

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE  
UNIVERSITE MOULOU MAMMERI DE TIZI-OUZOU  
FACULTE DU GENIE DE LA CONSTRUCTION  
DEPARTEMENT DU GENIE MECANIQUE



# Mémoire de fin d'étude de master académique

Option : Construction mécanique

Thème :

**Etude, conception et réalisation d'un monte-  
charges électrique industriel**

**Présenté par :**

HACID Mohamed

HAMMAR Sofiane

**Soutenu devant le jury composé de :**

Mr. BEHTANI Amar	UMMTO	Promoteur
Mr. BILEK Ali	UMMTO	Président
Mr. AHMED ALI Abdellah	UMMTO	Examineur
Mr. HAMMAR Samir MENDJEL MANUTENTION		Co-promoteur

**Promotion : 2023/2024**

## REMERCIEMENTS

*Nous remercions tout d'abord le bon dieu de nous avoir donné la force, la volonté et le courage pour l'élaboration de ce modeste travail.*

*Nos sincères remerciements et Notre gratitude à Mr BEHTANI A, notre promoteur et superviseur, ainsi qu'à Mr HAMMAR Samir, notre Co-promoteur et bras droit pour les conseils et l'aide inestimable qu'ils nous ont fournis dans le développement de ce travail.*

*Nos remerciements vont également à tous nos enseignants, particulièrement les enseignants du département du Génie Mécanique, ainsi qu'à tous les responsables et le personnel de la faculté du Génie de la Construction, mais aussi à tous le personnel de l'entreprise MENDJEL MANUTENTION pour leur accueil et leur bienveillance.*

*Nous adressons nos plus vifs remerciements à tous ceux qui ont contribué de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce travail en premier lieu à mes très chers parents qui m'ont soutenu depuis tant d'années que dieu les protège, mais aussi à mon frère et mes sœurs, ainsi qu'à toute ma grande famille.*

*Je dédie aussi ce travail à tous mes amis proches et tous mes collègues, ainsi qu'à la famille de mon binôme.*

*HACID Mohamed*

## *Dédicaces*

*Je dédie ce mémoire à ma mère, pour son amour, son soutien inconditionnel et sa présence réconfortante.*

*A la mémoire de mon père, dont les valeurs et les enseignements continuent de guider mes pas.*

*A mon frère, pour ses précieux conseils, son accompagnement et sa bienveillance.*

*A toute ma famille mes amis et tous mes collègues, ainsi qu'à la famille de mon binôme.*

*HAMMAR Sofiane*

## Liste des figures

FIGURE 1: LA MANUTENTION .....	15
FIGURE 2: LE MONTE-CHARGE .....	17
FIGURE 3: LE TRANSPALETTE .....	18
FIGURE 4: LE GERBEUR.....	18
FIGURE 5: LA TABLE ÉLÉVATRICE .....	19
FIGURE 6: LE CHARIOT DE MANUTENTION.....	19
FIGURE 7: LE DIABLE DE MANUTENTION .....	20
FIGURE 8: LA GRUE D'ATELIER.....	20
FIGURE 9: LE CRIC DE LEVAGE.....	21
FIGURE 10 : UNE BENNE BASCULANTE .....	21
FIGURE 11 : PONT ROULANT.....	22
FIGURE 12 : LES PREMIERS ASCENSEURS ET MONTE-CHARGES FRANÇAIS PRÉSENTÉS À L'EXPOSITION UNIVERSELLE DE 1867.....	24
FIGURE 13 : MONTE-CHARGE POUR PERSONNES À MOBILITÉ RÉDUITE.....	26
FIGURE 14 : MONTE-CHARGE MÉDICAL .....	27
FIGURE 15 : MONTE-CHARGE DUMBWAITER.....	27
FIGURE 16: MONTE-CHARGE À CISEAUX .....	30
FIGURE 17: MONTE-CHARGE AUTOPORTEUR .....	32
FIGURE 18: MOTEUR TREUIL À VIS SANS FIN .....	35
FIGURE 19: MOTEUR À TREUIL PLANÉTAIRE.....	37
FIGURE 20: COMPOSANTS DU MOTEUR À TREUIL PLANÉTAIRE .....	37
FIGURE 21: MOTEUR GEARLESS .....	39
FIGURE 22: MOTOPOMPE HYDRAULIQUE .....	40
FIGURE 28 : CONCEPTION DU MONTE-CHARGE .....	61
FIGURE 29 : MOTEUR AKIS Z112.....	66
FIGURE 30 : COMPOSANTS DU MOTEUR AKIS Z112 .....	67
FIGURE 31 : DÉSIGNATION DES POUTRES.....	70
FIGURE 33 : EXEMPLE DU FLAMBAGE D'UNE POUTRE EN VERTICAL.....	85
FIGURE 34 : DIMENSIONNEMENT DE LA VIS .....	90
FIGURE 35 : VUE 3D DE LA CABINE.....	92
FIGURE 36 : VUE 3D DU TREILLIS.....	94
FIGURE 37 : DIMENSIONNEMENT DE LA VIS .....	95
FIGURE 38 : PLAN DU CONTREPOIDS ET DES GUEUSES .....	97
FIGURE 39 : SCHÉMA DU CONTREPOIDS PAR RAPPORT AU MONTE-CHARGE....	98
FIGURE 40 : DIMENSIONNEMENT DE LA VIS.....	100
FIGURE 41 : ÉLÉMENTS CONSTITUTIFS D'UN CÂBLE MÉTALLIQUE.....	101
FIGURE 42 : CÂBLE MÉTALLIQUE À 8 TORONS.....	102
FIGURE 43 : DIMENSIONNEMENT DE LA POULIE.....	106
FIGURE 44 : PROFIL DES GORGES DE LA POULIE .....	107
FIGURE 45 : VUE 3D DU PARACHUTE.....	108
FIGURE 46 : VUE 3D DU TOIT.....	110
FIGURE 47 : DIMENSIONNEMENT DE LA VIS.....	111

FIGURE 48 : VUE 3D DU SUPPORT POULIE.....	113
FIGURE 49 : VUE 3D DU SUPPORT DOUBLE POULIE.....	113
FIGURE 50 : DIMENSIONNEMENT DE LA VIS. ....	114
FIGURE 51 : DIMENSIONNEMENT DE LA VIS. ....	115
FIGURE 52: CONCEPTION D'UNE POUTRE HEA 200 6M .....	121
FIGURE 53 : CONCEPTION D'UNE POUTRE IPE180 PERSONNALISÉE.....	122
FIGURE 54 : CONCEPTION D'UNE POUTRE IPE300 PERSONNALISÉE.....	122
FIGURE 55 : CONCEPTION D'UNE TRAVERSE IPE 300.....	123
FIGURE 56 : CONCEPTION DES RAILS DE GUIDAGE .....	124
FIGURE 57 : CONCEPTION DE LA POULIE DE RENVOIE .....	124
FIGURE 58 : CONCEPTION DU SUPPORT POULIE .....	125
FIGURE 59 : CONCEPTION DU SUPPORT DOUBLE POULIE .....	125
FIGURE 60 : CONCEPTION DE LA TOITURE .....	126
FIGURE 61 : ASSEMBLAGE DE LA GAINÉ.....	126
FIGURE 62 : CONCEPTION DU TREILLIS .....	127
FIGURE 63 : CONCEPTION DU PARACHUTE .....	128
FIGURE 64 : CONCEPTION DU GUIDE T90 .....	128
FIGURE 65 : CONCEPTION DE L'ARCADE .....	129
FIGURE 66 : CONCEPTION DE LA PLATEFORME .....	130
FIGURE 67 : CONCEPTION DES PAROIS .....	130
FIGURE 68 : CONCEPTION DU PLAFOND.....	131
FIGURE 69 : L'ASSEMBLAGE DE LA CABINE.....	131
FIGURE 70 : ASSEMBLAGE DE L"ARCADE ET LA CABINE.....	132
FIGURE 71 : CONCEPTION DU CADRE DU CONTREPOIDS AVEC DES POULIES .	133
FIGURE 72 : CONCEPTION DE LA GUEUSE DU CONTREPOIDS .....	133
FIGURE 73 : CONCEPTION DU GUIDE T70 .....	134
FIGURE 74 : ASSEMBLAGE DU CONTREPOIDS .....	134
FIGURE 75 : ASSEMBLAGE FINALE DU MONTE-CHARGE.....	135

### **Liste des tableaux :**

TABLEAU 1 : TABLEAU DE SYNTHÉSE.....	65
--------------------------------------	----

# Table des matières

Introduction générale.....	10
I. Généralités sur la manutention et les monte charges .....	15
I.1 La manutention .....	15
I.1.1 Définition.....	15
I.1.2 Evolution.....	15
I.1.3 Types de manutentions .....	16
I.1.4 Matériel de manutention et de levage .....	17
I.1.5 L'importance de la manutention .....	23
I.2 Les monte-charges .....	23
I.2.1 Définition.....	23
I.2.2 Historique et évolution.....	23
I.2.3 Types de monte-charges .....	26
I.2.4 Domaines d'utilisation des monte-charges .....	32
I.2.5 Le choix du monte-charge .....	33
I.3 Motorisation des monte-charges .....	34
I.3.1 Types de motorisations des monte-charges .....	35
I.3.2 Critères de choix de la motorisation.....	41
I.4 Conclusion .....	42
II. Monte-charges électriques industriels .....	44
II.1 Définition.....	44
II.2 Principe de fonctionnement .....	45
II.3 Domaines d'utilisation des monte-charges électriques industriels .....	46
II.4 Types de monte-charges électriques industriels .....	47
II.5 Critères de choix.....	48
II.6 Les composants d'un monte-charge électrique industriel.....	48
a) <b>Moteur électrique</b> .....	48
II.7 Installation et montage d'un monte-charge électrique industriel .....	54
II.8 Avantages des monte-charges électriques industriels.....	56
II.9 Inconvénients des montes charges électriques industriels .....	57
II.10 Conclusion .....	58
III. Etude, dimensionnement et calculs .....	60
III.1 Cahier des charges.....	60
III.2 Moteur utilisé.....	66

III.2.1	Moteur Akis Z112 .....	66
III.2.2	Spécifications Techniques.....	66
III.2.3	Applications .....	66
III.2.4	Normes et Certifications .....	67
III.2.5	Composants .....	67
III.2.6	Fonctions des composants.....	68
III.3	Matériau utilisé .....	69
III.3.1	Acier.....	69
III.3.2	Propriétés de l'acier.....	69
III.3.3	Propriétés mécaniques .....	69
III.4	Etude et dimensionnements sur la gaine .....	70
III.4.1	Poutres .....	70
III.4.2	Rails de guidage .....	86
III.4.3	Vis utilisés .....	90
III.5	Dimensionnement de la cabine et de ses composants .....	92
III.5.1	La cabine.....	92
III.5.2	Treillis .....	94
III.5.3	Vis utilisés .....	95
III.6	Contrepoids .....	96
III.6.1	Le contrepoids .....	96
III.6.2	Vis utilisé.....	100
III.7	Câbles .....	101
III.7.1	Câbles .....	101
III.7.2	Poulie.....	106
III.8	Sécurité.....	108
III.9	Autres composants .....	110
III.9.1	Toiture .....	110
III.9.2	Supports poulies .....	112
IV.	Conception .....	118
IV.1	Introduction.....	118
IV.2	La définition de la conception mécanique .....	118
IV.3	Les étapes de la conception mécanique .....	118
IV.4	Les caractéristiques du processus de conception .....	119
➤	<b>Fonctionnalité</b> : le système doit être parfait et doit répondre aux besoins fonctionnels pour lesquels il est conçu .....	119

➤ <b>Fiabilité et durabilité</b> : le système doit fonctionner correctement sur une longue période et sans défaillance sous des conditions variées. ....	119
IV.5 Le logiciel SOLIDWORKS .....	120
IV.6 La Conception .....	120
IV.6.1 La conception de la gaine .....	120
IV.6.2 La conception de l'ensemble arcade, cabine .....	127
<b>i. La cabine assemblée</b> .....	131
IV.6.3 La conception du contrepoids .....	132
<b>a. Un cadre métallique avec des poulies</b> .....	133
<b>b. Les gueuses</b> .....	133
<b>c. Les guides T70</b> .....	134
IV.6.4 Assemblage finale du monte-charge .....	135
Conclusion générale .....	136

## **Introduction générale**

Dans un environnement industriel en constante évolution, la manutention des charges joue un rôle essentiel dans l'optimisation des processus de production et de logistique. Qu'il s'agisse de déplacer des matériaux lourds ou volumineux sur plusieurs niveaux ou de faciliter le stockage et la distribution, les systèmes de levage sont indispensables pour garantir l'efficacité et la sécurité des opérations. Parmi ces systèmes, le monte-charge électrique industriel s'impose comme une solution incontournable pour répondre aux besoins croissants des entreprises en termes de productivité et de sécurité.

Le développement d'un monte-charge électrique industriel repose sur une analyse approfondie des techniques de manutention existantes, ainsi que sur une compréhension claire des exigences techniques, normatives et sécuritaires. La fiabilité et la performance de ce type d'équipement sont primordiales, car elles influencent directement la fluidité des opérations et la protection des travailleurs.

Ce projet vise à concevoir et à construire un monte-charge électrique capable de transporter des charges lourdes de manière efficace, tout en répondant aux contraintes mécaniques et structurelles imposées par l'environnement industriel. La première étape consiste à comprendre les principes fondamentaux de la manutention et des systèmes de levage, afin de mieux appréhender les enjeux de la conception. Les systèmes de monte-charge, qu'ils soient manuels ou motorisés, ont évolué au fil des décennies pour intégrer des technologies de plus en plus sophistiquées. Le monte-charge électrique, en particulier, combine automatisation et motorisation pour améliorer le transport vertical des marchandises.

L'étude technique qui suit se concentre sur la résistance des matériaux, notamment l'acier S235, largement utilisé dans les structures industrielles pour sa robustesse et sa capacité à supporter des charges importantes. Des calculs précis permettent d'évaluer les efforts auxquels la structure sera soumise, en tenant compte des forces statiques et dynamiques générées par le mouvement de la cabine.

La phase de conception du monte-charge s'appuie sur les données recueillies lors de l'étude. Cette étape est essentielle pour garantir la faisabilité du projet, tout en optimisant les coûts de production et en respectant les normes de sécurité en vigueur.

Le dimensionnement des composants, l'intégration des systèmes de commande et la mise en place des dispositifs de sécurité sont autant d'éléments cruciaux pour assurer le bon fonctionnement de l'équipement.

Une fois la conception achevée, la construction du monte-charge constitue la dernière étape de ce projet. Ce processus englobe la fabrication des différents composants, l'assemblage de la structure et les tests de validation. La qualité des matériaux, ainsi que la précision des opérations d'assemblage, jouent un rôle déterminant dans la durabilité et la fiabilité du monte-charge.

En conclusion, ce projet s'inscrit dans une démarche d'innovation et de rigueur technique, visant à proposer une solution complète pour la manutention industrielle. En alliant théorie et pratique, il répond aux besoins spécifiques des entreprises tout en garantissant des performances élevées et un haut niveau de sécurité.

## Présentation de l'entreprise



L'entreprise SNC SCM MENDJEL MANUTENTION a été fondée en 1994, née d'une véritable passion pour la conception et la réalisation d'installations des ascenseurs et monte charges.

Situé à Tizi Ouzou, plus précisément au « Local sis lieu dit thagheza bt k g p n° 580 sec 02 lot n° 16 » Dans la commune de Tizi Rached, cette entreprise est donc spécialisée dans la conception, la fabrication, l'installation et la maintenance entre autres des ascenseurs et des monte-charges.

Le savoir-faire de l'entreprise dans le domaine de la manutention repose sur des bureaux d'étude, des compétences sur le terrain et des employés expérimentés et motivés. Quelque soit le projet, l'entreprise MENDJEL MANUTENTION accompagne ses clients et identifie l'ensemble de leur besoin.

Le bureau d'étude est Composé de 3 personnes :

- Un ingénieur d'études.
- Un ingénieur en mécanique.
- Un ingénieur électrique.

Le bureau d'études a en charge les réalisations de devis estimatif et quantitatif, des études techniques aux différents stades d'avancement des projets, la reprographie des documents techniques, la veille technologique et apporte une assistance technique aux conducteurs de travaux, et à la maîtrise d'œuvre désignée par le client. Il réalise les plans d'armoires, plans de masse, études d'intégration, d'exécution, la conception des plans de distributions des études de dimensionnement...

L'entreprise est munie de plusieurs machines à la pointe de la technologie telle que le découpeur Laser, la plieuse...Etc. Elle compte dans ses rangs 25 employés dévoués et ambitieux.

**Chapitre 1 :**  
**Généralités sur la**  
**manutention et les**  
**monte-charges**

## I. Généralités sur la manutention et les monte charges

### I.1 La manutention

#### I.1.1 Définition

La manutention fait référence à l'ensemble des activités liées au déplacement, à la manipulation, au stockage et au transport des marchandises, des matériaux ou des produits. Cela inclut toutes les opérations nécessaires pour déplacer des objets d'un endroit à un autre, que ce soit à l'intérieur d'un entrepôt, d'une usine, d'un magasin ou lors du chargement et du déchargement de véhicules de transport.[1]



*Figure 1: La manutention*

Les équipements de manutention peuvent varier en fonction des besoins

spécifiques de l'industrie ou du secteur. Ils comprennent des chariots élévateurs, des transpalettes, des convoyeurs, des grues, des palans, des systèmes automatisés, etc. L'objectif de la manutention est d'optimiser les processus logistiques, de minimiser les risques de dommages aux marchandises et d'améliorer l'efficacité des opérations.

Il existe des normes de sécurité strictes en matière de manutention pour assurer la protection des travailleurs et la préservation des marchandises. La manutention peut également jouer un rôle crucial dans la gestion des flux de production et de distribution, contribuant ainsi à l'efficacité globale d'une entreprise.

#### I.1.2 Evolution

L'évolution de la manutention a été marquée par un passage des techniques manuelles à l'utilisation d'engins motorisés de levage, permettant de soulever des charges lourdes avec un nombre réduit de personnes. Depuis la Préhistoire, les humains ont utilisé divers moyens de levage, tels que le levier et la poulie, pour déplacer des charges. Au Moyen-Âge, les premières grues ont fait leur apparition, facilitant le soulèvement de charges plus importantes. De nos jours, les moyens de levage actuels, comme les grues à tour et les grues mobiles, peuvent soulever des charges allant jusqu'à 1200 tonnes mécaniquement, nécessitant la présence d'un seul opérateur pour leur manipulation.

Cette évolution a également été influencée par des facteurs économiques, tels que l'investissement en biens d'équipements, le chiffre d'affaires des fabricants de matériels de levage et de manutention, ainsi que par des tendances de croissance inégales dans les métiers de la distribution, de la location et de la manutention, comme observé au cours du deuxième trimestre 2023..

### I.1.3 Types de manutentions

Il existe différents types de manutentions en fonction des besoins spécifiques des industries et des situations. Voici quelques-uns des principaux types de manutentions :

- **Manutention manuelle** : C'est la manipulation directe des objets par des travailleurs sans l'utilisation d'équipements mécaniques. Cela peut inclure le déplacement manuel de petites charges, l'emballage, le chargement/déchargement manuel, etc.
- **Manutention mécanisée** : Elle implique l'utilisation d'équipements mécaniques pour déplacer des charges. Cela comprend des chariots élévateurs, des transpalettes, des convoyeurs, des ascenseurs, des palans, etc.
- **Manutention automatisée** : Dans ce cas, des systèmes automatisés tels que des robots, des convoyeurs automatisés, des systèmes de stockage automatisés, etc., sont utilisés pour déplacer, trier ou stocker des marchandises sans intervention humaine directe.
- **Manutention continue** : Les opérations de manutention sont continues et régulières. Les convoyeurs à bande ou à rouleaux sont des exemples d'équipements utilisés dans la manutention continue.
- **Manutention par lots** : Les objets sont déplacés en quantités groupées plutôt qu'individuellement. Cela peut impliquer l'utilisation de palettes ou de conteneurs.
- **Manutention de colis** : Elle concerne le mouvement de petits colis individuels, souvent dans un entrepôt de distribution ou un centre de traitement des commandes.
- **Manutention de vrac** : Elle implique le déplacement de matériaux en vrac tels que grains, minéraux, liquides, etc. Les trémies, les convoyeurs spéciaux et les grues peuvent être utilisés dans ce type de manutention.
- **Manutention de matériaux dangereux** : Des protocoles spéciaux sont suivis pour manipuler et déplacer des matériaux potentiellement dangereux, comme les produits chimiques toxiques ou inflammables.

Ces types de manutentions sont souvent combinés selon les besoins spécifiques d'une entreprise ou d'un projet, et le choix dépend de divers facteurs tels que la nature des marchandises, la fréquence des déplacements, les distances à parcourir, la sécurité, l'efficacité, etc.

#### I.1.4 Matériel de manutention et de levage

Il existe plusieurs appareils de levage et de manutention, chacun conçu pour des tâches spécifiques en fonction des caractéristiques des charges à déplacer. Voici quelques-uns des principaux appareils de levage et de manutention [2] :

- **Monte-charge** : Un dispositif vertical qui transporte des marchandises ou des charges entre différents niveaux d'un bâtiment.



*Figure 2: Le monte-charge*

- **Le transpalette** : Le transpalette est l'engin de manutention le plus présent dans les entrepôts. Simple d'utilisation, il permet de soulever et déplacer presque sans effort des palettes chargées. Il existe des transpalettes manuels et des transpalettes électriques. Leur fonctionnement est le même, composé de deux fourches et d'un timon, il permet de soulever et déplacer des charges grâce à des roues situées sous les fourches.



*Figure 3: Le transpalette*

- **Le gerbeur :** Le gerbeur est un indispensable du stockage en hauteur. Cet appareil, électrique ou manuel, vous permettra de déplacer des palettes. En quoi est-il différent du transpalette ? Le gerbeur vous permet une manutention verticale et cela, très facilement. Des fourches permettent de se placer sous la palette et un timon relié à un mât hydraulique qui permet la levée de charges lourdes presque sans effort.



*Figure 4: Le gerbeur*

- **La table élévatrice :** La table élévatrice, c'est la certitude d'un confort de travail optimal. Mobile, manuelle ou semi-électrique, elle est utilisée entre autre pour mettre les charges et colis à la hauteur des espaces de stockage afin que le manutentionnaire n'ait pas à faire d'effort intense. Elle peut également être utilisée comme table de travail d'appoint ou de conditionnement. Les tables élévatoires à simples ciseaux lèvent jusqu'à 800 mm comme les transpalettes haute levée mais contrairement à ces derniers, elles

possèdent un plateau afin d'accueillir des charges non palettisées. Les tables élévatrices à doubles ciseaux peuvent lever quant à elles jusqu'à 1500 mm.

Electrique et fixe, la table élévatrice supporte des charges lourdes qu'elle lève et descend sans que l'opérateur n'ait à faire d'effort. La mise à hauteur jusqu'à 1220 mm en simples ciseaux et 1780 mm en doubles ciseaux permet de travailler sur des pièces mécaniques lourdes en atelier ou en milieu industriel par exemple.



*Figure 5: La table élévatrice*

- **Le chariot de manutention :** Le chariot de manutention est le must-have d'un entrepôt. Chariot d'atelier, à plateau, ridelles ou multi-niveaux il existe LE chariot de manutention adapté à votre activité. Permettant le transport de charges jusque 1800kg sans entretien ou presque.



*Figure 6: Le chariot de manutention*

- **Le diable de manutention** : Le diable de manutention est un outil de manutention très démocratisé même hors des entrepôts. En aluminium ou en acier, pliable, à bavette rabattable ou porte bonbonne, il existe toute sorte de diables de manutention qui permettent de décharger des camions, déplacer des meubles encombrants sans les vider, transporter des fûts ou descendre les escaliers et bordures facilement grâce à leur 6 roues. Robustes, ils sont simples d'utilisation et économiques.



*Figure 7: Le diable de manutention*

- **La grue d'atelier** : La grue d'atelier est un indispensable pour les opérations de maintenance dans le domaine mécanique ou de la manutention. Les grues ou "chèvres d'atelier" ont plusieurs caractéristiques. Elles permettent de soulever des charges allant jusqu'à 2 tonnes grâce à un bras hydraulique. Elles peuvent être pliables ou fixes selon vos besoins en terme de place.



*Figure 8: La grue d'atelier*

- **Le cric de levage :** Le cric de levage est souvent oublié dans les listes de matériel de manutention. Souvent relayé au domaine automobile, il est pourtant utile et utilisé dans presque tous les domaines. Les crics hydrauliques permettent le levage de charges allant jusqu'à 10 tonnes d'une simple pression. De cette manière, vous pourrez lever simplement vos charges, machines et outils pour une vision optimale à 360°. Comment ça fonctionne ? Le cric est monté sur une patte pivotante, roulante ou fixe selon vos besoins, en acier plié et d'un manche hydraulique. Pour soulever votre machine, placez le cric juste dessous et abaissez simplement le manche.



