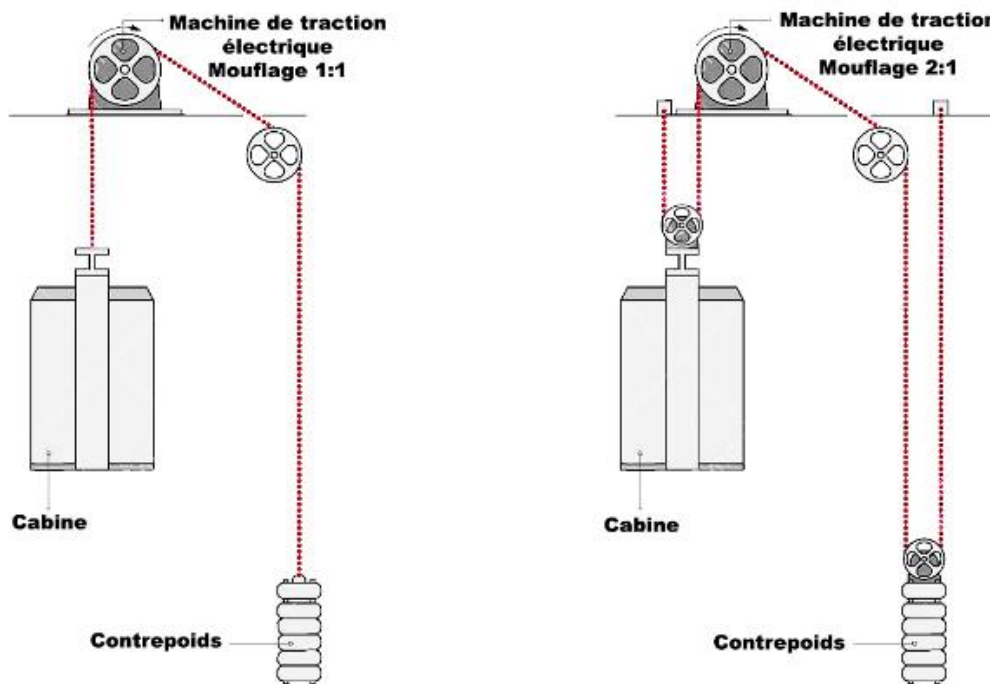


Figure II-25 : Types de mouflage 1 : 1 et 2 : 1.

B. Avantages et inconvénients des systèmes de mouflage 1 1 et 2 1

	Avantage	Inconvénients
Traction direct 1 :1	<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse de déplacement rapide. - Moins de composants mécaniques (poulies). - Réponse plus précise lors de l'arrêt. 	<ul style="list-style-type: none"> - Nécessite un moteur plus puissant. - Consommation énergétique plus élevée.
Traction indirecte 2 :1	<ul style="list-style-type: none"> - Réduction de l'effort sur le moteur (mouflage). - Plus économique en énergie. 	<ul style="list-style-type: none"> - Vitesse de déplacement divisée par deux. - Plus de câbles et de poulies, donc plus d'entretien. - Risque d'usure accélérée des câbles. - Moins adapté aux grandes hauteurs.

Tableau II-2 : Avantages et inconvénient des systèmes de tractions d'un ascenseur électrique.

Commentaire : On privilégie la traction directe (1 :1) lorsque l'on recherche une vitesse de déplacement élevée, la hauteur de course est importante et la charge modérée à lourde ; la cabine est

alors reliée directement au contrepoids. Cependant pour l'optimisation de puissance et des charges légères a modérés la division des efforts par l'installation indirecte (2 :1) est recommandée.

II.3.4 Selon la disponibilité d'une salle machine

II.3.4.1 Ascenseur avec salle machine MR

L'ascenseur avec salle machine ou Machine Room représente le regroupement de l'équipement dans un local machine au dernier étage ou au sous-sol dont les dimensions et caractéristiques sont normalisé.

II.3.4.2 Ascenseur sans salle machine MRL

L'ascenseur sans salle machine ou Machine Roomless représente la motorisation intégrée dans la gaine, et L'armoire de contrôle intégré dans le palier supérieur soumis à la norme EN81-20/50.

II.3.4.3 Avantages et inconvénients des ascenseur MR et MRL

	Avec salle machine	Sans salle machine
Avantages	<ul style="list-style-type: none"> - Capacité de charge supérieure (jusqu'à 5000 kg). - Maintenance plus aisée. - Solution approuvée depuis 100+ ans. - Meilleure dissipation thermique. 	<ul style="list-style-type: none"> - Économie d'espace architecturale. - Flexibilité d'implantation. - Meilleure efficacité énergétique. - Intégration discrète. - Cout initial. - Silencieux.
Inconvénients	<ul style="list-style-type: none"> - Prends plus d'espace architecturale. - Cout initial élevé. - Bruyant. 	<ul style="list-style-type: none"> - Prix de maintenance élevée. - Hauteur modérée. - Dissipation thermique moins efficace.

Tableau II-3 : Comparaison entre les installations avec et sans salle machine.

Commentaires : Les ascenseurs avec salle machine offrent de meilleures performances (vitesse et charge) et une maintenance plus facile, mais nécessitent plus d'espace et coûtent plus cher. Les modèles sans salle (MRL) sont plus compacts et économes en énergie, idéaux pour les bâtiments moyens, mais ont des capacités réduites et une maintenance plus complexe. Le choix dépend des besoins spécifiques du bâtiment.

II.4 Comparaison entre les systèmes de levage d'ascenseurs

Le **Tableau II-4** présente les spécifications de chaque types d'ascenseurs [26] [18]

Type	Vitesse	Hauteur	Consommation	Espace Requis	Cout d'installation	Entretien	Poids
Electrique	Haute Jusqu'à 2.5m/s*	Elevée	Moyenne à faible	Réduit	Elevé	Modéré	Moyenne Jusqu'à 1000Kg
Hydraulique	Moyenne Jusqu'à 1m/s	Faible a moyenne	Elevée	Elevé	Moyen	Elevé	Haute Jusqu'à 2000kg
Pneumatique	Faible Jusqu'à 0.15m/s	Très faible	Faible	Très réduit	Elevé	Faible	Faible Jusqu'à 200kg

Tableau II-4 : Spécifications de chaque type d'ascenseur.

Commentaires : Les ascenseurs électriques sont plus polyvalents à plusieurs usages mais nécessitent une maintenance stricte.

Les ascenseurs hydrauliques sont moins adaptés aux usages fréquent (faible trafic) dit Mont charge plus convenable dans des bâtiments à faible hauteur, ces types d'ascenseurs sont lents et moins économes et sensibles aux changements de températures mais tiennent des charges très importantes.

Les ascenseurs pneumatiques sont destinés à un usage privatif, installés dans des domiciles privés occupé par des personnes à mobilité réduite, leur offrant une facilité de déplacement dans leur demeure.

*La vitesse des ascenseurs électriques peut arriver jusqu'à 10m/s pour les gratte-ciels et les bâtiments de grande hauteur eg : Burj Khalifa d'une hauteur de 828m où l'ascenseur arrive à une vitesse de 18m/s en montée et 9 m/s en descente d'une capacité de 1050 kg.

II.5 Sécurité et conformité des ascenseurs

Les ascenseurs sont soumis à un cadre normatif strict et international visant à garantir la sécurité des usagers, la fiabilité technique et l'accessibilité. La norme européenne EN 81-20/50 constitue le texte de référence principal, définissant les exigences de sécurité pour la conception, la fabrication et l'installation des ascenseurs. Elle est complétée par la norme EN 81-70 qui spécifie les dispositions particulières pour l'accessibilité des personnes à mobilité réduite, avec des prescriptions précises sur les dimensions des cabines, la hauteur des commandes et les systèmes de signalisation, Les normes définissent comment concevoir, installer, tester et maintenir un ascenseur pour assurer sécurité et

accessibilité (**Tableau II-5**). Elles sont mises à jour régulièrement pour intégrer les avancées techniques et les retours d'expérience terrain [27] [28].

Le **Tableau II-5** expose les différentes normes pour les ascenseurs pour le transport de charges et de personnes.

Norme	Utilisation
EN 81-21	Fournit d'autres exigences techniques que celles données dans l'EN 81-20 pour résoudre certains problèmes spécifiques rencontrés lors de l'installation d'ascenseurs dans les bâtiments existants
EN 81-28	Fournit des exigences pour les systèmes d'alarme destinés à être utilisés sur les ascenseurs de personnes pour permettre aux personnes bloquées d'appeler les secours
EN 81-50	Utilisé avec l'EN 81-20 pour fournir des règles pour les essais de type des composants relatifs à la sécurité et méthode de calcul
EN 81-58	Fournit une méthode unifiée d'essai de résistance au feu des portes palières des ascenseurs
EN 81-70	Fournit des exigences supplémentaires par rapport à l'EN 81-20 concernant l'accessibilité des ascenseurs de personnes
EN 81-71	Fournit des exigences supplémentaires par rapport à l'EN 81-20 concernant les ascenseurs résistant aux actes de vandalisme
EN 81-72	Fournit des exigences supplémentaires par rapport à l'EN 81-20 pour les ascenseurs utilisés par les pompiers
EN 81-73	Fournit des exigences supplémentaires par rapport à l'EN 81-20 pour les ascenseurs utilisés lors de l'évacuation des personnes en situation de handicap depuis un bâtiment
EN 81-77	Fournit des exigences supplémentaires par rapport à l'EN 81-20 pour les ascenseurs soumis à des conditions sismiques
EN 12015	Fournit des exigences supplémentaires par rapport à l'EN 81-20 pour les émissions de compatibilité électromagnétique
EN 12016	Fournit des exigences supplémentaires par rapport à l'EN 81-20 pour l'immunité en matière de compatibilité électromagnétique
EN 13015	Donne des règles pour la rédaction de manuels de maintenance fournis avec les ascenseurs

Tableau II-5 : Utilisation des normes européenne d'ascenseurs.

II.6 Maintenance des ascenseurs

La maintenance des ascenseurs consiste à assurer, par des interventions régulières et planifiées, la sécurité des usagers, la fiabilité du service et la longévité des équipements, tout en respectant les obligations réglementaires et les normes en vigueur. Elle comprend la maintenance préventive, qui vise à éviter les pannes grâce à la lubrification, aux réglages et au contrôle de pièces clés comme les câbles, les freins ou le variateur ; la maintenance corrective, qui intervient après une défaillance pour réparer ou remplacer les composants ; et, de plus en plus, la maintenance prédictive, qui s'appuie sur la surveillance en temps réel et l'analyse de données pour anticiper l'usure. Les visites, généralement mensuelles ou trimestrielles, s'accompagnent de vérifications mécaniques, électriques et de sécurité. dans la plupart des pays, l'entretien des ascenseurs doit être réalisé par des entreprises agréées ou certifiées, répondant à des critères stricts de compétence technique, de qualification du personnel et de conformité réglementaire.[27].

II.7 Conclusion

Nous avons abordé dans ce chapitre les principaux types d'ascenseurs, notamment les modèles à traction par câbles, hydrauliques et pneumatiques, en mettant en lumière leurs spécificités techniques et leurs domaines d'application. En nous intéressant aux ascenseurs électriques, nous avons présenté en détail les composants essentiels tels que la cabine, le contrepoids, les câbles, les rails de guidage, ainsi que les dispositifs de sécurité comme le parachute et le limiteur de vitesse.

Cette analyse des ascenseurs modernes a permis d'identifier les principales technologies (traction, hydraulique, pneumatique) et leurs caractéristiques distinctes. En examinant leurs mécanismes de fonctionnement, domaines d'application et exigences normatives, nous avons établi des critères objectifs pour sélectionner la solution technique optimale. Ces éléments fondamentaux guideront nos choix dans les phases ultérieures de conception, garantissant une adéquation parfaite entre besoins opérationnels, contraintes architecturales et impératifs de sécurité.

**Chapitre III Étude
technique et conception des
panneaux pour une cabine de
capacité 450 Kg**

III.1 Introduction

La fabrication des ascenseurs commence par une étude technique approfondie des différentes pièces constitutives. Le fabricant doit définir les caractéristiques techniques de la cabine tels que le dimensionnement de la cabine le choix des matériaux pour garantir la conformité, la performance et la sécurité de l'ascenseur.

Le dimensionnement des différentes pièces d'un ascenseur s'effectue selon des facteurs précis, notamment la charge utile et l'espace disponible dans la gaine. En respectant les exigences des normes européennes d'accessibilité (EN 81-70) et de sécurité (EN 81-20 et EN 81-50), les dimensions des composants sont définies de manière rigoureuse. Les dimensions doivent permettre une intégration parfaite dans la structure de la gaine, garantir la sécurité des usagers, faciliter l'accessibilité, et assurer la rigidité mécanique nécessaire lors du fonctionnement de l'ascenseur.

Le choix des matériaux s'effectue selon divers facteurs, afin de fabriquer une pièce conforme, le matériaux requis doit répondre aux exigences d'utilisation des pièces et faire preuve de bonne aptitude à la transformation et bonne rentabilité.

Ce chapitre détaille la conception des panneaux extérieurs d'une cabine d'ascenseur de 450 kg, en conformité avec la norme EN 81-20, tout en prenant en compte les impératifs techniques, fonctionnels et réglementaires.

III.2 Utilisation des panneaux de cabine d'ascenseur

Les panneaux extérieurs de cabine d'ascenseur -ou parois- jouent un rôle à la fois fonctionnel, sécuritaire et esthétique. Ils enveloppent la cabine pour protéger les passagers des éléments présents dans la gaine et servent de barrière contre les chocs et la propagation du feu en cas d'incident technique. Conçus pour contribuer au confort, ils participent aussi à l'isolation thermique et acoustique, limitant les variations de température et filtrant les bruits extérieurs.

Ces panneaux doivent être réalisés dans des matériaux solides et durables : aciers ou inox haute résistance, stratifiés compacts, verres sécurisés, ou encore composites spécifiques, capables de résister à l'usure, aux chocs et aux contraintes environnementales. Leur finitions et design peuvent être adaptés à l'architecture du bâtiment, intégrant textures, couleurs ou traitements de surface pour répondre à la fois aux exigences techniques et à l'esthétique recherchée.

III.3 Description du produit

La cabine 450kg est une cabine de type 1 d'une largeur de 1000mm et une profondeur de 1300mm, utilisé dans des bâtiments existants dans lesquels les contraintes et structures ne permettent pas

l'installation d'une cabine de type 2 (630kg), cette cabine est adaptée pour 6 personnes ou à un seul utilisateur en fauteuil roulant sans accompagnant. La cabine de capacité 450 Kg à une largeur de 1000mm et une profondeur de 1300mm

Dans le **Tableau III-1** sont présentés les surfaces utiles déterminées selon les charges nominales des cabines selon la norme **EN81-20** [28]

Charge nominale, masse (kg)	Surface utile maximale de la cabine (m ²)	Charge nominale, masse (kg)	Surface utile maximale de la cabine (m ²)
100 ^a	0,37	900	2,20
180 ^b	0,58	975	2,35
225	0,70	1 000	2,40
300	0,90	1 050	2,50
375	1,10	1 125	2,65
400	1,17	1 200	2,80
450	1,30	1 250	2,90
525	1,45	1 275	2,95
600	1,60	1 350	3,10
630	1,66	1 425	3,25
675	1,75	1 500	3,40
750	1,90	1 600	3,56
800	2,00	2 000	4,20
825	2,05	2 500 ^c	5,00

^a Minimum pour un ascenseur d'une personne.
^b Minimum pour un ascenseur de deux personnes.
^c Au-delà de 2 500 kg, par 100 kg en plus, ajouter 0,16 m².
 Pour les charges intermédiaires, la surface est déterminée par interpolation linéaire.

Tableau III-1 : Charge nominale et surface utile maximale de la cabine.

Note : La **surface utile** d'une cabine d'ascenseur correspond à la partie du plancher réellement disponible pour les passagers ou le chargement, une fois déduits les encombrements intérieurs fixes (parois, habillage, seuils de portes, etc.).

III.3.1 Nomenclature des pièces de la cabine

La nomenclature couvre l'ensemble des panneaux nécessaires pour la fabrication de la cabine de capacité 450 Kg, et va servir à faciliter le suivi et commande de production de ces pièces.

Notre cabine est composée de 10 pièces distinctes, identifiées par leur codes et descriptions spécifiques. Grâce aux quantités indiquées dans la nomenclature, on totalise 25 pièces au total nécessaires à l'assemblage complet.

Nomenclature des pièces uniques

Code	Description	Quantité	Poids	Matière première		
				Tôle		
				Epaisseur	Nature	Nuance
25SL014503-U0-001	Clips de liaison	9	0,6	1	Galvanisée	S235 JR
25SL014503-U0-002	Fronton	1	1,81	1	Galvanisée	S235 JR
25SL014503-U0-003	Panneau cabine IG250	4	5,7	1	Galvanisée	S235 JR
25SL014503-U0-004	Panneau cabine milieu IG300	1	6,7	1	Galvanisée	S235 JR
25SL014503-U0-005	Panneau cabine IG800	2	15,4	1	Galvanisée	S235 JR
25SL014503-U0-006	Parois cabine IG372	1	7,47	1	Galvanisée	S235 JR
25SL014503-U0-007	Parois latérale	1	4,25	1	Galvanisée	S235 JR
25SL014503-U0-008	Renfort	4	2,24	1	Galvanisée	S235 JR
25SL014503-U0-009	Retour d'entrée droit IG200	1	6,65	1	Galvanisée	S235 JR
25SL014503-U0-010	Symétrie parois cabine IG372	1	7,47	1	Galvanisée	S235 JR

			Pièce à sous-traiter							
Code	Surface	Origine	Fabrication	Traitement thermique	Traitement de surface	Pièce à souder	Pièce à poinçonner	Pièce à Plier	Pièce à Rouler	Pièce à cintrer
25SL014503-U0-001	76 400	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
25SL014503-U0-002	233178	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
25SL014503-U0-003	733641	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
25SL014503-U0-004	859346	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
25SL014503-U0-005	1 962 400	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
25SL014503-U0-006	951 000	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
25SL014503-U0-007	541 100	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
25SL014503-U0-008	285 000	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
25SL014503-U0-009	847 100	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON
25SL014503-U0-010	951 000	Fabriquée	Découpe	NON	NON	NON	NON	OUI	NON	NON

NB : Le plan de repérage des différentes composantes de la cabine est présenté en annexe.

III.3.1.1 Caractéristiques techniques

Les panneaux extérieurs sont des tôles de 1mm d'épaisseur en acier S235 JR galvanisé. Les caractéristiques de ce matériau sont conformes à la norme EN 81-20.

Selon la norme **EN 81-20** « L'ensemble constitué par l'étrier, les coulisseaux, les parois, le plancher, le plafond et le toit de cabine, doit avoir une résistance mécanique suffisante pour résister aux efforts qui lui sont appliqués lors du fonctionnement normal de l'ascenseur et du fonctionnement des dispositifs de sécurité. ».

III.3.1.2 Avantages de l'acier galvanisé dans l'utilisation des panneaux cabine

- Résistance aux conditions extrêmes : Haute résistance aux températures élevées et à l'humidité, idéal pour tous les environnements.
- Qualité esthétique durable : Surface attrayante qui conserve son aspect dans le temps avec diverses finitions disponibles.
- Performance mécanique supérieure : Excellente résistance aux chocs et à l'usure, conforme aux exigences de la norme EN 81-20.
- Hygiène optimale : Surface lisse et non poreuse empêchant la prolifération bactérienne, facile à nettoyer et à désinfecter.
- Sécurité incendie : ne propage pas les flammes.
- Durabilité exceptionnelle : Longévité supérieure à 30 ans avec résistance à la corrosion.
- Solution écologique Matériau 100% recyclable sans altération de ses propriétés [22].

III.4 Conception des panneaux extérieurs de la cabine de capacité 450kg

III.4.1 La rétro-ingénierie

Afin de créer les panneaux, nous avons eu recours à la méthode de la rétro-ingénierie, cette méthode représente l'étude et l'analyse d'un système pour déduire son fonctionnement interne. Cette méthode permet au fabricant de comprendre la conception d'un système afin de le reproduire, le modifier ou bien l'améliorer.

À partir du modèle d'une cabine d'ascenseur de capacité 450 kg, et après analyse des dimensions, de la structure et des caractéristiques techniques des pièces, nous avons pu mettre au point et élaborer les plans de chacune des pièces concernées, ainsi qu'effectuer une étude des procédés de fabrication adaptés.

III.4.1.1 La Conception Assisté par Ordinateur avec SolidWorks

Après avoir procédé au démontage de la cabine, nous avons identifié et codifié chacune des pièces dans la nomenclature, ce qui a permis d'établir un inventaire précis des composants. Dans un second temps, nous avons réalisé le dessin de chaque pièce à l'aide du logiciel SolidWorks. Cette étape, appelée Conception Assistée par Ordinateur (CAO), nous a permis de créer une représentation virtuelle en trois dimensions de l'ensemble des pièces. La CAO offre ainsi une visualisation détaillée et précise, facilitant la compréhension de la géométrie, des assemblages et des ajustements nécessaires pour la fabrication et l'intégration des pièces dans la structure globale de la cabine.

Dans ce projet, nous avons employé la fonction tôlerie de SolidWorks (**Figure III-1**) pour modéliser les différentes pièces en tôle composant les panneaux extérieurs de la cabine d'ascenseur. Cet environnement de conception est spécialement adapté aux pièces minces obtenues par découpe et pliage.

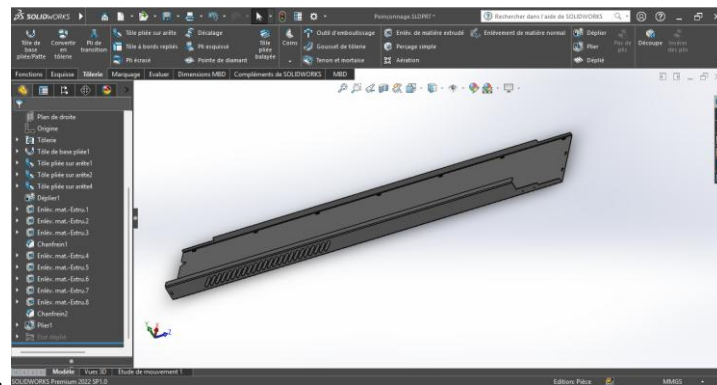


Figure III-1 : Interface SolidWorks tôlerie

La codification des pièces est un processus qui consiste à attribuer un code unique à chaque pièce pour faciliter leur identification, leur gestion et leur suivi dans un système de gestion de stock ou de maintenance. Ce code permet d'éviter les confusions, de simplifier les recherches et d'optimiser la logistique.

III.4.1 Conception des plans de pliages des panneaux

Les plans de pliages sont créés à partir des pièces 3D dessinés sur SolidWorks, après une analyse on a déterminé les lignes, angles, et rayons de pliage qui sont adaptés à l'épaisseur de la tôle afin d'éviter les fissures et déformations. Enfin les plans de pliages 2D sont réalisés et dedans sont définis les éléments indispensables pour passer à l'étape de fabrication.

Les plans de pliage sont dirigés vers les opérateurs des machines, qui vont interpréter les plans et manipuler les machines pour but de transformer les tôles découpées et produire les panneaux de la cabine.

III.5 Variantes des panneaux extérieurs

Les différentes utilisations des ascenseurs donnent lieu à plusieurs variantes de panneaux de cabine. Selon la charge et le type de matériaux, un ascenseur résidentiel n'est pas conçu de la même manière qu'un ascenseur hospitalier. Ainsi, les panneaux de cabine peuvent être fabriqués à partir d'une diversité de matériaux, chacun présentant des caractéristiques distinctes en termes de performance, d'esthétique et de coût.

III.5.1 Selon la charge et Nombre de passagers

Le dimensionnement de la cabine et notamment ses panneaux commence principalement par la charge nominale **Tableau III-1** issue de la norme EN 81-20, cette charge est déterminée selon le type d'ascenseur et son usage. Ainsi que les dimensions et contraintes de la gaine. En prenant compte des contraintes techniques (espace libre obligatoire et autres composants de l'ascenseur) les dimensions intérieures de la cabine sont calculées.

Dans le **Tableau III-2** issu de la documentation de la norme EN 81-70 sont déterminées les dimensions des panneaux selon la charge et le type d'accessibilité destinée pour chaque charge [29].

Charge	Dimensions de la cabine	Type de cabine	Accessibilité	Utilisation
450kg	L=1000mm P=1300mm	1	6 personnes ou 1 utilisateur en fauteuil roulant sans accompagnant	Bâtiment existant ou les contraintes de structure ne permettent pas l'installation d'un type 2 Usage de rénovation
630kg	L=1100mm P=1400mm	2	8 personnes ou 1 utilisateur en fauteuil roulant + 1 personne	Nouveaux bâtiments
1000kg	L=1600mm P=2100mm	3	14 personnes ou 1 utilisateur en fauteuil roulant + quelques passagers Transport de civières	Lieux publics Nécessité de transport de fauteuils roulants
1000kg	L=1600mm P=1400mm Où L=1400mm P=1600mm	4	13 personnes ou 1 utilisateur en fauteuil roulant + quelques passagers Permet la rotation du fauteuil roulant dans la cabine	Bâtiments nécessitant plus de confort et de manœuvrabilité, avec parfois des portes sur deux parois adjacentes
1275kg	L=2000mm P=1400mm Où L=1400mm P=2000mm	5	18 personnes ou 1 utilisateur en fauteuil roulant de classe C + plusieurs passagers Permet la rotation du fauteuil roulant dans la cabine	Usages médicaux et d'urgence recommandée pour les usages médicaux et d'urgence.

Tableau III-2 : Dimensions minimales pour cabine d'ascenseur.

Le **Tableau III-3** extrait de la documentation de la norme EN 81-20 présente la surface utile minimale de la cabine selon le nombre de passager, pour la charge on se fie soit au **Tableau III-1** ou à la formule Nombre de passagers x 75 kg.

Nombre de passagers	Surface utile minimale de la cabine (m ²)	Nombre de passagers	Surface utile minimale de la cabine (m ²)
1	0,28	11	1,87
2	0,49	12	2,01
3	0,60	13	2,15
4	0,79	14	2,29
5	0,98	15	2,43
6	1,17	16	2,57
7	1,31	17	2,71
8	1,45	18	2,85
9	1,59	19	2,99
10	1,73	20	3,13

Au-delà de 20 passagers, ajouter 0,115 m² pour chaque passager supplémentaire.

Tableau III-3 Relation entre la surface utile minimale et nombres de passagers.

III.5.2 Selon le matériau de construction

Dans le domaine de la conception de cabines d'ascenseur, le choix des matériaux pour les panneaux de parois constitue un levier stratégique à la fois technique, esthétique et économique. Ces matériaux influencent directement la durabilité, la résistance à la corrosion.

Les variantes de matériaux disponibles aujourd'hui permettent d'adapter la cabine à une grande diversité d'environnements : immeubles résidentiels, hôtels, hôpitaux, centres commerciaux ou bâtiments industriels.

Le **Tableau III-4** indique quelques critères de sélections de matériaux pour des panneaux de cabine d'ascenseur.

Critère de sélection	Impacte sur les panneaux
Résistance mécanique	Déformation sous charge
Corrosion	Durée de vie
Poids	Charge utile/conso d'Énergie
Fabrication	Cout/Complexité de transformation
Cout	/
Normes	Produit standardisé et fiable
Esthétique	Design, intégration architecturale

Tableau III-4 Critères de sélection de matériaux et leur impact sur les panneaux

III.5.2.1 Acier

L'acier est un alliage métallique constitué de fer et d'une faible teneur en carbone (de 0,02 % à 2 % en masse). Plus la teneur en carbone est importante, plus la dureté du matériau est élevée. L'acier comporte aussi des éléments additionnels tels que le cuivre et le chrome, qui lui confèrent des caractéristiques supplémentaires, notamment une meilleure résistance et une plus grande flexibilité.

Dans le contexte de la fabrication des panneaux extérieurs de cabine d'ascenseur, l'étude nous offre plusieurs types d'acier parmi lesquels on peut citer

A. Acier de construction galvanisé

L'acier de construction est un acier non allié destiné à la réalisation d'ouvrage soumis à des températures ambiantes [30].

Parmi ces aciers on distingue les nuances :

- S235 : la nuance la plus courante, utilisée pour la majorité des structures métalliques standards.
- S275 : Utilisée occasionnellement, notamment lorsque des résistances légèrement supérieures sont requises.
- S355 : Principalement utilisée pour des ouvrages nécessitant une haute résistance, comme les ponts, les ouvrages d'art, ou les bâtiments à grandes portées.

Le **Tableau III-5** répertorie les différentes nuances d'acier utilisées dans l'industrie, classées selon les catégories d'usage.

Aciers d'usage général	Aciers à haute limite d'élasticité	Aciers à résistance améliorée à la corrosion
Norme européenne NF EN 10025	Norme européenne NF EN 10113	Norme européenne NF EN 10155
S 235-JR S 235-J0 S 235-J2G3		S 235-J0W S 235-J2W
S 275-JR S 275-J0 S 275-J2G3	S 275 N S 275 NL	
S 355-JR S 355-J0 S 355-J2 S 355-K2G3	S 355 N S 355 NL – –	S 355-J0WP S 355-J0W S 355-J0W S 355-J2W S355-K2W
	S 420 N S 420 NL	
	S 460 N S 460 NL	

Tableau III-5 Nuances des aciers de construction mécanique.

L'acier de construction a usage générale ne présente pas de résistance naturelle à la corrosion, il est donc protégé par un traitement de surface par galvanisation au zinc. Ce processus renommé galvanisation revête le matériau d'une couche protectrice de zinc qui agit comme un blocage empêchant l'oxygène et l'air de rentrer en contact avec l'acier ainsi minimisant la dégradation et la rouille[31].

Dans ce projet, le choix de ce matériau se révèle non seulement idéal en termes de résistance et de durabilité, mais également plus économique.

B. Processus de galvanisation

- **Préparation chimique de la surface** Dans un premier temps, la tôle est dégraissée et nettoyée des graisses et contaminants à l'aide d'une solution alcaline (nettoyage alcalin) (**Figure III-2**), ensuite l'acier est immergé dans de l'acide sulfurique ou chlorhydrique éliminant toute rouille présente sur la surface (dérochage), enfin l'acier est immergé dans une solution constituée de chlorure de zinc et d'ammonium (flux) qui forment une protection contre l'oxydation avant galvanisation.

- **Galvanisation à chaud** : L'acier est plongé dans un bain de zinc fondu à environ 450 °C. Cette immersion provoque une réaction entre le zinc et l'acier, formant une couche protectrice de zinc dont l'épaisseur est contrôlée par la durée d'immersion et la vitesse de retrait de l'acier hors du bain.

- **Après Galvanisation** : Le métal est refroidi afin que le zinc soit solidifié, le revêtement est contrôlé, des traitements supplémentaires sont appliqués selon les exigences [31].

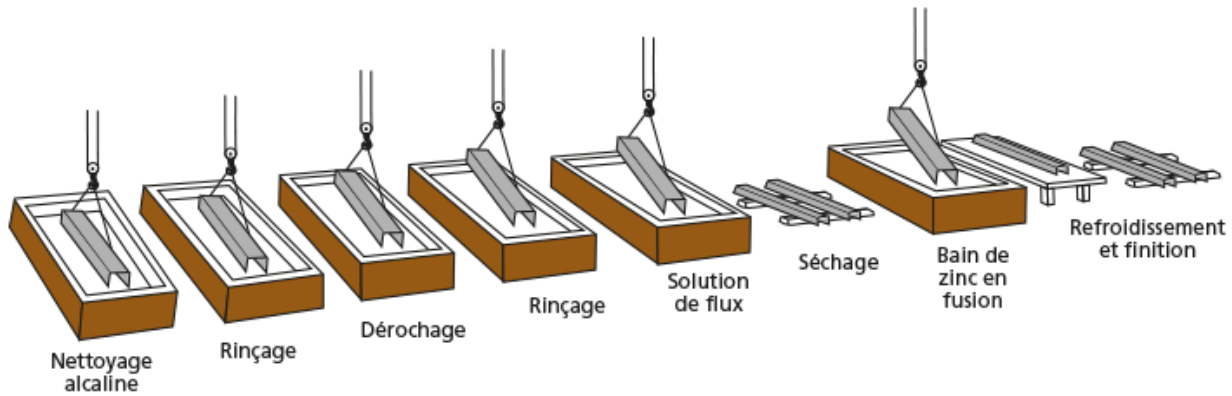


Figure III-2 Processus de galvanisation.

Pour la fabrication des panneaux de cabine on choisit l’acier S235JR Galvanisé

La désignation S235JR est une norme européenne (EN 10025) (**Tableau III-5**) pour un acier de construction courant.[30]

- S : signifie « Structural steel », donc acier de construction.
- 235 : désigne la limite d’élasticité minimale garantie en MPa (235 MPa pour une épaisseur ≤16 mm).
- JR : la qualité cette désignation indique l’énergie de rupture à température ambiante (20 °C) avec une énergie d’impact minimale de 27 Joules (JR = Joule Room température).

C. Acier inoxydable

Communément nommé inox, l’acier inoxydable est un acier composé de plus de 10.5% de chrome ce qui lui permet de former une fine couche protectrice en surface. Si cette couche est abîmée, elle se régénère automatiquement : c’est le phénomène d’auto-passivation. Sans chrome, cette protection ne se forme pas.

Pour les panneaux de cabine, on recherche un compromis entre résistance mécanique, durabilité et esthétique, c’est exactement ce que les aciers inoxydables 1.4301 (AISI 304) et 1.4401 (AISI 316) apportent[32]

A. Composition chimique de l’acier grade 1.4301/1.4401

Le **Tableau III-6** présente les composantes chimiques des acier inoxydables 1.4301 et 1.4401

Grade \ Composants	CR	NI	MO	DESIGNATION
1.4301	18%	8%	/	X5CrNi18-10
1.4401	17%	12%	2%	X5CrNiMo17-12-2

Tableau III-6 Composition chimique des deux types d’acier inoxydable utilisé pour les panneaux.

B. Capacité mécanique et les performances physiques

Le **Tableau III-7** précise les différentes propriétés mécaniques et caractéristiques techniques des aciers utilisés pour la fabrication des panneaux cabine [32] [30, 33].

Propriété	Acier S235JR Galvanisé	Acier S275JR Galvanisé	Acier inoxydable 1.4301	Acier inoxydable 1.4401
Limite élastique	235 Mpa	275 Mpa	210-290 MPa	220-310 MPa
Résistance mécanique	360-510 Mpa	430-580 Mpa	520-700 MPa	530-680 MPa
Masse volumique	7.85g/cm ³	7.85g/cm ³	7.93 g/cm ³	7.98 g/cm ³
Dureté (Brinell)	120-150 HB	120-170 HB	200HBW	215HBW
Résistance à la corrosion	Moyenne (avec traitement)	Moyenne avec traitement	Bonne	Excellente
Ductilité et formabilité	Bonne	Moins bonne	Bonne	Très bonne
Conductivité thermique/électrique	Bonne	Bonne	4x moindre que l'acier	
Soudabilité	Bonne (risque de fumées de zinc)	Bonne (risque de fumées de zinc)	Bonne (risque de sensibilisation)	Excellente
Aspect de surface et esthétique	Gris métallique ternit avec le temps		Brillant/Satiné stable dans le temps	
Coût et disponibilité	Moins cher	Moins cher	2x Plus cher que l'acier	
Maintenance	Lourde	Lourde	Moins lourde	Légère
Compatibilité environnementale	100% Recyclable			

Tableau III-7 : Propriétés mécaniques des aciers

Résumé du tableau

L'utilisation des aciers présente une solution économique et technologique en termes de mise en œuvre, cependant les aciers de construction sont moins résistants et plus adaptés à des utilisations intérieures et nécessitent un entretien régulier. Les aciers inoxydables, bien que plus coûteux, sont plus adaptés à des milieux corrosifs et sont plus résistants aux charges extrêmes.

Les panneaux extérieurs de notre cabine doivent résister à des sollicitations multiples tel que la charge de la cabine qui est 450kg + 50 % de marge, les chocs accidentels, les vibrations ainsi que les contraintes environnementales tel que l'humidité, et les changements de températures. Pour cela, le

choix du matériau idéal pour fabriquer les panneaux de notre cabine est tombé sur l'acier S235JR galvanisé.

III.5.2.2 Aluminium

L'aluminium est un élément chimique appartenant à la famille des métaux pauvres. Malléable et de couleur argentée, il se distingue par sa faible densité et sa bonne résistance à l'oxydation, ce qui en fait un matériau très prisé dans l'industrie [34].

Pour la fabrication des panneaux on utilise des tôles de série 5000 et 6000, Ce sont des tôles qui ont une bonne résistance à la corrosion, légèreté, bonne aptitude au pliage et au découpe laser, composé principalement d'aluminium magnésium et silicium pour les séries 6000 [34].

Les alliages de la série 5000 (Al-Mg) et 6000 (Al-Mg-Si) sont les plus couramment employés pour la tôlerie en raison de leur bonne formabilité, résistance à la corrosion et soudabilité [35] [36].

A. Capacité mécanique et performances physiques

Le **Tableau III-8** expose les caractéristiques techniques de la série d'aluminium utilisé dans la fabrication des panneaux de cabine d'ascenseurs [34] [37]

Propriété	Série 5000	Série 6000
Limite élastique	80-180 Mpa	310 Mpa
Résistance mécanique	140-350 Mpa	215-285 Mpa
Masse volumique	<2,70 g/cm ³	2.70 g/cm ³
Dureté (Brinell)	60 HB	<85 HB
Résistance à la corrosion	Excellente, adapté au milieu marin et industriel	Bon (Anodisation)
Ductilité et formabilité	Très bonne.	Bonne (éviter la surchauffe)
Poids	Léger 1/3 du poids de l'acier à volume égal	Léger 1/3 du poids de l'acier à volume égal
Soudabilité	Très bonne	Bonne (éviter la surchauffe)
Coût et disponibilité	Modéré : moins cher que les alliages 6000	20% plus cher que les séries 5000
Maintenance	Très légère	Légère
Compatibilité environnementale	100 % recyclable	100 % recyclable

Tableau III-8 Propriétés mécaniques de l'aluminium.

Résumé du tableau

Les alliages de la série 5000 sont plus résistants à la corrosion et mieux adaptés aux milieux très corrosifs. Ils présentent une bonne formabilité, mais leur résistance mécanique est plus faible que celle des alliages de la série 6000. Cette résistance mécanique résulte de la combinaison des éléments d'alliage et peut être améliorée par un traitement thermique, ce qui les rend particulièrement adaptés aux fabrications complexes. Ces alliages sont également plus chers, mais plus disponibles sur le marché.

III.5.2.3 Verre

Le verre est un matériau transparent ou translucide, généralement composé de silice fondue, utilisé dans les cabines d'ascenseur pour ses qualités esthétiques, sa résistance et sa sécurité.

Dans ce contexte et selon la norme EN81-20, on emploie principalement du verre trempé ou feuilleté, qui offre une protection contre les chocs et les bris, tout en permettant une visibilité panoramique et une finition moderne[38].

A. Le verre trempé

Le verre trempé, également connu sous le nom de verre de sécurité trempé, est produit par un traitement thermique spécial au cours duquel le verre est chauffé puis rapidement refroidi. Ce processus donne au verre une résistance accrue aux chocs et aux coups et le rend insensible aux grandes variations de température [39].

B. Le verre feuilleté

Également connu sous le nom de verre de sécurité feuilleté, est un type de verre de sécurité qui utilise deux feuilles de verre plat reliées entre elles. Les panneaux de verre plat sont reliés entre eux par un film plastique très fin et résistant à la déchirure. Ce film est visuellement invisible et n'affecte pas la transparence du verre. Le verre feuilleté est fabriqué à l'aide d'une presse à rouleaux en appliquant de la chaleur et de la pression afin de créer une liaison durable entre le verre et le film [40].

C. Caractéristiques techniques

Le **Tableau III-9** affiche les caractéristiques techniques des types de verre utilisé dans la fabrication des panneaux de cabine d'ascenseurs [38] [39] [40]

Critère	Verre trempé	Verre feuilleté
Type	Traité thermiquement	Assemblage de couches de verre et films plastique
Résistance	Supporte des chocs mécaniques et thermiques très élevé.	Élevée
Sécurité en cas de casse	Se casse en petits fragments non tranchants.	Les morceaux restent collés à l'intercalaire, pas d'éclats
Poids (verre seul)	Environ 25 kg/m ² (10 mm)	30 à 40 kg/m ² selon composition
Maintenance	Lourde	
Isolation thermique et acoustique	Moyenne	Bonne (grâce à l'intercalaire)
Durabilité	Bonne résistance thermique et UV	Très bonne
Prix	Moins coûteux que le feuilleté, plus cher que l'aluminium et l'Acier Inoxydable	Plus cher (~1,5 à 2× le prix du trempé)
Compatibilité environnementale	90%	70%

Tableau III-9 : Caractéristiques techniques des verres

Résumé du tableau

Le verre trempé se distingue par sa résistance aux chocs et aux variations thermiques, tandis que le verre feuilleté combine plusieurs couches de verre séparées par des films plastiques, lui conférant une sécurité renforcée et très bonne isolation thermique et acoustique pour des utilisations plus sévère. Cela rend le verre feuilleté plus cher et plus durable dans le temps.

III.6 Conclusion

Le projet est centré autour de la conception des panneaux extérieur d'une cabine d'ascenseur de capacité 450 Kg. Le dimensionnement est adapté selon le bâtiment, et le matériau utilisé représente une solution économique et adaptée aux applications en milieu agressif.

La combinaison de rétro-ingénierie, de CAO et de codification permet d'optimiser la conception, la fabrication et la maintenance des panneaux de cabine d'ascenseur, tout en garantissant leur conformité aux normes et leur adaptabilité aux évolutions futures.

**Chapitre IV Étude
technologique et procédés de
fabrication des panneaux.**

IV.1 Introduction

Après avoir défini les caractéristiques techniques de la cabine, ses dimensions et le choix du matériau, et après avoir traduit tout ça en forme de plans pour chaque pièce, la matière première passe par l'étape de fabrication.

Cette étape consiste à exploiter les différents plans conçus par l'ingénieur tels que les plans de pliage ainsi que les gammes de fabrications et gammes de montage pour fabriquer les éléments finals avant l'assemblage.

Ce chapitre présente l'ensemble des procédés nécessaires pour la fabrication des panneaux pour l'acier S235 JR Galvanisé, notamment le pliage, la découpe laser et le collage. On présente également les gammes de fabrication qui détaillent les étapes de pliage des pièces. L'étude définie des gammes de fabrication, de pliage et d'assemblage permet d'optimiser les méthodes de production tout en garantissant la qualité, la sécurité et la conformité aux normes. L'objectif est de structurer un processus cohérent et maîtrisé pour assurer la répétabilité et la fiabilité des pièces produites.

IV.2 Documents techniques

IV.2.1 Plans d'assemblage

Nous avons élaboré un plan d'assemblage des pièces assemblé par collage. Le plan représente le groupement de deux renforts avec le panneau de cabine central (référence IG800). L'assemblage est effectué strictement par collage, sans recours à d'autres fixations mécaniques.

IV.2.2 Gammes de fabrication des panneaux

Ce document technique décrit l'ensemble des opérations nécessaires à la fabrication des pièces, depuis la matière première, sous forme d'étapes ordonnées chronologiquement, accompagnées des moyens utilisés et des méthodes de vérification.

Cette gamme a pour but de guider l'opérateur d'atelier dans la réalisation de chaque pièce, tout en garantissant la qualité, la traçabilité et l'efficacité du processus de production.

IV.3 Procédés de fabrication des panneaux extérieurs

IV.3.1 Préparation de la matière première

L'usinage d'une tôle galvanisée neuve nécessite un nettoyage préalable et un dégraissage soigneux afin de préserver l'intégrité du revêtement de zinc et d'assurer une bonne qualité d'usinage.

L'objectif du nettoyage est d'éliminer les contaminants tels que les résidus d'huile ou les poussières présentes à la surface de la tôle, afin de préserver l'intégrité du revêtement de zinc contre l'abrasion et

la corrosion. Pour préparer efficacement la surface avant usinage, pour cela on passe par deux étapes principales [41]

Nettoyage mécanique : il s'agit d'un brossage doux ou d'une aspiration des poussières pour retirer les particules solides sans endommager le revêtement. Cette étape sert à éliminer les poussières et saletés grossières et effectuer un nettoyage de base sur la surface de la tôle.

Dégraissage chimique : il s'effectue à l'aide de solvants neutres ou de détergents doux, suivi d'un rinçage à l'eau déminéralisée, puis d'un séchage immédiat pour éviter toute oxydation cela élimine les taches les plus tenaces comme la rouille blanche.

IV.3.2 Découpe laser

Avant le pliage la tôle est découpée à l'aide d'une machine de découpe laser, pour cette étape l'ingénieur crée un fichier DXF (**Figure IV-1**) à partir du dessin 3D préalablement créé sur SolidWorks, se fichier est envoyé vers la machine de découpe.

Dans ce projet la découpe est réalisée par Machine de découpe laser TRUMPF TruLaser 1030 Fiber pour sa polyvalence et sa compatibilité avec les métaux et alliages et tôles minces.

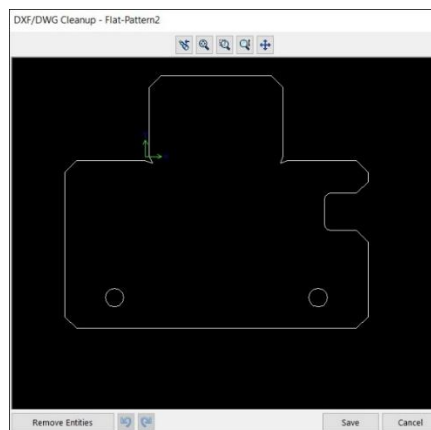


Figure IV-1 Exemple d'un fichier DXF

IV.3.3 Poinçonnage

La TruPunch 3000 utilise des fichiers DXF générés à partir des dépliés SolidWorks, de la même manière que la machine de découpe laser TruLaser.

IV.3.3.1 Etapes de poinçonnage

La tôle est placée entre le poinçon et la matrice, le poinçon descend sous l'effet d'une presse et cisaille la tôle en suivant sa forme et la forme de la matrice. Une ouverture dans la matrice sépare la chute ainsi la tôle poinçonnée conserve le ou les trous souhaités.

Il existe plusieurs types d'opérations de poinçonnage

- Poinçonnage unique : Ou la coupe unique implique l'utilisation d'un seul poinçon et une seule matrice pour créer une forme ou un trou.
- Poinçonnage multiple : Implique l'utilisation d'un seul poinçon et matrice sous plusieurs coups indépendant pour créer plusieurs trous sur la même pièce.
- Poinçonnage en grappe : Consiste à réaliser plusieurs trous en un seul coup grâce à un outil comportant plusieurs poinçons simultanés.
- Poinçonnage progressif : Consiste la réalisation d'une forme en plusieurs déplacements successives.

IV.3.4 Pliage

Le pliage est un procédé de formage à froid qui permet de donner une forme angulaire à une tôle plane sans retirer de matière.