*Figure 9: Le cric de levage*

- **Les bennes basculantes :** Quand on parle de levage, de manutention et d'atelier, il ne faut pas oublier le traitement des déchets. Une ou plusieurs bennes auto-basculantes sont indispensables dans un atelier pour répondre aux normes d'hygiène et de sécurité. Les bennes sont faites spécialement pour se fixer sur votre chariot élévateur. Elles vous permettront un traitement des déchets optimisé et facilité grâce à de nombreux modèles disponibles et un basculement automatique.



*Figure 10 : Une benne basculante*

- **Pont roulant :**

Le pont roulant est un appareil de levage de manutention permettant le déplacement de charges lourdes. Sa composition et son fonctionnement diffèrent d'autres accessoires de levage, tels que la grue, le portique ou le semi-portique. Le pont roulant nécessite une installation précise et se déplace au-dessus d'une zone de travail préalablement identifiée et limitée.

Cet appareil de levage est composé d'une structure horizontale en acier et de treuils ou de palans permettant de fixer des câbles ou une chaîne de levage. C'est grâce à un chemin de roulement que le pont roulant permet de déplacer les charges. Le pont roulant est piloté à distance par une télécommande radio ou via une cabine de conduite pour les modèles les plus imposants.

Installés dans des halls industriels ou dans des aires de stockage, les ponts roulants peuvent être prolongés à l'extérieur du bâtiment pour permettre un déplacement optimal des charges dans tout l'espace. Il peut alors desservir toute la surface d'un bâtiment. Les ponts roulants sont installés et fixés en hauteur à des poutres de roulement et circulent grâce à des rails. [3]



*Figure 11 : Pont roulant*

### **I.1.5 L'importance de la manutention**

La manutention permet de faciliter le déplacement de charges lourdes. En effet, il peut s'avérer difficile voire impossible de manipuler certains objets, équipements ou marchandises. Les équipements de manutention sont des outils pratiques, généralement simples à utiliser, qui vous permettent de déplacer des charges lourdes facilement. Ils permettent un gain de temps considérable et d'éviter les troubles musculo-squelettiques (TMS) de vos manutentionnaires, préparateurs de commandes ou ouvriers. Ce sont donc de véritables atouts pour les professionnels qui améliorent grandement la productivité. [4]

## **I.2 Les monte-charges**

### **I.2.1 Définition**

Le monte-charge ou élévateur de charges est un appareil de levage permettant le transfert vertical de marchandises d'un niveau à un autre. C'est la solution idéale de levage pour répondre aux problèmes de transport de tout type de charges avec changement de niveaux. [5]

Il est conçu pour faciliter le transport de marchandises, de matériaux ou d'équipements d'un étage à un autre de manière efficace et sécurisée. Les monte-charges peuvent varier en taille, en capacité de charge et en type de construction en fonction des besoins spécifiques de l'application.

Les monte-charges peuvent être installés dans divers environnements tels que les entrepôts, les usines, les hôpitaux, les centres commerciaux, les hôtels et d'autres structures où le déplacement vertical de marchandises est nécessaire. Ils peuvent être actionnés manuellement, électriquement ou hydrauliquement, et certains modèles plus avancés peuvent être automatisés et intégrés dans des systèmes de gestion logistique. L'utilisation de monte-charges contribue à optimiser les opérations de levage et de transport, améliorant ainsi l'efficacité et la productivité dans diverses applications industrielles et commerciales.

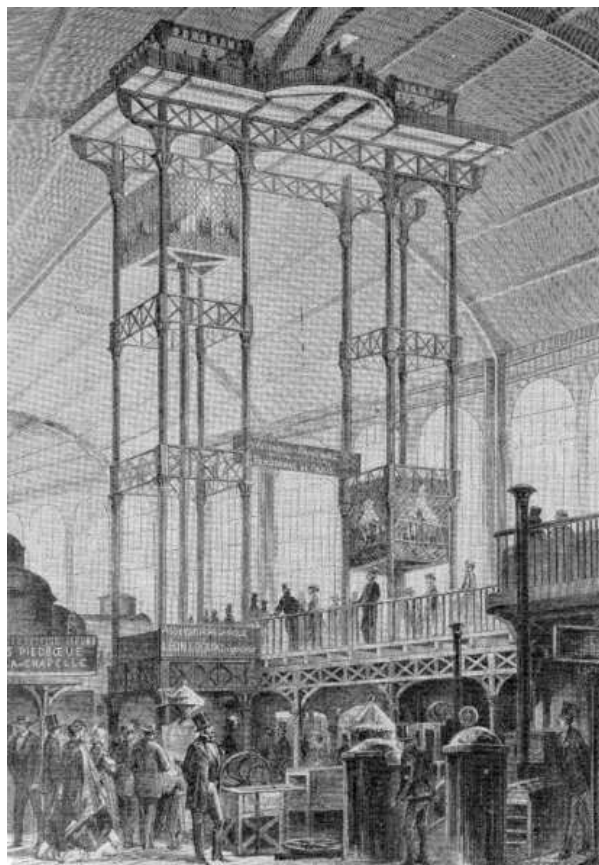
### **I.2.2 Historique et évolution**

L'histoire des monte-charges remonte à l'Antiquité, où les premiers systèmes rudimentaires utilisant des poulies et des cordes ont été mis en place pour lever des charges lourdes dans des bâtiments. Cependant, le développement plus significatif des monte-charges s'est produit au cours des siècles suivants.

Au Moyen Âge, les monte-charges étaient souvent utilisés dans les châteaux et les grandes demeures pour faciliter le déplacement de matériaux et de provisions. Ils étaient généralement actionnés manuellement, avec des systèmes de poulies et de contrepoids.

Pendant la Renaissance, des améliorations ont été apportées aux mécanismes de levage, et les monte-charges sont devenus plus sophistiqués. L'utilisation de contrepoids a été plus largement adoptée pour rendre le levage des charges plus efficace.

Au 17<sup>e</sup> et 18<sup>e</sup> siècle, avec la Révolution industrielle, les monte-charges ont commencé à être intégrés dans les entrepôts et les usines, facilitant le transport vertical des marchandises. Ces dispositifs étaient souvent actionnés par des systèmes de poulies et de treuils manuels.



*Figure 12 : Les premiers ascenseurs et monte-charges français présentés à l'exposition universelle de 1867*

Au 19<sup>e</sup> siècle, l'invention de la machine à vapeur a apporté des améliorations significatives à la puissance des monte-charges, rendant le levage plus rapide et plus efficace. Cependant, l'électrification a révolutionné l'industrie au tournant du 20<sup>e</sup> siècle.

L'introduction des monte-charges électriques industriels trouve ses racines au début du 20<sup>e</sup> siècle, une période marquée par les progrès fulgurants de la technologie électrique. Ce contexte a donné lieu à une transformation significative dans le domaine du levage des charges au sein des installations industrielles. Dans les premières décennies, notamment les années 1900, les moteurs électriques ont été incorporés aux monte-charges, inaugurant ainsi une ère d'automatisation progressive. Cette évolution a permis une plus grande efficacité dans le déplacement vertical des charges, représentant une avancée majeure pour l'industrie.

Les années 1930-1950 ont été témoins de la montée en popularité des monte-charges électriques industriels, tirant parti des améliorations continues dans le domaine de la technologie électrique. Les moteurs plus puissants ont été développés, et les systèmes de contrôle ont été perfectionnés pour répondre aux exigences croissantes des environnements industriels en pleine expansion. C'est au cours de cette période que les monte-charges électriques ont véritablement commencé à jouer un rôle essentiel dans les opérations logistiques des usines et entrepôts.

Les décennies suivantes, des années 1960-1980, ont marqué une nouvelle étape dans l'évolution des monte-charges électriques industriels. L'intégration de systèmes de contrôle électroniques a permis un fonctionnement plus précis et une gestion améliorée des charges. L'automatisation a pris de l'ampleur, et les monte-charges ont gagné en sophistication pour répondre aux besoins diversifiés des industries.

L'avènement de l'informatique dans les années 1990-2000 a introduit une dimension nouvelle dans le domaine des monte-charges électriques industriels. Les systèmes de contrôle informatisés ont ouvert la voie à une gestion encore plus avancée des charges, permettant la programmation de trajets spécifiques et une intégration plus étroite avec d'autres systèmes industriels. Cette ère a été caractérisée par une recherche accrue de l'efficacité opérationnelle et de la précision.

À l'aube du 21<sup>e</sup> siècle, les monte-charges électriques industriels ont atteint un niveau de sophistication impressionnant. S'appuyant sur des technologies de pointe, tels que des capteurs avancés, des systèmes de contrôle automatisés et des dispositifs de sécurité sophistiqués, ces équipements jouent un rôle crucial dans la logistique et la gestion des matériaux au sein des environnements industriels contemporains. Leur conception intègre des principes d'efficacité énergétique et de durabilité, soulignant ainsi leur importance continue dans le paysage industriel mondial. [6]

### I.2.3 Types de monte-charges

Il existe plusieurs types de monte-charges, chacun adapté à des besoins spécifiques.

#### I.2.3.1 Monte-charges à usage personnel

Les monte-charges à usage personnel sont conçus pour transporter des personnes et des charges légères, souvent jusqu'à quelques centaines de kilogrammes. Ils sont plus adaptés à un usage résidentiel, commercial ou institutionnel. Ces monte-charges sont généralement plus compacts, adaptés aux espaces plus restreints et aux exigences architecturales spécifiques.

Les monte-charges à usage personnel doivent respecter des normes de sécurité strictes pour assurer la protection des personnes. Ils sont équipés de dispositifs de sécurité tels que des portes sécurisées, des systèmes d'arrêt d'urgence et des mécanismes de sécurité pour éviter les accidents. Ils sont souvent utilisés dans des contextes tels que les maisons, les petits commerces, les immeubles résidentiels, les établissements médicaux ou les petits bureaux.

#### ➤ Types de monte-charges à usage personnel :

Voici quelques types de monte-charges à usage personnel couramment rencontrés :

- 1) **Monte-charge domestique** : Ces monte-charges sont spécifiquement conçus pour un usage résidentiel. Ils peuvent être installés dans des maisons pour faciliter le déplacement des personnes et des charges entre différents niveaux.
- 2) **Monte-charge pour personnes à mobilité réduite** : Certains monte-charges sont spécialement adaptés pour les personnes à mobilité réduite, offrant une solution pratique pour accéder aux différents étages d'un bâtiment.



*Figure 13 : Monte-charge pour personnes à mobilité réduite*

- 1) **Monte-charge commercial léger** : Destinés aux petits commerces ou aux petits bureaux, ces monte-charges sont conçus pour faciliter le transport de charges légères entre les niveaux.
- 2) **Monte-charge médical** : Utilisés dans les établissements médicaux, tels que les cliniques ou les cabinets médicaux, ces monte-charges sont adaptés au transport de petits équipements médicaux et aux personnes à mobilité réduite.



*Figure 14 : monte-charge médical*

- 3) **Monte-charge de type "dumbwaiter"** : Il s'agit d'un type spécifique de monte-charge conçu principalement pour le transport de petits objets, plats, ou repas entre les étages. Les dumbwaiters sont souvent utilisés dans les cuisines, les restaurants, ou les résidences.



*Figure 15 : monte-charge Dumbwaiter*

- 4) **Monte-charges résidentiel compact** : Ces monte-charges sont conçus pour les espaces restreints des maisons résidentielles, offrant une solution de transport vertical pour les personnes et les objets légers.
- 5) **Monte-charges de type élévateur** : Certains élévateurs peuvent également être considérés comme des monte-charges à usage personnel, surtout s'ils sont de petite taille et conçus pour un usage domestique ou commercial léger.

Il est important de noter que, quel que soit le type de monte-charge à usage personnel, ils doivent respecter les normes de sécurité locales et être installés conformément aux réglementations en vigueur pour garantir la sécurité des utilisateurs.

### **I.2.3.2 Monte-charges industriels**

Les monte-charges industriels sont conçus pour supporter des charges lourdes, généralement allant de plusieurs centaines à plusieurs milliers de kilogrammes. Ils sont adaptés pour le déplacement de matériaux et de marchandises dans des environnements industriels tels que les entrepôts, les usines et les installations de production.

Les monte-charges industriels peuvent être de grandes dimensions pour accommoder des charges importantes et pour s'adapter aux exigences spécifiques des installations industrielles.

Ces monte-charges sont généralement construits de manière robuste et résistante pour résister aux conditions d'utilisation intensives dans un environnement industriel. Certains monte-charges industriels peuvent être automatisés et intégrés à des systèmes de gestion logistique pour un transport efficace des marchandises.

#### **➤ Types de monte-charges industriels :**

Les monte-charges industriels sont spécialement conçus pour répondre aux exigences des environnements industriels, où le déplacement vertical de charges lourdes est fréquent. Voici quelques types de monte-charges industriels couramment utilisés :

##### **1) Monte-charge électrique industriel :**

Un monte-charge électrique industriel est un équipement de levage vertical alimenté par l'électricité, conçu spécifiquement pour répondre aux besoins de l'industrie. Il utilise un moteur électrique pour actionner un système mécanique qui soulève et abaisse la charge le long d'une

trajectoire verticale prédéfinie. Ces monte-charges sont caractérisés par leur robustesse, leur capacité de charge élevée et leur adaptation aux environnements industriels exigeants. Les monte-charges industriels utilisent généralement un système de traction électrique, tel qu'un câble, une chaîne ou une vis sans fin, pour déplacer la charge verticalement.

Les monte-charges électriques industriels contribuent à optimiser les opérations logistiques, à améliorer l'efficacité des flux de travail et à faciliter le déplacement de charges importantes dans des environnements de fabrication et de stockage industriels. Il est crucial de respecter les normes de sécurité et les réglementations locales lors de l'installation et de l'utilisation de ces équipements.

## **2) Monte-charge hydraulique industriel :**

Un monte-charge hydraulique industriel est un dispositif de levage vertical alimenté par un système hydraulique. Il comprend généralement un piston hydraulique, une plateforme de charge et un système de contrôle. Lorsque le système hydraulique est activé, le piston se déplace, soulevant ainsi la plateforme et la charge qui y est située. Les monte-charges hydrauliques utilisent un fluide hydraulique sous pression pour générer la force nécessaire pour soulever la charge. Conçus pour transporter des charges lourdes, ils ont généralement une capacité de charge élevée.

Les monte-charges hydrauliques peuvent être utilisés dans des secteurs industriels variés, tels que les entrepôts, les usines, les installations de fabrication, les centres logistiques, etc. Comme pour tout équipement de levage, il est essentiel de respecter les normes de sécurité et les réglementations locales lors de l'installation et de l'utilisation des monte-charges hydrauliques industriels.

## **3) Monte-charge à ciseaux :**

Un monte-charge à ciseaux est un dispositif de levage vertical constitué de deux ensembles de ciseaux métalliques articulés qui s'étendent et se rétractent pour soulever et abaisser une plateforme de charge. Ce mécanisme permet d'obtenir un déplacement vertical efficace tout en minimisant l'espace requis lorsque la plateforme est à sa position la plus basse. Selon leur utilisation, les monte-charges à ciseaux peuvent être électriques ou hydrauliques.

Les monte-charges à ciseaux sont particulièrement utiles lorsque l'espace vertical est limité, et ils offrent une alternative compacte aux monte-charges traditionnels. Ils peuvent être conçus

pour des applications spécifiques, telles que le transport de marchandises légères, le déplacement de palettes, ou même pour le transport de personnes dans certaines situations, comme les plates-formes élévatrices pour personnes à mobilité réduite. Comme pour tout équipement de levage, il est important de respecter les normes de sécurité et les réglementations locales lors de l'installation et de l'utilisation des monte-charges à ciseaux.



*Figure 16: monte-charge à ciseaux*

#### **4) Monte-charge à colonnes :**

Les monte-charges à colonnes, également appelés élévateurs à colonnes, sont des dispositifs de levage vertical utilisés pour déplacer des charges entre différents niveaux d'un bâtiment. Contrairement aux monte-charges traditionnels qui peuvent utiliser des câbles, des chaînes ou des mécanismes à ciseaux, les monte-charges à colonnes sont fixés à des colonnes verticales pour assurer le mouvement vertical de la charge. La plateforme de charge est généralement reliée à un mécanisme de levage qui peut être électrique, hydraulique ou mécanique, en fonction de la conception spécifique.

Ces monte-charges sont souvent conçus pour transporter des charges lourdes, en fonction de la capacité de la structure des colonnes. Ils sont adaptés à diverses applications, y compris dans des environnements industriels, des entrepôts, des usines, des centres logistiques et d'autres installations nécessitant un transport vertical efficace. En raison de leur conception robuste, les monte-charges à colonnes sont souvent fiables et nécessitent un entretien relativement simple.

Les monte-charges à colonnes peuvent être classés en fonction du nombre de colonnes utilisées dans leur conception. Voici quelques types de monte-charges à colonnes en fonction du nombre de colonnes :

- **Monte-charge à colonne simple** : Ce type de monte-charge utilise une seule colonne pour guider la plateforme de charge verticalement. Il est généralement adapté pour des charges légères à moyennes.
- **Monte-charge à double colonne** : Utilise deux colonnes pour soutenir et guider la plateforme de charge. Ce type offre souvent une capacité de charge plus importante que les monte-charges à colonne simple.
- **Monte-charge à triple colonne** : Construit avec trois colonnes pour offrir une stabilité accrue et une capacité de charge supérieure. Ces monte-charges peuvent être utilisés pour des charges plus lourdes dans des environnements industriels.
- **Monte-charge à quatre colonnes** : Utilise quatre colonnes pour offrir une stabilité maximale et une capacité de charge élevée. Ce type est souvent utilisé dans des applications industrielles nécessitant une grande capacité de levage.
- **Monte-charge à colonnes multiples** : Certains monte-charges peuvent utiliser plus de quatre colonnes en fonction des exigences spécifiques de la conception. Cela permet d'obtenir une capacité de charge encore plus importante.

Le nombre de colonnes utilisé détermine souvent la stabilité, la capacité de charge et la polyvalence du monte-charge. Les monte-charges à colonnes multiples sont souvent préférés dans des applications industrielles nécessitant une capacité de levage significative, tandis que les versions à colonne simple ou double peuvent être plus adaptées à des applications légères ou résidentielles. Le choix dépend des besoins spécifiques de l'application et des charges à transporter.

#### 5) Monte-charge avec pylône autoporteur :

Un monte-charge avec pylône autoporteur est un système de levage vertical qui utilise une structure autoportante (le pylône) pour supporter et guider la plateforme de charge. Contrairement à d'autres monte-charges qui peuvent nécessiter un support structurel du bâtiment, le pylône autoporteur est une colonne indépendante qui est fixée au sol et ne nécessite pas de support supplémentaire provenant des murs ou du plafond du bâtiment. La plateforme de charge est guidée le long du pylône par un système de levage qui peut être électrique, hydraulique, mécanique ou pneumatique en fonction de la conception spécifique.

La structure de support vertical (pylône) est autoportante, ce qui signifie qu'elle peut supporter la charge sans nécessiter de fixation supplémentaire au bâtiment. La structure autoportante offre une stabilité structurelle, ce qui peut être particulièrement utile dans des environnements où des charges lourdes doivent être déplacées de manière régulière. Il est également adapté à divers environnements, y compris les entrepôts, les usines, les centres logistiques, et d'autres installations où un transport vertical est nécessaire



*Figure 17: monte-charge autoporteur*

Comme pour tout équipement de levage, il est important de respecter les normes de sécurité et les réglementations locales lors de l'installation et de l'utilisation de monte-charges avec pylône autoporteur.

#### **I.2.4 Domaines d'utilisation des monte-charges**

L'utilisation des monte-charges est variée et concerne principalement les secteurs de la construction, de l'industrie et de la logistique. Ces équipements sont essentiels pour le déplacement vertical de charges dans des bâtiments, entre différents niveaux ou étages. Les monte-charges sont largement utilisés pour transporter des marchandises, des matériaux de construction, des équipements industriels, et d'autres charges lourdes ou volumineuses.

Les monte-charges sont particulièrement adaptés pour faciliter le transport vertical dans des environnements où les escaliers ou les ascenseurs traditionnels ne sont pas pratiques ou

suffisamment efficaces. Leur utilisation permet d'optimiser les flux de travail, d'améliorer la productivité et de réduire les risques liés à la manipulation manuelle de charges lourdes.

En résumé, les monte-charges trouvent leur utilisation dans divers domaines tels que la construction pour le transport de matériaux, l'industrie pour le déplacement d'équipements lourds, et la logistique pour la manutention efficace de marchandises entre différents niveaux d'un bâtiment.

### I.2.5 Le choix du monte-charge

Choisir le type de monte-charge approprié nécessite une analyse approfondie des besoins spécifiques de votre entreprise, de l'environnement dans lequel le monte-charge sera utilisé, ainsi que des caractéristiques et des exigences particulières. Voici une approche plus détaillée pour vous guider dans le processus de sélection :

- **Analyser les Charges et Capacités :** Commencez par évaluer avec précision la nature des charges que vous prévoyez transporter. Considérez le poids, la taille et la fréquence d'utilisation. Déterminez la capacité de charge maximale requise pour vos opérations.
- **Évaluer la Fréquence d'Utilisation :** Si le monte-charge est destiné à une utilisation fréquente, la durabilité et la fiabilité deviennent des critères essentiels. Les monte-charges électriques sont souvent privilégiés dans ces situations.
- **Examiner les Contraintes d'Espace :** Évaluez attentivement l'espace disponible pour l'installation du monte-charge. Certains types, tels que les monte-charges à ciseaux ou à colonnes, peuvent offrir une compacité accrue, ce qui les rend idéaux pour des espaces restreints.
- **Considérer la Configuration du Bâtiment :** La disposition des étages dans votre bâtiment influence le choix du monte-charge. Les modèles avec pylône autoporteur peuvent offrir une flexibilité supérieure pour s'adapter à différentes configurations.
- **Évaluer l'Environnement d'Utilisation :** Prenez en compte les conditions environnementales, y compris la température, l'humidité et la présence de substances potentiellement corrosives. Certains environnements peuvent nécessiter des caractéristiques spécifiques pour assurer la durabilité du monte-charge.
- **Déterminer le Type de Charge :** Identifiez le type de charge que le monte-charge transportera. Certains monte-charges sont conçus pour des charges spécifiques, comme

les monte-charges pour personnes à mobilité réduite, les monte-charges pour produits chimiques, etc.

- **Penser à l'Automatisation** : Si vous cherchez à automatiser davantage vos opérations, choisissez un monte-charge compatible avec des systèmes automatisés. Cela peut contribuer à une gestion plus efficace des flux de travail.
- **Prioriser la Sécurité** : La sécurité doit être une priorité. Sélectionnez un monte-charge équipé de dispositifs de sécurité robustes, tels que des systèmes d'arrêt d'urgence, des capteurs de sécurité et qui respecte toutes les normes de sécurité locales.
- **Évaluer les Coûts à Long Terme** : Considérez les coûts initiaux, mais également les coûts de maintenance à long terme. Comparez ces coûts avec les avantages opérationnels et la durée de vie prévue du monte-charge.
- **Consulter des Experts et Fournisseurs** : Si nécessaire, consultez des experts en monte-charges ou des fournisseurs spécialisés pour obtenir des conseils adaptés à votre situation. Ils peuvent vous guider sur les meilleures options en fonction de vos besoins spécifiques.

En prenant le temps d'analyser minutieusement ces aspects, vous serez en mesure de choisir le type de monte-charge qui répond le mieux à vos exigences opérationnelles, de sécurité et de coûts. Cette approche approfondie contribuera à maximiser les avantages de l'équipement tout en minimisant les inconvénients potentiels.

### I.3 Motorisation des monte-charges

La motorisation des monte-charges est une composante essentielle qui détermine leur performance, leur efficacité et leur sécurité. Lors de la conception d'un système de monte-charge, plusieurs facteurs doivent être pris en compte pour choisir la meilleure option de motorisation, tels que la capacité de charge, la hauteur de levage, la fréquence d'utilisation, l'espace disponible et les exigences de sécurité. Travailler avec un fournisseur expérimenté de systèmes de monte-charge peut vous aider à sélectionner la motorisation la plus adaptée à vos besoins spécifiques.

### I.3.1 Types de motorisations des monte-charges

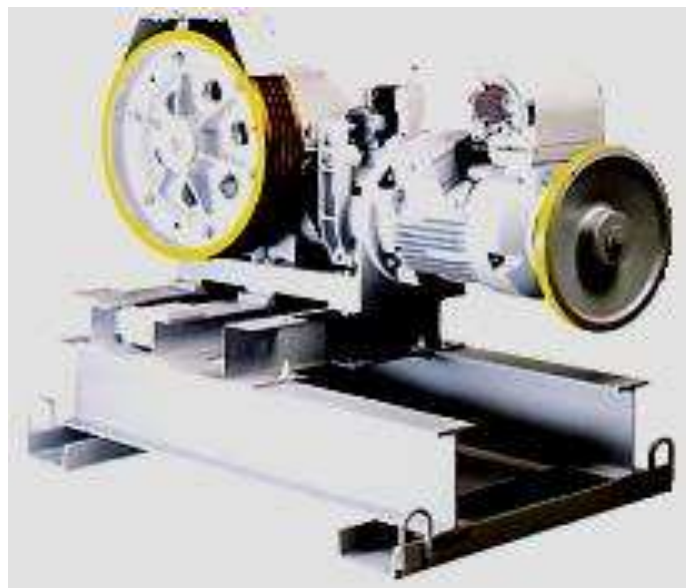
#### I.3.1.1 Les moteurs-treuil à vis sans fin à une ou deux vitesses

A l'heure actuelle, les moteurs-treuil avec vis sans fin sont abandonnés au profit des moteurs à attaque directe (sans réducteur ou gearless). Dans ce type de motorisation, la vis sans fin entraîne beaucoup de pertes mécaniques et, par conséquent, des consommations électriques plus importantes.