Le fichier compatible avec la TruBend 5230 est le fichier STEP. Il contient le modèle 3D de la pièce pliée et est idéal pour la simulation de pliage ainsi que pour la génération des programmes. Ce fichier STEP est ensuite importé dans le logiciel propre à la machine afin de réaliser la simulation de pliage et de générer le programme d'usage.



Figure IV-2 : Ecran de commande numérique de la plieuse TruBend 5230

D'après **Figure IV-2** l'opérateur machine se retrouve avec le programme de pliages ainsi que les documents techniques des pièces à fabriquer. Ces principales responsabilités sont [42]

- La vérification des plans techniques.
- La préparation de la matière première.
- Le choix des outils appropriés sur la machine (matrices, Poinçons)
- La vérification et ajustement des paramètres de pliage.
- L'exécution des opérations.

- Le contrôle de qualité (dimensions, angles de pliages).

IV.3.4.1 Etapes de pliages

Voici les étapes suivies pour effectuer un pliage [42].

- (1) Mise en place de la tôle : On commence par positionner correctement la tôle sur l'outil inférieur, qu'on appelle la matrice.
- (2) Descente du poinçon : Le poinçon qu'est l'outil descend lentement et commence à appuyer sur la tôle pour former le pli.
- (3) Déformation de la tôle : Sous la pression du poinçon, la tôle se plie, le métal se déforme de façon permanente dans la zone de pliage.
- (4) Remontée du poinçon : Une fois que le pli et l'angle souhaité est obtenu, le poinçon remonte pour libérer la pièce.
- (5) Vérification finale : On contrôle l'état final de la pièce l'angle formé, la qualité de la courbure, et on assure qu'il n'y a pas de fissures ou défauts.

IV.3.4.2 Méthodes de pliage utilisé pour la fabrication des panneaux

A. . Pliage en l'air

Ce procédé est similaire au pliage en V mais se distingue par le fait que le poinçon ne touche pas le fond de la matrice **Figure IV-3**, permettant de contrôler précisément l'angle du pli en ajustant la descente. Cette méthode est souple et réduit l'usure des outils, tout en étant idéal pour la réalisation de plis à 90° sur nos panneaux. [43].

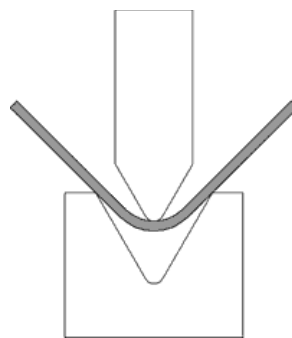


Figure IV-3 Pliage en l'air

B. Pliage par écrasement

Le pli par écrasement, aussi appelé ourlet ou « hemming ». La TruBend, notamment les modèles comme la TruBend 5230, peut réaliser un pli par écrasement. Avec configuration de pli à deux étapes. En créant d'abord un pli en V suivi d'un écrasement complet [43].

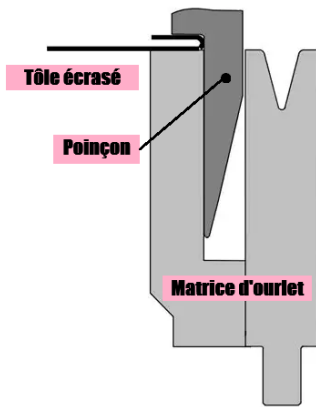


Figure IV-4 : Pliage par écrasement.

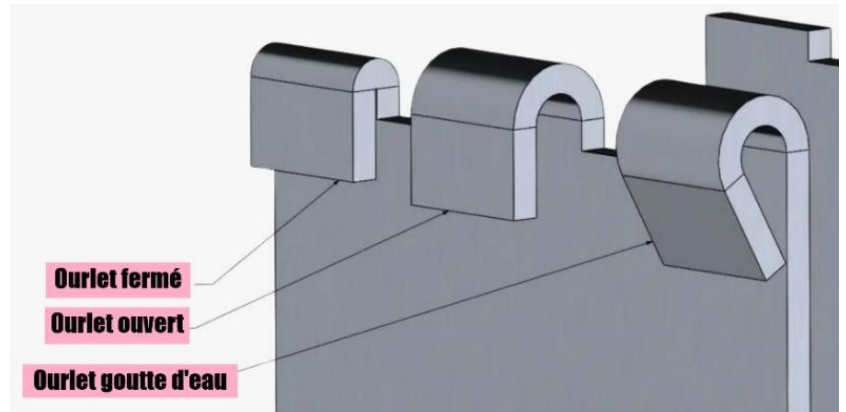


Figure IV-5: Types d'ourlet.

Dans ce projet on utilise l'ourlet fermé **Figure IV-5** pour fabriquer les clips de liaison qui servent de moyen d'encastrement entre les panneaux de la cabine.

IV.3.1 Procédés d'assemblages

Il existe plusieurs méthodes d'assemblage des tôles métalliques, telles que le soudage, le rivetage, le boulonnage ou encore l'emboîtement. Cependant, dans le cadre de ce projet, l'attention est portée principalement sur l'assemblage par collage.

IV.3.1.1 Assemblage par Collage

L'assemblage par collage est un assemblage non démontable qui consiste à joindre deux tôles à l'aide d'un adhésif industriel qui forme une liaison permanente après le séchage [45].

A. Etapes de collage

Pour effectuer un assemblage par adhésion directe entre matériaux les surfaces de ces derniers doivent être lisse et propre, donc avant de procéder une préparation de surface est crucial. Ensuite la colle est appliquée sur la surface. Un temps de séchage et durcissement est indiqué sur l'emballage de la colle utilisé. Enfin on assemble les tôles en employant des outils comme des serre-joints [45].

B. Avantages et inconvénients

- **Avantages**

L'assemblage par collage présente plusieurs avantages [46] [47]

- Collage sans chaleur pour réduire les quantités de déformations.
- Amélioration de l'esthétique et de la finition (aucune fixation apparente).

- Les adhésifs contemporains atteignent des performances exceptionnelles en matière de résistance au cisaillement et au pelage.
- Possibilité d'assemblage de matériaux de nature et d'épaisseurs différentes.
- Elasticité des joints (Vibrations amortis).
- Etanchéité et isolation électrique.

- **Inconvénients**

Bien que le collage présente plusieurs avantages, ce procédé présente quelques inconvénients [47]

- Résistance à la chaleur médiocre.
- Sensibilité à l'environnement (humidité, solvants,)
- C'est un assemblage non démontable donc le démontage de pièces collé peut présenter des difficultés et affecter la qualité des surfaces.

IV.3.1.2 Assemblage par élément mécanique

Le choix du moyen d'assemblage dépend directement de l'épaisseur et de la résistance de la tôle. Sur une tôle fine, on ne peut pas simplement tarauder ou visser.

A. Boulons

L'assemblage par boulonnage est un assemblage mécanique démontable qui consiste à lier deux ou plusieurs pièces à l'aide de boulons **Figure IV-6**. Cette méthode utilise des fixations mécaniques telles que des vis et des écrous pour créer un joint.



Figure IV-6: Boulon M6

B. Vis et Inserts

L'assemblage par inserts consiste à utiliser des inserts filetés pour créer des points de fixation solides dans des tôles fines ou matériaux non taraudables. L'installation d'un insert métallique, généralement serti ou riveté dans un trou pré-percé fournit un filetage interne robuste. Cela permet de visser et dévisser des vis ou boulons sans détériorer la tôle. Les inserts sont assemblés avec des vis à embase.

L'insert M6 type G sert à préparer un logement solide pour recevoir une vis/boulon M6 dans un matériau tendre.

La Vis H à embase M6x16 l'embase joue le rôle de rondelle intégrée pour meilleure répartition de la pression, moins de risque d'endommager la tôle.



Figure IV-7 : Insert M6 type G



Figure IV-8 : Vis H à embase M6x16

IV.3.2 Finition de surface

IV.3.2.1 Contraintes d'usinage de tôles en acier galvanisé

L'usinage de l'acier galvanisé pose des problèmes de qualité de surface en raison de la souplesse et des propriétés d'adhérence du zinc. Le zinc laisse souvent des surfaces rugueuses ou des bords irréguliers après la découpe. L'usinage de l'acier galvanisé a tendance à produire des bavures et à provoquer un écrouissage, notamment autour des bords percés ou usinés. Cet écrouissage rend les passes d'usinage ultérieures encore plus difficiles. Alors il est essentiel de préserver l'intégrité du revêtement de zinc après usinage. L'endommagement du revêtement lors des opérations CNC réduit considérablement la résistance à la corrosion [48].

IV.3.2.2 Défauts courants lors de l'usinage de tôles

Il est inévitable d'avoir des défauts sur la surface de la pièce après l'usinage en raison de plusieurs facteurs liés au processus lui-même l'échauffement localisé peut provoquer des altérations thermiques, les outils d'usinage peuvent s'user ou vibrer, le maintien de la pièce peut être imparfait, et le matériau brut peut présenter des irrégularités. Tous ces éléments influencent la qualité de surface, rendant difficile l'obtention d'un état de surface parfait sans opérations de finition. A cet effet la finition devient un processus essentiel pour protéger et améliorer les performances et l'apparence final des pièces usinées. Cette finition est appliquée à une diversité de métaux notamment l'aluminium, l'acier inoxydable, l'acier et autres alliages.

Parmi ces défauts on trouve :

A. Les Bavures

L'usinage par découpe laser et poinçonnage peut créer des petites bavures au-dessous de la tôle. Les bavures sont de petits excédents de métal qui apparaissent sur les bords d'une pièce après une opération de découpe, de poinçonnage (**Figure IV-9**) ou d'usinage [49].

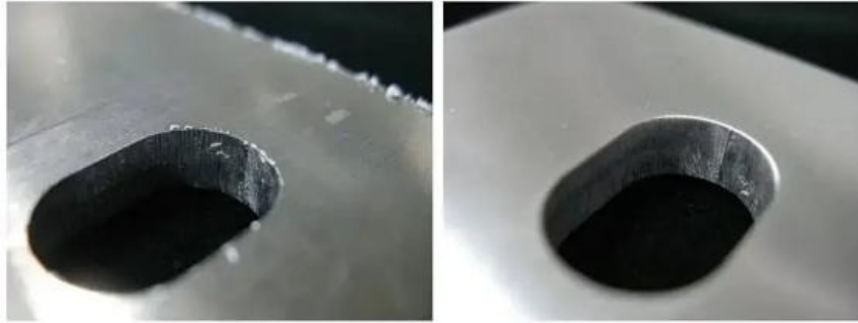


Figure IV-9 : Bords de rainure bavurés après poinçonnage.

B. Rayures

Pendant la manipulation des pièces métalliques, que ce soit lors de la manutention, du stockage ou du passage sur les machines, celles-ci peuvent subir des rayures superficielles [50].

C. Piqures d'oxydation

L'exposition temporaire de l'acier à l'humidité ou à l'air humide avant traitement. Peut entraîner la formation de micro-points de rouille ou corrosion par piqures sur la surface [51].

IV.3.2.3 Avantages de finition de surface

Voici quelques avantages des finitions de surfaces métalliques après usinage [52]

- Amélioration de l'apparence des pièces et correction des imperfections (Bavures, Rayures, ...).
- Amélioration des performances des pièces.
- Améliorer la résistance à la corrosion.
- Préparer la pièce pour un revêtement ou une utilisation finale.

IV.3.2.4 Types de finitions de surfaces

Dans le cadre de notre projet, il est possible de conserver les panneaux en acier galvanisé apparents comme finition intérieure. L'acier donne un aspect visuel brut et industriel. Et il est déjà protégé contre la corrosion, résiste bien aux chocs et ne nécessite pas de revêtement supplémentaire pour durer. Mais il est possible de se fier à d'autres méthodes de finition de surface comme la peinture si le client demande une solution pour réduire les coûts et de simplifier la fabrication.

A. Finition mécanique

La finition mécanique regroupe les opérations destinées à améliorer l'aspect, la précision et les caractéristiques d'une pièce, tout en préparant sa surface pour un traitement ultérieur comme la peinture, le revêtement ou le traitement thermique.

- **Polissage et Meulage**

Ce processus consiste à l'utilisation d'une meule ou d'un matériau abrasif pour une finition brillante et lisse de la surface et l'élimination des rayures et des bavures [52].

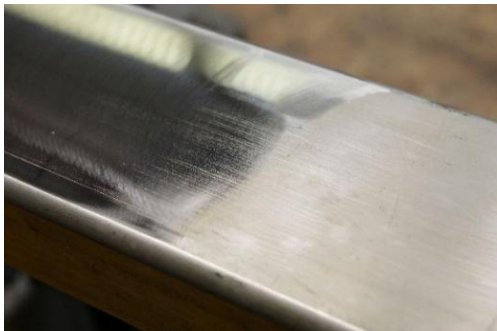


Figure IV-10 : Surface à moitié satinée.



Figure IV-11 : Polissage a abrasif doux.

Normativement, il faut s'assurer que la surface respecte les exigences de réaction au feu (ex. EN 81-20 / EN 81-50) et qu'aucune arête vive ou zone blessante n'est accessible aux passagers. Pour cela il est important de procéder à des finitions mécaniques.

- **Grenaillage**

Le grenaillage est un procédé de traitement de surface qui consiste à projeter à grande vitesse petites billes (en acier, fonte, céramique ou autres matériaux) sur une pièce afin de nettoyer, décaper, désoxyder ou améliorer son état de surface [52].



Figure IV-12 : Cabine de grenaillage.



Figure IV-13 : Piece grenaillée.

B. Finition chimique

Voici quelques finitions chimiques qu'on peut appliquer aux différents matériaux utilisés pour les cabines d'ascenseurs

- **Galvanisation**

Ce processus consiste à ajouter une couche extérieure protectrice de zinc sur une surface métallique. Couramment utilisé pour l'acier [52].

- **Revêtement par poudre**

Le revêtement en poudre est un processus de revêtement à sec qui consiste à appliquer une couche de poudre chargée positivement par voie électrostatique. La finition du revêtement en poudre est généralement réalisée en pulvérisant la poudre sur la surface ou en trempant les pièces dans de la poudre, suivie d'un durcissement au four. [53].



Figure IV-14 : Finition par revêtement en poudre.

- **Peinture**

La peinture renforce la protection anticorrosion, Elle est souvent combinée avec un primaire anticorrosion ou un traitement poudre pour une meilleure durabilité [54].

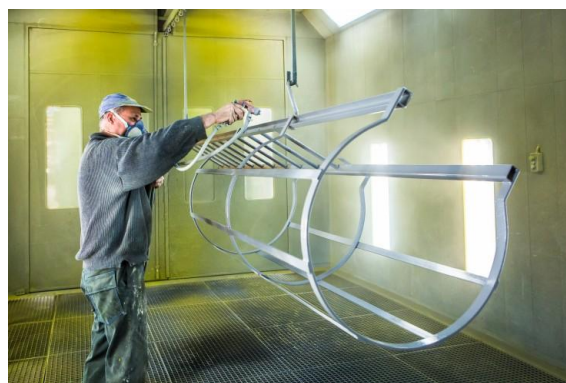


Figure IV-15 : Application d'une peinture liquide au pistolet.

IV.4 Assemblage et installation de la cabine

IV.4.1 Assemblage des panneaux

L'assemblage des panneaux de cabine s'effectue en fixant chaque panneau au toit et au plancher au moyen d'inserts M6 type G et de vis H à embase M6x16, tandis que les panneaux adjacents sont reliés entre eux par des clips de liaison assurant l'alignement et la rigidité. Le fronton, le retour d'entrée droit et la paroi latérale sont raccordés aux panneaux voisins à l'aide de vis à tête allongée H M6×16 associées à des écrous moulés M6, offrant une connexion robuste et démontable. Enfin, les renforts structurels sont solidarités par collage sur le panneau milieu IG 800.

IV.4.2 Installation de la cabine

Le processus d'installation de la cabine commence par l'installation de l'arcade, qui sert de châssis porteur pour la cabine assemblée. Une fois celle-ci positionnée en haut de la gaine, le plancher est fixé sur l'arcade pour servir de base à la structure. Les parois latérales sont ensuite assemblées directement à l'intérieur de la gaine et solidement fixées au plancher et à l'arcade. Enfin, le toit est installé au-dessus des panneaux pour fermer la cabine et assurer sa rigidité.

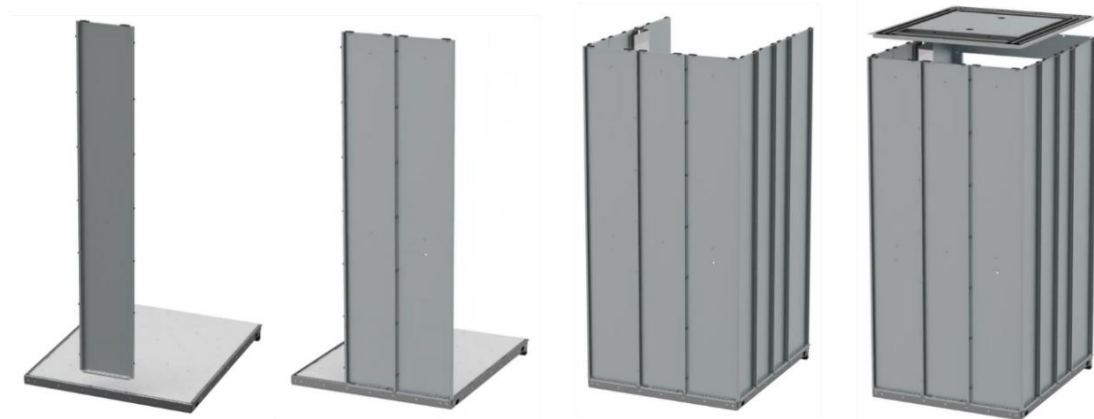


Figure IV-16 : Assemblage des panneaux d'une cabine.

IV.5 Habillage de la cabine

Il est clair qu'en milieu résidentiel l'accent est mis sur l'esthétique et le confort, en milieu hospitalier les priorités changent, l'habillage doit intégrer des matériaux faciles à nettoyer, résistants aux désinfectants et à la prolifération bactérienne et capable de subir des chocs en assurant l'accessibilité pour les personnes à mobilité réduite.

Au-delà de l'esthétique l'habillage de la cabine répond également à des fonctions techniques et fonctionnelles essentielles

- Protection supplémentaire de parois structurelle de la cabine contre les chocs, l'humidité et l'usure.

- Prolonge la durabilité de la cabine en limitant la dégradation des surfaces.
- Isolation acoustique et thermique.
- Facilité d'entretien de la cabine.
- Possibilité d'intégrer des matériaux ignifuges ou anti-vandalisme conformes aux normes.

IV.5.1 Normes et réglementations

Dans la conception des cabines d'ascenseur, l'habillage intérieur doit respecter des normes réglementaires garantissant la sécurité, le confort et l'accessibilité au public, tout en étant adapté à l'usage prévu. La norme EN81-20 est complétée par les normes EN81-70 portant sur l'accessibilité pour toutes les personnes y compris les personnes avec handicap, et la norme EN81-71 portant sur la résistance au vandalisme.

IV.5.2 Composants de l'Habillage

Conformément à la norme EN 81-70, la cabine de l'ascenseur contient **Figure IV-17**.



Figure IV-17 : Schéma intérieur d'une cabine finis.

- **Un plafond**

Le plafond, quant à lui, est généralement conçu en tôle peinte, aluminium anodisé ou acier inoxydable, et peut intégrer un éclairage LED encastré ou indirect pour un confort visuel optimal.



Figure IV-18: Choix d'éclairage et revêtement de plafond.

- **Des panneaux intérieurs**

Les panneaux intérieurs correspondent au revêtement des parois de la cabine et peuvent être réalisés dans divers matériaux tels que l'acier inoxydable, l'aluminium, le bois naturel ou plaqué, ou encore être simplement peints ou stratifié pour l'acier, selon l'esthétique et la résistance recherchées.



Figure IV-19 : Choix de revêtement pour parois.

- **Des plinthes**

Les plinthes en cabine d'ascenseur remplissent un double rôle technique et esthétique. Conçues en matériaux résistants (aluminium anodisé, acier inoxydable ou PVC renforcé), elles protègent les parois contre les chocs et l'usure liés aux passages fréquents, tout en masquant les joints techniques entre les panneaux et le sol. Elles servent aussi à éviter les accrochages de cannes ou roues de fauteuils roulants.

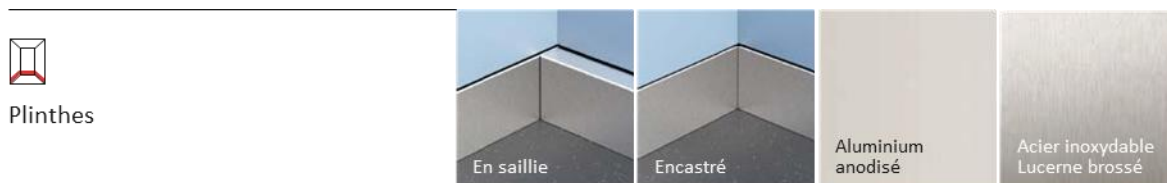


Figure IV-20 : Choix et types de plinthes.

- **Un panneau de commande**

Le panneau de commande est placé sur une paroi latérale, les boutons sont placés d’une manière logique et lisible. Constitué des boutons de commande d’ouverture/ fermeture, les boutons d’alarmes ainsi que les indicateurs de position et de direction.



Figure IV-21 : Choix de panneau de commande.

- **Un miroir**

Les miroirs dans les ascenseurs améliorent le confort psychologique grâce à leurs propriétés optiques. En réfléchissant la lumière et en créant une illusion d'espace, ils réduisent la sensation d'enfermement. Ce dispositif simple agit sur la perception visuelle pour diminuer l'anxiété liée aux espaces confinés, particulièrement chez les personnes claustrophobes.

- **Des mains courantes**

Les mains courantes d’ascenseur sont des éléments de sécurité fixée aux parois, aident à maintenir l’équilibre lors du déplacement et facilitent l’accès aux personnes âgées ou personnes à mobilité réduite.



Figure IV-22 : Choix main courante.

- Un sol

Le sol peut être réalisé en matériaux résistants à l'usure et faciles à nettoyer, tels que le granit, le marbre, le carrelage antidérapant, le caoutchouc structuré, le vinyle ou encore des stratifiés haute résistance. Le choix dépend de l'usage prévu. En résidentiel, on privilégie souvent des finitions esthétiques et confortables et en usage intensif (bureaux, hôpitaux), on opte pour des revêtements robustes et antidérapants.

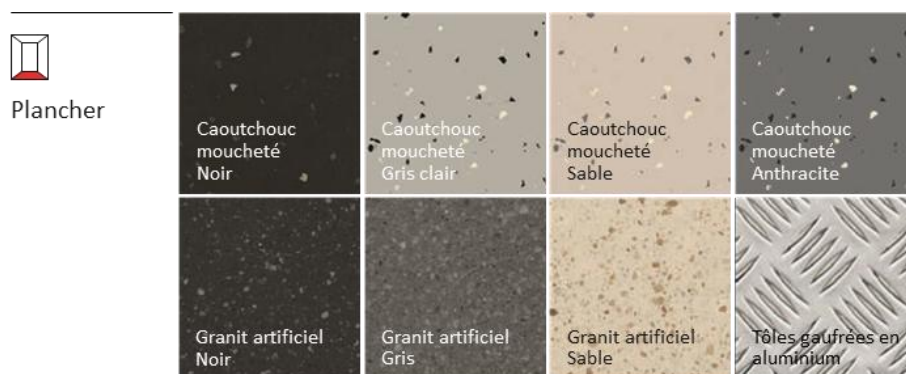


Figure IV-23 : Quelques choix de revêtement pour le plancher.

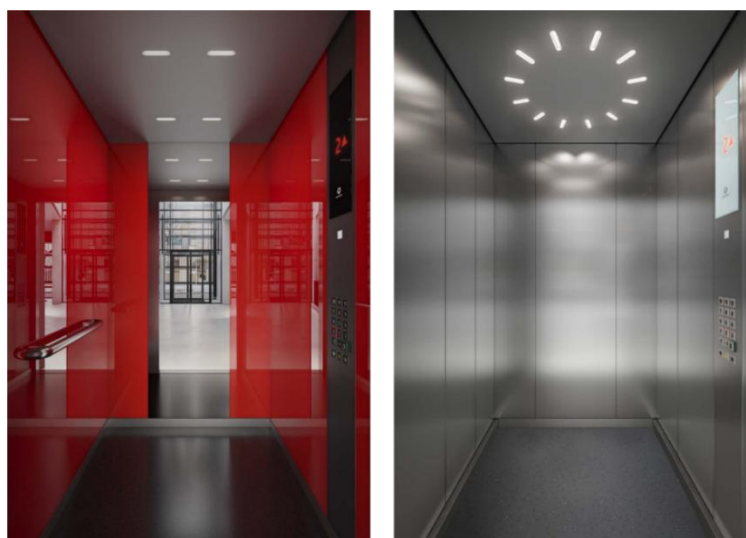


Figure IV-24 : Exemple d'une cabine finie.

IV.6 Conclusion

Ce chapitre a mis en évidence les différents procédés et étapes de fabrication nécessaires à la réalisation des panneaux d'une cabine d'ascenseur de 450 kg. En présentant les contraintes potentielles liées à la production et en proposant des solutions techniques adaptées, il contribue à optimiser les processus industriels tout en assurant la qualité du produit final. De plus, des options d'habillage post-assemblage ont été proposées afin de répondre aux diverses exigences esthétiques et fonctionnelles du client.

**Chapitre V Plans de pliage
des pièces de la cabine, Gamme
fabrication et assemblage**

Plans de pliage

4

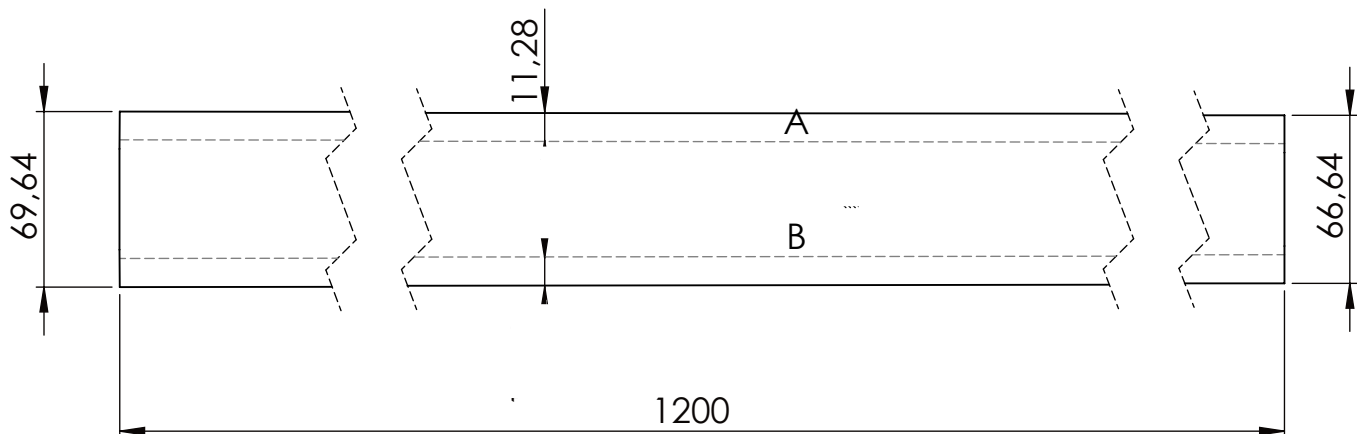
3

2

1

F

F

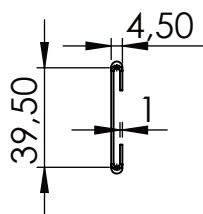


E

E

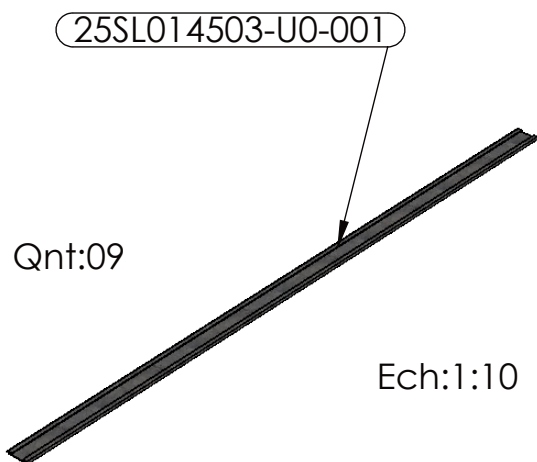
D

D



C

C



B

B

Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	BAS	180°	1.25
B	BAS	180°	1.25

A

A

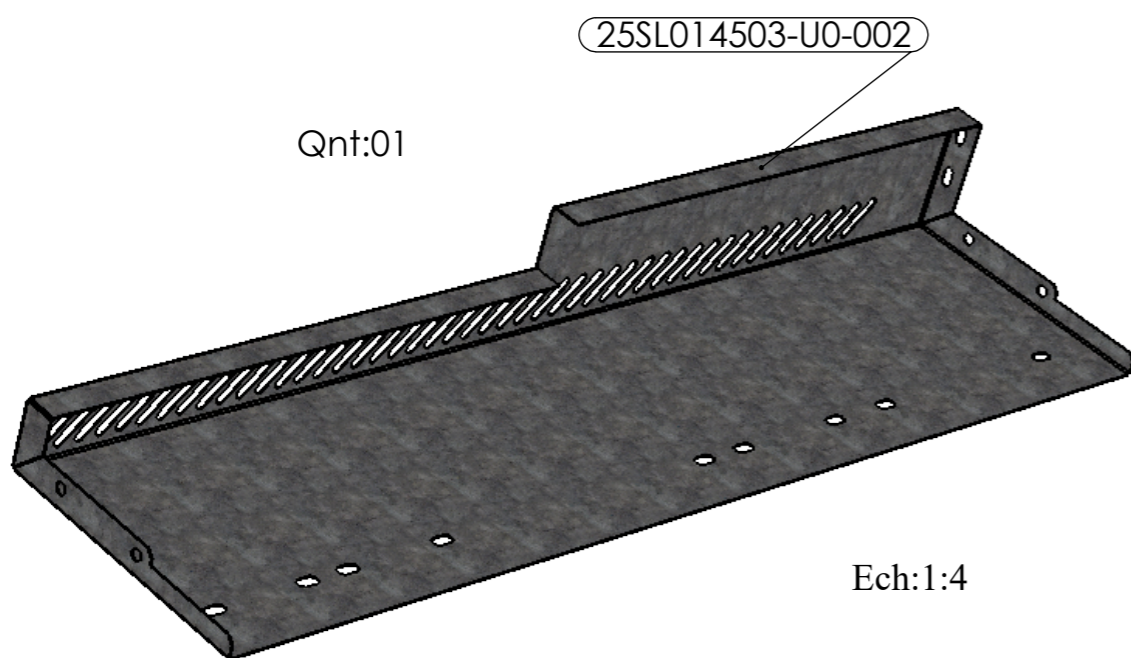
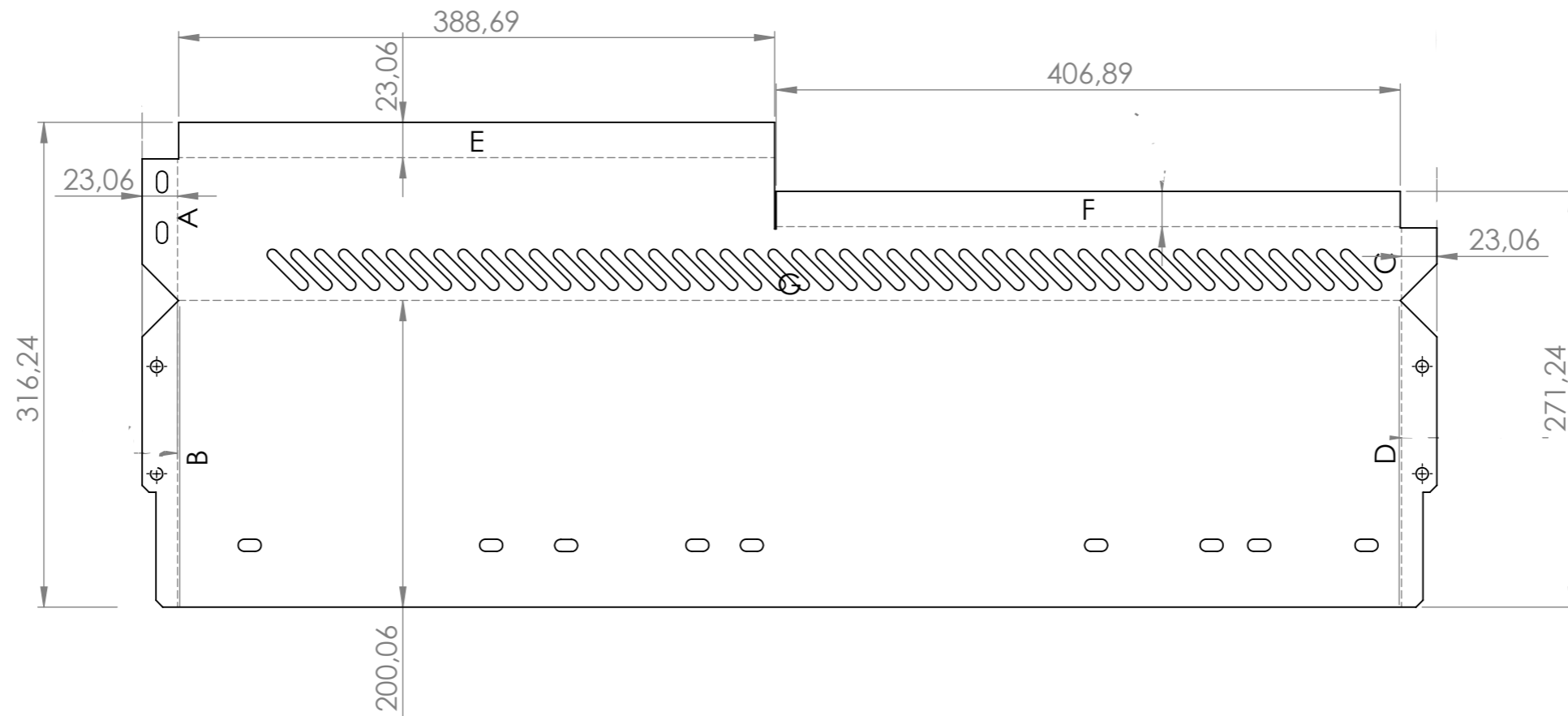
Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / paint.	Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$			S235JR	Galvanisé		
N° du Projet	Nom du Projet		Dessiné par:	Date:		
25SL014503	Cabine 450		Vérifié par:	Date:		
Désignation			Approuvé par:	Date:		
Clips de liaison			Numéro	Révision		
			PLPP001			
<p>Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.</p>			Projection	Echelle	Format	Feuille
					1:3	A4

4

3

2

1



Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	BAS	90°	1.4
B	BAS	90°	1.4
C	BAS	90°	1.4
D	BAS	90°	1.4
E	BAS	90°	1.4
F	BAS	90°	1.4
G	BAS	90°	1.4

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S235 JR		Galvanisé			
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
25SL014503	Cabine 450			Vérifié par:		Date:			
Désignation				Approuvé par:		Date:			
Fronton IG300						Numéro		Révision	
						PLPP002			
Projection		Echelle		Format		Feuille			
		1:4		A3		1/1			

4

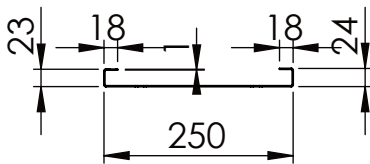
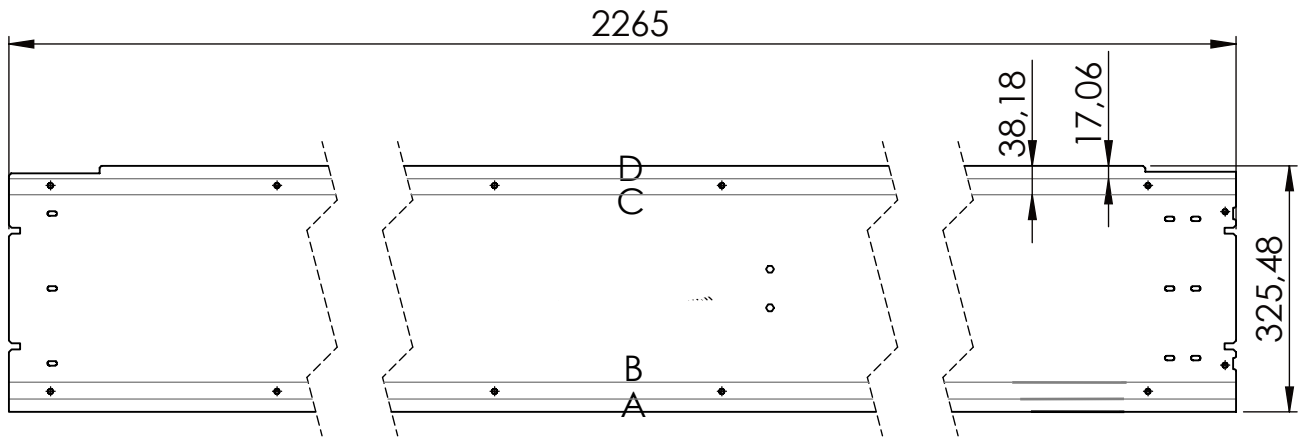
3

2

1

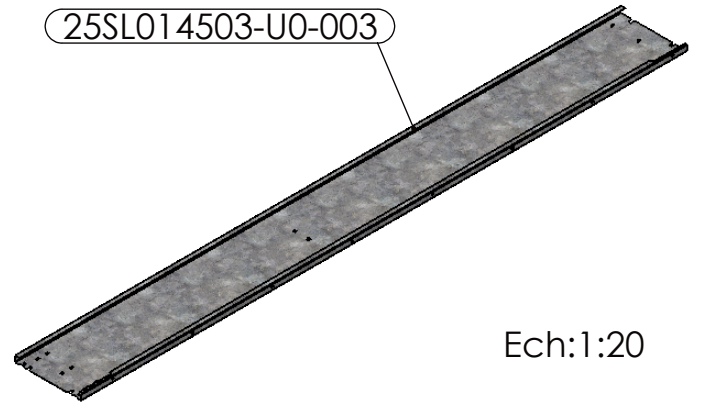
F

F



Qty:4

25SL014503-U0-003



Ech:1:20

Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	HAUT	90°	1.4
B	HAUT	90°	1.4
C	HAUT	90°	1.4
D	HAUT	90°	1.4

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S235 JR		Galvanisé			
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
25SL014503	Cabine 450			Vérifié par:		Date:			
Désignation				Approuvé par:		Date:			
Paneau cabine IG250				Numéro		Révision			
				PLPP003					
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection		Echelle		Format	
						1:10		A4	

4

3

2

1

A

A

4

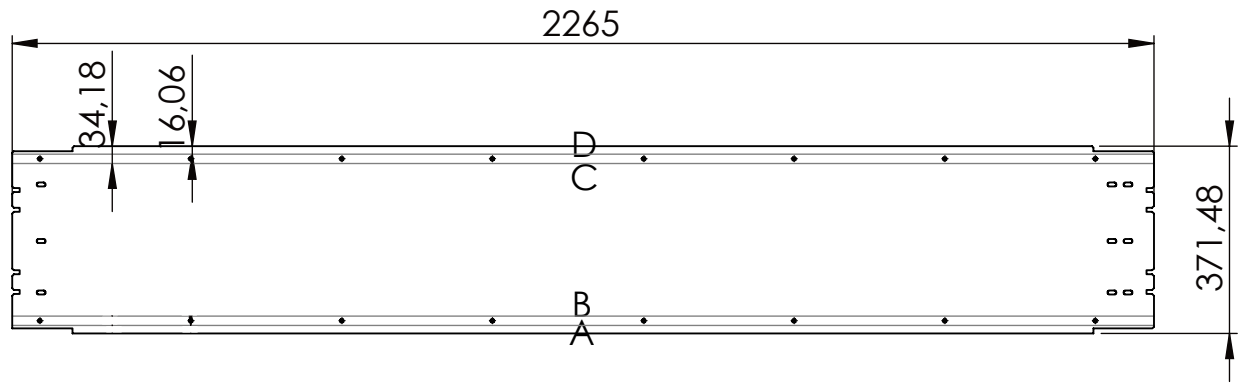
3

2

1

F

F

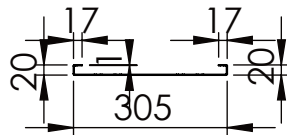


E

E

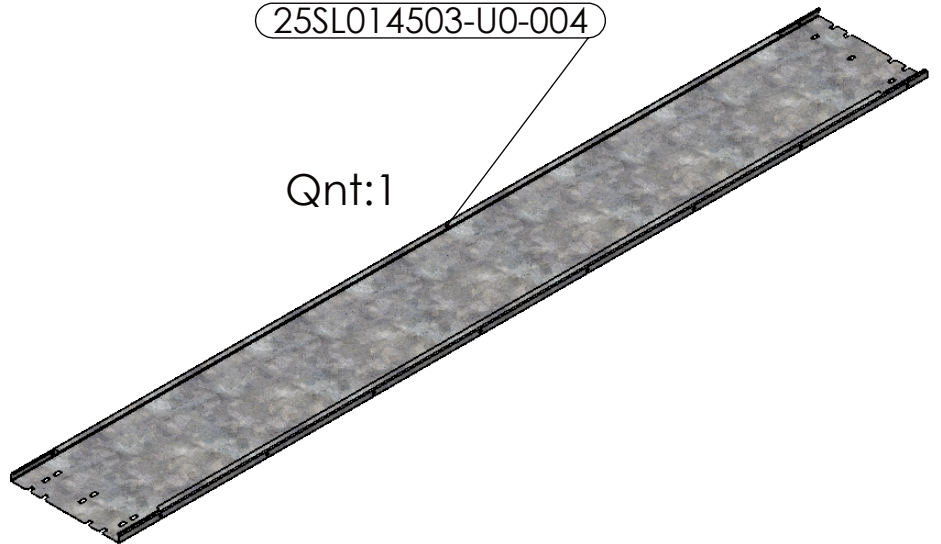
D

D



25SL014503-U0-004

Qty:1



C

C

Ech:1:15

B

B

Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	HAUT	90°	1.4
B	HAUT	90°	1.4
C	HAUT	90°	1.4
D	HAUT	90°	1.4

A

A

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S235JR		Galvanisé			
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
25SL014503	Cabine 450			Vérifié par:		Date:			
Désignation				Approuvé par:		Date:			
Panneu cabine IG300				Numéro		Révision			
				PLPP004					
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection		Echelle		Format	
						1:15		A4	

4

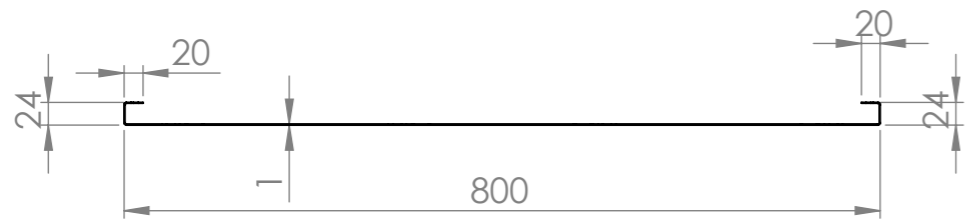
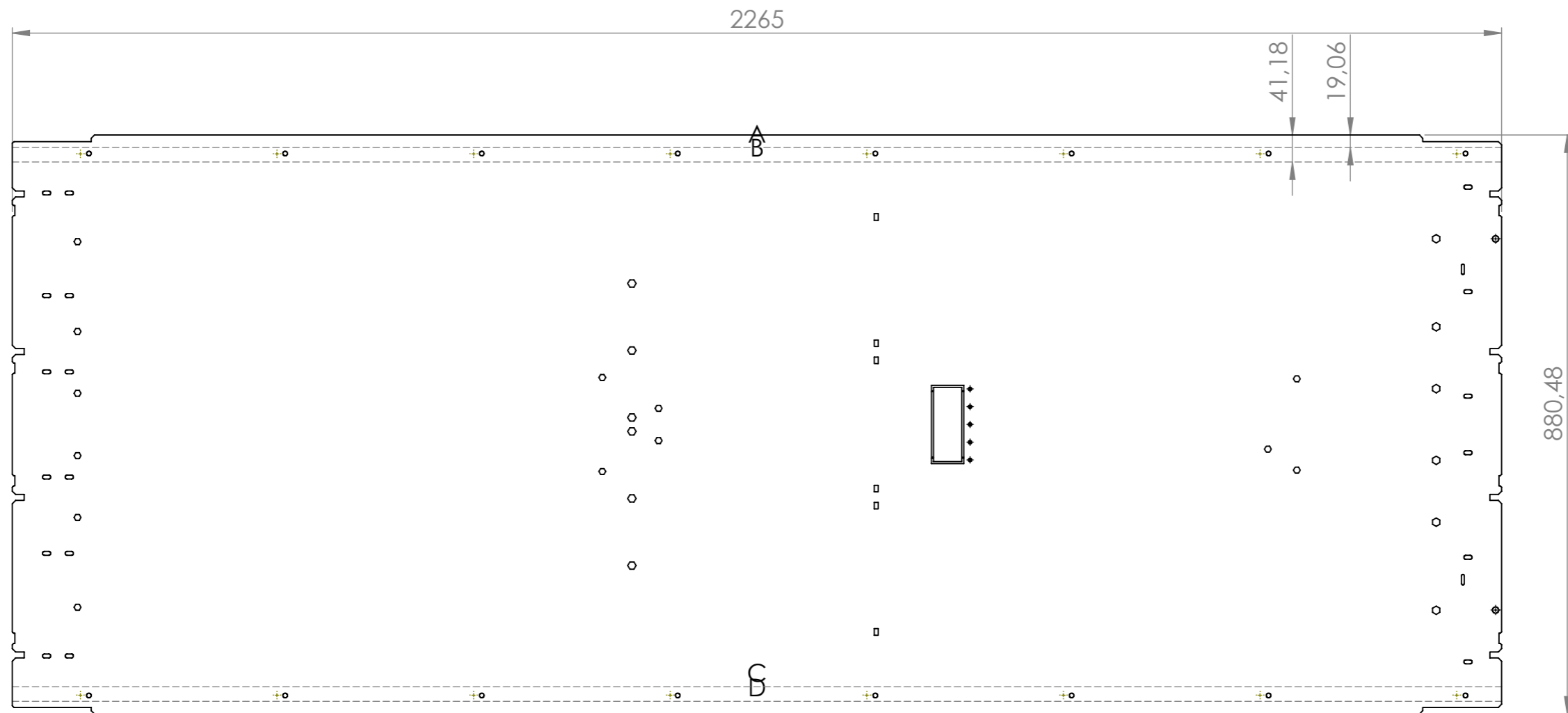
3

2

1

A

A



Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	BAS	90°	1.4
B	BAS	90°	1.4
C	BAS	90°	1.4
D	BAS	90°	1.4