Au début de l'utilisation des vis sans fin, les rendements énergétiques de l'ensemble moteur-treuil étaient de l'ordre de 20 %. Avec le perfectionnement des outils, des lubrifiants, les rendements se sont nettement améliorés pour atteindre les 45 % et, même plus récemment, 60 à 65 %.

Les moteurs électriques couplés au treuil à vis sans fin étaient généralement des moteurs à courant continu à excitation indépendante ou shunt avec la faculté bien connue de pouvoir faire varier très facilement la vitesse de rotation.

Les moteurs électriques à courant alternatif utilisés avec ce type de réducteur sont en principe des moteurs à deux vitesses. A l'heure actuelle, on peut encore remarquer ce type de moteur-treuil lorsqu'on se trouve dans la cabine ; au démarrage, la vitesse est plus lente (petite vitesse), pour atteindre la vitesse de déplacement optimale, le moteur passe en seconde vitesse en provoquant un léger choc d'accélération (passage de petite en grande vitesse).[7]



*Figure 18: moteur treuil à vis sans fin*

Les moteurs-treuil à vis sans fin ont les principaux avantages et inconvénients suivants :

**a) Avantages :**

- Couple élevé.
- Grande plage de variation de vitesse.
- Précision dans les déplacements et sur la régulation de vitesse.

**b) Inconvénients :**

- Entretien important.
- Efficacité énergétique faible.
- Consommation électrique non négligeable.

### **I.3.1.2 Les moteurs-treuil planétaires**

Les appareils à treuil planétaire utilisent le système de réduction de vitesse par engrenages planétaires. Accouplés à un moteur électrique, ils permettent d'avoir un rapport de réduction appréciable pour obtenir une plage de vitesse compatible avec le confort et l'efficacité de déplacement souhaitée.

Sans rentrer dans les détails, le treuil planétaire est composé d'un assemblage mécanique complexe d'engrenages. Il est basé sur le principe de gravitation des planètes autour du soleil où :

- Le soleil est l'engrenage calé sur l'arbre de sortie du réducteur et couplé avec la roue à câble de l'ascenseur.
- Les trois engrenages planétaires tournent sur eux-mêmes et autour de l'engrenage soleil à la manière de notre système solaire.
- L'engrenage couronne est celui qui, relié au moteur d'entraînement, fournit le couple moteur.[7]

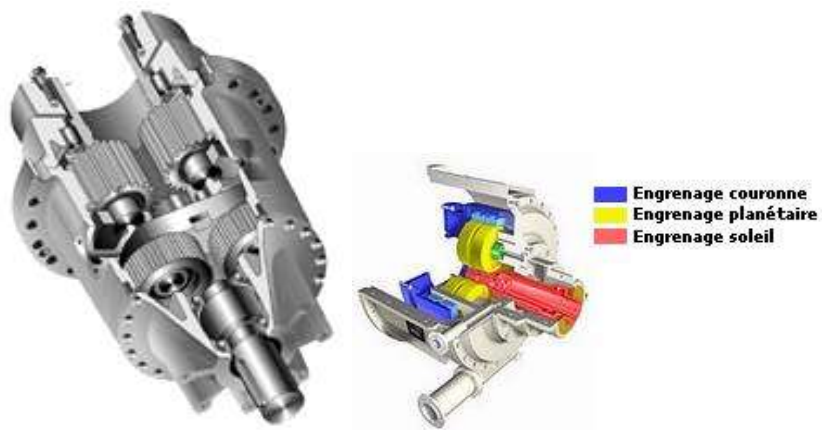


*Figure 19: moteur à treuil planétaire*

Ce système a un rendement mécanique de l'ordre de 97 à 98 % permettant, pour autant que les moteurs d'entraînement soient performants, d'obtenir des rendements énergétiques globaux intéressants au niveau du moteur-treuil (de l'ordre de 80 %).

Les réducteurs planétaires peuvent être accouplés à des moteurs électriques :

- A courant continu (grande plage de variation de vitesse),
- A courant alternatif asynchrone à deux vitesses,
- A courant alternatif asynchrone commandé par un variateur de fréquence.



*Figure 20: Composants du moteur à treuil planétaire*

Les moteurs-treuil planétaires ont les principaux avantages et inconvénients suivants :

**a) Avantages :**

- Couple important.
- En fonction du type de moteur accouplé :
  - Grande plage de variation de vitesse (courant continu ou alternatif à variation de fréquence).
  - Rendement énergétique important entraînant une diminution des coûts à la conception (puissance installée plus faible) et des consommations moindres à l'exploitation.
- Précision dans les déplacements et sur la régulation de vitesse.

**b) Inconvénients :**

- Entretien nécessitant une main d'œuvre qualifiée.

### **I.3.1.3 Les moteurs à attaque directe (“Gearless” ou sans treuil)**

Les moteurs à attaque directe sans réducteur ont fait leur apparition avec la venue des variateurs de fréquence. Les installations deviennent tellement compactes qu'il est possible à l'heure actuelle de se passer de local des machines sur le toit des immeubles. Ce système est énergétiquement performant principalement de par la présence d'un variateur de fréquence qui optimise la consommation énergétique; la réduction des pertes mécaniques vu l'absence de réducteur contribuant aussi à l'optimisation de l'efficacité énergétique. Certains constructeurs annoncent des rendements énergétiques de l'ordre de 80 %. [7]



*Figure 21: Moteur Gearless*

Les moteurs à attaque directe ont les principaux avantages et inconvénients suivants :

**a) Avantages :**

- Vitesse optimisée par le variateur de fréquence.
- Compacité du système.
- Pas de cabanon technique nécessaire pour les ascenseurs.
- Précision dans les déplacements et sur la régulation de vitesse.
- Pertes mécaniques réduites.
- Efficacité énergétique intéressante.
- Pas de lubrifiant.
- Faible niveau de bruit.
- Poids réduit.

**b) Inconvénients :**

- La compacité peut entraîner des difficultés de maintenance.
- Difficulté d'intervention dans la cage d'ascenseur.

### I.3.1.4 Les motopompes hydrauliques

Les groupes motopompes utilisés dans les ascenseurs hydrauliques sont composés essentiellement :

- D'une pompe hydraulique de mise en pression de l'huile dans le cylindre,
- D'un moteur électrique d'entraînement de la pompe,
- D'une vanne de réglage de débit pour la descente de l'ascenseur,
- D'un réservoir à huile,
- D'une régulation,

La consommation électrique du moteur d'entraînement est due en grande partie au fait que, dans le principe même d'un ascenseur hydraulique, il n'y a pas de contre-poids. De plus, dans une moindre mesure et pour une même charge, les consommations :

- Des motopompes centrifuges, par exemple, varient avec le cube de la vitesse,
- Des moteurs-treuil, par exemple, varient proportionnellement à la vitesse.[7]



*Figure 22: Motopompe hydraulique*

**a) Avantages :**

- Capacités à générer des niveaux de pression très élevés.
- Fiabilité et durabilité.
- Alimentation de plusieurs circuits en même temps.

**b) Inconvénients :**

- Cout élevé.
- Bruit très élevé et gênant.

### I.3.2 Critères de choix de la motorisation

On différencie les motorisations à traction en fonction des critères principaux suivants:

- Le rendement global
- La performance énergétique
- L'encombrement des équipements. Aussi, des critères secondaires et néanmoins importants considèrent le poids, la consommation d'huile, le niveau acoustique...[8]

#### I.3.2.1 Rendement global de la motorisation

Le rendement global de la motorisation influence le dimensionnement de l'installation et les consommations futures. En effet, à puissance mécanique égale (pour déplacer la charge), meilleur sera le rendement de la motorisation, moins :

- Le surdimensionnement du moteur et de l'installation électrique sera important.
- Les consommations énergétiques durant la vie de l'ascenseur seront grandes.
- Les chutes de tension en ligne perturberont le réseau électrique interne voire externe.

Le rendement global d'une motorisation correspond à :

$$\eta_{global} = \eta_{com} \times \eta_{mot} \times \eta_{red} \times \eta_{poulie}$$

$\eta_{global}$  : Rendement global.

$\eta_{com}$  : Rendement du système de commande.

$\eta_{mot}$ : Rendement du moteur électrique.

$\eta_{red}$  : Rendement du réducteur.

$\eta_{poulie}$  : Rendement de la poulie.

Le cas des moteurs à traction avec réducteur de vitesse, par rapport à la même motorisation sans réducteur, montre que les intermédiaires occasionnent des pertes et, par conséquent, réduisent la puissance mécanique disponible à la roue de traction pour une même puissance électrique absorbée.[9]

### **I.3.2.2 Performances énergétiques**

Indépendamment du rendement global de la motorisation, la performance énergétique est liée principalement à la gestion des démarrages et des arrêts par le variateur de vitesse.

En effet, le fonctionnement des ascenseurs est plus une succession de démarrages et d'arrêts, où le courant absorbé peut être très important, que de longues courses à courant nominal plus réduit. Ceci est d'autant plus vrai que le trafic est intense. Le variateur de vitesse est un gage de performance énergétique certain de par:

- Le confort renforcé des utilisateurs grâce au démarrage progressif et à la mise à niveau précise.
- Le contrôle permanent du couple et de la puissance en optimisant les courants de démarrage et les consommations.

### **I.3.2.3 Encombrement**

Une réduction des coûts d'investissement et un gain de place sont liés à la limitation de l'espace nécessaire à la machinerie.

### **I.3.2.4 Autres critères**

Les critères secondaires permettent d'affiner le choix de la motorisation:

- Le poids.
- La consommation d'huile.
- Le niveau sonore. [9]

## **I.4 Conclusion**

En conclusion, les monte-charges et les systèmes de manutention jouent un rôle essentiel dans l'optimisation des processus industriels. Alors que la manutention englobe l'ensemble des techniques et équipements permettant le déplacement de charges, les monte-charges se spécialisent dans le transport vertical de matériaux lourds et encombrants.

Comprendre les principes fondamentaux de la manutention et des monte-charges est essentiel pour concevoir des solutions adaptées aux besoins spécifiques des industries modernes.

**Chapitre 2 :**  
**Monte-charges électriques**  
**industriels**

## II. Monte-charges électriques industriels

### II.1 Définition

Un monte-charge électrique industriel est un dispositif utilisé dans les environnements industriels pour déplacer des charges lourdes ou volumineuses verticalement entre différents niveaux d'un bâtiment ou d'une installation. Contrairement aux ascenseurs qui sont conçus pour transporter des personnes, les monte-charges électriques industriels sont spécifiquement conçus pour le transport de marchandises, matériaux ou équipements [10].

Ces monte-charges sont généralement équipés d'un système électrique qui alimente un moteur permettant de soulever et de descendre la charge. Ils sont souvent utilisés dans les entrepôts, les usines, les hôtels, les grands magasins et d'autres installations où il est nécessaire de déplacer régulièrement des charges lourdes sur de grandes hauteurs.

Les monte-charges électriques industriels sont soumis à des normes de sécurité strictes pour garantir un fonctionnement sûr et fiable, et ils peuvent être équipés de dispositifs de sécurité tels que des portes de sécurité, des systèmes de verrouillage, des capteurs d'obstacles et des dispositifs d'arrêt d'urgence.



*Figure 23: Monte charges électrique industriel*

## II.2 Principe de fonctionnement

Le fonctionnement d'un monte-charge électrique industriel repose sur l'utilisation d'un moteur électrique pour soulever et abaisser une plateforme ou un panier transportant la charge. Voici les étapes typiques du fonctionnement d'un monte-charge électrique industriel :

- **Alimentation électrique** : Le monte-charge est connecté à une source d'alimentation électrique, généralement le réseau électrique de l'installation industrielle.
- **Commande utilisateur** : Un opérateur ou un système automatisé contrôle le mouvement du monte-charge à l'aide de boutons de commande, d'un panneau de contrôle ou d'un système de gestion plus complexe.
- **Activation du moteur** : Lorsque la commande de levage est donnée, le moteur électrique est activé. Le moteur peut être à courant continu ou à courant alternatif, en fonction de la conception spécifique du monte-charge.
- **Entraînement de la poulie ou du système de levage** : Le moteur électrique entraîne une poulie ou un système de levage qui est relié au mécanisme de levage principal, tel qu'un câble d'acier, une chaîne ou une vis sans fin.
- **Levage de la charge** : Le moteur électrique soulève la charge verticalement en tirant sur le système de levage. La vitesse de levage dépend des spécifications du moteur et de la charge à soulever.
- **Arrêt et maintien de la charge** : Une fois que la charge atteint le niveau désiré, le système de levage est arrêté et maintient la charge en position. Certains monte-charges sont équipés de dispositifs de verrouillage pour garantir que la charge reste sécurisée pendant le transport.
- **Abaissement de la charge** : Lorsque la commande de descente est donnée, le moteur électrique est activé dans le sens inverse pour abaisser la charge en toute sécurité.
- **Arrêt complet** : Une fois la charge déposée au niveau désiré, le moteur est arrêté complètement, et le monte-charge est prêt pour une nouvelle utilisation.

Il est important de noter que les monte-charges électriques industriels sont équipés de dispositifs de sécurité tels que des limites de surcharge, des capteurs d'obstacles et des dispositifs d'arrêt d'urgence pour assurer un fonctionnement sûr et fiable.

### II.3 Domaines d'utilisation des monte-charges électriques industriels

Les monte-charges électriques industriels sont utilisés dans une variété de domaines pour faciliter le déplacement vertical de charges lourdes ou volumineuses entre différents niveaux d'un bâtiment. Voici quelques-uns des domaines d'utilisation courants des monte-charges électriques industriels [11]:

- **Entrepôts et Centres de Distribution :** Les monte-charges sont largement utilisés dans les entrepôts et les centres de distribution pour le déplacement rapide et efficace de palettes, de marchandises et de produits entre les étages.
- **Usines et Installations de Fabrication :** Les environnements industriels, tels que les usines de fabrication, utilisent des monte-charges pour transporter des matières premières, des composants et des produits finis entre les différentes zones de production.
- **Industrie Logistique :** Dans le secteur logistique, les monte-charges électriques sont essentiels pour optimiser les flux de marchandises dans les centres logistiques, les plateformes de tri, et les entrepôts automatisés.
- **Bâtiments Commerciaux :** Certains bâtiments commerciaux, tels que les grands magasins, les grands magasins, les hôtels et les centres commerciaux, utilisent des monte-charges pour le transport de marchandises et de fournitures entre les étages.
- **Industrie Alimentaire :** Les installations de transformation alimentaire peuvent utiliser des monte-charges pour déplacer des produits alimentaires en vrac ou des ingrédients entre les zones de production.
- **Hôpitaux et Établissements de Soins de Santé :** Dans les hôpitaux et les établissements de soins de santé, les monte-charges électriques sont utilisés pour transporter des équipements médicaux, des fournitures et d'autres charges entre les différents niveaux.
- **Bâtiments Résidentiels :** Certains bâtiments résidentiels de grande hauteur peuvent être équipés de monte-charges électriques pour faciliter le transport de meubles, d'électroménagers et d'autres objets lourds entre les étages.
- **Industrie Automobile :** Les usines automobiles utilisent des monte-charges pour le déplacement de composants automobiles, d'équipements lourds et d'outils entre les différents niveaux de production.
- **Industrie Aérospatiale :** Dans les installations de fabrication et d'assemblage aérospatial, les monte-charges sont utilisés pour transporter des composants d'aéronefs, des outils et des équipements spécialisés.

- **Bâtiments Industriels Polyvalents** : Les bâtiments industriels polyvalents, tels que les entrepôts multi-locataires, peuvent utiliser des monte-charges pour répondre aux besoins spécifiques de chaque locataire.

Il est important de noter que les monte-charges électriques industriels sont conçus pour une variété d'applications et peuvent être adaptés aux besoins spécifiques de divers secteurs. Leur utilisation contribue à améliorer l'efficacité opérationnelle, à réduire les risques de blessures liées à la manutention manuelle, et à optimiser les flux logistiques dans une large gamme d'environnements industriels.

#### II.4 Types de monte-charges électriques industriels

Les différents types de monte-charges électriques industriels sont les suivants [11]:

- Monte-charge à ciseaux** : Ce type de monte-charge électrique est conçu pour transporter des charges lourdes et volumineuses. Il fonctionne grâce à un système de ciseaux qui permet de soulever les charges sans la nécessiter de glisser sur des rails.
- Monte-charge à colonnes** : Ce type de monte-charge électrique est utilisé pour transporter des charges lourdes et encombrantes entre étages. Il fonctionne grâce à un système de colonnes qui permet de soulever les charges en utilisant un treuil et un système de câbles.
- Monte-charge avec pylône autoporteur** : Ce type de monte-charge électrique est utilisé pour transporter des charges lourdes et volumineuses entre étages. Il fonctionne grâce à un système de pylône autoporteur qui permet de soulever les charges en utilisant un treuil et un système de câbles.
- Monte-charge à trappe** : Ce type de monte-charge électrique est utilisé pour transporter des charges lourdes et volumineuses entre étages, notamment dans des restaurants et des cafés. Il permet de libérer totalement la surface de l'étage supérieur lorsque l'appareil n'est pas en usage en installant une trappe au ras du sol du niveau supérieur.
- Table élévatrice à ciseaux** : Ce type de monte-charge électrique est utilisé pour transporter des charges lourdes et volumineuses entre étages. Il permet de se passer de gaine maçonnée et d'avoir un plateau plus grand qu'un monte-charge traditionnel.

## II.5 Critères de choix

Pour choisir un monte-charge électrique industriel, plusieurs critères doivent être pris en compte. Tout d'abord, il est essentiel de considérer la capacité de levage nécessaire en fonction du poids des charges à transporter et de la hauteur à laquelle elles seront utilisées. De plus, il est crucial de déterminer l'environnement dans lequel le monte-charge sera utilisé, car les exigences diffèrent selon qu'il s'agisse d'un usage industriel, d'entrepôt ou de chantier.

Un autre aspect important est le type de monte-charge électrique à choisir, en tenant compte des différences entre les monte-charges électriques et hydrauliques, qui varient en coût, en consommation d'énergie et en capacité de charge. En outre, il est essentiel de considérer les caractéristiques spécifiques du monte-charge, telles que la structure renforcée de la cabine, les seuils renforcés, le design résistant aux chocs, et les dimensions adaptées à la charge à transporter.

Enfin, le système de levage du monte-charge est un critère déterminant, avec des options telles que le système à ciseaux, à colonnes, avec pylône autoporteur, ou de chantier, chacun adapté à des besoins spécifiques en termes de charge et d'utilisation.[11]

## II.6 Les composants d'un monte-charge électrique industriel

### a) Moteur électrique

Le moteur électrique utilisé pour un monte-charge électrique industriel peut varier en fonction du modèle et des spécifications de l'application. Cependant, en général, les moteurs électriques utilisés pour les monte-charges électriques sont des moteurs triphasés, qui fournissent une puissance suffisante pour le levage des charges lourdes de manière efficace. Les moteurs électriques peuvent avoir une puissance allant de 1 CV à 5 CV, en fonction de la capacité de charge et de la hauteur de levage du monte-charge. Les moteurs électriques sont souvent équipés d'un système de réducteur de vitesse pour fournir un couple élevé et une vitesse de levage optimale. Les moteurs électriques peuvent être alimentés par une tension de 380 V triphasé ou 220 V monophasé, selon les besoins spécifiques de l'application.



*Figure 24: Moteur électrique*

Voici quelques types de moteurs électriques utilisés pour les monte-charges industriels :

- **Moteur asynchrone** : Ce type de moteur est largement utilisé pour sa simplicité, sa fiabilité et son coût abordable. Il est adapté pour les applications de monte-charges nécessitant un démarrage direct sur le réseau et une maintenance aisée.
- **Moteur synchrone** : Les moteurs synchrones offrent une vitesse constante et une excellente régularité de rotation, mais nécessitent un excitateur pour fonctionner correctement. Ils sont souvent choisis pour des applications nécessitant une précision de vitesse élevée.
- **Moteur à courant continu** : Ces moteurs offrent un contrôle précis de la vitesse et du couple, ce qui les rend adaptés aux applications nécessitant une régulation fine.
- **Moteur brushless** : Connu pour son efficacité énergétique et sa durabilité, ce type de moteur est souvent utilisé dans les monte-charges industriels modernes pour réduire la consommation d'énergie et améliorer les performances.

#### **b) Système de traction :**

Le système de traction d'un monte-charge industriel peut varier en fonction des exigences spécifiques de l'application. Les types courants de systèmes de traction incluent la traction par chaîne, l'utilisation d'un tambour avec enroulement de câble, les systèmes hydrauliques et l'utilisation de poulies avec des câbles d'acier. Chacun de ces systèmes offre des avantages spécifiques en termes de capacité de charge, hauteur de levage, efficacité énergétique et contraintes d'espace. Le choix du système de traction dépendra des besoins particuliers du

monte-charge industriel pour assurer un fonctionnement fiable, sûr et efficace lors du levage et du déplacement des charges.



*Figure 25: Système de traction*

**c) Contrepoids :**

Les monte-charges industriels peuvent être équipés de contrepoids pour équilibrer le poids de la cabine et des charges transportées, réduisant ainsi la charge sur le moteur et les composants du système de traction. Les contrepoids sont généralement composés de gueuses empilables ou d'un cadre métallique contenant des masses ajustables. Ces contrepoids latéraux contribuent à assurer un fonctionnement stable et sécurisé du monte-charge industriel en compensant le poids des charges lors du déplacement vertical. En outre, les contrepoids peuvent être essentiels pour garantir un fonctionnement efficace et fiable du système de levage dans les monte-charges industriels, en minimisant les contraintes sur les composants mécaniques et en assurant une distribution équilibrée des charges pendant les opérations de levage.



*Figure 26: Les contrepoids*

**d) Système de contrôle électrique :**

Le système de contrôle électrique pour un monte-charge industriel est responsable de la gestion et de la coordination des fonctions vitales de l'appareil, notamment la commande du moteur électrique, la surveillance des limites de charge et de vitesse, et la mise en place des protections de sécurité. Voici quelques aspects clefs concernant le système de contrôle électrique des monte-charges industriels [11]:

- **Commande du moteur électrique :** Le système de contrôle électrique est responsable de la commande du moteur électrique, qui fournit l'énergie nécessaire pour le levage des charges.
- **Limites de charge et de vitesse :** Le système de contrôle électrique surveille et applique les limites de charge et de vitesse imposées par les normes de sécurité.
- **Protections de sécurité :** Le système de contrôle électrique met en place des protections de sécurité, telles que les freins d'urgence, les capteurs de position et les capteurs de charge, afin de garantir la sécurité des opérateurs et des charges.
- **Communication avec les appareils externes :** Le système de contrôle électrique peut communiquer avec d'autres appareils externes, tels que des ordinateurs, des terminaux de commande ou des systèmes de supervision centralisés, pour collecter des informations et envoyer des signaux de commande.

- **Affichage et interface utilisateur** : Le système de contrôle électrique dispose d'afficheurs et d'interfaces utilisateur pour visualiser l'état actuel du monte-charge et pour configurer les paramètres de fonctionnement.

e) **Rails de guidage** :

Les rails de guidage sont des éléments essentiels des monte-charges industriels, fabriqués en acier inoxydable ou en aluminium pour assurer résistance à la corrosion et durabilité. Souvent utilisés en double rail pour renforcer la rigidité du système, ces rails sont conçus avec des profils optimisés pour maximiser la surface de contact avec les poulies et réduire le frottement. Leur installation précise selon les recommandations du fabricant est cruciale pour assurer un alignement correct et une performance optimale du système de guidage, garantissant ainsi la sécurité et la fiabilité des opérations de levage dans les monte-charges industriels.[11]



*Figure 27: Rails de guidage*

**f) Plateforme de chargement :**

La plateforme de chargement est un composant crucial des monte-charges industriels, assurant le chargement et le déchargement sécurisés des charges. Dotée de dimensions adaptées aux besoins spécifiques de l'application, elle peut être équipée de garde-corps pour garantir la sécurité des opérateurs et des charges pendant les opérations de levage. Les plateformes de chargement peuvent également bénéficier de systèmes de verrouillage pour assurer un positionnement précis et sécurisé, ainsi que d'une compatibilité avec les autres éléments du monte-charge tels que les rails de guidage et les systèmes de levage. Certifiées selon les normes en vigueur, les plateformes de chargement contribuent à garantir une performance optimale et une sécurité maximale lors des opérations de levage dans les monte-charges industriels.

**g) Système de freinage :**

Le système de freinage d'un monte-charge électrique industriel est un ensemble de composants qui contribuent à la sécurité et à la fiabilité des opérations de levage. Les composants clés de ce système incluent des relais à contacts guidés pour assurer la fiabilité et la polyvalence des appareils électriques, des freins électromagnétiques qui sont activés en cas d'arrêt d'urgence ou de coupure de courant pour maintenir la cabine en position et éviter toute chute accidentelle, un limiteur de vitesse pour contrôler la vitesse en montée et en descente de la cabine d'ascenseur, des composants électriques tels que les câbles, interrupteurs, boîtiers de commande, armoires de commande et armoires de manœuvre, ainsi que des accessoires tels que les opérateurs de porte et les systèmes de verrouillage automatique. La maintenance régulière et l'inspection des freins sont essentielles pour garantir leur bon fonctionnement et assurer la sécurité des opérations de levage dans les monte-charges industriels.

**h) Système de protection contre les surcharges :**

Le système de protection contre les surcharges est un élément crucial pour la sécurité des opérations de levage dans les monte-charges électriques industriels. Les surcharges électriques peuvent endommager les composants du système de levage et causer des accidents. Les dispositifs de protection contre les surcharges peuvent prendre de nombreuses formes, allant des relais à contacts guidés aux composants électroniques tels que les tubes de décharge de gaz et les supresseurs de surtension. Les disjoncteurs sont également utilisés pour protéger les circuits électriques contre les surcharges et les court-circuit. Il est important de choisir les dispositifs de protection appropriés pour garantir la sécurité et la fiabilité des opérations de levage dans les monte-charges électriques industriels.

**i) Système de contrôle à distance :**

Les monte-charges électriques industriels peuvent être équipés d'un système de contrôle à distance pour faciliter leur utilisation. Les dispositifs de contrôle à distance peuvent prendre différentes formes, allant des systèmes d'impulsion hydraulique aux systèmes de télésurveillance avec contrôle à distance. Les opérateurs de monte-charge sont formés pour manipuler ces machines en toute sécurité, garantissant ainsi un flux de travail fluide et sécurisé. Les composants clés du système de levage comprennent le moteur électrique, les poulies et les câbles d'acier, la plateforme ou la cage, le système de contrôle et les accessoires tels que les opérateurs de porte et les systèmes de verrouillage automatique. Les monte-charges électriques industriels peuvent également être équipés de dispositifs de protection contre les surcharges pour protéger les composants du système de levage contre les dommages électriques.

**j) La gaine :**

Les monte-charges industrielles sont souvent construites avec une gaine pour protéger leurs composants internes et améliorer leur esthétique. Selon les sources disponibles, les monte-charges équipées d'une gaine sont constituées d'une cabine en acier électro zingué intégrée à une gaine avec pylône galvanisé. Les monte-charges équipées d'une gaine présentent plusieurs avantages, tels qu'une meilleure protection contre les intempéries et la poussière, une meilleure sécurité pour les opérateurs et une meilleure esthétique. Les monte-charges équipées d'une gaine peuvent accepter des charges variant de 300 à 1 000 kg sur une course maximale de 12 mètres. Les options disponibles pour les monte-charges équipées d'une gaine incluent des portes pare-flammes, des contacts de surcharge, des interphones et des protections contre la poussière et à l'eau.

**II.7 Installation et montage d'un monte-charge électrique industriel**

L'installation et le montage d'un monte-charge industriel sont des opérations complexes qui doivent être effectuées par des professionnels qualifiés. Voici une procédure générale qui pourrait être suivie :

- **Analyse des besoins et planification :** Avant de commencer l'installation, il est essentiel de procéder à une analyse détaillée des besoins spécifiques de l'entreprise. Cela inclut la capacité de charge requise, la hauteur de levage, la fréquence d'utilisation, les dimensions de la cage, etc. Ensuite, un plan d'installation détaillé doit être élaboré.
- **Choix du monte-charge :** En fonction des exigences identifiées, choisissez le type de monte-charge industriel adapté. Il existe différents types de monte-charges, notamment

les monte-charges à traction, hydrauliques, ou à vis sans fin. Assurez-vous de sélectionner celui qui convient le mieux à vos besoins.

- **Conformité réglementaire** : Assurez-vous que l'installation est conforme aux réglementations locales, nationales et internationales en matière de sécurité des équipements de levage.
- **Préparation du site** : Préparez l'emplacement où le monte-charge sera installé. Cela peut impliquer le renforcement du sol, la création d'une fosse pour le montage hydraulique, l'installation de poutres de support, etc.
- **Montage de la structure** : Assemblez les composants structurels du monte-charge, y compris les poutres, les rails de guidage, les supports de câbles, etc. Assurez-vous que tout est solidement fixé et conforme aux spécifications du fabricant.
- **Installation des composants électriques et mécaniques** : Installez les moteurs, les systèmes de freinage, les câbles, les capteurs de sécurité, les dispositifs de contrôle, etc. Veillez à ce que toutes les connexions électriques soient correctement effectuées et que tous les composants mécaniques fonctionnent correctement.
- **Assemblage de la cage** : Assemblez la cage du monte-charge en suivant les instructions du fabricant. Assurez-vous qu'elle est sécurisée et stable.
- **Tests et inspections** : Une fois l'installation terminée, effectuez des tests approfondis pour vous assurer que le monte-charge fonctionne correctement et en toute sécurité. Cela peut inclure des tests de charge, des tests de fonctionnement, des tests de sécurité, etc. Effectuez également toutes les inspections nécessaires pour vous assurer que l'installation est conforme aux normes.
- **Formation du personnel** : Fournissez une formation adéquate au personnel qui utilisera le monte-charge. Assurez-vous qu'ils comprennent comment l'utiliser en toute sécurité et comment effectuer les vérifications de routine.
- **Maintenance continue** : Mettez en place un programme de maintenance régulier pour garantir que le monte-charge fonctionne de manière optimale et en toute sécurité tout au long de sa durée de vie.

## II.8 Avantages des monte-charges électriques industriels

Les monte-charges électriques industriels offrent plusieurs avantages significatifs dans les environnements industriels. Voici quelques-uns des avantages clés [11]:

- **Efficacité Opérationnelle** : Les monte-charges électriques contribuent à accélérer les opérations en automatisant le transport vertical de marchandises, de matières premières, d'équipements et d'autres charges. Cela permet un flux de travail plus rapide et plus fluide.
- **Capacité de Levage Élevée** : Les monte-charges électriques sont conçus pour supporter des charges importantes, ce qui les rend adaptés au déplacement de matériaux lourds ou volumineux. Leur capacité de levage élevée améliore l'efficacité de la manutention de charges importantes dans les environnements industriels.
- **Réduction des Risques de Blessures** : En éliminant ou en réduisant la nécessité pour les travailleurs de transporter manuellement des charges lourdes entre les étages, les monte-charges électriques contribuent à réduire les risques de blessures liées à la manutention manuelle.
- **Polyvalence d'Utilisation** : Les monte-charges électriques sont adaptés à une variété d'applications industrielles, que ce soit pour le transport de palettes, de conteneurs, d'équipements, de produits finis, ou d'autres types de charges. Leur polyvalence en fait des outils utiles dans différents secteurs industriels.
- **Gain d'Espace** : Certains monte-charges électriques sont conçus pour occuper moins d'espace, ce qui est particulièrement avantageux dans des environnements où l'espace est limité. Ils peuvent être intégrés de manière plus compacte dans la structure du bâtiment.
- **Automatisation Intégrée** : Certains modèles de monte-charges électriques peuvent être intégrés à des systèmes automatisés de gestion logistique, ce qui permet un fonctionnement synchronisé avec d'autres équipements automatisés. Cela contribue à une automatisation plus large des processus.
- **Réduction des Coûts de Main d'Œuvre** : L'automatisation du déplacement vertical des charges par les monte-charges électriques peut contribuer à réduire les coûts de main-d'œuvre associés à la manutention manuelle. Cela permet aux travailleurs de se concentrer sur des tâches plus spécialisées.

- **Sécurité des Charges** : Les monte-charges électriques sont souvent équipés de dispositifs de sécurité tels que des systèmes d'arrêt d'urgence, des capteurs de charge, et des dispositifs de sécurité pour assurer la sécurité du transport des charges.
- **Adaptabilité aux Besoins Spécifiques** : Les monte-charges électriques peuvent être adaptés aux besoins spécifiques de l'industrie et de l'application, offrant une flexibilité dans la conception pour répondre aux exigences particulières.

En résumé, les monte-charges électriques industriels améliorent l'efficacité opérationnelle, réduisent les risques de blessures, offrent une capacité de levage élevée, et contribuent à une gestion plus efficace des opérations logistiques dans divers environnements industriels.

## II.9 Inconvénients des montes charges électriques industriels

Bien que les monte-charges électriques industriels offrent de nombreux avantages, ils peuvent également présenter certains inconvénients. Voici quelques-uns des principaux inconvénients associés à l'utilisation de monte-charges électriques industriels :

- **Coûts Initiaux Élevés** : L'installation d'un monte-charge électrique industriel, y compris les coûts d'achat, d'installation et de mise en conformité avec les normes de sécurité, peut représenter un investissement financier substantiel.
- **Coûts d'Entretien** : Les monte-charges électriques nécessitent un entretien régulier pour assurer un fonctionnement sûr et fiable. Les coûts d'entretien, y compris les inspections, les réparations et les mises à niveau, peuvent également être significatifs.
- **Consommation Énergétique** : Certains monte-charges électriques peuvent avoir une consommation d'énergie relativement élevée, en particulier lorsqu'ils sont utilisés fréquemment. Cela peut entraîner des coûts énergétiques plus importants pour l'exploitant.
- **Espace Requis** : Certains modèles de monte-charges électriques peuvent nécessiter un espace dédié dans le bâtiment pour être installés. Cela peut limiter la flexibilité de l'aménagement de l'espace.
- **Dépendance à l'Électricité** : Les monte-charges électriques dépendent de l'alimentation électrique. En cas de panne électrique, le monte-charge peut être hors service, ce qui peut entraîner des retards opérationnels.

- **Possibles Problèmes Techniques** : Comme tout équipement mécanique, les monte-charges électriques peuvent être sujets à des pannes techniques, ce qui peut nécessiter des réparations et entraîner des temps d'arrêt.
- **Limitations de Capacité de Charge** : Bien que les monte-charges électriques soient capables de supporter des charges importantes, il existe des limites à leur capacité de levage. Des charges extrêmement lourdes peuvent nécessiter des solutions de levage plus spécialisées.
- **Adaptation à l'Évolution des Besoins** : Les changements dans les besoins opérationnels peuvent nécessiter des modifications ou des mises à niveau du système de monte-charge électrique, ce qui peut entraîner des coûts supplémentaires.
- **Contraintes Réglementaires** : La conformité aux normes de sécurité et aux réglementations locales peut être complexe, et les modifications apportées aux monte-charges électriques peuvent nécessiter des mises à jour pour rester en conformité.

Il est important pour les entreprises d'évaluer attentivement les avantages et les inconvénients avant de décider d'installer un monte-charge électrique industriel. La planification minutieuse, l'entretien régulier et la conformité aux normes de sécurité sont essentiels pour maximiser les avantages et minimiser les inconvénients associés à l'utilisation de ces équipements.

## II.10 Conclusion

Ce chapitre a permis de mettre en lumière le principe de fonctionnement des monte-charges électriques industriels, leur diversité, ainsi que les critères essentiels pour leur choix. Ces monte-charges sont devenus des équipements indispensables pour de nombreux secteurs industriels.

L'étude des différents types de monte-charges électriques a démontré leur capacité à s'adapter à divers environnements et besoins spécifiques. Qu'il s'agisse de déplacer des charges lourdes, volumineuses ou de répondre à des exigences particulières en matière de vitesse et de précision, chaque type offre des avantages spécifiques, mais également des contraintes à prendre en compte lors de la conception et de l'installation.

# **Chapitre 3 : Etude, dimensionnement et calculs**

### III. Etude, dimensionnement et calculs

#### III.1 Cahier des charges

L'entreprise MENDJEL MANUTENTION a pour mission de concevoir, de fabriquer et d'installer un monte-charge électrique industriel dans les locaux d'une entreprise en industrie automobile.

- **Objectif du projet :**

Transporter de la marchandise et des matériaux avec un poids conséquent entre les 3 niveaux du local.

- **Constituants de l'offre :**

- Fabrication et installation du monte-charge.
- Fourniture et installation des composants du monte-charge (moteur, boulons....etc.)
- Maintenance préventive tous les 3 mois pendant les 2 premières années.
- Maintenance curative en cas de panne.

- **Conditions :**

- Surface de pose stable.
- Surface conforme aux dimensionnements du monte-charge.
- Espace protégé des intempéries (vent, pluies) et des fortes chaleurs.

- **Dimensions du monte-charge :**

- Hauteur : 17,800 m
- Course : 12m (3 étages).
- Largeur : 5,343 m / Profondeur : 3,481 m / Surface : 18,60 m<sup>2</sup>
- Dimensions de la cabine :  
Hauteur : 2,525 m / Largeur : 4,048 m / Profondeur : 4,048 m
- Poids max. supporté : 2000 Kg

- **Délai d'exécution :**

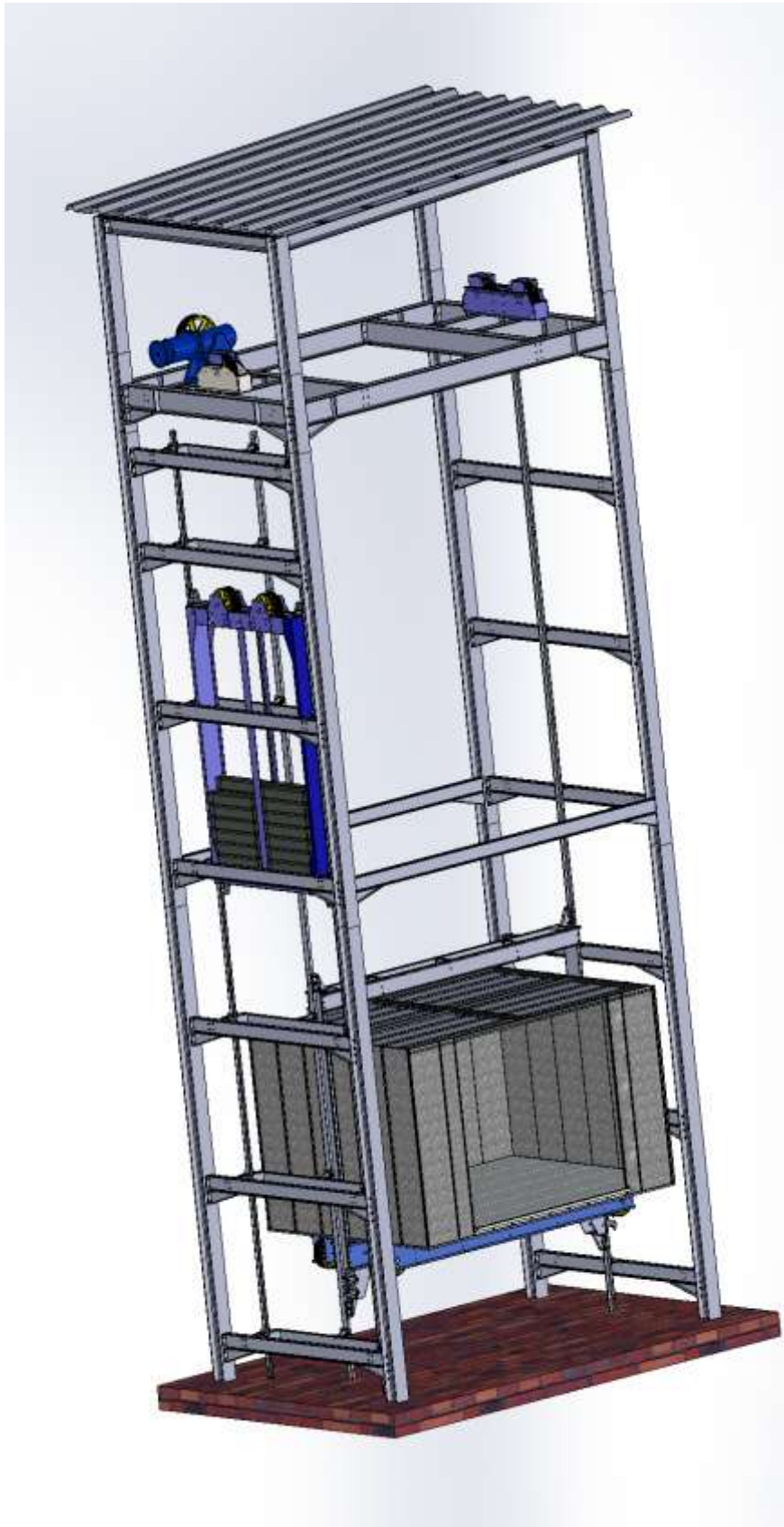
50 jours de fabrication et 45 jours de montage. 95 jours au total.

- **Main d'œuvre :**

15 employés lors de la fabrication et 3 employés pour l'installation.

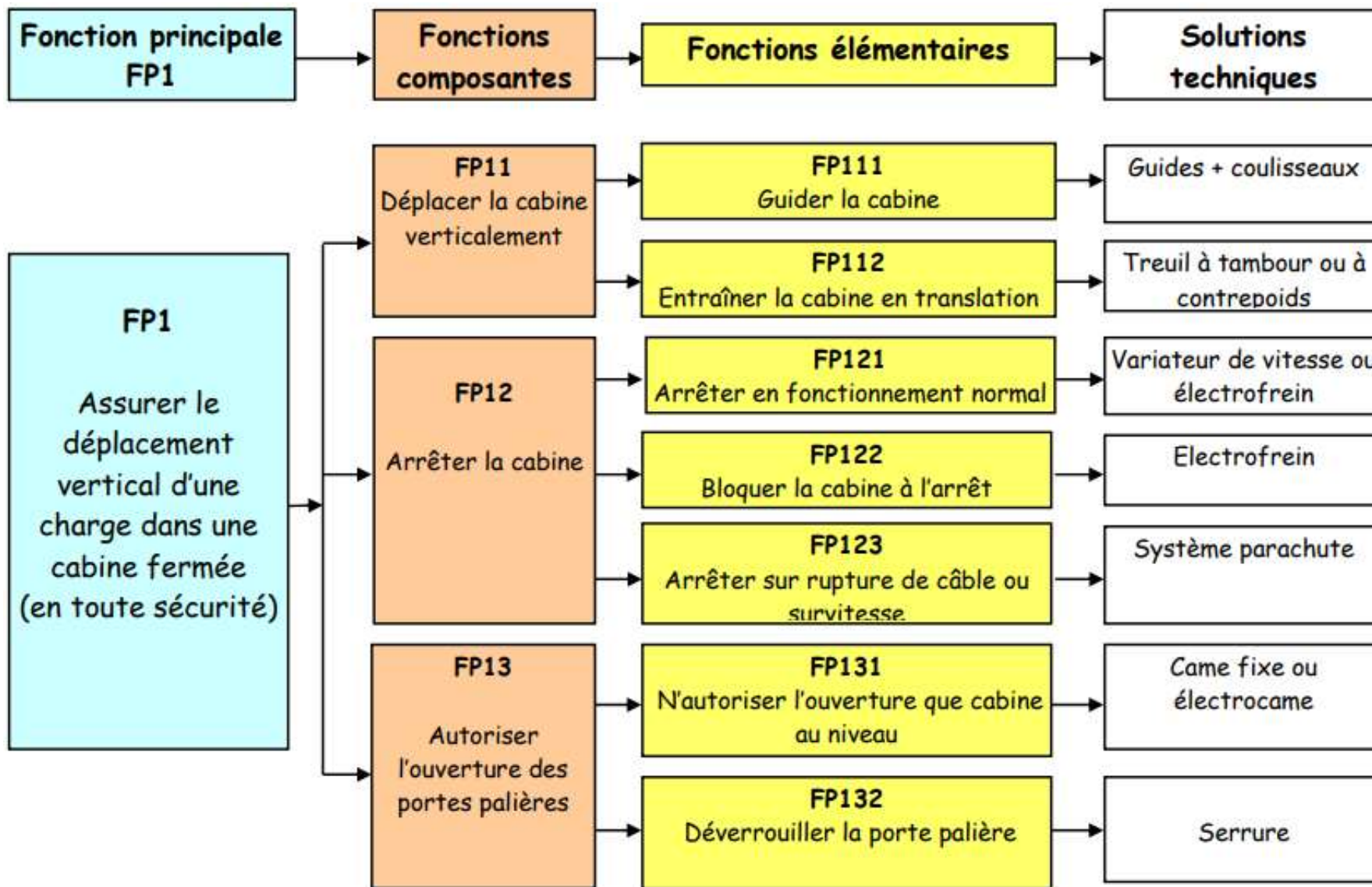
- **Budget de l'opération :**

Le cout du projet : 3.500.000 DA



*Figure 28 : Conception du monte-charge*

Diagramme FAST d'un monte-charge :



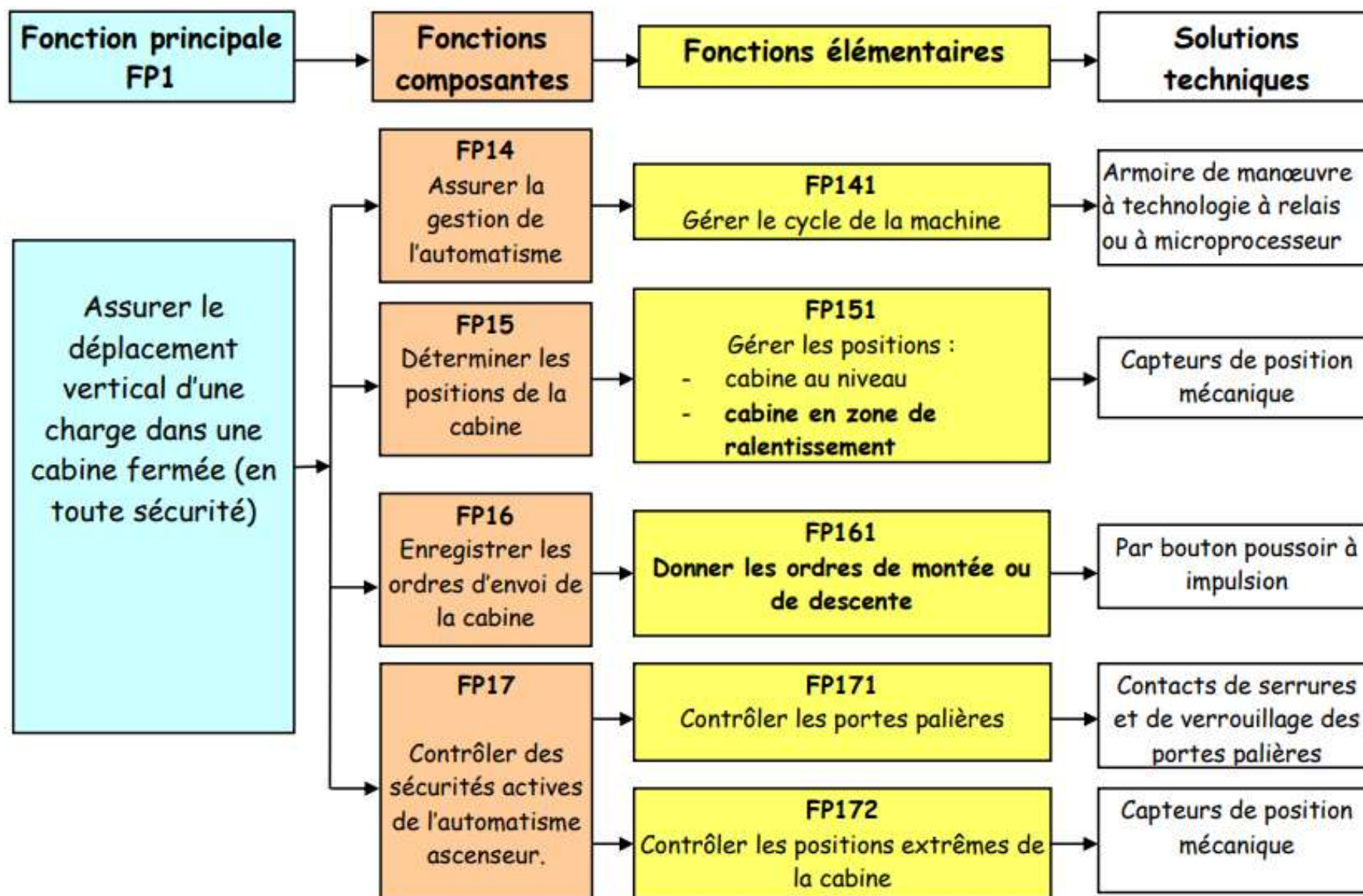
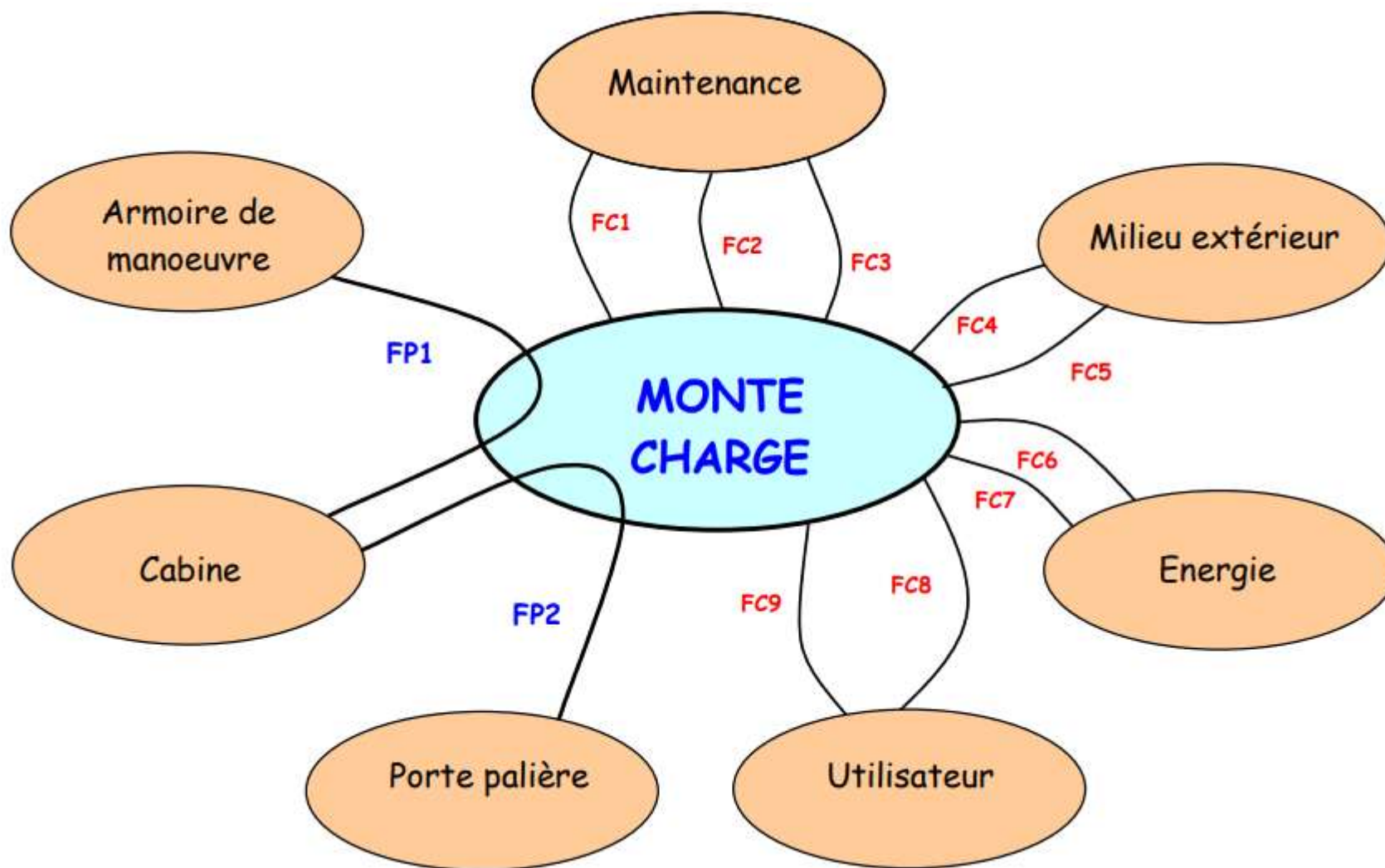