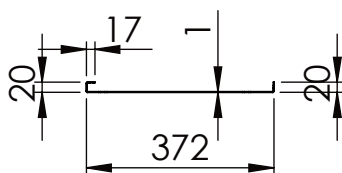
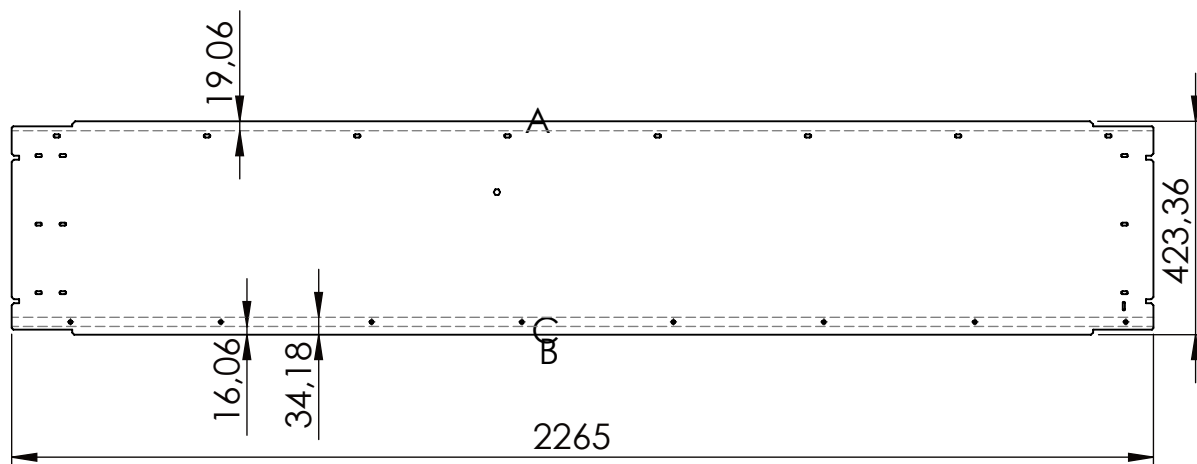
Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique			
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S235 JR		Galvanisé					
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:			Date:				
25SL014503	Cabine 450			Vérifié par:			Date:				
				Approuvé par:			Date:				
Désignation						Numéro		Révision			
Panneau cabine IG800						PLPP005					
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle		Format	Feuille
				1:8		A3	1/1				

4

3

2

1



25SL014503-U0-006

Qty:1

Ech:1:15

Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	BAS	90°	1.4
B	BAS	90°	1.4
C	BAS	90°	1.4

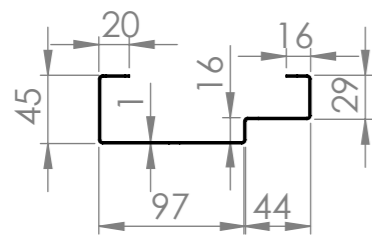
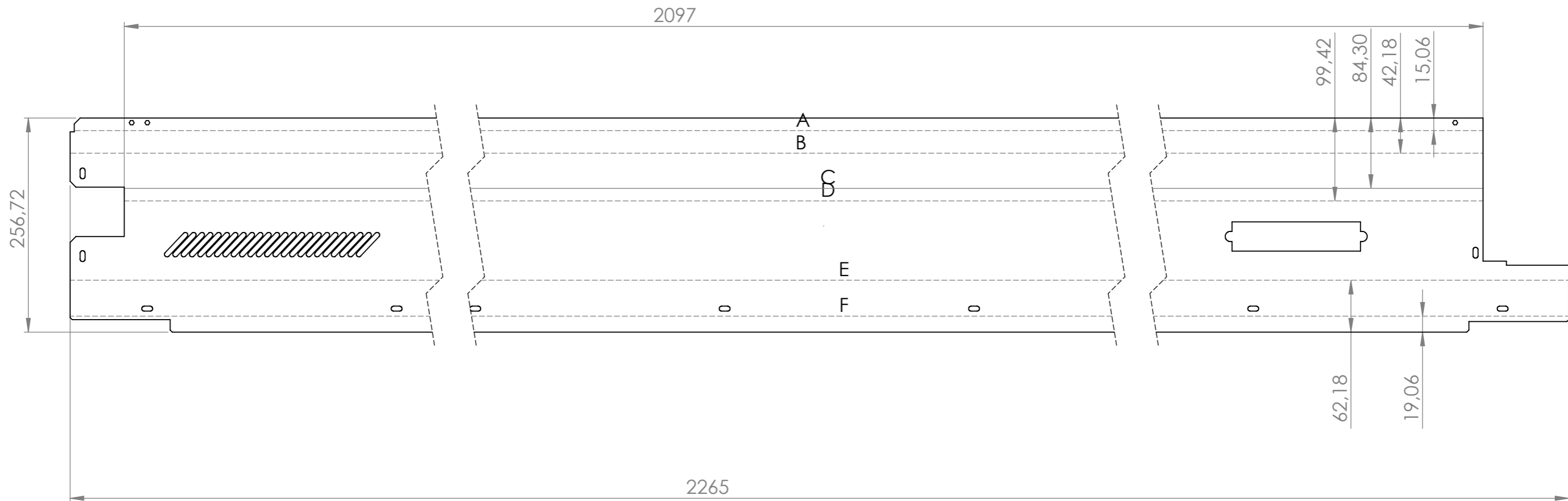
Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				S235 JR		Galvanisé			
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
25SL014503	Cabine 450			Vérifié par:		Date:			
Désignation				Approuvé par:		Date:			
Parois cabine IG372				Numéro		Révision			
				PLPP006					
				Projection		Echelle		Format	
						1:15		A4	
Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.									

4

3

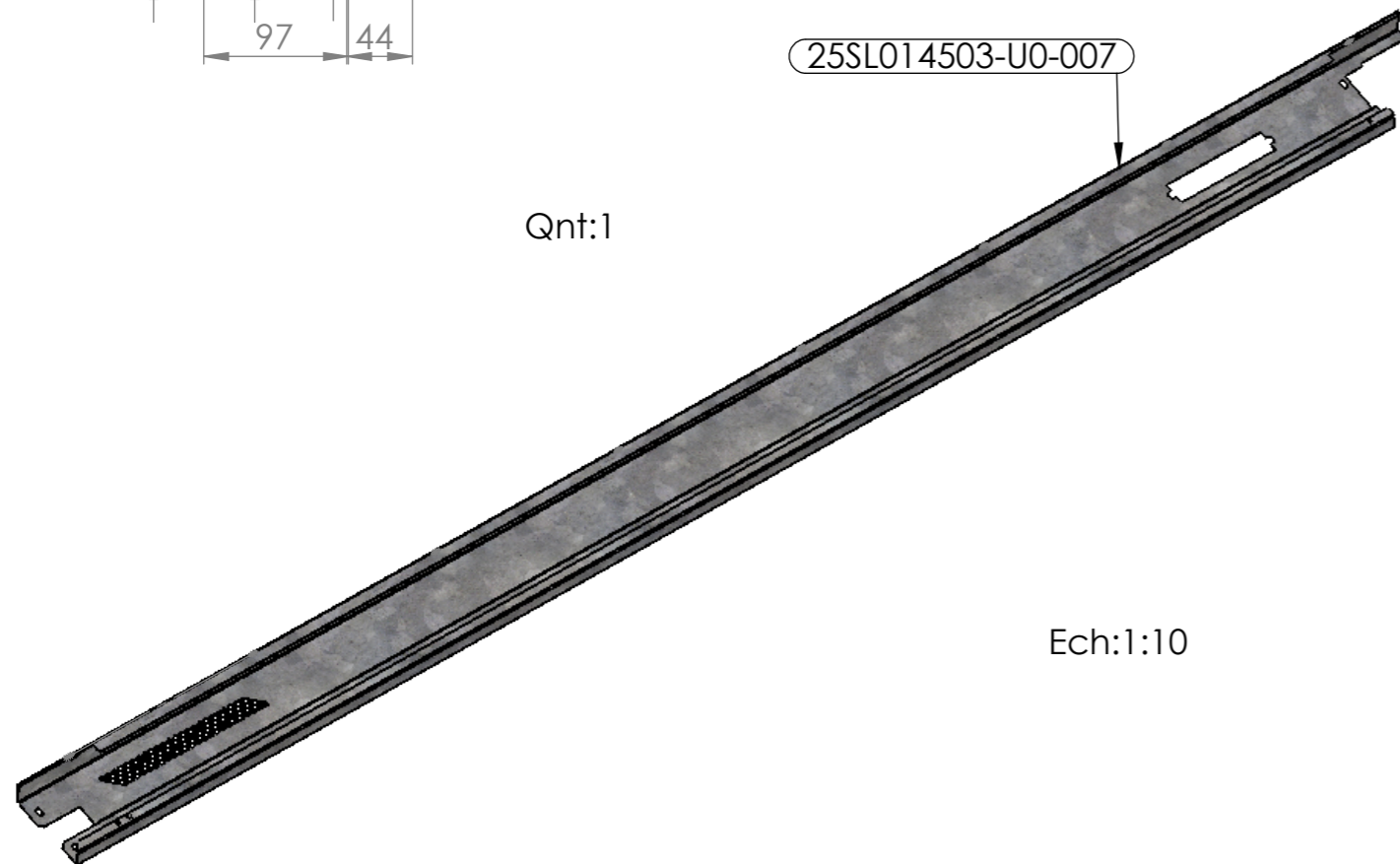
2

1



25SL014503-U0-007

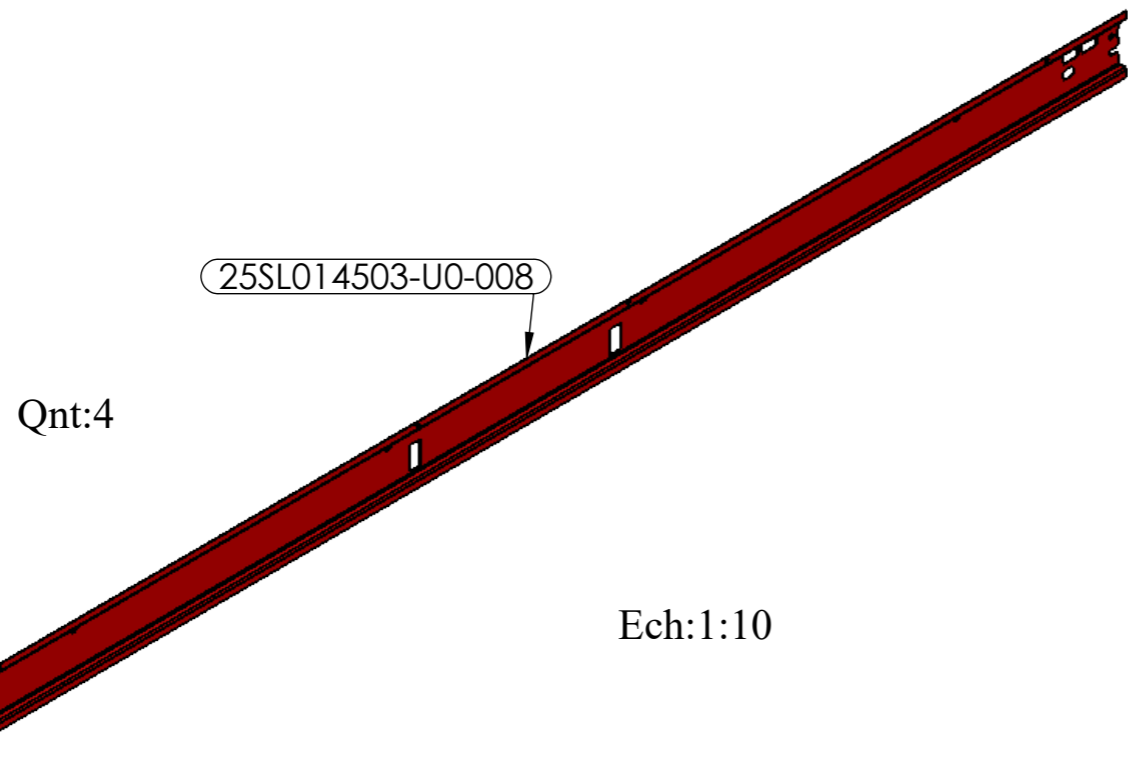
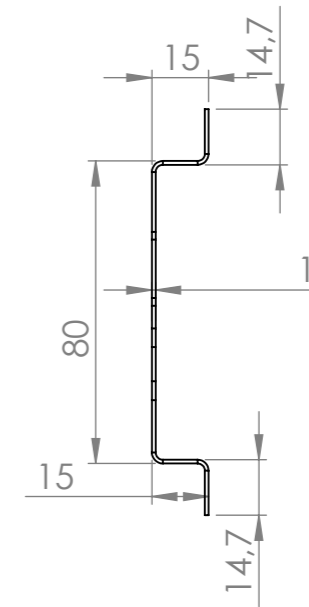
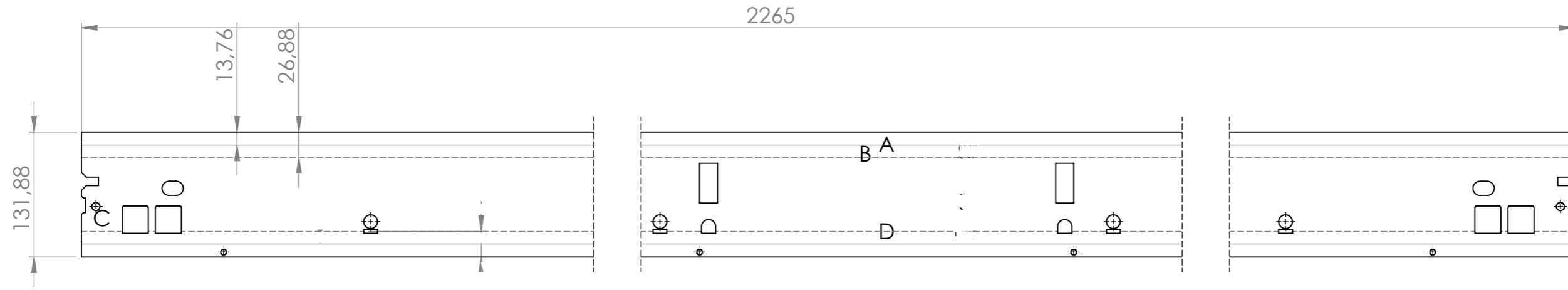
Qty:1



Ech:1:10

Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	BAS	90°	1.4
B	BAS	90°	1.4
C	HAUT	90°	1.4
D	BAS	90°	1.4
E	BAS	90°	1.4
F	BAS	90°	1.4

Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / paint.	Trait. thermique
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°			S235 JR	Galvanisé	
N° du Projet	Nom du Projet	Dessiné par:		Date:	
25SL014503	Cabine 450	Vérifié par:		Date:	
Désignation		Approuvé par:		Date:	
Parois laterale			Numéro	Révision	
			PLPP007		
Projection		Echelle	Format	Feuille	
		1:5	A3	1/1	



Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	BAS	90°	1.9
B	HAUT	90°	1.9
C	BAS	90°	1.9
D	HAUT	90°	1.9

Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / paint.	Trait. thermique
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°			S235 JR	Galvanisé	
N° du Projet	Nom du Projet	Dessiné par:		Date:	
25SL014503	Cabine 450	Vérifié par:		Date:	
		Approuvé par:		Date:	
Désignation	Renfort			Numéro	Révision
				PLPP008	
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection	Echelle
					1:5
				Format	Feuille
				A3	1/1

4

3

2

1

F

F

E

E

D

D

C

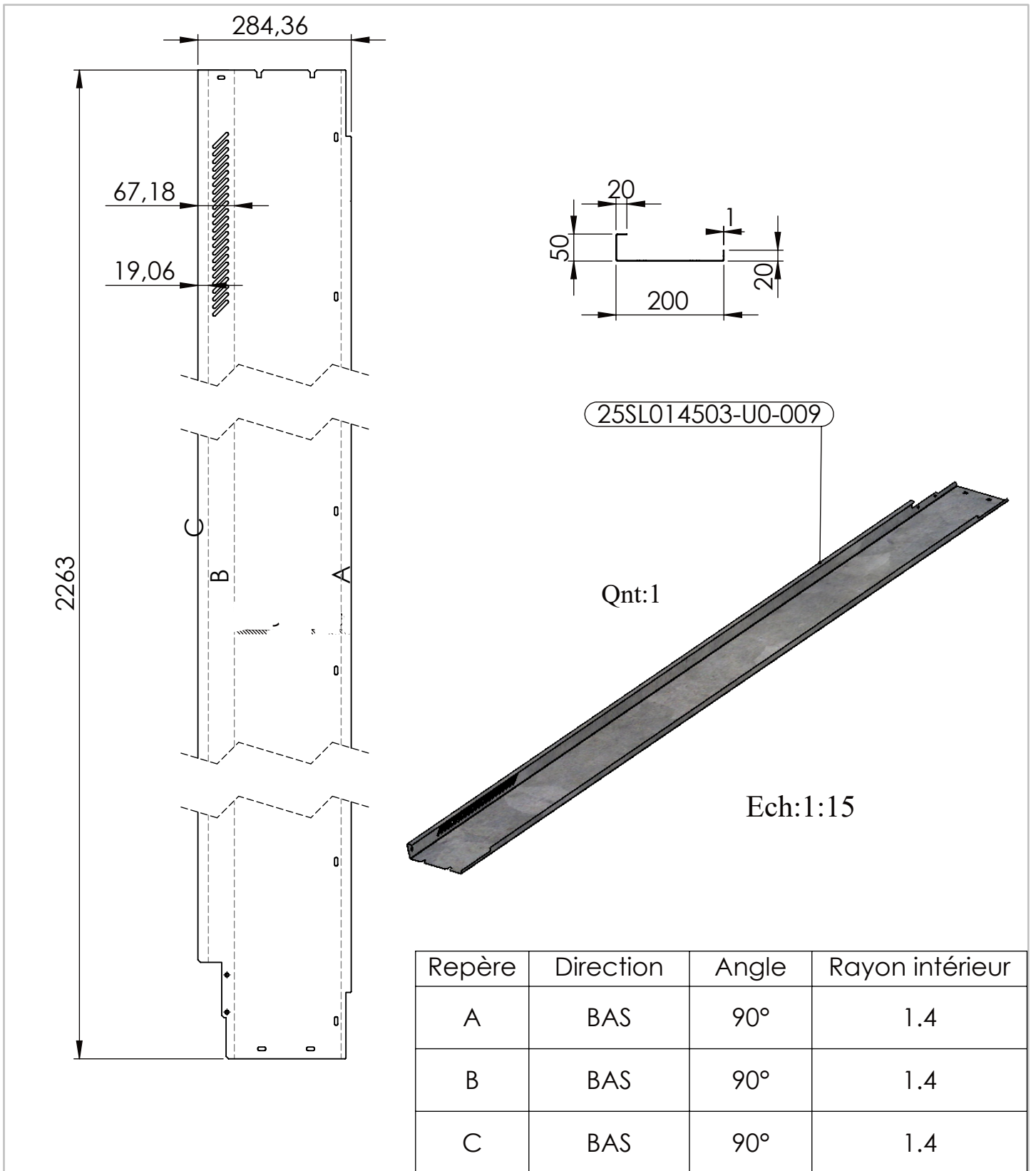
C

B

B

A

A



25SL014503-U0-009

Qnt:1

Ech:1:15

Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	BAS	90°	1.4
B	BAS	90°	1.4
C	BAS	90°	1.4

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				S235 JR		Galvanisé			
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
25SL014503	Cabine 450			Vérifié par:		Date:			
Désignation				Approuvé par:		Date:			
Retour d'entrée droit IG200						Numéro		Révision	
						PLPP009			
				Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection		Echelle	
								1:10	
						Format		Feuille	
						A4		1/1	

4

3

2

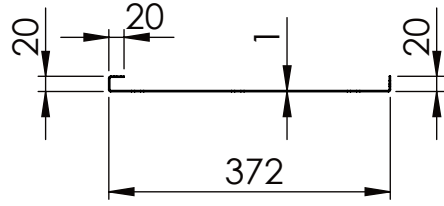
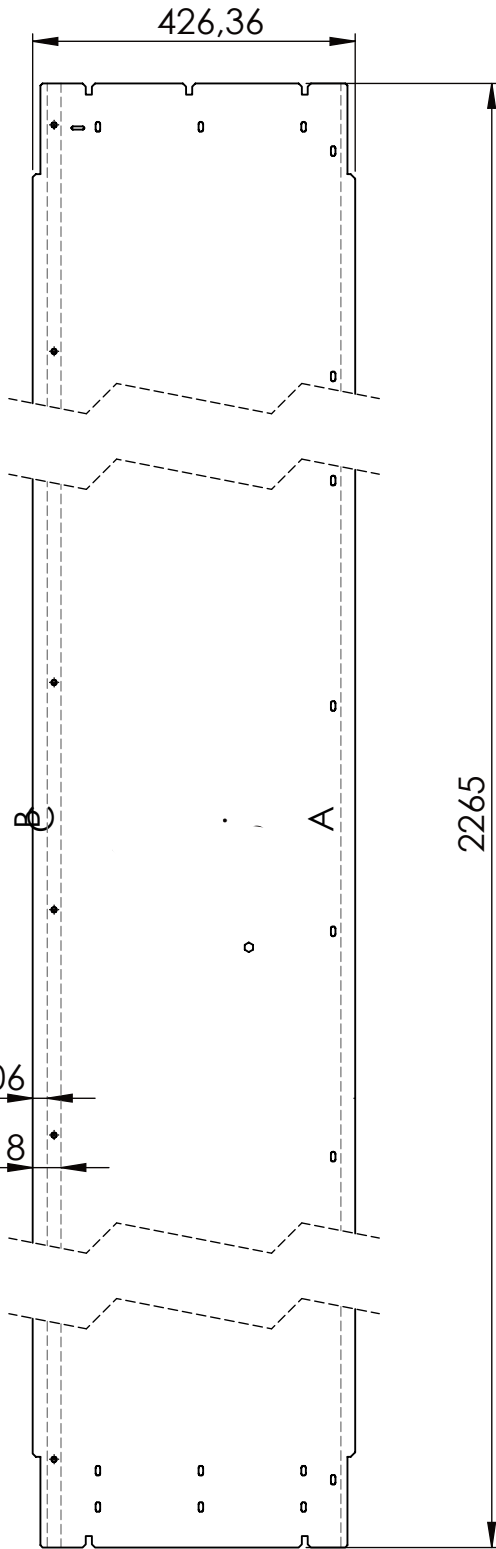
1

4

3

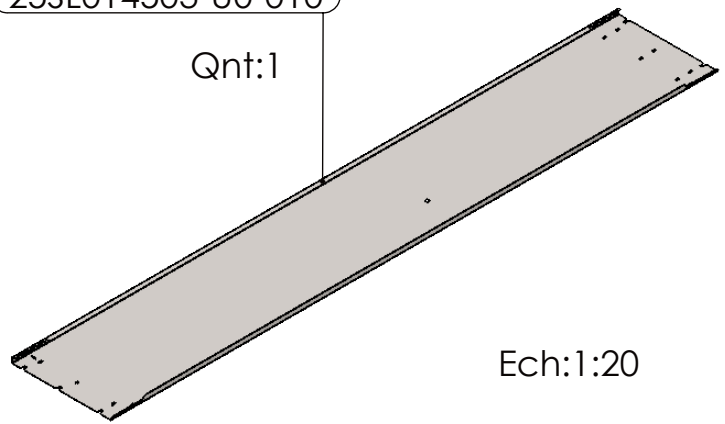
2

1



25SL014503-U0-010

Qty:1



Ech:1:20

Repère	Direction	Angle	Rayon intérieur
A	BAS	90°	1.4
B	BAS	90°	1.4
C	BAS	90°	1.4

Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Trait. thermique					
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: $\pm 1^\circ$				S235JR		Galvanisé							
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:							
25SL014503	Cabine 450			Vérifié par:		Date:							
Désignation				Approuvé par:		Date:							
Symtrie parois cabine IG372						Numéro		Révision					
						PLPP010							
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU . Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.				Projection		Echelle		Format		Feuille	
								1:10		A4		1/1	

4

3

2

1

Gammes de fabrication

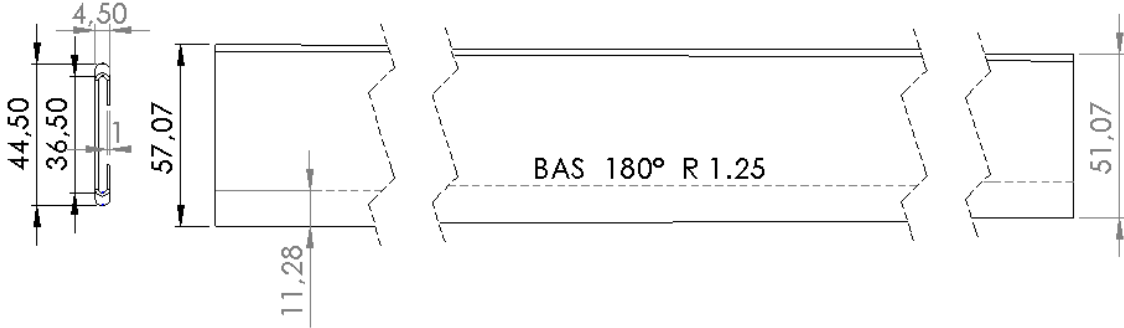

Gamme de fabrication

Code de la Pièce : 25SL014503-U0-001

Matière : Acier S235 JR Galvanisé

Quantité : 9

Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe laser	F04		Mètre, pied à coulisse
200	Pliage	F05		Pied à coulisse
210	Réalisation de plie : 01 Cote machine = 11,28 Angle = 180 -Cote extérieur voir le plan PLPP001			

220	Réalisation de plie : 02 Cote machine = 11,28 Angle = 180° Cote extérieur voir le plan PLPP001	F05		Pied à coulisse
300	Assemblage	***		Mètre, pied à coulisse

Gamme de fabrication

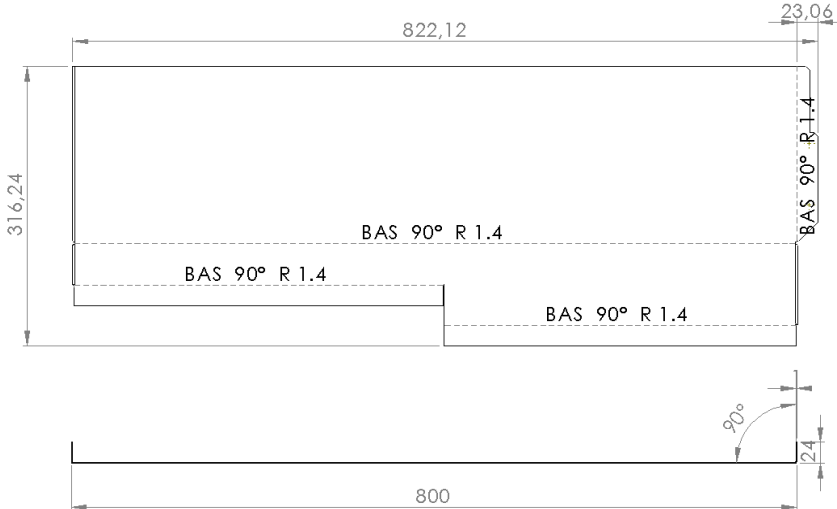
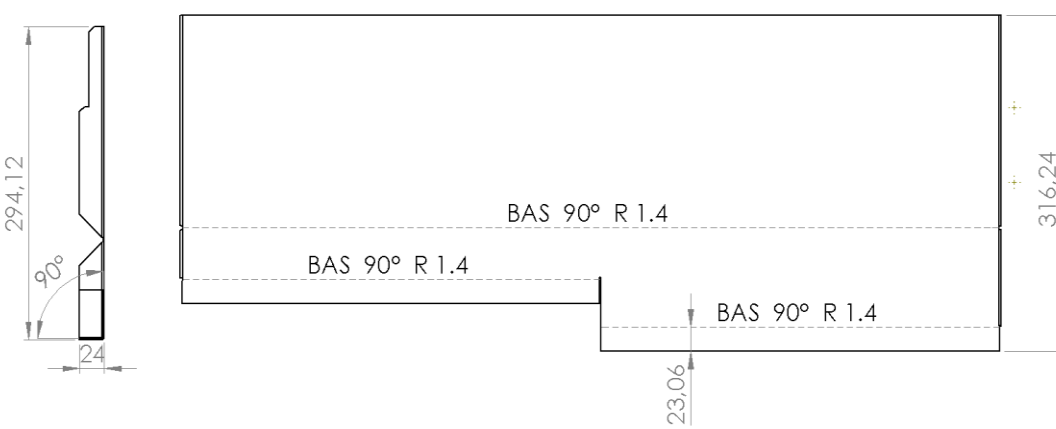
Code de la Pièce : 25SL014503-U0-002

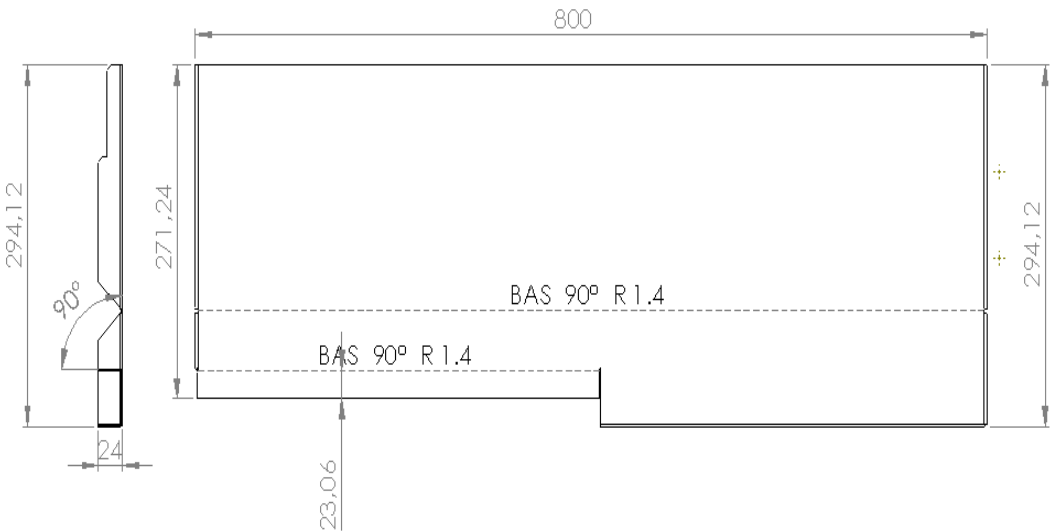
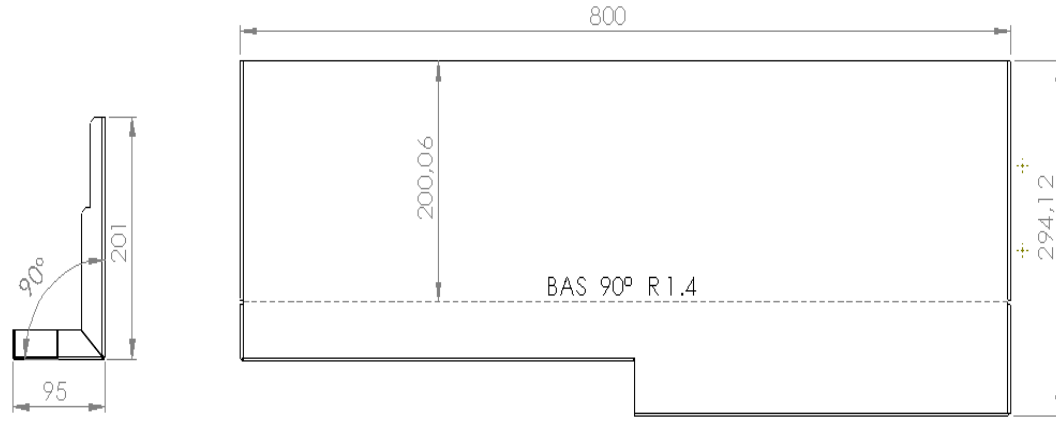
Matière : Acier S235 JR Galvanisé

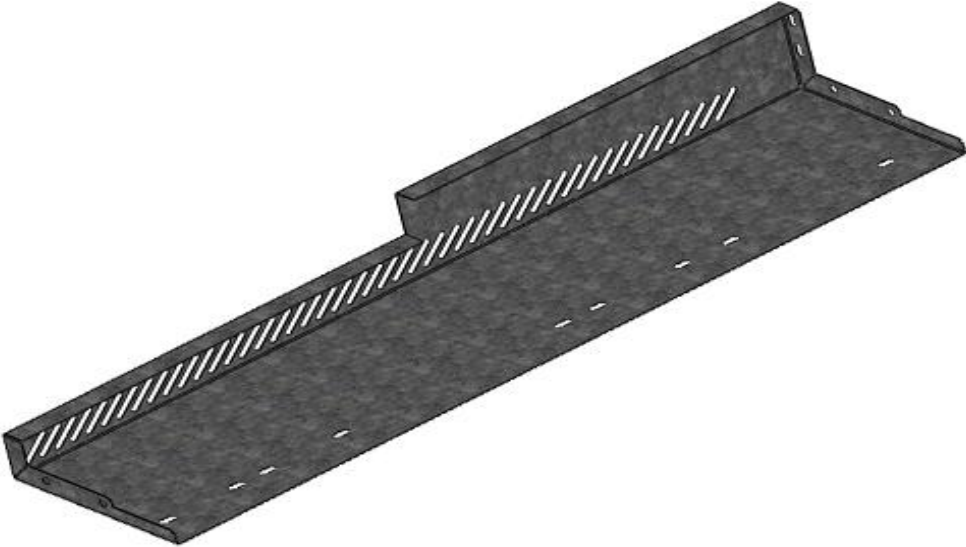
Quantité : 1

Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe laser	F03		Mètre, pied à coulisse
200	Pliage	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
210	Réalisation de plie : 01 (F) Cote machine = 23,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP002			

<p>220</p>	<p>Réalisation de plie : 02(F) Cote machine = 23,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP002</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>
<p>230</p>	<p>Réalisation de plie : 03(F) Cote machine = 23,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP002</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>

<p>240</p>	<p>Réalisation de plie : 04(F) Cote machine = 23,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP002</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>
<p>250</p>	<p>Réalisation de plie : 05(F) Cote machine = 23,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP002</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>

<p>260</p>	<p>Réalisation de plie : 06(F) Cote machine = 23,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP002</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>
<p>270</p>	<p>Réalisation de plie : 07(F) Cote machine = 200,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP002</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>

300	Assemblage			Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
-----	------------	--	--	--

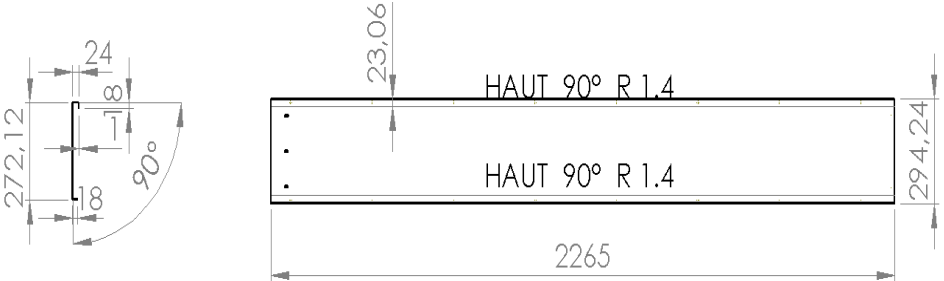
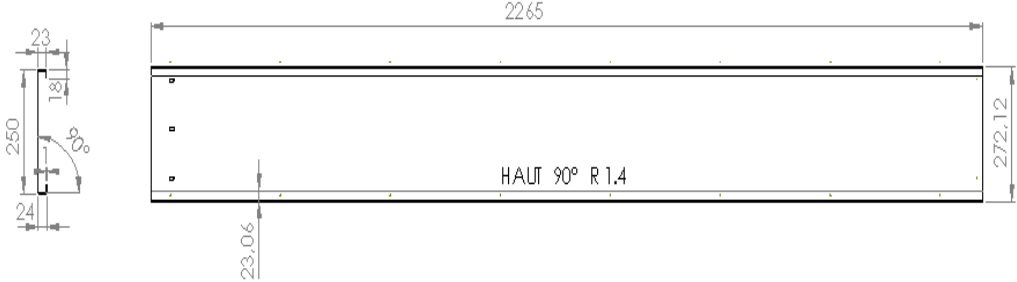
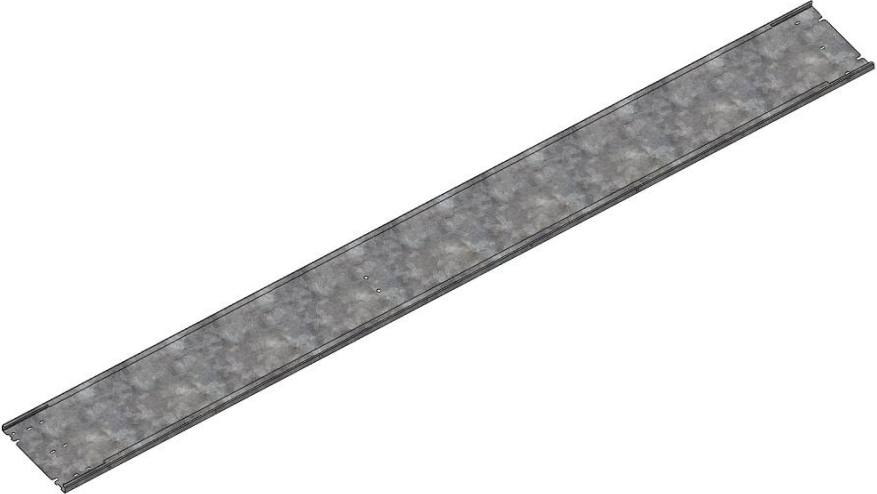
Gamme de fabrication

Code de la Pièce : 25SL014503-U0-003

Matière : Acier S235 JR Galvanisé

Quantité : 4

Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe laser	F04		Mètre, pied à coulisse
200	Pliage	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
210	Réalisation de plie : 01 (F) Cote machine = 17,06 Angle = 90°			
220	Réalisation de plie : 02(F) Cote machine = 17,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP003	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle

<p>230</p>	<p>Réalisation de plie : 03(F) Cote machine = 23,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP003</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>
<p>240</p>	<p>Réalisation de plie : 04(F) Cote machine = 22,12 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP003</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>
<p>300</p>	<p>Assemblage</p>			<p>Mètre, pied à coulisse</p>

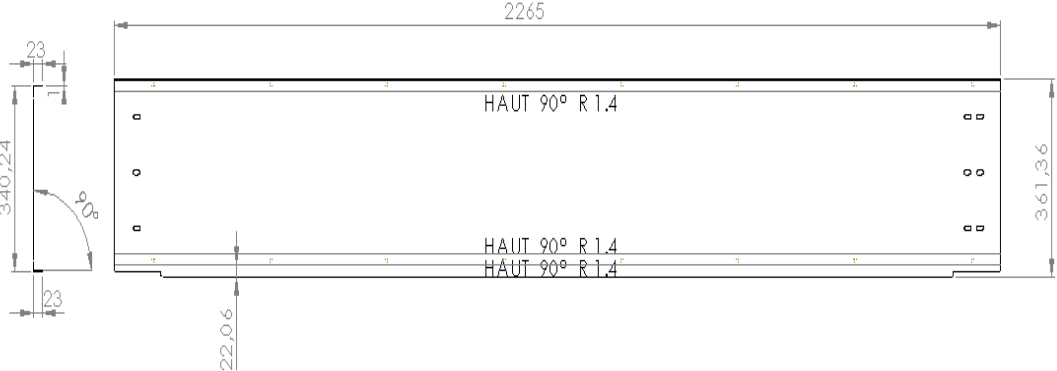
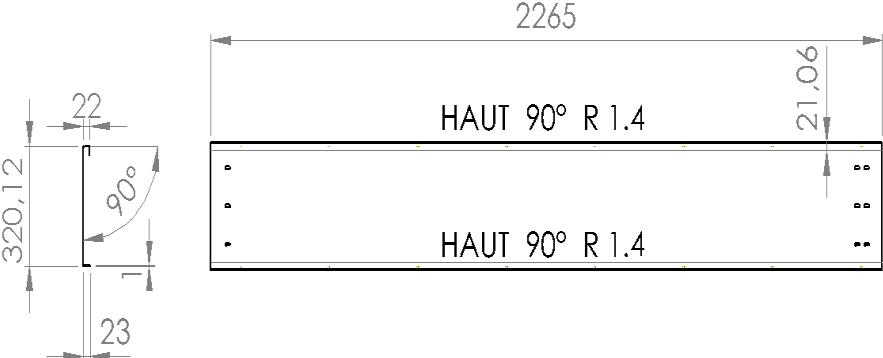
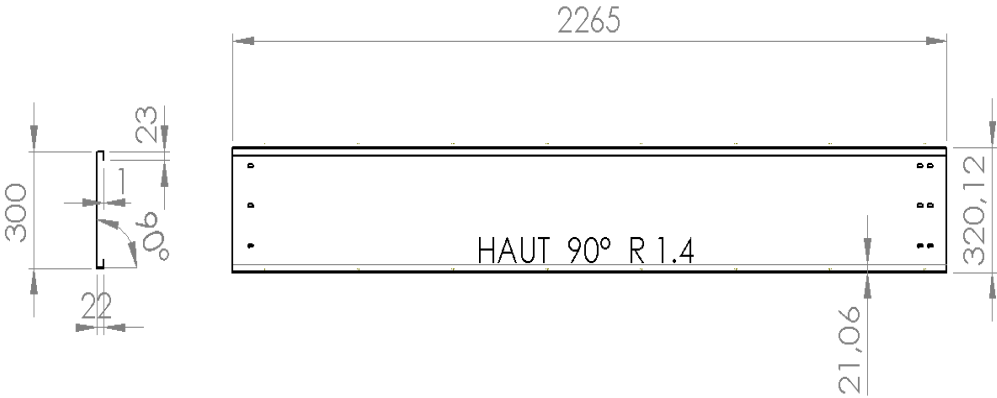
Gamme de fabrication

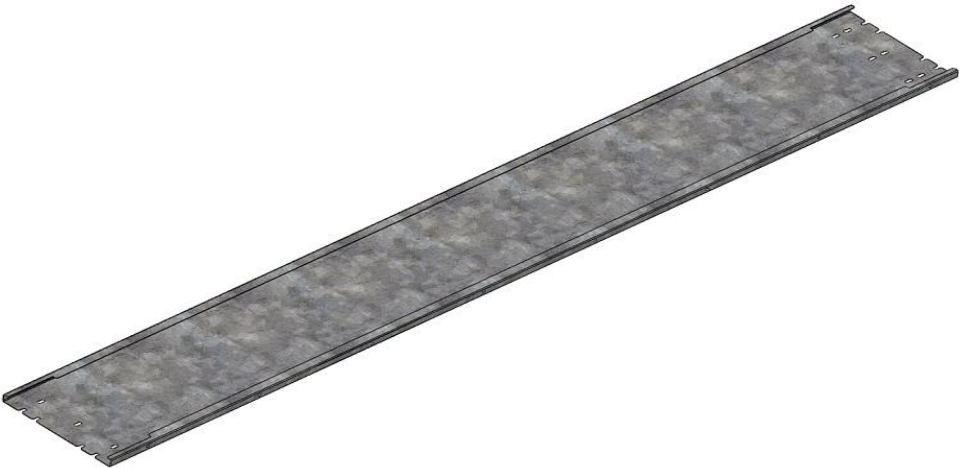
Code de la Pièce : 25SL014503-U0-004

Matière : Acier S235 JR Galvanisé

Quantité : 1

Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe laser	F03		Mètre, pied à coulisse
200	Pliage	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
210	Réalisation de plie : 01 (F) Cote machine = 22,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP004			

220	Réalisation de plie : 02(F) Cote machine = 22,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP004	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
230	Réalisation de plie : 03(F) Cote machine = 21,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP004	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
240	Réalisation de plie : 04(F) Cote machine = 21,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP004	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle

300	Assemblage			Mètre, pied à coulisse
-----	------------	--	--	---------------------------

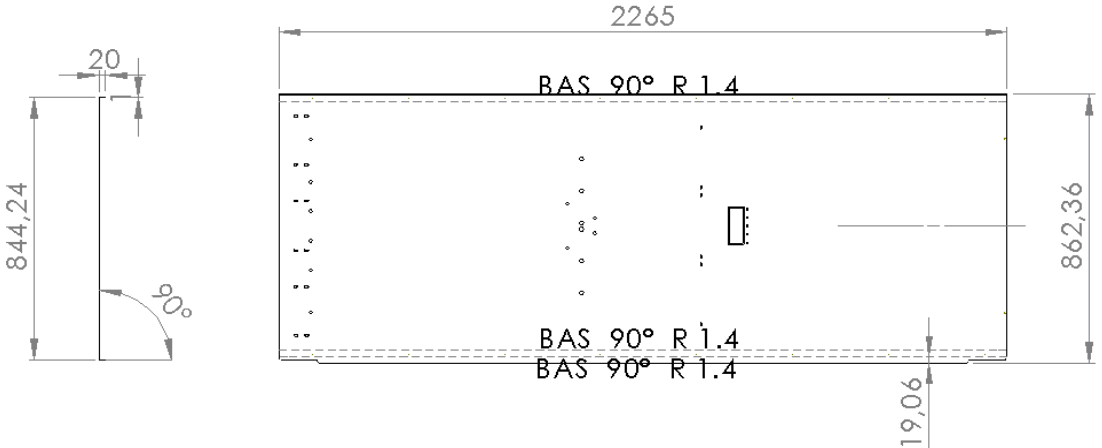
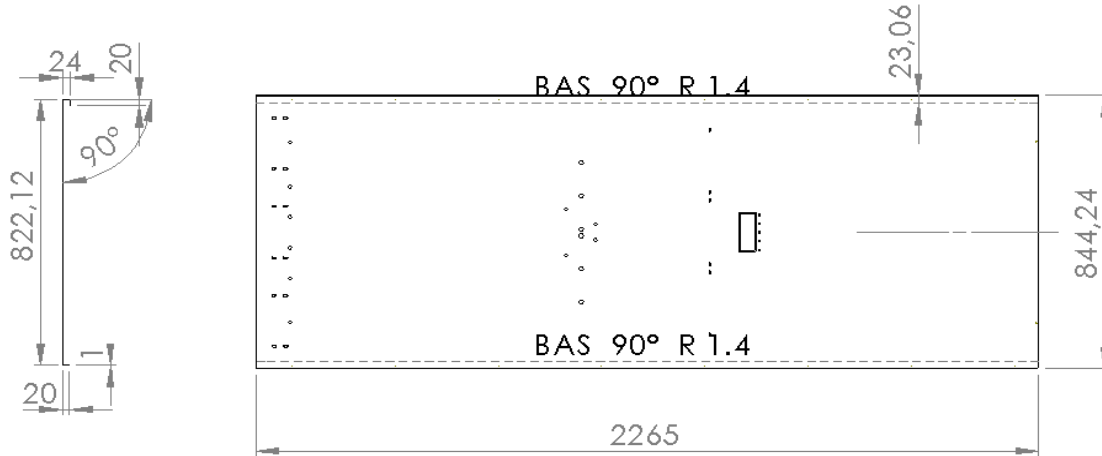
Gamme de fabrication