Diagramme des interacteurs :



## Tableau de synthèse :

<b>FP1 : Assurer le déplacement de la cabine.</b>	<b>FC1 : Proposer des réglages simples.</b>
<b>FP2 : Assurer l'accès à la cabine.</b>	<b>FC2 : Etre d'un entretien préventif minimum.</b>
	<b>FC3 : Proposer une assistance à la maintenance curative.</b>
	<b>FC4 : Etre d'un niveau sonore raisonnable.</b>
	<b>FC5 : Ne pas générer de pollutions électromagnétiques.</b>
	<b>FC6 : Etre raccordé au réseau électrique triphasé.</b>
	<b>FC7 : Ne pas polluer le réseau électrique.</b>
	<b>FC8 : Proposer une exploitation simple.</b>
	<b>FC9 : Proposer un accès cabine sécurisé.</b>

Tableau 1 : Tableau de synthèse.

## III.2 Moteur utilisé



*Figure 29 : Moteur Akis Z112*

### III.2.1 Moteur Akis Z112

Le moteur Akis Z112 est conçu pour des applications spécifiques de levage, notamment dans les systèmes d'ascenseurs. Voici les principales caractéristiques :

### III.2.2 Spécifications Techniques

Moteur à 2 vitesses.

Capacité : Le moteur Akis Z112 peut supporter une charge allant jusqu'à 1725 kg.

Puissance : Il fonctionne avec une puissance de 14,0 chevaux-vapeur (Hp).

Distance de Trajet : Ce moteur est adapté pour des distances de trajet allant jusqu'à 51 mètres.

Vitesse : Il a une vitesse de 1 mètre par seconde.

Fréquence : 50 Hz.

Frein : 198 VDC (Voltage courant continu).

Dimensions de la Poulie : La taille de la poulie pour ce moteur est de 580 mm x 8 mm x 10 mm.

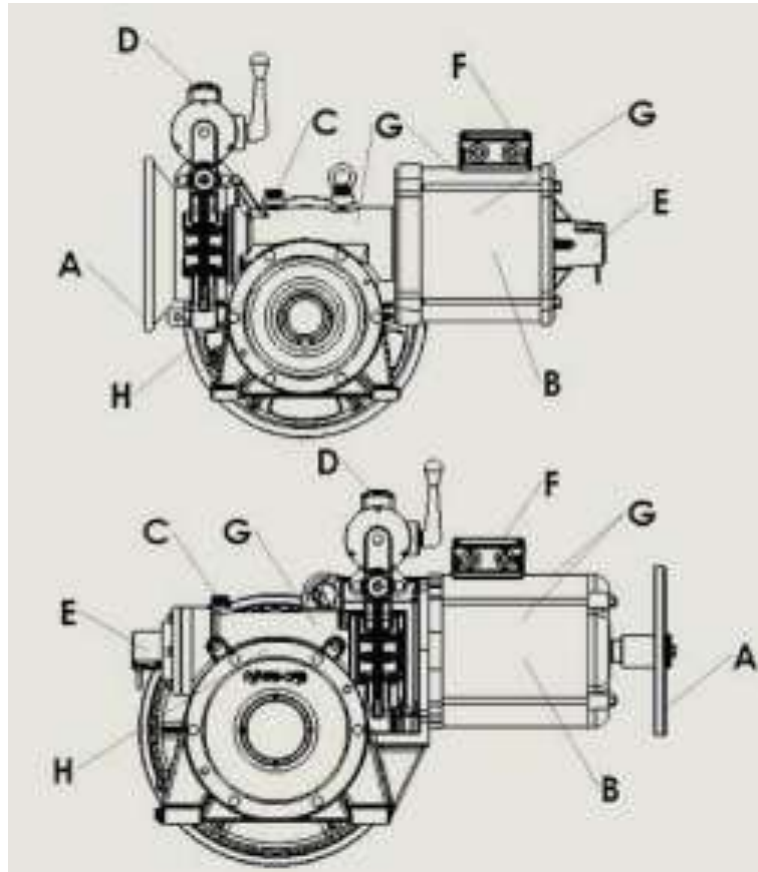
### III.2.3 Applications

Ce moteur fait partie d'une série qui comprend d'autres modèles comme le Z102 et le Z142, et il est utilisé dans divers systèmes d'ascenseurs, garantissant des performances fiables pour des charges moyennes à lourdes.

### III.2.4 Normes et Certifications

Le moteur est conforme aux normes de sécurité et de performance européennes, ce qui garantit sa fiabilité et sa sécurité dans les applications industrielles et commerciales

### III.2.5 Composants



*Figure 30 : Composants du moteur Akis Z112*

- A** : Étiquette adhésive haut/bas
- B** : Plaque Machine-Moteur
- C** : Étiquette d'information sur l'huile
- D** : Boîte de connexion de frein
- E** : Plaque d'encodeur et étiquette de connexion du câble
- F** : Boîte de connexion du moteur
- G** : Étiquette d'avertissement
- H** : Numéro de transmission

### III.2.6 Fonctions des composants

- **Étiquette adhésive Haut/Bas**

Fonction : Indique la direction de mouvement du monte-charge, permettant à l'utilisateur de contrôler le levage ou l'abaissement de la charge.

- **Plaque machine-moteur**

Fonction : Contient des informations techniques sur le moteur Z112, telles que les spécifications de puissance et de fonctionnement.

- **Étiquette d'information sur l'huile**

Fonction : Fournit des détails sur le type d'huile à utiliser pour le moteur, essentiel pour le bon fonctionnement et l'entretien.

- **Boîte de connexion du frein**

Fonction : Abrite les connexions électriques pour le système de freinage, garantissant une sécurité optimale lors de l'arrêt du monte-charge.

- **Plaque de codeur et étiquette de connexion des câbles**

Fonction : Indique les points de connexion pour le codeur, qui mesure la position et la vitesse du monte-charge.

- **Boîte de connexion du moteur**

Fonction : Contient les connexions électriques nécessaires pour alimenter le moteur Z112 et contrôler son fonctionnement.

- **Étiquette d'avertissement**

Fonction : Alerte les utilisateurs sur les dangers potentiels liés à l'utilisation du monte-charge, comme les risques d'accidents avec des pièces mobiles.

- **Numéro de transmission**

Fonction : Identifie le système de transmission utilisé dans le monte-charge, ce qui est important pour l'entretien et le remplacement des pièces.

### III.3 Matériau utilisé

#### III.3.1 Acier

L'acier est un matériau constitué essentiellement de fer et d'un peu de carbone, qui sont extraits de matières premières naturelles tirées du sous-sol (mines de fer et de charbon).

Le carbone n'intervient dans la composition, que pour une très faible part (généralement inférieur à 1%).

Outre le fer et le Carbone, l'acier peut comporter d'autres éléments qui lui sont associés soit :

- Involontairement comme le phosphore et le soufre qui sont les impuretés qui altèrent les propriétés des aciers.
- Volontairement comme le silicium, le manganèse, le nickel, le chrome...etc. ces derniers ont pour propriétés d'améliorer les caractéristiques mécaniques des aciers (Résistance à la rupture, dureté, ductilité, résistance vis-à-vis de la corrosion...)\*

#### III.3.2 Propriétés de l'acier

- **Résistance :**

Les nuances de l'acier courantes et leurs résistances limites sont données par le règlement Euro code 03.

La nuance choisie pour la réalisation de ce projet est S235.

Limite d'élasticité Max. Résistance à la traction : 310 à 510 N / mm<sup>2</sup> \*

- **Durabilité :**

L'acier de construction doit satisfaire les conditions suivantes :

- Le rapport  $\frac{f_u}{f_y} > 1,2$
- La déformation ultime doit être supérieure à 20 fois la déformation élastique ( $\epsilon_u \geq 20\epsilon_y$ )
- A la rupture l'allongement relatif ultime doit être supérieure ou égal à 15%.

#### III.3.3 Propriétés mécaniques

Masse volumique :  $\rho = 7850 \text{ Kg/m}^3$

Module d'élasticité longitudinale :  $E = 210000 \text{ Mpa}$

Coefficient de poisson :  $\nu = 0.3$

Coefficient de dilatation thermique  $\alpha = 12.10^{-6}$  par °C.

Module d'élasticité transversale  $G = E/2(1 + \nu)$

Masse volumique acier S235: 7,85 g/cm<sup>3</sup>\*

### III.4 Etude et dimensionnements sur la gaine

Voici les éléments de la gaine qu'on va étudier :

- a) Poutres.
- b) Rails de guidage.
- c) Boulons utilisés.

#### III.4.1 Poutres

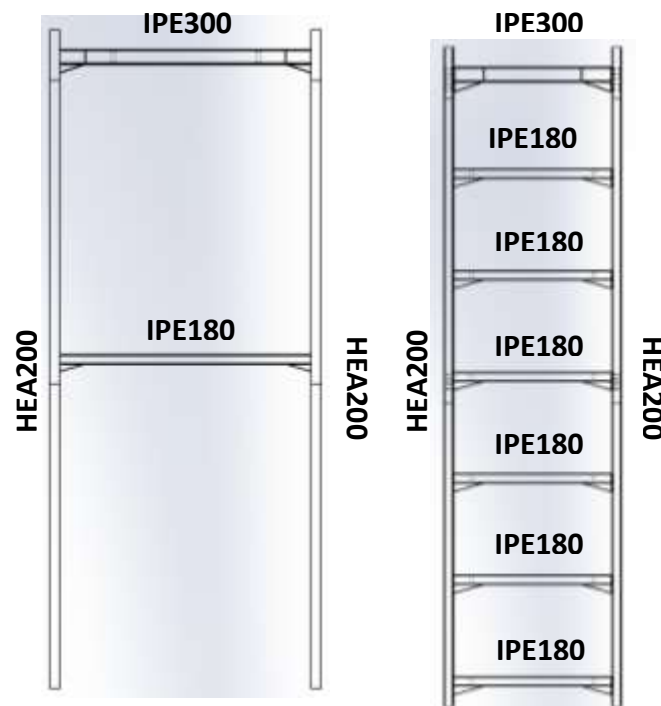


Figure 31 : Désignation des poutres.

On a trois types de poutres de dimensions différentes et soumise à différentes contraintes :

- Poutre IPE 180
- Poutre IPE 300
- Poutre HEA 200

- Poutre IPE 180 :

Longueur : 5131 mm

Poids : 19,2 Kg/m  $\Rightarrow$  98,5152 Kg

Dimensions :

$h = 180$  mm

$b = 91$  mm

$a = 5,3$  mm

$e = 8$  mm

$r = 9$  mm

Aire de la section (F) :

$$F = 2be + (h-2e)a + (4-\pi)r^2$$

$$F = 23,9 \text{ cm}^2$$

Moment d'inertie (I) :

Par rapport à xx :

$$I_{xx} = 1/12 (bh^3 - (b-a)(h-2e)^3) + 0,03r^4 + 0,2146r^2 (h-2e-0,4468r)^2$$

$$I_{xx} = 1317 \text{ cm}^4$$

Par rapport à yy :

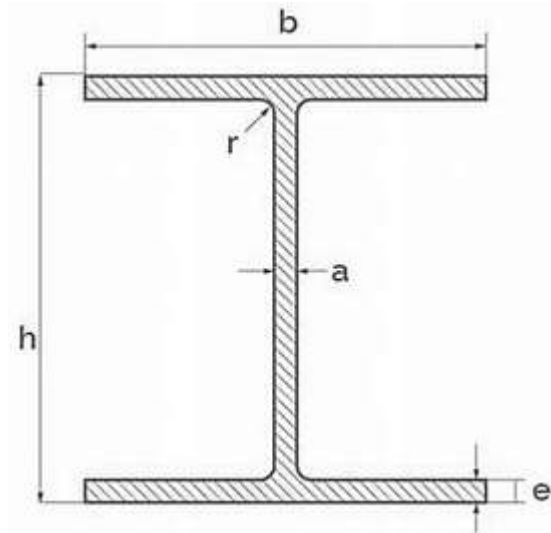
$$I_{yy} = 1/12 (2eb^3 + (h-2e)a^3) + 0,03r^4 + 0,2146r^2 (a-0,4468r)^2$$

$$I_{yy} = 101 \text{ cm}^4$$

Moment d'inertie polaire ( $I_p$ ) :

$$I_p = I_{xx} + I_{yy}$$

$$I_p = 1418 \text{ cm}^4$$



Moment de résistance (W) :

$$W_{xx} = \frac{I}{h/2}$$

$$W_{xx} = 146 \text{ cm}^3$$

$$W_{yy} = \frac{I}{b/2}$$

$$W_{yy} = 22,2 \text{ cm}^3$$

Rayon d'inertie (i) :

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

$$i_{xx} = 7,42 \text{ cm}$$

$$i_{yy} = 2,05 \text{ cm}$$

Contrainte maximale du matériau : 235 MPa

Module d'élasticité :  $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$

Calcul du moment fléchissant maximal admissible  $M_{\max}$  :

$$M_{\max} = \sigma_{\text{adm}} \cdot W_{xx}$$

$$M_{\max} = 235 \text{ Mpa} \times 146000 \text{ mm}$$

$$M_{\max} = 34310000 \text{ N.mm} = 34.31 \text{ kN.m}$$

Charge uniformément répartie q :

Pour une poutre encastree avec une charge uniformément répartie, le moment fléchissant maximal est :

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

Donc :

$$q = \frac{12 \cdot M_{\max}}{L^2}$$

$$q = \frac{12 \cdot 34,31 \text{ kN.m}}{(5,131)^2}$$

$$q = 15,63 \text{ kN/m}$$

Charge totale  $Q_{\max}$  :

$$Q_{\max} = q \cdot L$$

$$Q_{\max} = 15,63 \times 5,131 = 80,19 \text{ kN}$$

Calcul de la flèche maximale :

$$\delta_{\max} = \frac{q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_{xx}}$$

$$\delta_{\max} = \frac{15,63 \cdot (5,131)^4}{384 \cdot 210000000 \cdot 13,17 \times 10^{-6}}$$

$$\delta_{\max} = 10,2 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{admissible}} = \frac{L}{300} = \frac{5131}{300} = 17,10 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{admissible}} > \delta_{\max}$$

La poutre respecte donc largement cette règle, ce qui signifie que la déformation est acceptable et que la poutre est suffisamment rigide pour l'application envisagée.

Comparaison entre la contrainte appliquée et la limite d'élasticité :

La charge uniformément répartie  $q$  est de 7,67 kN/m

$$\sigma_{\text{flexion}} = \frac{M}{W_{xx}}$$

$$M = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$M = \frac{7,67 \cdot (5131)^2}{12}$$

$$M = 16,82 \text{ kN.m}$$

$$\sigma_{\text{flexion}} = \frac{16829300 \text{ N.mm}}{146000 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_{\text{flexion}} = 115 \text{ Mpa}$$

La contrainte appliquée de 115 MPa est inférieure à la limite d'élasticité de 235 MPa, ce qui signifie que la poutre se trouve encore dans le domaine élastique. Il n'y aura donc pas de déformation permanente sous cette charge avec un coefficient de sécurité de 2.

Si la contrainte appliquée avait dépassé 235 MPa, des déformations plastiques se seraient produites, et la poutre n'aurait plus retrouvé sa forme initiale après retrait de la charge.

Comparaison entre le moment fléchissant efficace et le moment fléchissant élastique maximal :

Calcul du moment fléchissant élastique maximal :

$$M_{el} = \sigma_{adm} \cdot W_{xx}$$

$$M_{el} = 235 \text{ N/mm}^2 \times 146000 \text{ mm}^3$$

$$M_{el} = 34,31 \text{ kN.m}$$

Calcul du moment fléchissant efficace : (  $q = 7,67 \text{ kN.m}$  )

$$M_{eff} = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$M_{eff} = \frac{7,67 \cdot (5131)^2}{12}$$

$$M_{eff} = 16,82 \text{ kN.m}$$

Puisque  $M_{eff} = 16,82 \text{ kN.m}$  est inférieur au  $M_{el} = 34,31 \text{ kN.m}$ , la poutre se trouve dans le domaine élastique et n'atteint pas la limite de plasticité. Elle peut donc supporter cette charge sans déformation plastique.

- **Poutre IPE 180 :**

**Longueur : 3101 mm**

Poids : 19,2 Kg /m  $\Rightarrow$  59,5392 Kg

Calcul de la charge de flambement critique :

La formule d'Euler pour le flambement est donnée par :

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI_x}{(K.L)^2}$$

Coefficient K pour cette poutre est de 0,5

Donc :

$$F_{cr} = 1130 \text{ kN}$$

La charge à supporter est de 4012 Kg c'est-à-dire 39,36 kN

Donc : La charge critique de flambement de la poutre est de 1130 kN, ce qui est bien supérieur au poids appliqué de 39,36 kN. Cela signifie que la poutre peut supporter ce poids.

Calcul du moment fléchissant maximal admissible  $M_{\max}$  :

$$M_{\max} = \sigma_{\text{adm}} \cdot W_{xx}$$

$$M_{\max} = 235 \text{ Mpa} \times 146000 \text{ mm}$$

$$M_{\max} = 34310000 \text{ N.mm} = 34.31 \text{ kN.m}$$

Charge uniformément répartie  $q$  :

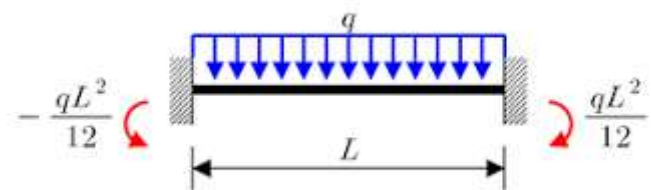
Pour une poutre encastree avec une charge uniformément répartie, le moment fléchissant maximal est :

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$\text{Donc : } q = \frac{12 \cdot M_{\max}}{L^2}$$

$$q = \frac{12 \cdot 34,31 \text{ kN.m}}{(3,101)^2}$$

$$q = 42,93 \text{ kN/m}$$



Charge totale  $Q_{\max}$  :

$$Q_{\max} = q \cdot L$$

$$Q_{\max} = 42,93 \times 3,101 = 133,12 \text{ kN}$$

Calcul de la flèche maximale :

$$\delta_{\max} = \frac{q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_{xx}}$$

$$\delta_{\max} = \frac{42,93 \cdot (3,101)^4}{384 \cdot 210000000 \cdot 13,17 \times 10^{-6}}$$

$$\delta_{\max} = 3,737 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{admissible}} = \frac{L}{300} = \frac{3101}{300} = 10,33 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{admissible}} > \delta_{\text{max}}$$

La poutre respecte donc largement cette règle, ce qui signifie que la déformation est acceptable et que la poutre est suffisamment rigide pour l'application envisagée.

Comparaison entre la contrainte appliquée et la limite d'élasticité :

La charge uniformément répartie  $q$  est de 12,69 kN/m

$$\sigma_{\text{flexion}} = \frac{M}{W_{xx}}$$

$$M = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$M = \frac{12,69 \cdot (3101)^2}{12}$$

$$M = 10,16 \text{ kN.m}$$

$$\sigma_{\text{flexion}} = \frac{10163500 \text{ N.mm}}{146000 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_{\text{flexion}} = 69,61 \text{ Mpa}$$

la contrainte appliquée de 69,61 MPa est inférieure à la limite d'élasticité de 235 MPa, ce qui signifie que la poutre se trouve encore dans le domaine élastique. Il n'y aura donc pas de déformation permanente sous cette charge avec un coefficient de sécurité de 3,37.

Si la contrainte appliquée avait dépassé 235 MPa, des déformations plastiques se seraient produites, et la poutre n'aurait plus retrouvé sa forme initiale après retrait de la charge.

Comparaison entre le moment fléchissant efficace et le moment fléchissant élastique maximal :

$$M_{\text{el}} = \sigma_{\text{adm}} \cdot W_{xx}$$

$$M_{\text{el}} = 235 \text{ N/mm}^2 \times 146000 \text{ mm}^3$$

$$M_{\text{el}} = 34,31 \text{ kN.m}$$

Calcul du moment fléchissant efficace : ( $q = 12,69 \text{ kN.m}$ )

$$M_{\text{eff}} = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$M_{\text{eff}} = \frac{12,69 \cdot (3101)^2}{12}$$

$$M_{\text{eff}} = 10,16 \text{ kN.m}$$

Puisque  $M_{\text{eff}} = 10,16 \text{ kN.m}$  est inférieur au  $M_{\text{el}} = 34,31 \text{ kN.m}$ , la poutre se trouve dans le domaine élastique et n'atteint pas la limite de plasticité. Elle peut donc supporter cette charge sans déformation plastique.