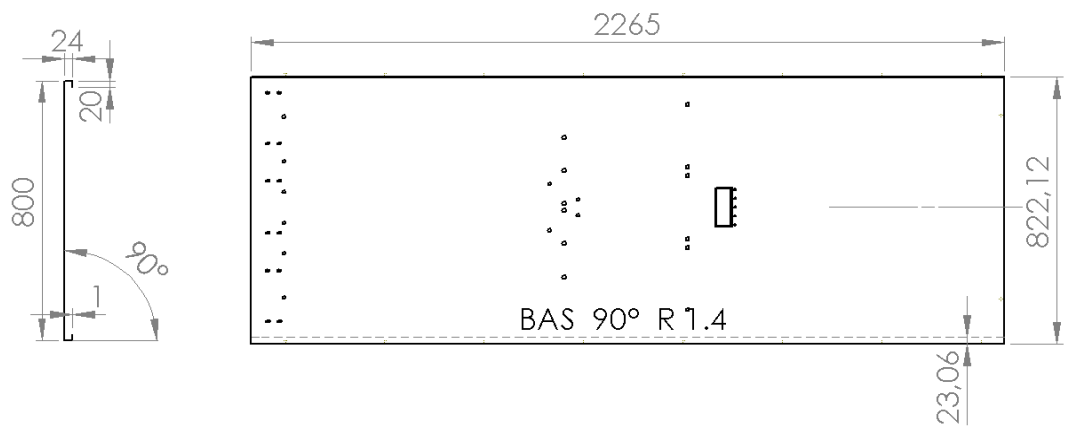

Code de la Pièce : 25SL014503-U0-005

Matière : Acier S235 JR galvanisé

Quantité : 2

Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe laser	F04		Mètre, pieds à coulisse
200	Pliage	F05		Mètre, pieds à coulisse, rapporteur d'angle
210	Réalisation de pli : 01 (F) Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP005			

<p>220</p>	<p>Réalisation de plie : 02(F) Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP005</p>	<p>F05</p>	 <p>Technical drawing showing a 90-degree fold. The main drawing is a rectangle with a width of 2265 and a height of 862,36. The top and bottom edges are labeled 'BAS 90° R 1.4'. A dimension of 19,06 is shown at the bottom right corner. A smaller detail drawing shows a 90-degree fold with a width of 20 and a height of 844,24.</p>	<p>Mètre, pieds à coulisse, rapporteur d'angle</p>
<p>230</p>	<p>Réalisation de plie : 03(F) Cote machine = 23,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP005</p>	<p>F05</p>	 <p>Technical drawing showing a 90-degree fold. The main drawing is a rectangle with a width of 2265 and a height of 844,24. The top and bottom edges are labeled 'BAS 90° R 1.4'. A dimension of 23,06 is shown at the top right corner. A smaller detail drawing shows a 90-degree fold with a width of 24 and a height of 822,12.</p>	<p>Mètre, pieds à coulisse, rapporteur d'angle</p>

<p>240</p>	<p>Réalisation de plie : 04(F) Cote machine = 23,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP005</p>	<p>F05</p>	 <p>The technical drawing shows a rectangular panel with a width of 2265 and a height of 822,12. A detail view on the left shows a 90-degree bend with a thickness of 24 and a distance of 20 from the edge. A dimension of 800 is shown for the height of the detail. A dimension of 23,06 is shown for the distance from the bottom edge to the center of the panel. The text 'BAS 90° R 1.4' is located at the bottom of the panel.</p>	<p>Mètre, pieds à coulisse, rapporteur d'angle</p>
<p>300</p>	<p>Assemblage</p>		 <p>A 3D perspective view of the assembled panel, showing its rectangular shape and the various holes and features on its surface.</p>	<p>Mètre, pieds à coulisse</p>

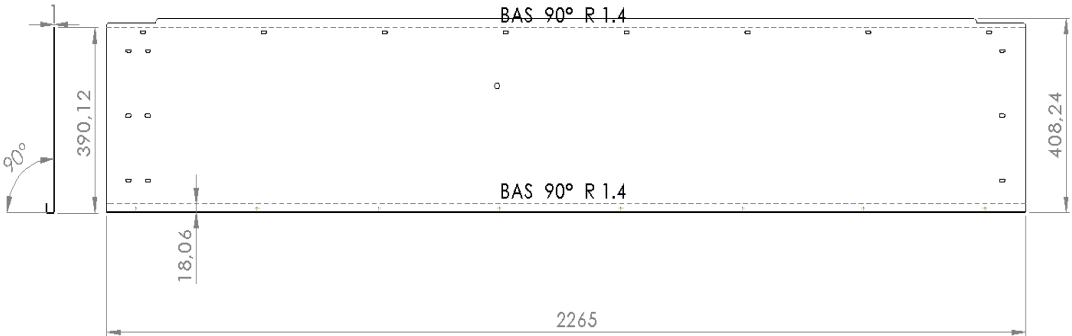
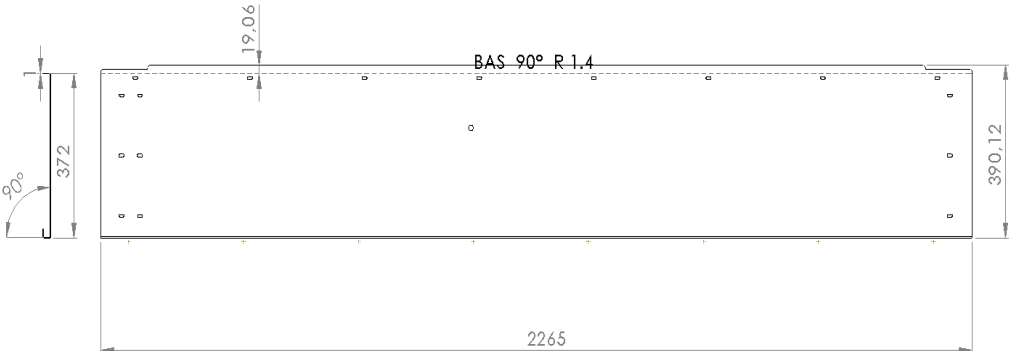
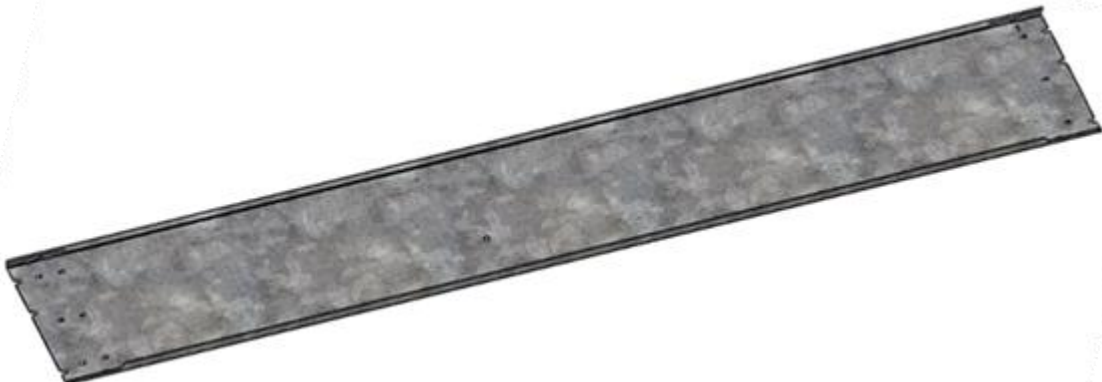
Gamme de fabrication

Code de la Pièce : 25SL014503-U0-006

Matière : Acier S235 JR Galvanisé

Quantité : 1

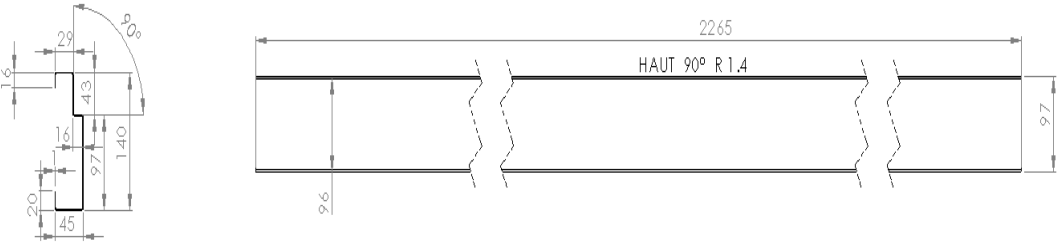

Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe Laser	F04		Mètre, pied à coulisse
200	Pliage	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
210	Réalisation de pli : 01 (F) Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP006			

220	Réalisation de plie : 02(F) Cote machine = 18,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP006	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
230	Réalisation de plie : 03(F) Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP006	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
300	Assemblage			Mètre, pied à coulisse

Gamme de fabrication

Code de la Pièce : 25SL014503-U0-007		Matière : Acier S235 JR Galvanisiez		Quantité 1
Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe laser	F03		Mètre, pied à coulisse
110	Réalisation des trous et rainures			
200	Pliage	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
210	Réalisation de plie : 01(F) Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP006			
220	Réalisation de plie : 02 (F) Cote machine = 15,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP006	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle

<p>230</p>	<p>Réalisation de plie : 03(F) Cote machine = 44,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP006</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>
<p>240</p>	<p>Réalisation de plie : 04(F) Cote machine = 28,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP006</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>
<p>250</p>	<p>Réalisation de plie : 05(F) Cote machine = 48,14 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP006</p>	<p>F05</p>		<p>Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle</p>

260	<p>Réalisation de plie : 06(F) Cote machine = 16 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP006</p>	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
300	Assemblage			Mètre, pied à coulisse

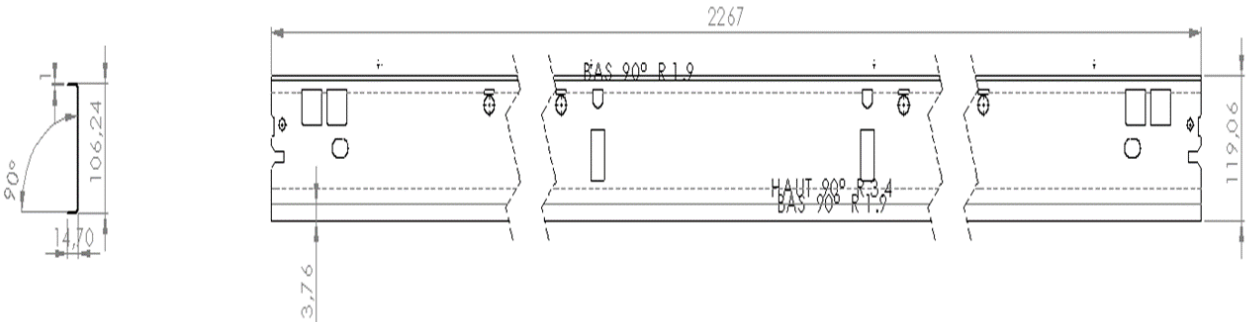
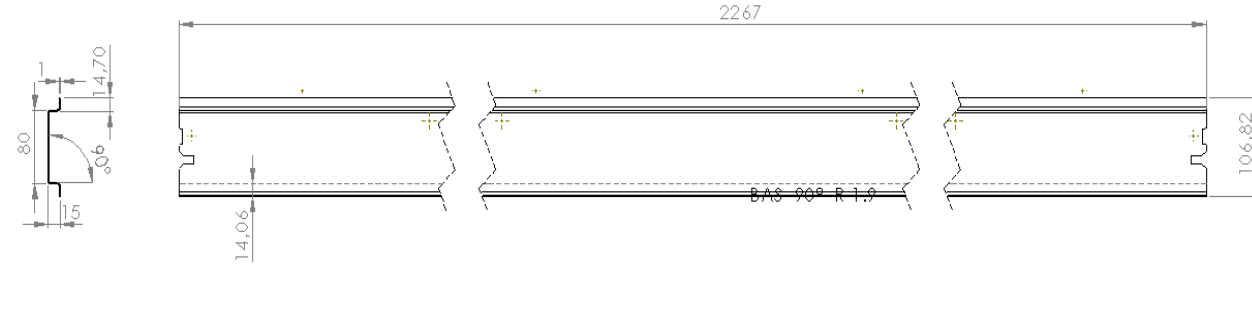

Gamme de fabrication

Code de la Pièce : 25SL014503-U0-008

Matière : Acier S235 JR galvanisé

Quantité : 4

Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe Laser	F03		Mètre, pied à coulisse
200	Pliage	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
210	Réalisation de pli : 01 Cote machine = 13,76 Angle = 90° Cote extérieur			
220	Réalisation de pli : 02 Cote machine = 13,76 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP008	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle

230	Réalisation de pli : 03 Cote machine = 14,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP008	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
240	Réalisation de pli : 04 Cote machine = 14,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP008	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
300	Assemblage			Mètre, pied à coulisse

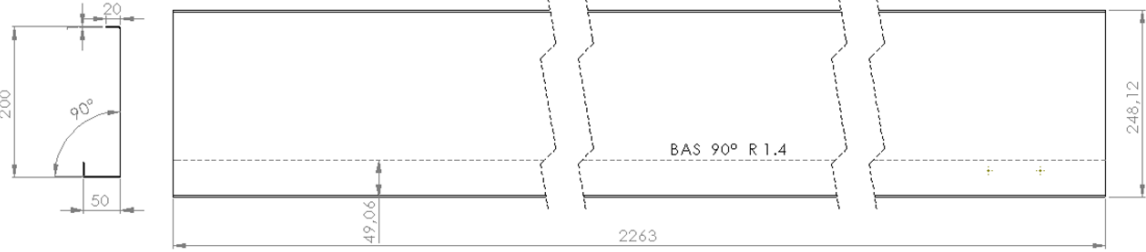

Gamme de fabrication

Code de la Pièce : 25SL014503-U0-009

Matière : Acier S235 JR galvanisé

Quantité : 1

Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe laser	F03		Mètre, pied à coulisse
200	Pliage	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
210	Réalisation de plie : 01 (F) Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP009			
220	Réalisation de plie : 02 (F) Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP009	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle

230	Réalisation de plie : 03(F) Cote machine = 49,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP009	F05	 <p>The technical drawing shows a metal profile with a 90-degree bend. Key dimensions include a height of 200, a top flange width of 20, and a bottom flange width of 50. The machine cut length is 49,06. The profile is bent with a radius of 1.4 (BAS 90° R 1.4). The total length of the bent section is 2263. A 3D perspective view shows the profile with a height of 248,12.</p>	Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
300	ASSEMBLAGE		 <p>A 3D perspective view of the assembled metal profile, showing its length and the 90-degree bend.</p>	Mètre, pied à coulisse

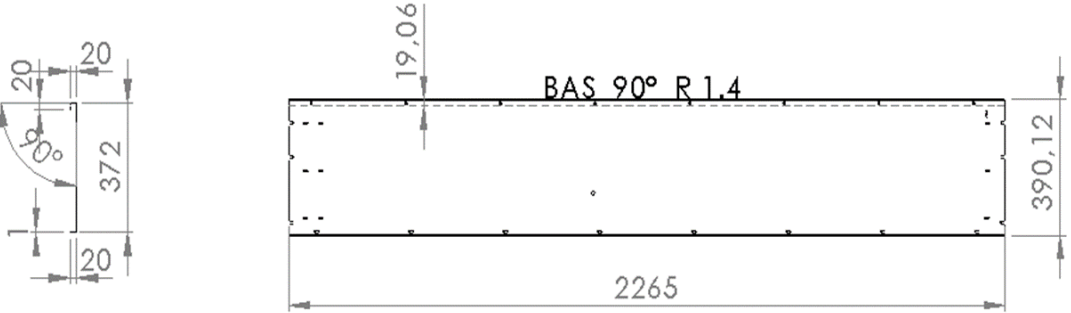
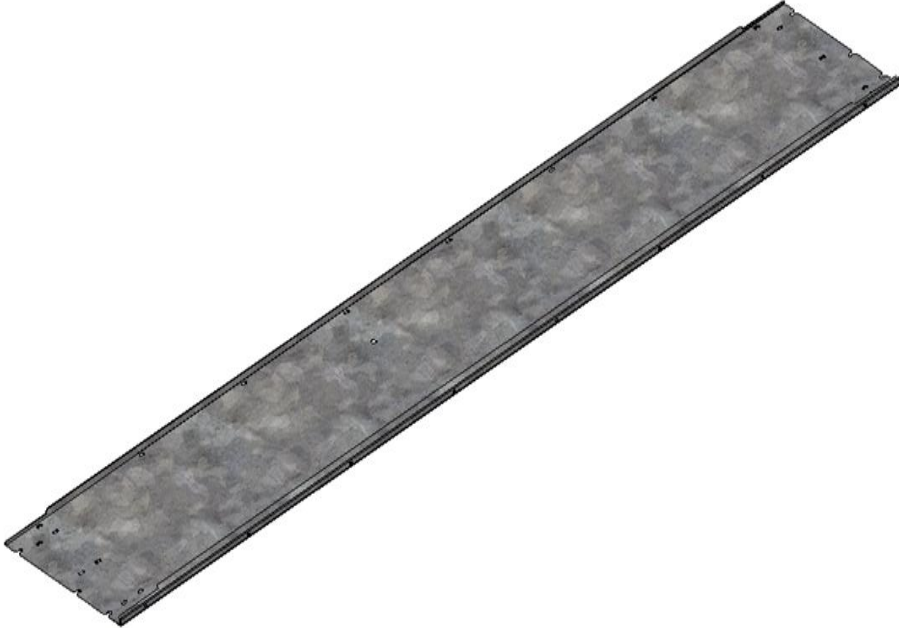
Gamme de fabrication

Code de la Pièce : 25SL014503-U0-010

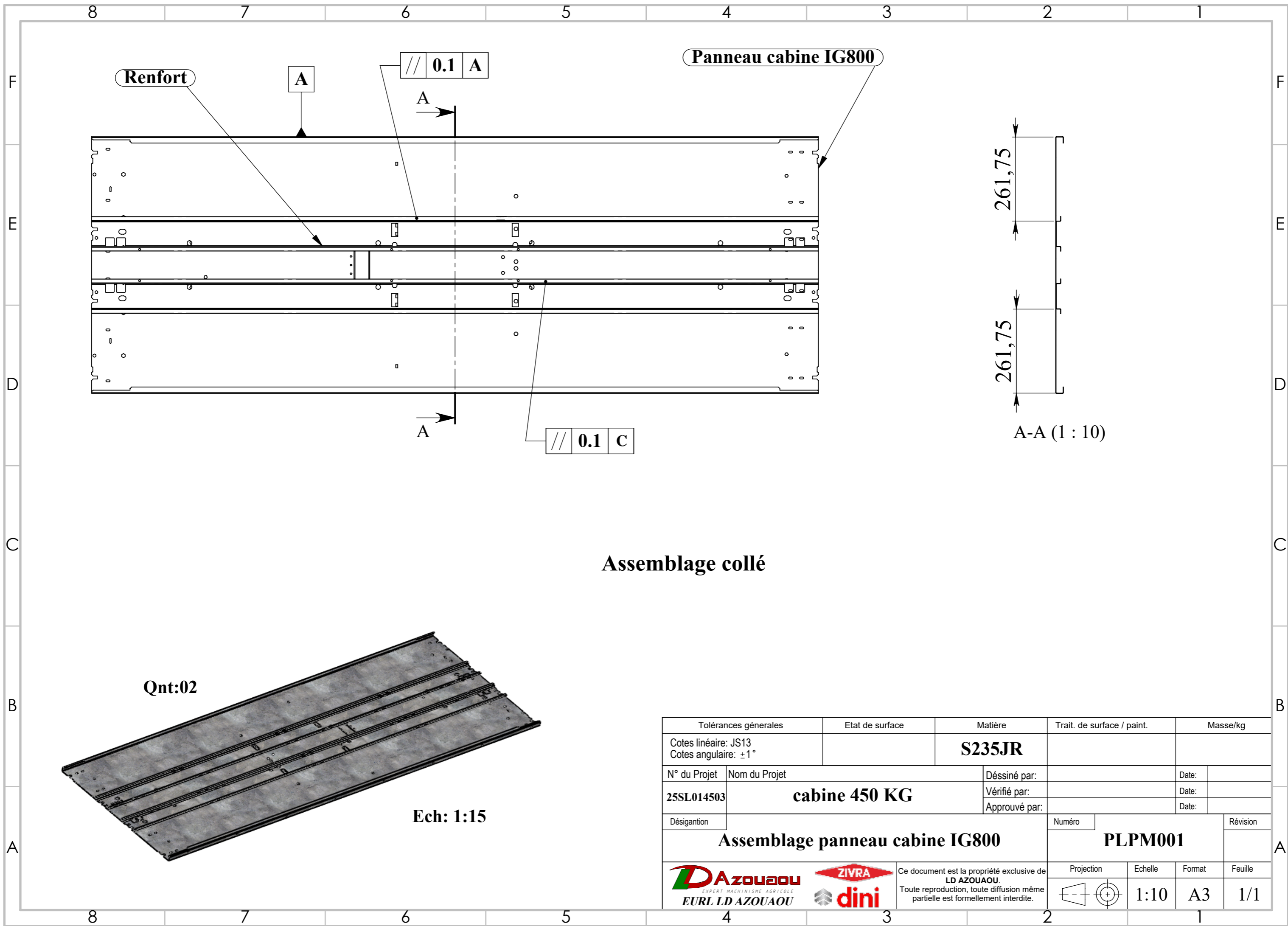
Matière : Acier S235 JR Galvanisé

Quantité : 1

Phase	Opération	Machine	Croquis	Vérification
100	Découpe Laser	F04		Mètre, pied à coulisse
200	Pliage	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
210	Réalisation de pli : 01 Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP010			
220	Réalisation de pli : 02 Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP010	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle

230	Réalisation de plie : 03 Cote machine = 19,06 Angle = 90° Cote extérieur voir le plan PLPP010	F05		Mètre, pied à coulisse, rapporteur d'angle
300	Assemblage			Mètre, pied à coulisse

Plan d'assemblage



Assemblage collé

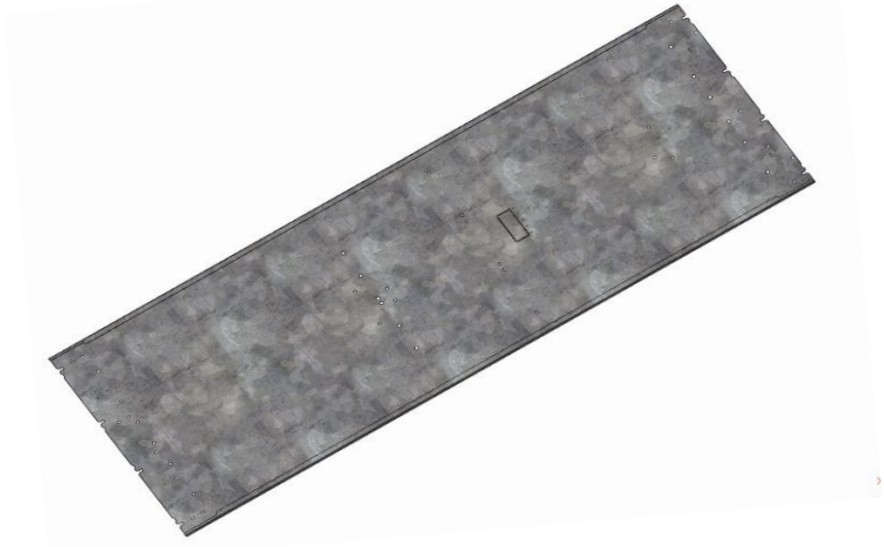
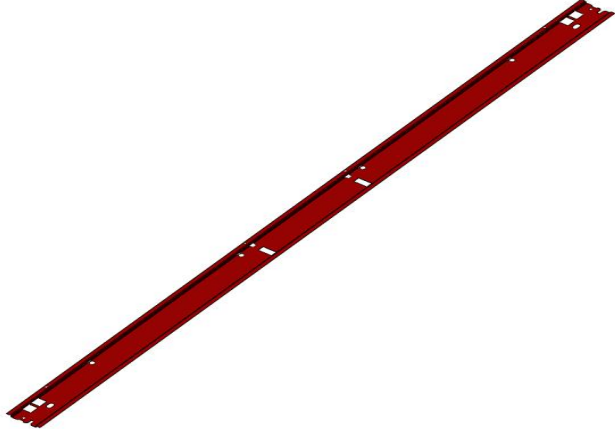
Qt:02

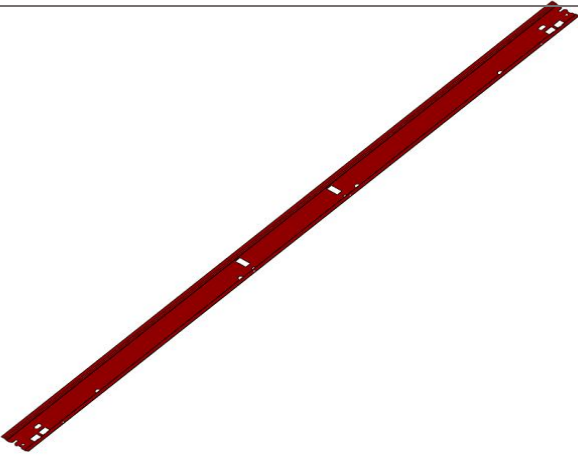
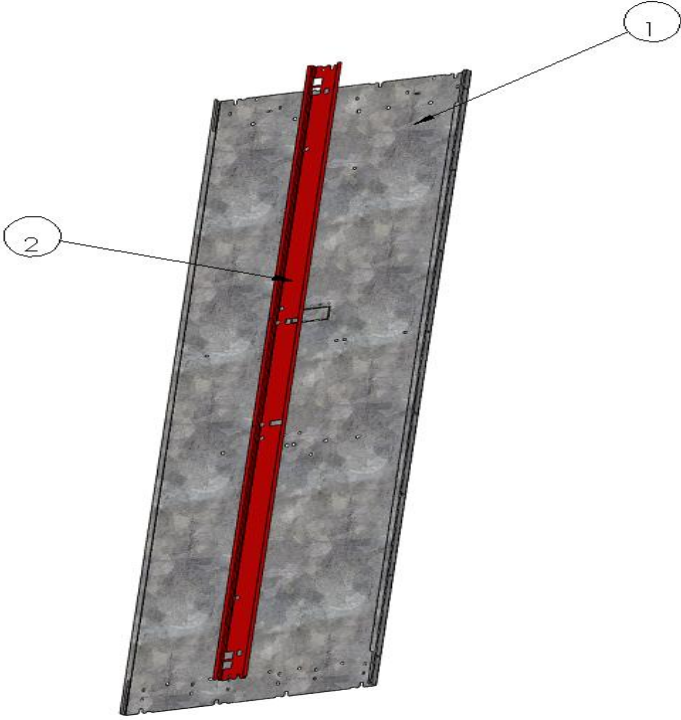
Ech: 1:15

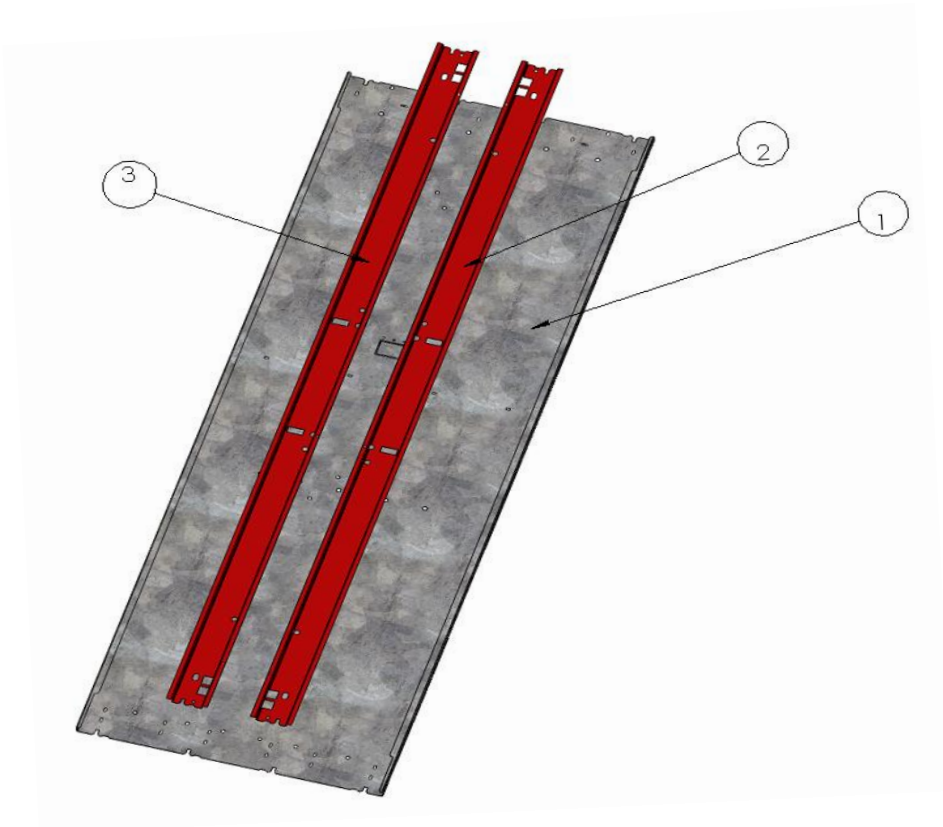
Tolérances générales		Etat de surface		Matière		Trait. de surface / paint.		Masse/kg	
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°				S235JR					
N° du Projet	Nom du Projet			Dessiné par:		Date:			
25SL014503	cabine 450 KG			Vérifié par:		Date:			
Désignation				Approuvé par:		Date:			
Assemblage panneau cabine IG800						Numéro		Révision	
						PLPM001			
 DAZOUAOU <small>EXPERT MACHINISME AGRICOLE</small> EURL LD AZOUAOU		 ZIVRA dini		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection 		Echelle 1:10	
						Format A3		Feuille 1/1	

Gamme d'assemblage

GAMME DE COLLAGE

PHASE D'ASSEMBLAGE/ COLLAGE				RENSEIGNEMENTS TECHNIQUES	
Phase N°	Sous-phase	OPERATION	CROQUIS-SCHEMAS	OUTILLAGES	CONTRÔLE
100		Préparation de la pièce de base panneau IG800		À La Main	Mètre, Pied à Coulisse
200		Préparation de la pièce renfort 01		À La Main	Mètre, Pied à Coulisse

300		Préparation de la pièce renfort 2		À La Main	Mètre, Pied à Coulisse
400	410	Positionnement de renfort 2 sur le panneau 1		À La Main	Mètre, Pied à Coulisse
	420	Application de la colle sur le panneau 1		À La Main	Mètre, Pied à Coulisse
	430	Collage de renfort 2 sur la panneau 1		À La Main	Mètre, Pied à Coulisse
	440	Serrage de renfort 2 sur la panneau 1		Serre joint	Mètre, Pied à Coulisse

500	510	Positionnement de renfort 3 sur le panneau 1		À La Main	Mètre, Pied à Coulisse
	520	Application de la colle sur le panneau 1		À La Main	Mètre, Pied à Coulisse
	530	Collage de renfort 3 sur le panneau 1		À La Main	Mètre, Pied à Coulisse
	540	Serrage de renfort 3 sur le panneau 1		Serre joint	Mètre, Pied à Coulisse

Conclusion générale

Conclusion générale

Dans ce projet on a présenté les différents types d'ascenseurs, en mettant en évidence leurs spécificités selon l'usage résidentiel, hospitalier ou public. Cette classification a guidé le choix du type de cabine à concevoir pour répondre aux besoins fonctionnels et sécuritaires.

La conception a été menée en conformité avec les normes EN 81-20, EN 81-50 et EN 81-70, qui définissent les exigences de sécurité, d'accessibilité et de résistance mécanique des cabines et de leurs composants. Ces normes ont orienté à la fois les dimensions, les choix de matériaux et les solutions techniques retenues.

Une attention particulière a été accordée à la cabine de 450 kg, particulièrement ses panneaux extérieurs, qui jouent un rôle essentiel dans la protection des passagers, la rigidité de la structure et l'esthétique globale de l'ascenseur.

La conception des panneaux a été réalisée à l'aide d'une démarche de rétro-engineering, permettant de partir d'exemples existants pour établir des modèles optimisés. L'utilisation de SolidWorks a ensuite facilité la modélisation 3D, la génération des plans de définition, de pliage et d'assemblage, et la préparation des fichiers nécessaires aux machines-outils.

Les plans techniques conçus ont été des outils indispensables pour la fabrication, en guidant précisément les étapes de découpe, pliage, assemblage et collage. Ils ont permis de garantir la qualité, la traçabilité et la conformité dimensionnelle de chaque pièce.

Enfin, l'étude a détaillée les procédés de fabrication, depuis la préparation de la matière première jusqu'aux opérations finales de finition de surface. Les techniques de fabrication employées, telles que la découpe laser, le pliage, le poinçonnage, le collage et l'ébavurage, ont permis d'aboutir à des panneaux fiables, esthétiques et conformes aux normes de sécurité et de durabilité.

Ce stage nous a permis d'acquérir une compréhension approfondie du processus de conception et de fabrication des ascenseurs, depuis l'étude technique initiale jusqu'au montage final. Nous avons pu développer nos compétences dans la lecture et l'interprétation de plans, l'application des normes de sécurité, le choix des matériaux, ainsi que la maîtrise des procédés d'usinage et d'assemblage. Cette expérience nous a également sensibilisés à l'importance de la coordination entre les différents services (bureau d'études, production, contrôle qualité) pour garantir un produit fiable, performant et conforme aux exigences du client.

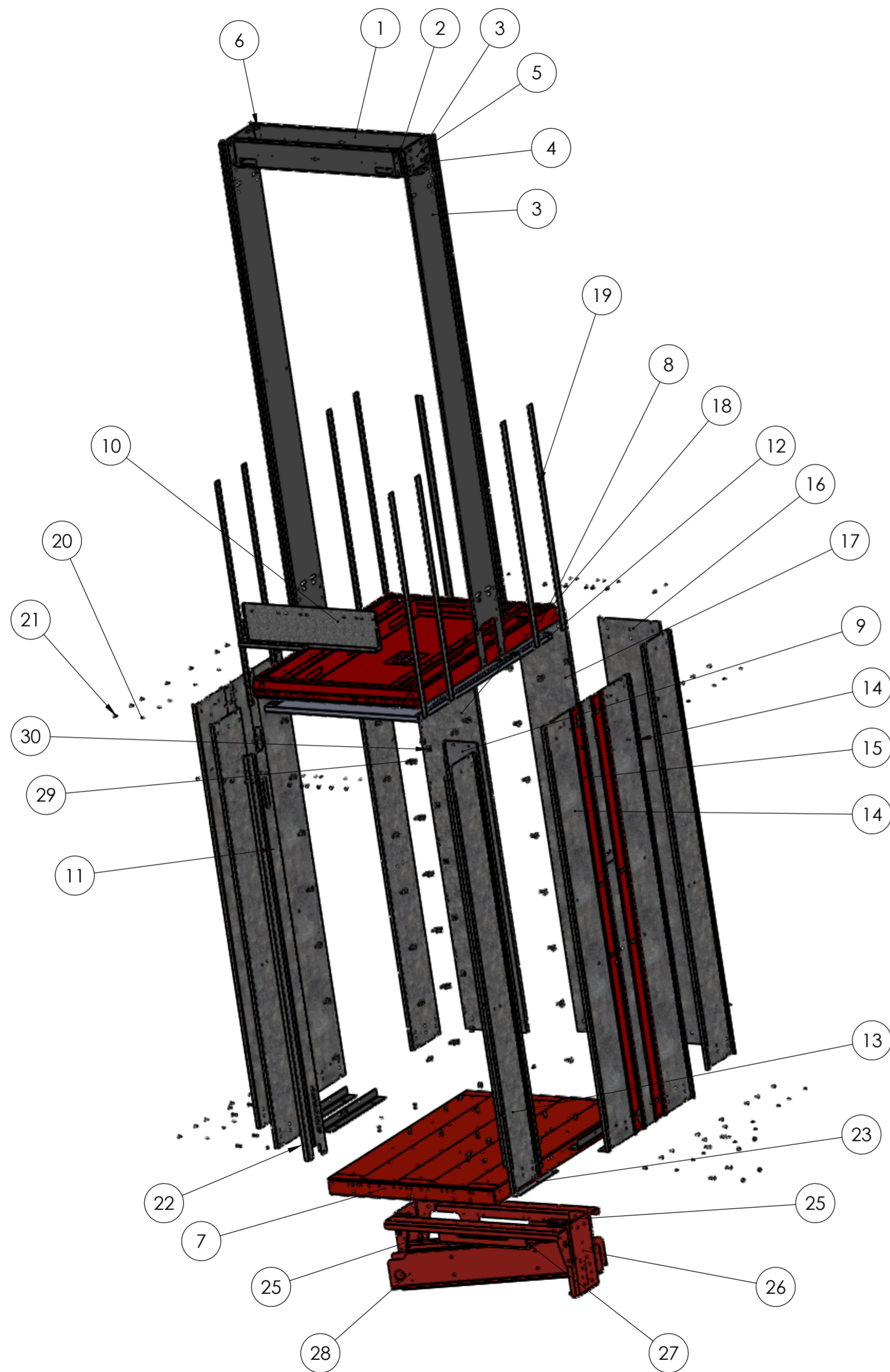
Bibliographie

1. *A Propos*. 2019, LD -Azouaou Mahindra Rise.
2. Ogier, *Quelques mots pour comprendre la technique du roulage*.
3. TRUMPF, *Catalogue*.
4. *Types de machines de découpe laser Un guide complet - ADH Machine Tool*. Available from <https://www.adhmt.com/fr/machines-de-decoupe-au-laser/>.
5. *Service de découpe laser sur-mesure au Québec | Synertek*. Available from <https://www.synertek.ca/fr/decoupe-laser-quebec/>.
6. *Didelon Machines Outils | GSII 840*. Available from <https://www.didelon.fr/nos-machines-outils/machine-tolerie/cisaille/cisaille-hydraulique/fiche-5599-gsii-840>.
7. *Trumpf Trubend 5230 Press Brakes Machine*. Available from <https://www.indiamart.com/proddetail/trumpf-trubend-5230-press-brakes-machine-2851852288888.html>.
8. *La tôlerie découpe laser, pliage, emboutissage, poinçonnage, soudage, cintrage...*
9. *Modèles 3D Outils spéciaux*.
10. *Poinçonnage de tôle un guide complet des diverses opérations de poinçonnage*. 2023; Available from <https://proleantech.com/fr/sheet-metal-punching-a-comprehensive-guide-to-various-punching-operations/>.
11. TRUMPF, *TRUMPH SE+ Co. KG*.
12. Mahindra, L.i. *LD-Azouaou/Moyens*. Available from <https://ld-azouaou.com/lda/moyens.html>.
13. *L'histoire de l'ascenseur*. Available from <https://syderal.fr/histoire-ascenseur/>.
14. Gray, L. *A Brief History of Lift Safety Devices 1835-1935*. 12th Symposium on Lift & Escalator Technologies, 2021. **12**, 33-46.
15. Kiuntke, D.F. *Electric elevator*. [Werner von Siemens presents the world's first electric elevator]. Available from <https://www.siemens.com/global/en/company/about/history/stories/electric-elevator.html>.
16. **Brunelle, D.** *Ascenseur*. 2019; Available from <https://guiderenovation.fr/interieur/ascenseur/>.
17. Romande, L.C.S. *L'ascenseur une longue histoire*. 2017
Available from <https://lift-consult.ch/images/info-liens-fr/inf-lien-5.pdf>.
18. Fernandes, M. *Types d'ascenseurs. Lequel correspond le mieux à vos besoins ?* 2023.
19. *Ascenseur hydraulique quels avantages par rapport à l'ascenseur électrique ?* 2024; Available from <https://etnafrance.com/nos-actualites/ascenseur-hydraulique-quels-avantages-rapport-ascenseur-electrique/#~:text=Les%20ascenseurs%20%C3%A9lectriques%20utilisent%20des,%E2%80%8B%20et%E2%80%8B%20de%20configuration>.
20. Amelis, E. *Ascenseur de maison différents modèles et avantages* 2024; Available from <https://institut.amelis-services.com/bien-vieillir/habitat/quels-sont-les-avantages-de-lascenseur-de-maison-pour-les-personnes-a-mobilite-reduite/>.
21. PVE, *Pneumatic Vacuum Elevators*.
22. KONE. *Schéma d'un ascenseur les différents composants*. Available from <https://www.kone.fr/outils-normes-documentation/faq/schema-d-un-ascenseur.aspx>.

23. Goldsupplier, *Comprendre les câbles en acier pour ascenseurs guide essentiel sur le fil d'ascenseur*. GoldSupplier.com.
24. Giulio, M. *Montanari Giulio - Lift Gearboxes, Lift Gearless, Lift Components*. Available from <https://www.montanarigiulio.com/en/>.
25. SANJIN. *Elevator safety parts*. Available from <https://fr.sanjinelevator.com/>.
26. *Types d'ascenseurs*. 2007.
27. *Ascenseurs sécurité, entretien et contrôle technique*. 2023; Available from <https://www.service-public.fr/particuliers/vosdroits/F10538#~text=La%20s%C3%A9curit%C3%A9%20d'un%20ascenseur,par%20la%20fermeture%20des%20portes>.
28. *NF EN 81-20 Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs - Ascenseurs pour le transport de personnes et d'objets - Partie 20 ascenseurs et ascenseurs de charge*. février 2020.
29. *NF-EN-81-70-avril-2021 Règles de sécurité pour la construction et l'installation des ascenseurs - Applications particulières pour les ascenseurs et ascenseurs de charge Partie 70 accessibilité aux ascenseurs pour toutes les personnes y compris les personnes avec handicap (Indice de classement P82-100)*. 2021.
30. *Le matériau acier*. Available from <https://notech.franceserv.com/materiau-acier-en-construction-metallique.html>.
31. *Acier galvanisé propriétés des matériaux, processus et utilisations*. Available from <https://www.tuofa-cncmachining.com/fr/tuofa-blog/galvanized-steel.html>.
32. *Les différentes nuances d'inox | Beal Inox*. Available from <https://www.beal-inox.com/guides/nuances-inox/>.
33. *AISI 316 (1.4401, X5CrNiMo17-12-2) - Acier austénitique*. Available from <https://www.agst.de/4401?lang=fr>.
34. Metal, A., *Données techniques Aluminium*.
35. *Aluminum Grade 5xxx Series Alloys - Aluminum Alloy - Sunrise Metal*, in *Sunrise Metal - Aluminium Die Casting Expert*.
36. *6xxx Series Alloys | Aluminum Extruders Council*. Available from <https://aec.org/6xxx-series-alloys>.
37. Ekads, *Aluminium anodisé ou brut lequel choisir pour votre projet ?*, in *Ma pièce sur mesure*.
38. *Quelle est la différence entre un verre feuilleté et un verre securit ?*, in *Art & Fer Shop*.
39. admin8409, *Le verre trempé caractéristiques et avantages*, in *Groupe Verre Miroiterie*.
40. *Vitre feuilletée avantages et inconvénients pour une sécurité accrue.*, in *Artisanat Batiment*.
41. *Traitement et préparation de surface mécanique - dégraissage*. Available from <https://www.decapsoft.com/nettoyage-industriel/preparation-de-surface-degraissage/>.
42. *9 conseils et astuces utiles pour les presses plieuses - ADH Machine Tool*. 2024.
43. *Pliage méthodes de pliage, retour élastique, types de plieuses | Metal Interface*. Available from <https://www.metal-interface.fr/articles-news/t/presse-plieuse-generalites/pliage-methodes-de-pliage-retour-elastique-types-de-plieuses#section-126>.
44. Harrison, N. *Guide complet du ourlet de tôle techniques, utilisations et conseils*. Available from <https://www.rapiddirect.com/fr/blog/sheet-metal-hemming/>.

45. *Comment coller du métal efficacement*, in *Bricolage Facile*.
46. GW, *Le guide ultime du processus de fabrication de tôles*, in ETCN.
47. L., B., *Chapitre 3 Assemblages par collage 2022 S2*. 2021/2022, UFM/ISTA.
48. *Maîtriser l'usinage de l'acier galvanisé techniques, défis et solutions* in *Want.net*. 2025.
49. *The Ultimate Guide to Deburring*. 2022-08-03]; Available from <https://apexmachinegroup.com/resources/blog/the-ultimate-guide-to-deburring/>.
50. Artizono. *Comment prévenir les rayures sur la tôle Méthodes efficaces*. Available from <https://artizono.com/fr/comment-eviter-les-rayures-sur-la-tole-methodes-efficaces/>.
51. *Corrosion par frottement et corrosion par piqûres*. Available from <https://artizono.com/fr/corrosion-de-contact-ou-corrosion-par-piqures-quelle-est-la-difference/>.
52. *Obtenez la finition parfaite un guide sur la finition des surfaces métalliques* Available from <https://at-machining.com/fr/metal-surface-finishing-guide/>.
53. *Revêtement par poudrage de l'acier Techniques, avantages et études de cas*. Available from <https://shengenfab.com/fr/powder-coating-steel/>.
54. *Peindre sur du métal les meilleures pratiques pour une finition durable*.

Annexe



No. ARTICLE	DESCRIPTION	QTE
1	Traverse Haute Toit V02	1
2	Profile de Laison Transverse Haute Toit Réduit	2
3	Montant Latéral VM3-CM1	2
4	fourchette sécurité	2
5	VIS A TETE HEXAGONAL M10X25	45
6	ecrou frein M10	45
7	Chassis cabine	1
8	Toit cabine	1
9	Retour d'entrée droit IG200	1
10	Fronton IG300	1
11	Parois laterale	1
12	Faux plafond	1
13	Panneau cabine IG300	4
14	Panneau cabine IG800	2
15	Renfort	4
16	Parois cabine IG372	1
17	Panneu cabine IG300	1
18	Symtrie parois cabine IG372	1
19	Clips de liaison	10
20	INSERT M6 g	68
21	Vis H à embase M6x16	68
22	Cornière en L	4
23	cale sous chassis	2
24	Guide support pouli	2
25	Cache poulie de l'etrier	2
26	Plaque système parachute	2
27	Base de l'etrier	1
28	Support pouli	2
29	vis a tete rallongé H M6x18	80
30	Ecrou moulé M6	80

Tolérances générales		Etat de surface	Matière	Trait. de surface / peint.	Trait. thermique
Cotes linéaire: JS13 Cotes angulaire: ±1°					
N° du Projet	Nom du Projet		Déssiné par:	Date: 11/06/2025	
25SL014503	Cabine 450 kg		Vérifié par:	Date:	
			Approuvé par:	Date:	
Désignation	Cabine 450 KG			Numéro	Révision
				PLPM002	
		Ce document est la propriété exclusive de LD AZOUAOU. Toute reproduction, toute diffusion même partielle est formellement interdite.		Projection	Echelle
					1:50
		Format	Feuille		
		A2	1/1		