- **Poutrelle IPE 300 :**

**Longueur : 5131 mm**

Poids : 43,1 Kg/m  $\Rightarrow$  221,1461 Kg

Dimensions :

$$h = 300 \text{ mm}$$

$$b = 150 \text{ mm}$$

$$a = 7,1 \text{ mm}$$

$$e = 10,7 \text{ mm}$$

$$r = 15 \text{ mm}$$

Aire de la section (F) :

$$F = 2be + (h-2e)a + (4-\pi)r^2$$

$$F = 53,8 \text{ cm}^2$$

Moment d'inertie (I) :

Par rapport à xx :

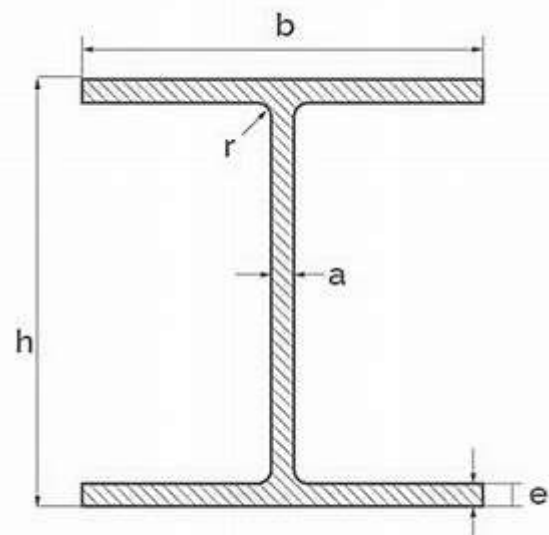
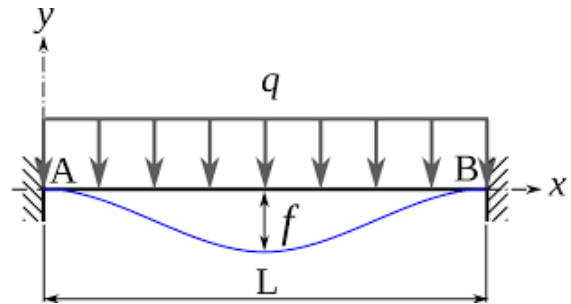
$$I_{xx} = 1/12 (bh^3 - (b-a)(h-2e)^3) + 0,03r^4 + 0,2146r^2 (h-2e-0,4468r)^2$$

$$I_{xx} = 8356 \text{ cm}^4$$

Par rapport à yy :

$$I_{yy} = 1/12 (2eb^3 + (h-2e)a^3) + 0,03r^4 + 0,2146r^2 (a-0,4468r)^2$$

$$I_{yy} = 604 \text{ cm}^4$$



Moment d'inertie polaire ( $I_p$ ) :

$$I_p = I_{xx} + I_{yy}$$

$$I_p = 8960 \text{ cm}^4$$

Moment de résistance (W) :

$$W_{xx} = \frac{I}{h/2}$$

$$W_{xx} = 557 \text{ cm}^3$$

$$W_{yy} = \frac{I}{b/2}$$

$$W_{yy} = 80,5 \text{ cm}^3$$

Rayon d'inertie (i) :

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

$$i_{xx} = 12,5 \text{ cm}$$

$$i_{yy} = 3,35 \text{ cm}$$

Contrainte maximale du matériau : 235 Mpa

Module d'élasticité :  $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$

Calcul de la charge de flambement critique :

La formule d'Euler pour le flambement est donnée par :

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI_x}{(K.L)^2}$$

Coefficient K pour cette poutre est de 0,5

Donc :

$$F_{cr} = 261 \text{ kN}$$

La charge à supporter est de 4012 Kg c'est-à-dire 39,36 kN

Donc : La charge critique de flambement de la poutre est de 27110 kN, ce qui est bien supérieur au poids appliqué de 39,36 kN. Cela signifie que la poutre peut supporter ce poids.

Calcul du moment fléchissant maximal admissible  $M_{max}$  :

$$M_{\max} = \sigma_{\text{adm}} \cdot W_{xx}$$

$$M_{\max} = 235 \text{ Mpa} \times 557000 \text{ mm}$$

$$M_{\max} = 130895000 \text{ N.mm} = 130,895 \text{ kN.m}$$

Charge uniformément répartie  $q$  :

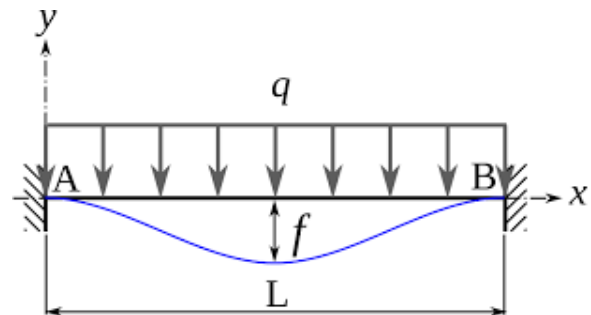
Pour une poutre encastree avec une charge uniformément répartie, le moment fléchissant maximal est :

$$M_{\max} = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$\text{Donc : } q = \frac{12 \cdot M_{\max}}{L^2}$$

$$q = \frac{12 \cdot 130,895 \text{ kN.m}}{(5131)^2}$$

$$q = 59,66 \text{ kN/m}$$



Charge totale  $Q_{\max}$  :

$$Q_{\max} = q \cdot L$$

$$Q_{\max} = 59,66 \times 5,131 = 306,12 \text{ kN}$$

Calcul de la flèche maximale :

$$\delta_{\max} = \frac{q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_{xx}}$$

$$\delta_{\max} = \frac{59,66 \cdot (5,131)^4}{384 \cdot 210000000 \cdot 835,6 \times 10^{-6}}$$

$$\delta_{\max} = 6,14 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{admissible}} = \frac{L}{300} = \frac{5131}{300} = 17,10 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{admissible}} > \delta_{\max}$$

La poutre respecte donc largement cette règle, ce qui signifie que la déformation est acceptable et que la poutre est suffisamment rigide pour l'application envisagée.

Comparaison entre la contrainte appliquée et la limite d'élasticité :

La charge uniformément répartie  $q$  est de 7,67 kN/m

$$\sigma_{\text{flexion}} = \frac{M}{W_{xx}}$$

$$M = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$M = \frac{7,67 \cdot (5131)^2}{12}$$

$$M = 16,82 \text{ kN.m}$$

$$\sigma_{\text{flexion}} = \frac{16829300 \text{ N.mm}}{557000 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_{\text{flexion}} = 30,21 \text{ Mpa}$$

la contrainte appliquée de 30,21 MPa est inférieure à la limite d'élasticité de 235 MPa, ce qui signifie que la poutre se trouve encore dans le domaine élastique. Il n'y aura donc pas de déformation permanente sous cette charge, avec un coefficient de sécurité de 7,77.

Si la contrainte appliquée avait dépassé 235 MPa, des déformations plastiques se seraient produites, et la poutre n'aurait plus retrouvé sa forme initiale après retrait de la charge.

Comparaison entre le moment fléchissant efficace et le moment fléchissant élastique maximal :

Calcul du moment fléchissant élastique maximal :

$$M_{el} = \sigma_{adm} \cdot W_{xx}$$

$$M_{el} = 235 \text{ N/mm}^2 \times 557000 \text{ mm}^3$$

$$M_{el} = 130,895 \text{ kN.m}$$

Calcul du moment fléchissant efficace : ( $q = 10 \text{ kN.m}$ )

$$M_{eff} = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$M_{eff} = \frac{7,67 \cdot (5131)^2}{12}$$

$$M_{eff} = 16,82 \text{ kN.m}$$

Puisque  $M_{\text{eff}} = 16,82 \text{ kN.m}$  est inférieur au  $M_{\text{el}} = 130,895 \text{ kN.m}$ , la poutre se trouve dans le domaine élastique et n'atteint pas la limite de plasticité. Elle peut donc supporter cette charge sans déformation plastique.

- **Poutre IPE 300 :**

**Longueur : 3101 mm**

Poids :  $43,1 \text{ Kg/m} \Rightarrow 133,6531 \text{ Kg}$

Calcul du moment fléchissant maximal admissible  $M_{\text{max}}$  :

$$M_{\text{max}} = \sigma_{\text{adm}} \cdot W_{xx}$$

$$M_{\text{max}} = 235 \text{ Mpa} \times 557000 \text{ mm}$$

$$M_{\text{max}} = 130895000 \text{ N.mm} = 130,895 \text{ kN.m}$$

Charge uniformément répartie  $q$  :

Pour une poutre encastree avec une charge uniformément répartie, le moment fléchissant maximal est :

$$M_{\text{max}} = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$\text{Donc : } q = \frac{12 \cdot M_{\text{max}}}{L^2}$$

$$q = \frac{12 \cdot 130,895 \text{ kN.m}}{(3101)^2}$$

$$q = 163,34 \text{ kN/m}$$

Charge totale  $Q_{\text{max}}$  :

$$Q_{\text{max}} = q \cdot L$$

$$Q_{\text{max}} = 163,34 \times 3,101 = 506,51 \text{ kN}$$

Calcul de la flèche maximale :

$$\delta_{\text{max}} = \frac{q \cdot L^4}{384 \cdot E \cdot I_{xx}}$$

$$\delta_{\text{max}} = \frac{59,66 \cdot (3,101)^4}{384 \cdot 210000000 \cdot 835,6 \times 10^{-6}}$$

$$\delta_{\max} = 2,25 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{admissible}} = \frac{L}{300} = \frac{3101}{300} = 10,33 \text{ mm}$$

$$\delta_{\text{admissible}} > \delta_{\max}$$

La poutre respecte donc largement cette règle, ce qui signifie que la déformation est acceptable et que la poutre est suffisamment rigide pour l'application envisagée.

Comparaison entre la contrainte appliquée et la limite d'élasticité :

La charge uniformément répartie  $q$  est de 12,61 kN/m

$$\sigma_{\text{flexion}} = \frac{M}{W_{xx}}$$

$$M = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$M = \frac{12,61 \cdot (3101)^2}{12}$$

$$M = 10,11 \text{ kN.m}$$

$$\sigma_{\text{flexion}} = \frac{10113500 \text{ N.mm}}{557000 \text{ mm}^3}$$

$$\sigma_{\text{flexion}} = 18,15 \text{ Mpa}$$

la contrainte appliquée de 18,15 MPa est inférieure à la limite d'élasticité de 235 MPa, ce qui signifie que la poutre se trouve encore dans le domaine élastique. Il n'y aura donc pas de déformation permanente sous cette charge, avec un coefficient de sécurité de 12.

Si la contrainte appliquée avait dépassé 235 MPa, des déformations plastiques se seraient produites, et la poutre n'aurait plus retrouvé sa forme initiale après retrait de la charge.

Comparaison entre le moment fléchissant efficace et le moment fléchissant élastique maximal :

Calcul du moment fléchissant élastique maximal :

$$M_{\text{el}} = \sigma_{\text{adm}} \cdot W_{xx}$$

$$M_{\text{el}} = 235 \text{ N/mm}^2 \times 557000 \text{ mm}^3$$

$$M_{\text{el}} = 130,895 \text{ kN.m}$$

Calcul du moment fléchissant efficace : (  $q = 12,61 \text{ kN.m}$  )

$$M_{\text{eff}} = \frac{q \cdot L^2}{12}$$

$$M_{\text{eff}} = \frac{12,61 \cdot (3101)^2}{12}$$

$$M_{\text{eff}} = 10,11 \text{ kN.m}$$

Puisque  $M_{\text{eff}} = 10,11 \text{ kN.m}$  est inférieur au  $M_{\text{el}} = 130,895 \text{ kN.m}$ , la poutre se trouve dans le domaine élastique et n'atteint pas la limite de plasticité. Elle peut donc supporter cette charge sans déformation plastique.

- **Poutrelle HEA 200 :**

**Longueur d'une seule poutre : 6000 mm**

**Longueur totale : 13000 mm**

Poids : 43,2 Kg/m  $\Rightarrow$  259,2 Kg

Dimensions :

$$h = 190 \text{ mm}$$

$$b = 200 \text{ mm}$$

$$a = 6,5 \text{ mm}$$

$$e = 10 \text{ mm}$$

$$r = 18 \text{ mm}$$

Aire de la section (F) :

$$F = 2be + (h-2e)a + (4-\pi)r^2$$

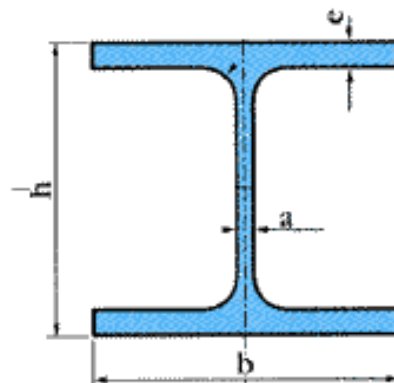
$$F = 53,8 \text{ cm}^2$$

Moment d'inertie (I) :

Par rapport à xx :

$$I_{xx} = 1/12 (bh^3 - (b-a)(h-2e)^3) + 0,03r^4 + 0,2146r^2 (h-2e-0,4468r)^2$$

$$I_{xx} = 3692 \text{ cm}^4$$



Par rapport à yy :

$$I_{yy} = 1/12 (2eb^3 + (h-2e)a^3) + 0,03r^4 + 0,2146r^2 (a-0,4468r)^2$$

$$I_{yy} = 1336 \text{ cm}^4$$

Moment d'inertie polaire ( $I_p$ ) :

$$I_p = I_{xx} + I_{yy}$$

$$I_p = 5028 \text{ cm}^4$$

Moment de résistance (W) :

$$W_{xx} = \frac{I}{h/2}$$

$$W_{xx} = 389 \text{ cm}^3$$

$$W_{yy} = \frac{I}{b/2}$$

$$W_{yy} = 134 \text{ cm}^3$$

Rayon d'inertie (i) :

$$i = \sqrt{\frac{I}{F}}$$

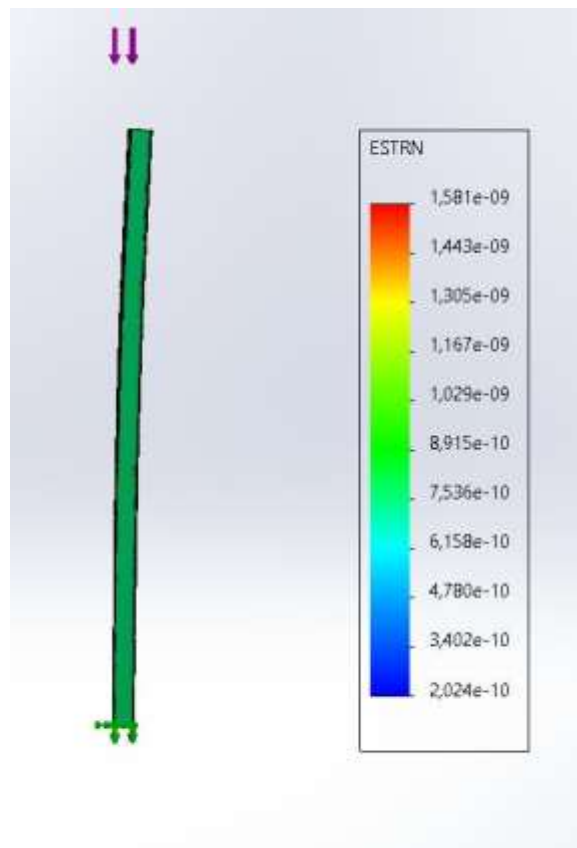
$$i_{xx} = 8,28 \text{ cm}$$

$$i_{yy} = 4,98 \text{ cm}$$

Contrainte maximale du matériau : 235 Mpa

Module d'élasticité :  $E = 210\,000 \text{ N/mm}^2$

Calcul de la charge de flambement critique :



*Figure 33 : Exemple du flambage d'une poutre en vertical.*

La formule d'Euler pour le flambement est donnée par :

$$F_{cr} = \frac{\pi^2 EI_x}{(K.L)^2}$$

Coefficient K pour cette poutre est de 0,5

Donc :

$$F_{cr} = 181 \text{ kN}$$

La charge à supporter est de 4012 Kg c'est-à-dire 39,36 kN

Donc : La charge critique de flambement de la poutre est de 181 kN, ce qui est bien supérieur au poids appliqué de 39,36 kN. Cela signifie que la poutre peut supporter ce poids.

Calcul de la contrainte appliqué :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

F : Charge appliquée :  $F = 4012 \text{ kg} \times 9.81 \text{ m/s}^2 \approx 39,32 \text{ kN}$

A : Aire de la section :  $A = 53,8 \text{ cm}^2$

Donc :

$$\sigma = 7,308 \text{ MPa}$$

Contrainte admissible :

$$\sigma_{\text{adm}} = \frac{\sigma_y}{\text{Coef de sécurité}} = \frac{235}{1,5} = 156,67 \text{ MPa}$$

La contrainte appliquée est bien inférieure à la contrainte admissible, ce qui indique que la poutre est en sécurité.

Calcul de la résistance à la compression :

$$F_c = \sigma_{\text{adm}} \times A$$

$$F_c = 156,67 \times 10^6 \times 0,00538$$

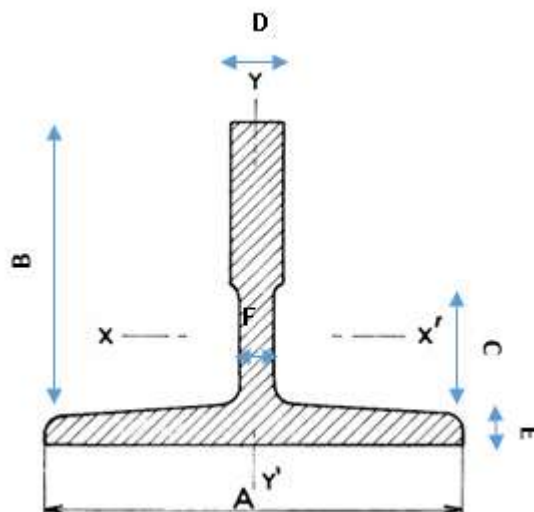
$$F_c = 842,3 \text{ kN}$$

La poutre HEA 200 est largement capable de supporter la charge de 4012 kg (39,32 kN), car la contrainte appliquée est bien inférieure à la contrainte admissible, et la résistance à la compression est beaucoup plus élevée que la charge appliquée.

### III.4.2 Rails de guidage

#### III.4.2.1 Rail de la cabine :

- Rail 90 (T90) :



**Dimensions :**

A : 90mm

B : 65mm

C : 25mm

D : 16mm

E : 10mm

F : 8mm

Longueur : 5m

Poids au mètre : 12,10 Kg/m

Poids total : 72,60 Kg

Section : 15,40 cm<sup>2</sup>Moment d'inertie xx' : 59,60 cm<sup>4</sup>Moment d'inertie yy' : 50,10 cm<sup>4</sup>**Calcul de la charge :**

Poids du monte charges : 2506 Kg

$$F = m \times g = 2506 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

$$F = 24600 \text{ N}$$

**Analyse des contraintes :**

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

A est la section transversale du rail :

$$A = \text{longueur} \times \text{largeur} - (\text{longueur} - \text{épaisseur}) \times (\text{largeur} - \text{épaisseur})$$

$$A = 0,001092 \text{ m}^2$$

Donc :

$$\sigma = \frac{24600}{0,001092}$$

$$\sigma = 22527472 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma = 22,5 \text{ MPa}$$

Comparons la contrainte calculée avec la limite d'élasticité :

Limite d'élasticité du matériau : 235 MPa

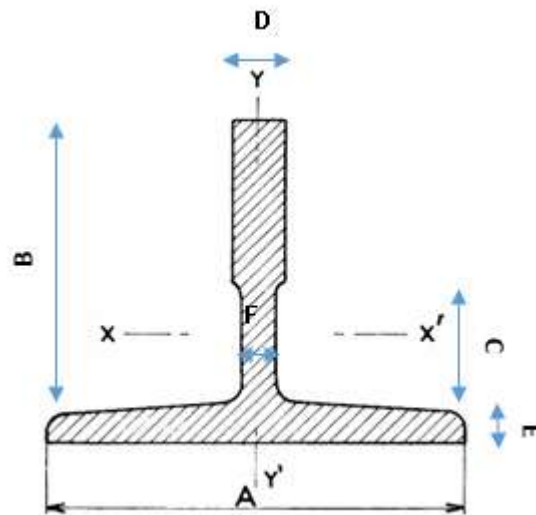
Contrainte calculée : 22,5 MPa

On déduit que :

La contrainte calculée est bien inférieure à la limite d'élasticité du matériau, ce qui indique que le rail T90 peut supporter cette charge sans risque de déformation permanente.

### III.4.2.2 Rail du contrepoids

- Rail 70 (T70) :



#### Dimensions :

A : 75mm

B : 55mm

C : 20mm

D : 9mm

E : 10mm

F : 6mm

Longueur : 5m

Poids au mètre : 7,80 Kg/m

Poids total : 39 Kg

Section : 9,90 cm<sup>2</sup>

Moment d'inertie xx' : 28,60 cm<sup>4</sup>

Moment d'inertie yy' : 28,40 cm<sup>4</sup>

### Calcul de la charge :

Poids du contrepoids : 1506 Kg

$$F = m \times g = 1506 \text{ kg} \times 9,81 \text{ m.s}^{-2}$$

$$F = 14773 \text{ N}$$

### Analyse des contraintes :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

A est la section transversale du rail :

$$A = \text{longueur} \times \text{largeur} - (\text{longueur} - \text{épaisseur}) \times (\text{largeur} - \text{épaisseur})$$

$$A = 0,001779 \text{ m}^2$$

Donc :

$$\sigma = \frac{24600}{0,001779}$$

$$\sigma = 13827993 \text{ N/m}^2$$

$$\sigma = 13,82 \text{ MPa}$$

Comparons la contrainte calculée avec la limite d'élasticité :

Limite d'élasticité du matériau : 235 MPa

Contrainte calculée : 13,82 MPa

On déduit que :

La contrainte calculée est bien inférieure à la limite d'élasticité du matériau, ce qui indique que le rail T75 peut supporter la charge du contrepoids sans risque de déformation permanente.

### III.4.3 Vis utilisés

Pour la gaine on a utilisé des vis M16.

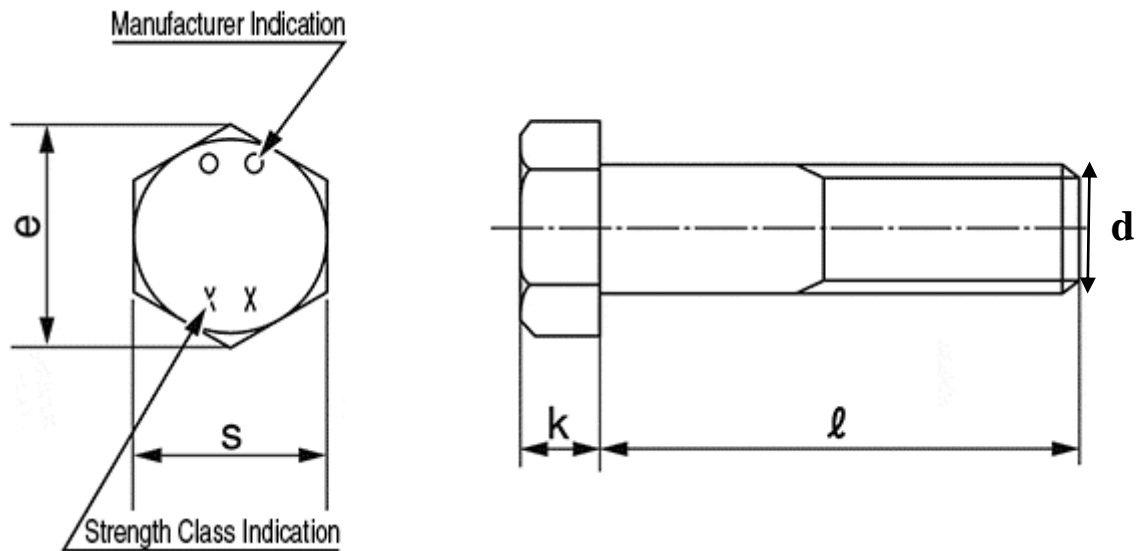


Figure 34 : Dimensionnement de la vis

#### Désignation :

Vis à tête hexagonale à serrage contrôlé M16

#### Dimensions :

$d$  : 16 mm

$k$  :  $10 \pm 0,3$  mm

$s$  :  $24 \pm 0,4$  mm

$e$  : 27,5 mm

$l$  : 50 mm

Niveau de résistance : 8.8

#### Définition de la résistance :

Section résistante :  $157 \text{ mm}^2$

La section résistante est calculée comme suit :

$$A = \frac{\pi d_{eq}^2}{4}$$

Résistance en cisaillement :

$$F_{v,rd} = \frac{\alpha_v A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{v,rd} = 60,2 \text{ kN}$$

Résistance en traction :

$$F_{t,rd} = \frac{k_2 A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{t,rd} = 90,2 \text{ kN}$$

Avec les paramètres suivants :

Pour la classe 8.8,  $\alpha_v = 0,6$  et  $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Pour les fixations courantes,  $k_2 = 0,9$  et  $\gamma_{m2} = 1,25$

On a :

$F_{v,rd}$  : résistance en cisaillement.

$F_{t,rd}$  : résistance en traction.

$k_2$  : coefficient qui tient compte de la surface effective du boulon.

$A_s$  : section transversale du boulon.

$f_{ub}$  : résistance à la traction ultime du matériau du boulon.

$\gamma_{m2}$  : facteur de sécurité partiel pour les propriétés des matériaux.

### III.5 Dimensionnement de la cabine et de ses composants

Voici les éléments que nous allons étudier :

- a) La cabine et ces composants.
- b) Le treillis.
- c) Les vis utilisés.

#### III.5.1 La cabine



*Figure 35 : Vue 3D de la cabine.*

Dimensions de la cabine :

- Largeur : 4048 mm
- Profondeur : 3048 mm
- Hauteur : 2525 mm

Donc :

- Surface du plancher de la cabine : 12,33 m<sup>2</sup>
- Surface des parois : deux parois à 7,69 m<sup>2</sup> et une autre à 10,22 m<sup>2</sup>
- Surface de la porte : 5,75 m<sup>2</sup>

La cabine est entièrement en acier S235 ; L'acier S235 est largement utilisé dans les structures métalliques en raison de sa bonne résistance à la traction et à la compression.

Calcul de la surface de la cabine (parois + plancher) :

$$\text{Surface totale} = 12,33 + (7,69 \times 2) + 10,22 + (10,22 - 5,75)$$

$$\text{Surface totale} = 42,4 \text{ m}^2$$

Volume total la cabine :

$$\text{Volume total} = \text{surface plancher} \times \text{hauteur}$$

$$\text{Volume total} = 12,33 \times 2,525$$

$$\text{Volume total} = 31,13 \text{ m}^3$$

Volume total des parois de la cabine :

$$\text{Volume parois} = \text{surface de la cabine} \times \text{épaisseur}$$

$$\text{Volume parois} = 42,4 \times 0,0015$$

$$\text{Volume parois} = 0,0636 \text{ m}^3$$

Densité de charge utile sur le plancher :

$$\text{Densité} = \frac{2000}{12,33}$$

$$\text{Densité} = 162,2 \text{ kg/m}^2$$

Cette densité est relativement faible pour une structure en acier S235, ce qui montre que le plancher peut facilement supporter cette charge sans risque de déformation significative.

- **Conclusion :**

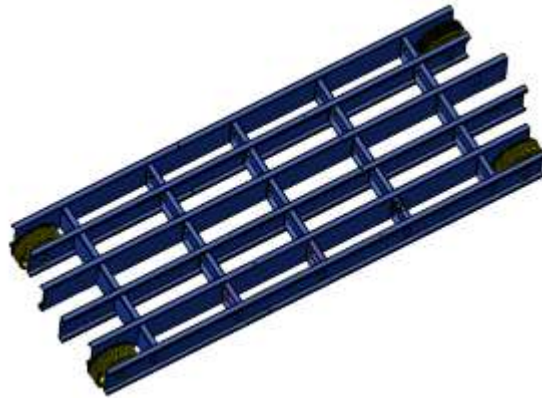
La cabine, entièrement fabriquée en acier S235, avec une superficie de 12,33 m<sup>2</sup>, est largement capable de supporter une charge utile de 2000 kg. Les contraintes générées par cette charge sur le plancher et les parois sont très faibles comparées aux limites admissibles de l'acier S235.

En respectant un facteur de sécurité de 1,5, la conception de la cabine est conforme aux normes de sécurité (EN 81-31, Directive Machines 2006/42/CE). L'acier S235 offre une excellente résistance à la compression et à la traction, assurant la durabilité et la sécurité de la cabine sous charge.

Ainsi, la cabine fabriquée en acier S235 est non seulement conforme aux exigences de sécurité, mais elle est également surdimensionnée pour garantir une opération en toute sécurité dans un contexte industriel.

### III.5.2 Treillis

#### Dimensionnement et calculs de la résistance du treillis :



*Figure 36 : Vue 3D du treillis.*

Dimensions du treillis :

- Longueur : 4235 mm
- Largeur : 1501 mm
- Epaisseur : 346 mm

Le treillis est entièrement en acier S235 ; L'acier S235 est largement utilisé dans les structures métalliques en raison de sa bonne résistance à la traction et à la compression.

La surface de la section transversale A du treillis est de : 0,52 m<sup>2</sup>

La force appliquée est de 2000 kg c'est-à-dire 19620 N

La contrainte due à la charge appliquée est :

$$\sigma = \frac{F}{A}$$

$$\sigma = 37,7 \text{ MPa}$$

La contrainte admissible de l'acier S235 avec un Coefficient de sécurité de 1,5 est de 157 MPa.

La contrainte dans le treillis due à la charge de 2000 kg est de 37,7 MPa, ce qui est inférieur à la contrainte admissible de 157 MPa. Cela confirme que le treillis est capable de supporter cette charge en toute sécurité.

### III.5.3 Vis utilisés

Pour le treillis on a utilisé des vis M12.

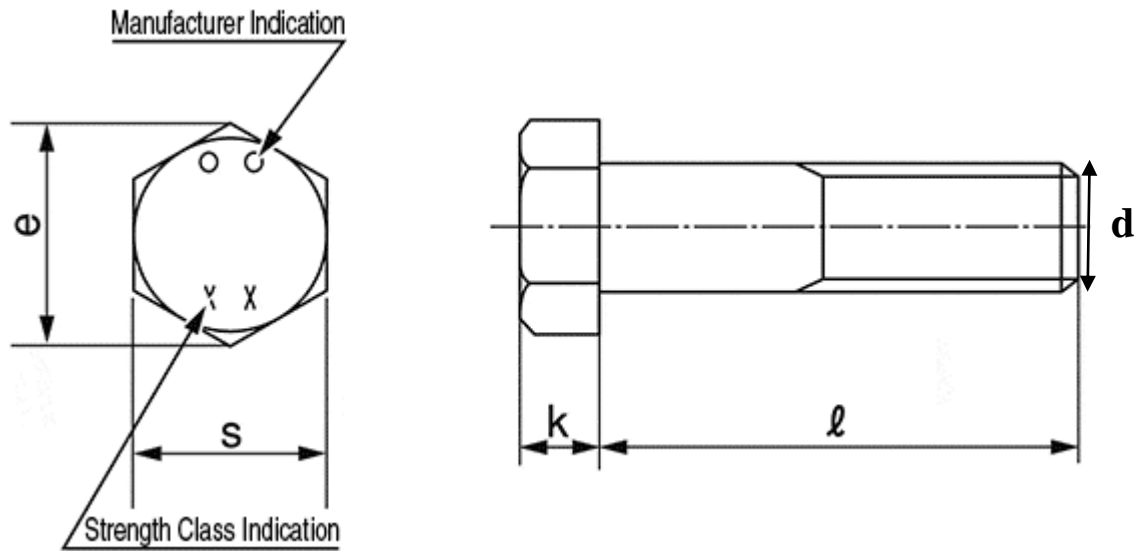


Figure 37 : Dimensionnement de la vis

#### Désignation :

Vis à tête hexagonale a serrage contrôlé M12

#### Dimensions :

d : 12 mm

k :  $8 \pm 0,3$  mm

s :  $19 \pm 0,4$  mm

e : 21,9 mm

l : 30 mm

Niveau de résistance : 8.8

#### Définition de la résistance :

Section résistante :  $84,3 \text{ mm}^2$

La section résistante est calculée comme suit :

$$A = \frac{\pi d_{eq}^2}{4}$$

Résistance en cisaillement :

$$F_{v,rd} = \frac{\alpha_v A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{v,rd} = 32,4 \text{ kN}$$

Résistance en traction :

$$F_{t,rd} = \frac{k_2 A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{t,rd} = 48,5 \text{ kN}$$

Avec les paramètres suivants :

Pour la classe 8.8,  $\alpha_v = 0,6$  et  $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Pour les fixations courantes,  $k_2 = 0,9$  et  $\gamma_{m2} = 1,25$

On a :

$F_{v,rd}$  : résistance en cisaillement.

$F_{t,rd}$  : résistance en traction.

$k_2$  : coefficient qui tient compte de la surface effective du boulon.

$A_s$  : section transversale du boulon.

$f_{ub}$  : résistance à la traction ultime du matériau du boulon.

$\gamma_{m2}$  : facteur de sécurité partiel pour les propriétés des matériaux.

### **III.6 Contrepoids**

Voici les éléments que nous allons étudier :

- a) Le contrepoids.
- b) Les boulons utilisés.

#### **III.6.1 Le contrepoids**

La constitution générale d'un contrepoids est la même, qu'il s'agisse d'un ascenseur ou d'un monte-charge accompagné ou non.

Il comprend :

- une arcade ou étrier,
- des masses appelées gueuses du contrepoids.

La cabine et le contrepoids sont réunis aux extrémités d'une nappe de câbles d'acier qui portent dans les gorges de la poulie du treuil.

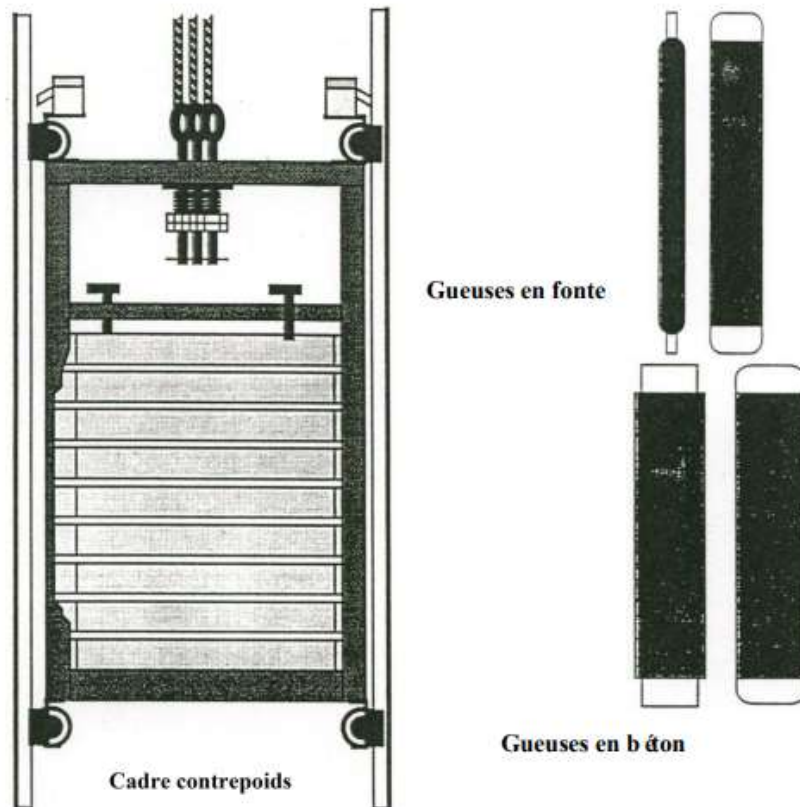


Figure 38 : Plan du contrepoids et des gueuses

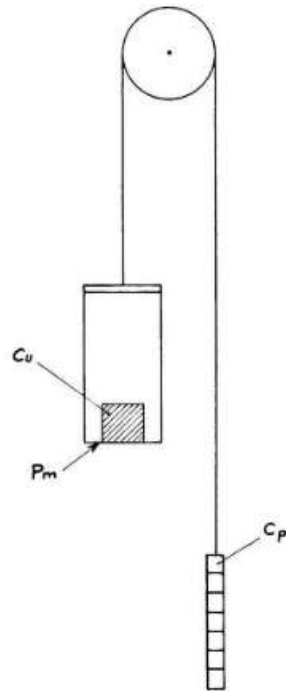
Le poids du contrepoids est tel que :

$$C_p = P_m + \frac{C_u}{2}$$

$P_m$  : Le poids de la cabine vide, appelé poids mort;

$C_u$  : Le poids de la charge utile;

$C_p$  : Le poids du contrepoids.



**Figure 39 : Schéma du contre-poids par rapport au monte-charge**

Le contre-poids équilibre le poids mort + la 1/2 charge en cabine. On voit donc le gain important d'énergie par rapport au système à tambour non équilibré (sans contre-poids) dans lequel le moteur doit soulever  $P_m + C_u$ , alors que dans le cas présent, il n'a à soulever que  $\frac{C_u}{2}$ .

Ainsi, le déséquilibre maximum égal à  $\frac{C_u}{2}$  peut se porter :

- Soit coté cabine lorsque celle-ci est à pleine charge.
- Soit coté contre-poids lorsque la cabine est vide.

- **Gueuses de contre-poids :**

Les gueuses de contre-poids sont des masses dont le poids peut varier de 25 à 120 kg (50kg dans notre cas). Elles sont empilées sur les traverses inférieures de l'arcade et entre les ailes des montants.

Leur masse et celle de l'arcade doivent équilibrer le poids mort de la cabine et celui de la demi-charge.

- **Dimensions :**

Les dimensions d'un contrepoids ne sont pas réglementées.

La longueur et la largeur dépendent des gueuses elles-mêmes. Celles-ci sont différentes suivant les constructeurs, mais varient néanmoins assez peu suivant l'appareil considéré.

La hauteur du contrepoids dépend aussi du type d'installation. Elle peut atteindre 3 m à 3,50 m et intervient dans le calcul des réserves supérieure et inférieure de la gaine.

Dans notre cas :

- Dimensions des gueuses :

Longueur : 1000 mm

Largeur : 160 mm

Profondeur : 160 mm

Poids : 50 Kg

- Dimensions du contrepoids :

Hauteur : 3500 mm

Largeur : 2010 mm

Epaisseur : 321 mm

- Calcul du poids du contrepoids :

$$C_p = P_m + \frac{C_u}{2}$$

$$C_p = 506 + \frac{2000}{2}$$

$$C_p = 1506 \text{ Kg}$$

### III.6.2 Vis utilisé

Pour le contrepois on a utilisés des vis M12.

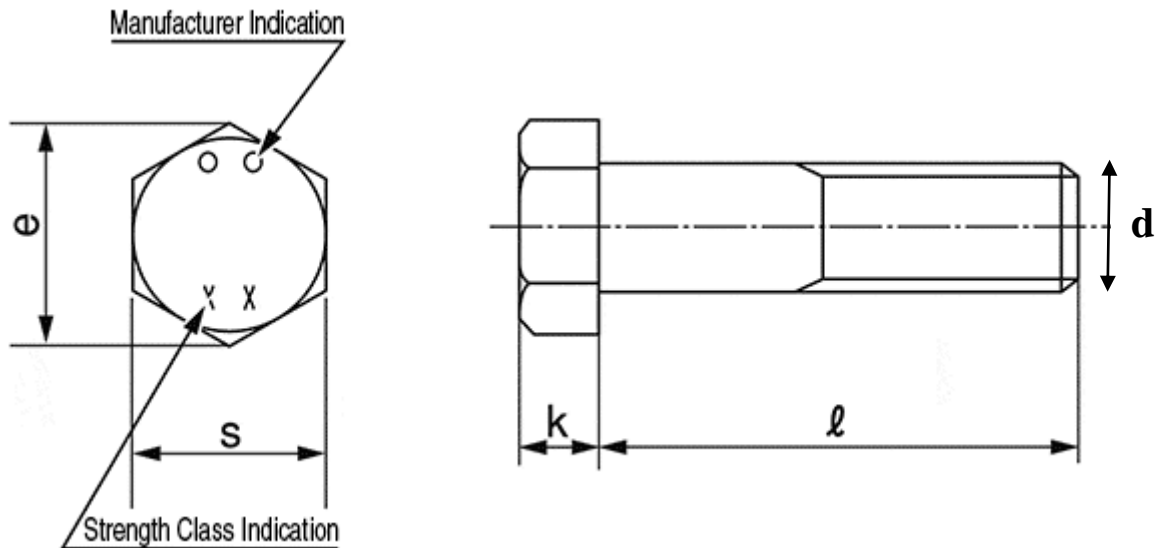


Figure 40 : Dimensionnement de la vis.

#### Désignation :

Vis à tête hexagonale a serrage contrôlé M12

#### Dimensions :

d : 12 mm

k :  $8 \pm 0,3$  mm

s :  $19 \pm 0,4$  mm

e : 21,9 mm

l : 30 mm

Niveau de résistance : 8.8

#### Définition de la résistance :

Section résistante :  $84,3 \text{ mm}^2$

La section résistante est calculée comme suit :

$$A = \frac{\pi d_{eq}^2}{4}$$

Résistance en cisaillement :

$$F_{v,rd} = \frac{\alpha_v A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{v,rd} = 32,4 \text{ kN}$$

Résistance en traction :

$$F_{t,rd} = \frac{k_2 A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{t,rd} = 48,5 \text{ kN}$$

Avec les paramètres suivants :

Pour la classe 8.8,  $\alpha_v = 0,6$  et  $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Pour les fixations courantes,  $k_2 = 0,9$  et  $\gamma_{m2} = 1,25$

On a :

$F_{v,rd}$  : résistance en cisaillement.

$F_{t,rd}$  : résistance en traction.

$k_2$  : coefficient qui tient compte de la surface effective du boulon.

$A_s$  : section transversale du boulon.

$f_{ub}$  : résistance à la traction ultime du matériau du boulon.

$\gamma_{m2}$  : facteur de sécurité partiel pour les propriétés des matériaux.

### III.7 Câbles

Voici les éléments qu'on va étudier :

- Câbles.
- Poulies.

#### III.7.1 Câbles

Les câbles métalliques sont des structures dynamiques complexes composées de plusieurs éléments interconnectés ou interdépendants de sorte que l'état du système dépend des états de ses composants (fils, torons). De ce fait, toute approche de modélisation d'un câble métallique sera une approche multi-échelle où l'on peut distinguer l'échelle du fil, l'échelle du toron et celle du câble.[12]



**Figure 41 : Eléments constitutifs d'un câble métallique.**

L'estimation de la fiabilité des câbles métalliques a été l'objet de différents travaux de recherche. D'après une étude par éléments finis où les auteurs fournissent une répartition des pourcentages des charges supportées par les fils et les torons d'un câble métallique. Ils ont

conclu que le toron central (l'âme centrale) supporte une charge axiale de l'ordre de 20,18% et chaque toron extérieur supporte 10% de la charge axiale appliquée.



*Figure 42 : câble métallique à 8 torons*

### **Calculs de résistances :**

Poids total à soulever : 4012 kg

Nombre de câbles :  $n = 8$

Diamètre des câbles :  $d = 10$  mm

Acier utilisé : S235 ( $R_e = 235$  MPa)

Résistance à la traction entre 360-510 MPa

Limite d'élasticité : 235 MPa

### **Calcul de la Section**

Calculons d'abord la section transversale :

$$A = \frac{\pi d^2}{4}$$

$$A = \frac{\pi(10)^2}{4}$$

$$A = 78,54 \text{ mm}^2$$

### **Charge par Câble**

La charge supportée par chaque câble est :

$$P_{\text{câble}} = \frac{P}{n}$$

$P =$  Poids du monte-charge + poids du contrepoids

$P = 4012$  Kg

$$P_{\text{câble}} = \frac{4012}{8}$$

$$P_{\text{câble}} = 501,5 \text{ Kg}$$

Convertissons cette charge en Newtons (1 kg = 9.81 N) :

$$P_{\text{câble}} = 501,5 \times 9,81$$

$$P_{\text{câble}} = 4919,71\text{N}$$

### Calcul de la Contrainte Maximale

La contrainte ( $\sigma$ ) dans chaque câble est donnée par la formule :

$$\sigma = \frac{4919,71}{78,54} = 62,40 \text{ MPa}$$

La contrainte maximale dans chaque câble est donc de 62,40 MPa.

En comparant cette valeur à la limite élastique de l'acier S235 ( $Re = 235 \text{ MPa}$ ), on peut conclure que les câbles ont un coefficient de sécurité largement suffisant pour supporter la charge de 1000 kg.

### Calcul de la force totale appliquée par les câbles en mouvement

La force totale appliquée par les câbles en mouvement est la somme de la force gravitationnelle et de la force dynamique :

La force gravitationnelle (poids) est calculée comme suit :

$$W = m \times g$$

$$W = 4012 \times 9,81$$

$$W = 39357 \text{ N}$$

La force dynamique due à l'accélération est donnée par :

$$F_d = m \times a$$

$$F_d = 4012 \times 0,5 \text{ m.s}^2$$

$$F_d = 2006 \text{ N}$$

Donc :

$$F_{\text{total}} = W + F_d = 39357 + 2006$$

$$F_{\text{total}} = 41362 \text{ N}$$

Pour connaître la force appliquée par chaque câble, nous divisons la force totale par le nombre de câbles :

$$F_{\text{câble}} = \frac{F_{\text{total}}}{\text{Nombre de cables}}$$

$$F_{\text{câble}} = \frac{41362}{8}$$

$$F_{\text{câble}} = 5170,25 \text{ N}$$

La force appliquée par chaque câble en mouvement, à une vitesse de 1 m/s et avec une accélération de 0,5 m/s<sup>2</sup>, est d'environ 5170,25 N. Cette valeur peut varier en fonction de l'accélération réelle appliquée au système. Si le mouvement est constant (accélération nulle), la force appliquée serait simplement de 4919,71 N, comme calculé précédemment.

### Calcul de la force de rupture

En utilisant une valeur moyenne de la charge de rupture (entre 360-510 MPa) :

La force de rupture  $F_{\text{rupture}}$  est donnée par :

$$F_{\text{rupture}} = \sigma_{\text{rupture}} \times A$$

$$F_{\text{rupture}} = 435 \times 78,54$$

$$F_{\text{rupture}} = 34164 \text{ N}$$

La limite de rupture d'un câble en acier S235 est d'environ 360 à 510 MPa, ce qui correspond à une force de rupture d'environ 34164 N pour un câble de 10 mm de diamètre. Cela signifie que le câble peut supporter jusqu'à cette force avant de risquer de se rompre.

$$F_{\text{rupture}} = 34164 \text{ N} > P_{\text{câble}} = 4919,71 \text{ N}$$

Donc ce paramètre est vérifié.

### Calcul du Coefficient de Sécurité

Le coefficient de sécurité est calculé comme suit :

$$S = \frac{\text{résistance théorique}}{\text{charge appliquée}}$$

$$S = \frac{F_{\text{rupture}}}{P_{\text{câble}}}$$

$$S = \frac{34164}{4919,71}$$

$$s = 6,9$$

Le coefficient de sécurité pour les câbles en acier S235 dans cet exemple est d'environ **6,9**. Cela signifie que les câbles sont conçus pour supporter plus de six fois la charge appliquée, offrant ainsi un niveau de sécurité élevé dans l'application. Ce coefficient de sécurité est largement suffisant pour garantir la sécurité et la fiabilité du système.

#### Résistance des câbles a la torsion :

La charge totale de 4012 kg est répartie sur 8 câbles. La charge par câble est donc : 501kg

En convertissant en Newtons (1kg = 9,81N)

Force par câbles est donc de : 4915,215N

Calcul du moment de torsion :

$$T = F \times r$$

R est le rayon du câble soit 5mm (0.005m)

Donc :

$$T = 4915,215 \times 0,005$$

$$T = 24,576 \text{ N.m}$$

Calcul du moment d'inertie polaire :

$$J = \frac{\pi \times (d)^4}{32}$$

$$J = \frac{\pi \times (0,01)^4}{32}$$

$$J = 9,82 \times 10^{-11} \text{ m}^4$$

Calcul de la contrainte de torsion :

$$\tau = \frac{T \times r}{J}$$

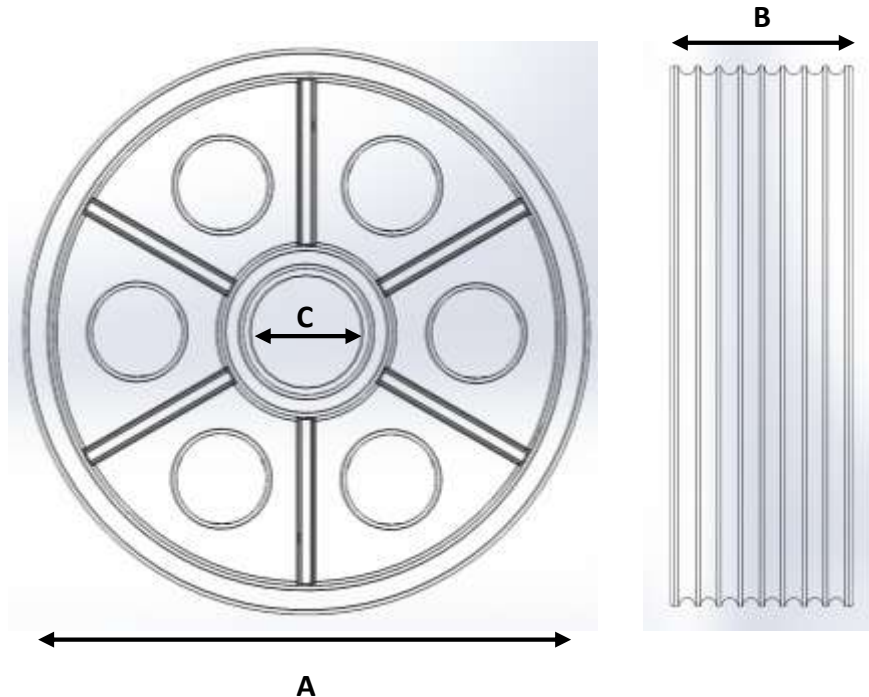
$$\tau = \frac{24,576 \times 0,005}{9,82 \times 10^{-11}}$$

$$\tau = 1,251 \text{ MPa}$$

La contrainte de torsion est donc bien inférieure à la limite, confirmant que ces câbles en acier S235 peuvent largement supporter cette contrainte.

### III.7.2 Poulie

- **Dimensionnement de la poulie :**



*Figure 43 : Dimensionnement de la poulie.*

- Longueur :  $A = 400$  mm
- Profondeur :  $B = 135$  mm
- Diamètre :  $C = 90$  mm
- Nombre de gorge :  $n = 8$
- Largeur de la gorge : 12 mm
- Profondeur de la gorge : 6 mm

- **Matériau utilisé pour les poulies :**

Les poulies sont entièrement en Fonte GGG40, La fonte GGG40 est souvent utilisée comme alternative avantageuse pour d'autres matériaux tels que l'acier grâce à son excellente finition de surface, son usinabilité améliorée et sa réduction de poids contre l'acier.

Voici ces propriétés :

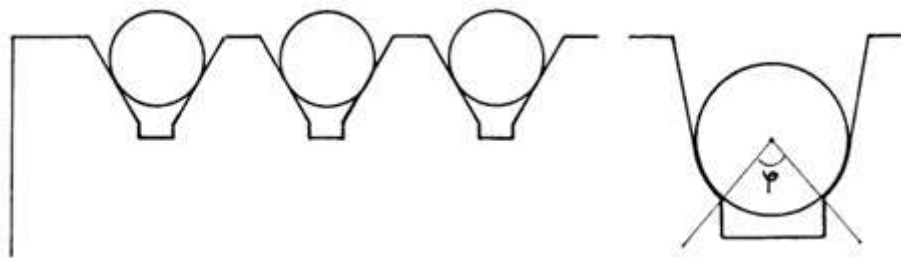
- Résistance à la traction : 400 MPa (minimum), d'où le "40" dans GGG40.
- Allongement à la rupture : 12% (en général, mais peut varier selon le processus de fabrication).

- Limite d'élasticité : 280 MPa.
- Dureté : Environ 160-210 HB (dureté Brinell).
- Module de Young (E) : 169-185 GPa (valeur standard pour la fonte ductile).

Cette fonte est donc un excellent choix pour notre utilisation, et répond à tous les critères et supporte la charge qui lui est appliquée.

- **Adhérence**

C'est l'un des problèmes de mécanique les plus délicats dans ce domaine. La norme NF P 82 201 vise dans son article 2-44 la sécurité concernant ces appareils, admet la possibilité de patinage des câbles dans les gorges de la poulie motrice lorsque la cabine ou le contrepoids sont arrêtés et la présente même comme un résultat de ce blocage. Son intervention se borne à ce point très précis de sécurité.



*Figure 44 : Profil des gorges de la poulie*

Les phénomènes auxquels sont soumis les câbles lorsqu'ils passent dans les gorges de la poulie sont complexes et l'empirisme joue également ici un rôle qui n'est pas négligeable. Un compromis doit être obtenu entre une adhérence maximale et une usure réduite des gorges en fonte et des câbles eux-mêmes.

En effet, les différences de tension des brins côté cabine (vide ou chargée) et côté contrepoids, la pression dans les gorges, l'accélération lors du démarrage et le ralentissement au moment du freinage, le rampement du câble dans sa gorge pendant le fonctionnement, le coefficient de frottement, sont autant de facteurs qui intéressent ce problème.

Les différences de tension interviennent pendant la marche de l'appareil. Les brins, côté cabine et côté contrepoids ne sont pas soumis aux mêmes forces de tension dues à la pesanteur sauf lorsque la cabine est à demi-charge. Dans ces conditions, et en particulier avec les couples maxima, l'enroulement côté forte tension s'effectue plus rapidement et d'un seul bloc par rapport au déroulement côté faible tension. Le câble est donc soumis dans les gorges à des allongements et des contractions qui lui font subir un mouvement de rampement. Le câble glisse

sur la poulie avec frottement et en provoque l'usure. La poulie est en effet taillée dans une couronne de fonte et est, si des précautions ne sont prises, rapidement attaquée par l'acier des câbles.

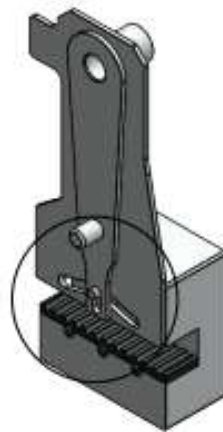
L'accélération et le ralentissement représentant des forces qui augmentent ou diminuent les tensions statiques ne font qu'accroître le phénomène.

Le phénomène physique est donc actuellement assez bien connu et le calcul se borne, en général, pour les constructeurs à vérifier si les poids de la cabine vide et du contrepoids permettent d'obtenir une adhérence suffisante ou s'il doit être prévu un lest. [6]

### III.8 Sécurité

- **Le parachute :**

L'étude d'un parachute de monte-charge est une analyse cruciale dans la conception de systèmes de levage sécurisés. Le parachute est un dispositif de sécurité qui empêche la chute libre d'un monte-charge ou d'un ascenseur en cas de rupture du câble de levage ou de dysfonctionnement du mécanisme.



*Figure 45 : Vue 3D du parachute.*

Le parachute de monte-charge fonctionne sur le principe de la friction ou de l'enclenchement mécanique. Lorsqu'une accélération anormale est détectée (due à une rupture de câble, par exemple), un dispositif d'urgence active des freins pour bloquer le mouvement de la cabine.

- **Force nécessaire pour arrêter la cabine**

Le parachute doit exercer une force suffisante pour arrêter le monte-charge en cas de chute. La force d'arrêt est déterminée par la relation entre la masse du système, la décélération, et le temps de réponse du parachute.

- **Calcul de l'énergie cinétique**

L'énergie cinétique du monte-charge juste avant l'arrêt est calculée par la formule suivante :

$$E_c = \frac{1}{2}mv^2$$

Où :

m est la masse (2506Kg).

v est la vitesse 1m/s.

$$E_c = \frac{1}{2} \times 2506 \times (1)^2$$

$$E_c = 1253 J$$

Cette énergie doit être dissipée par le système de freinage (le parachute) pour arrêter la cabine en toute sécurité.

- Force d'arrêt nécessaire :

Pour arrêter la cabine, la force dépend de la distance de freinage et du temps nécessaire pour atteindre l'arrêt. La force d'arrêt est donnée par :

$$F_{arret} = \frac{E_c}{d_{arret}}$$

Si nous estimons une distance d'arrêt de 0,2 m :

$$F_{arret} = \frac{1253}{0,2} = 6265 N$$

Cela signifie que le parachute doit fournir une force de freinage d'au moins 6265 N pour arrêter le monte-charge dans une distance de 0,2 m.

Si la force d'arrêt nécessaire est de 6,27 kN, la force normale P à exercer est :

$$P = \frac{F_{arret}}{\mu} = \frac{6,27}{0,2} = 31,35 \text{ kN}$$

Les patins du parachute doivent donc exercer une pression de 31,35 kN sur les rails pour garantir l'arrêt du monte-charge.

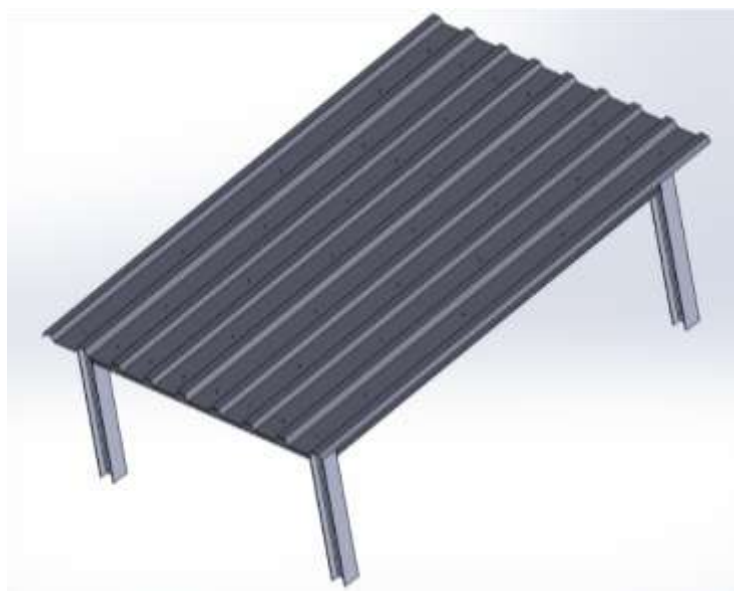
### III.9 Autres composants

#### III.9.1 Toiture

L'étude d'une toiture pour un monte-charge industriel implique de prendre en compte des critères essentiels pour garantir la sécurité, la résistance et la conformité aux normes.

La toiture doit être dimensionnée pour supporter certaines charges spécifiques :

- Charge permanente : Poids propre des matériaux constituant la toiture.
- Charge utile : Si le toit est utilisé pour l'entretien ou pour supporter des équipements (moteurs, câbles, dispositifs de sécurité).
- Charges climatiques :
  - Neige : Selon les normes locales, la toiture doit être capable de supporter des charges de neige dans certaines régions (par exemple, selon EN 1991-1-3 en Europe).
  - Vent : Résistance aux rafales de vent, surtout pour les monte-charges en extérieur (selon EN 1991-1-4).
  - Pluie : Prévoir une pente et un drainage adéquat pour éviter les accumulations d'eau.



*Figure 46 : Vue 3D du toit.*

Ce toit en acier S235 pour un monte-charge, conçu selon les normes de sécurité et les exigences climatiques, peut offrir une solution robuste et durable. La résistance de l'acier S235, associée à des revêtements protecteurs et à une bonne conception structurelle, permet de garantir la sécurité et la longévité du système.

- Dimensions de la toiture :
  - Longueur : 5937 mm
  - Largeur : 3963 mm
- Vis utilisés :

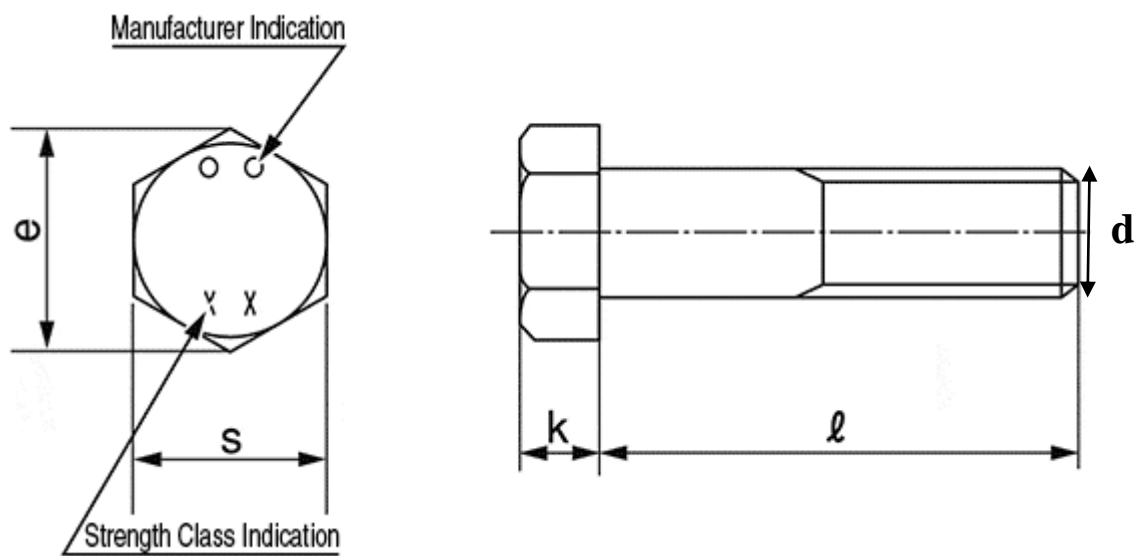


Figure 47 : Dimensionnement de la vis.

**Désignation :**

Vis à tête hexagonale à serrage contrôlé M10

**Dimensions :**

d : 10 mm

k :  $7 \pm 0,3$  mm

s :  $17 \pm 0,35$  mm

e : 19,6 mm

l : 30 mm

Niveau de résistance : 8.8

**Définition de la résistance :**

Section résistante :  $58 \text{ mm}^2$

La section résistante est calculée comme suit :

$$A = \frac{\pi d_{eq}^2}{4}$$

Résistance en cisaillement :

$$F_{v,rd} = \frac{\alpha_v A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{v,rd} = 22,3 \text{ kN}$$

Résistance en traction :

$$F_{t,rd} = \frac{k_2 A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{t,rd} = 33,4 \text{ kN}$$

Avec les paramètres suivants :

Pour la classe 8.8,  $\alpha_v = 0,6$  et  $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Pour les fixations courantes,  $k_2 = 0,9$  et  $\gamma_{m2} = 1,25$

On a :

$F_{v,rd}$  : résistance en cisaillement.

$F_{t,rd}$  : résistance en traction.

$k_2$  : coefficient qui tient compte de la surface effective du boulon.

$A_s$  : section transversale du boulon.

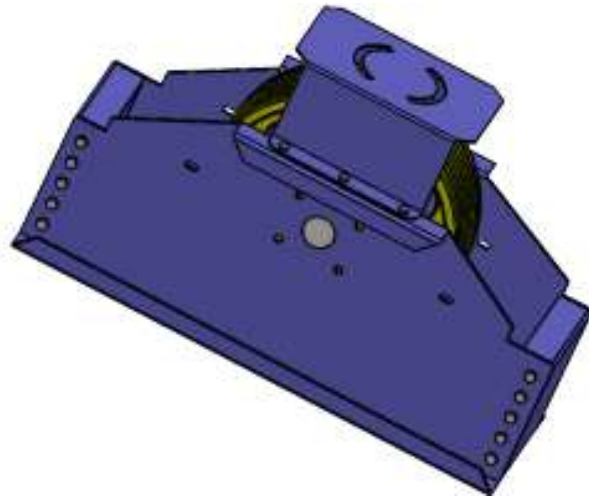
$f_{ub}$  : résistance à la traction ultime du matériau du boulon.

$\gamma_{m2}$  : facteur de sécurité partiel pour les propriétés des matériaux.

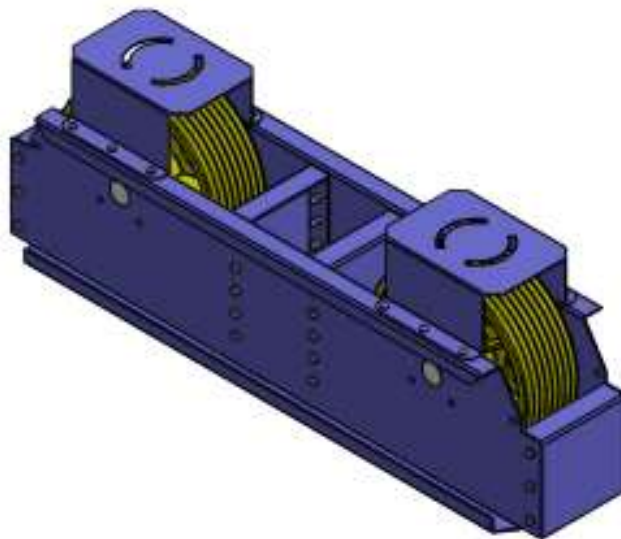
**III.9.2 Supports poulies**

Un support poulie est une pièce conçue pour maintenir une poulie en place, lui permettant de tourner librement sur un axe. Il offre un support stable et sécurisé pour la poulie.

Les supports poulies sont entièrement en acier S235 ; L'acier S235 est largement utilisé dans les structures métalliques en raison de sa bonne résistance à la traction et à la compression.



*Figure 48 : Vue 3D du support poulie.*

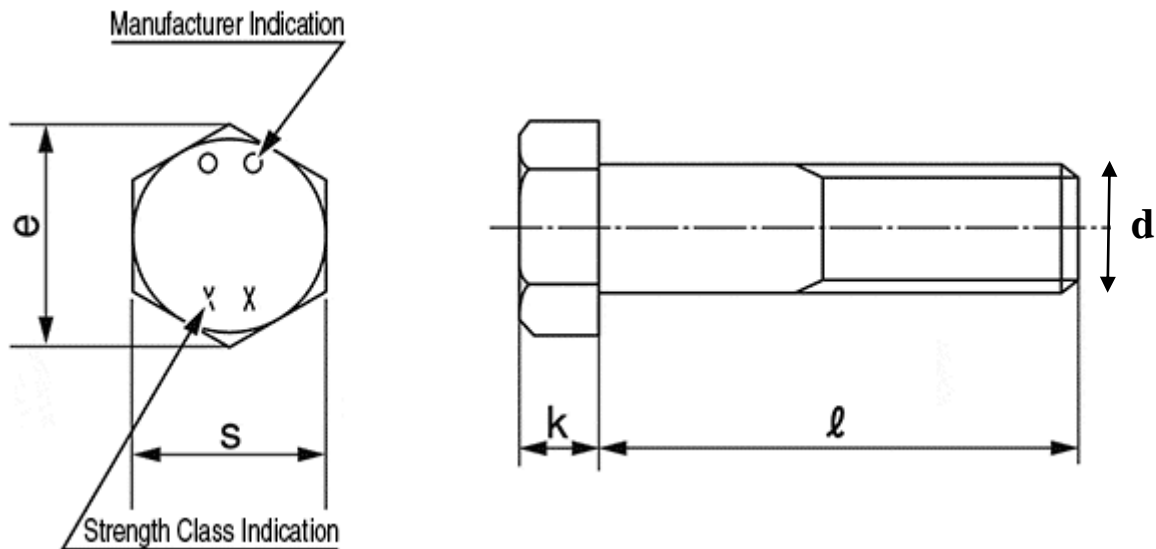


*Figure 49 : Vue 3D du support double poulie.*

On a utilisé 2 types de boulons pour fixer ces support : M8 et M10

- **Vis utilisé :**

- **Vis M8 :**



*Figure 50 : dimensionnement de la vis.*

**Désignation :**

Vis à tête hexagonale a serrage contrôlé M8

**Dimensions :**

d : 8 mm

k :  $5,5 \pm 0,25$  mm

s :  $13 \pm 0,35$  mm

e : 15 mm

l : 20 mm

Niveau de résistance : 8.8

**Définition de la résistance :**

Section résistante :  $36,6 \text{ mm}^2$

La section résistante est calculée comme suit :

$$A = \frac{\pi d_{eq}^2}{4}$$

Résistance en cisaillement :

$$F_{v,rd} = \frac{\alpha_v A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{v,rd} = 14,1 \text{ kN}$$

Résistance en traction :

$$F_{t,rd} = \frac{k_2 A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{t,rd} = 21,1 \text{ kN}$$

Avec les paramètres suivants :

Pour la classe 8.8,  $\alpha_v = 0,6$  et  $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$

Pour les fixations courantes,  $k_2 = 0,9$  et  $\gamma_{m2} = 1,25$

On a :

$F_{v,rd}$  : résistance en cisaillement.

$F_{t,rd}$  : résistance en traction.

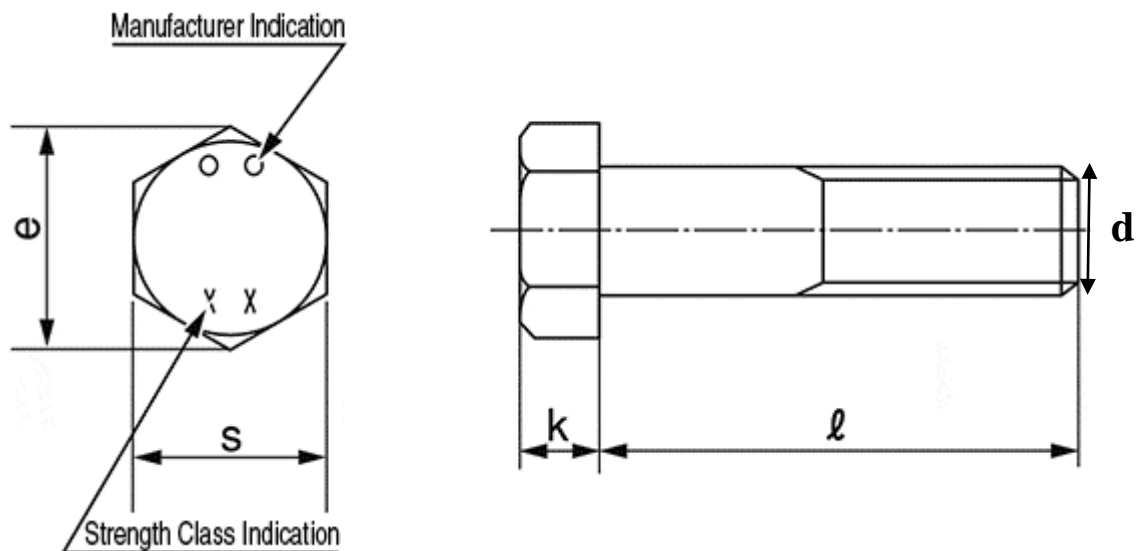
$k_2$  : coefficient qui tient compte de la surface effective du boulon.

$A_s$  : section transversale du boulon.

$f_{ub}$  : résistance à la traction ultime du matériau du boulon.

$\gamma_{m2}$  : facteur de sécurité partiel pour les propriétés des matériaux.

- **Vis M10 :**



*Figure 51 : Dimensionnement de la vis.*

**Désignation :**

Vis à tête hexagonale a serrage contrôlé M10

**Dimensions :**

d : 10 mm

k :  $7 \pm 0,3$  mms :  $17 \pm 0,4$  mm

e : 19,6 mm

l : 30 mm

Niveau de résistance : 8.8

**Définition de la résistance :**Section résistante :  $58 \text{ mm}^2$ 

La section résistante est calculée comme suit :

$$A = \frac{\pi d_{eq}^2}{4}$$

Résistance en cisaillement :

$$F_{v,rd} = \frac{\alpha_v A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{v,rd} = 22,3 \text{ kN}$$

Résistance en traction :

$$F_{t,rd} = \frac{k_2 A_s f_{ub}}{\gamma_{m2}}$$

$$F_{t,rd} = 33,4 \text{ kN}$$

Avec les paramètres suivants :

Pour la classe 8.8,  $\alpha_v = 0,6$  et  $f_{ub} = 800 \text{ MPa}$ Pour les fixations courantes,  $k_2 = 0,9$  et  $\gamma_{m2} = 1,25$ 

On a :

 $F_{v,rd}$  : résistance en cisaillement. $F_{t,rd}$  : résistance en traction. $k_2$  : coefficient qui tient compte de la surface effective du boulon. $A_s$  : section transversale du boulon. $f_{ub}$  : résistance à la traction ultime du matériau du boulon. $\gamma_{m2}$  : facteur de sécurité partiel pour les propriétés des matériaux.

# **Chapitre 4 :**

# **Conception**

## IV. Conception

### IV.1 Introduction

La conception est un processus créatif et intellectuel qui vise à créer ou à développer des objets, des systèmes, des environnements ou des expériences afin de répondre à des besoins spécifiques. Elle comporte plusieurs étapes, telles que la recherche, la génération d'idées, la création de prototypes et la réalisation. Que ce soit dans les domaines de l'industrie, du graphisme, de l'architecture, des logiciels ou des services, la conception associe la créativité, l'analyse et les compétences techniques pour proposer des solutions novatrices et efficaces. Elle tient compte de divers aspects, tels que la fonctionnalité, l'esthétique, l'ergonomie et la technicité, afin de répondre de manière optimale aux attentes des utilisateurs ou des clients.

### IV.2 La définition de la conception mécanique

La conception mécanique est un processus d'ingénierie basée sur la création et au développement de machines et de systèmes mécaniques. Elle implique l'application des principes de la physique, des mathématiques et des sciences des matériaux. La modélisation et la simulation à l'aide de logiciels de conception assistée par ordinateur (CAO) permettent de créer des modèles 3D et de simuler les performances des conceptions. La sélection des matériaux appropriés, la fabrication de prototypes pour les tests, et l'optimisation des conceptions pour améliorer les performances et réduire les coûts sont des étapes cruciales. La conception mécanique est essentielle dans de nombreux secteurs tels que l'automobile, l'aéronautique, l'énergie et la fabrication industrielle, où elle vise à créer des solutions robustes, efficaces et durables.

### IV.3 Les étapes de la conception mécanique

Les étapes de la conception sont un processus structuré permettant de passer de l'idée initiale à la réalisation d'un produit. Ces étapes sont :

- **Analyse des besoins et des spécifications** : Identifiez les besoins du produit ou du système, ainsi que les exigences techniques, fonctionnelles et réglementaires.
- **Recherche et exploration conceptuelle** : Effectuez une recherche approfondie pour comprendre les solutions existantes et explorer de nouvelles idées de conception.
- **Conception préliminaire** : Générez des concepts initiaux en utilisant des croquis, des schémas et des modèles conceptuels pour illustrer les idées.

- **Modélisation et simulation** : Créez des modèles 3D détaillés à l'aide de logiciels de CAO (Conception Assistée par Ordinateur) et utilisez des outils de simulation pour évaluer les performances.
- **Analyse et optimisation** : Effectuez des analyses de contraintes, de mouvements, de thermique, etc., pour identifier les zones d'amélioration et optimiser la conception.
- **Prototypage et tests** : Fabriquez des prototypes physiques pour tester les fonctionnalités, les performances et la fiabilité de la conception.
- **Validation et itération** : Évaluez les résultats des tests et des prototypes, puis apportez des modifications et des améliorations en fonction des retours d'expérience.
- **Documentation technique** : Préparez des dessins techniques détaillés, des spécifications de fabrication et des rapports d'analyse pour guider la production.
- **Fabrication et assemblage** : Transformez la conception en produit réel en utilisant des processus de fabrication appropriés, tels que l'usinage, la fabrication additive, etc.
- **Contrôle qualité et assurance** : Effectuez des tests et des inspections pour vérifier la conformité aux spécifications et garantir la qualité du produit final.
- **Mise en service et maintenance** : Installez le produit sur site si nécessaire, et développez des procédures de maintenance pour assurer son bon fonctionnement à long terme.

#### IV.4 Les caractéristiques du processus de conception

La conception mécanique est un domaine vaste qui englobe plusieurs disciplines et aspects techniques. Voici ses caractéristiques principales :

- **Fonctionnalité** : le système doit être parfait et doit répondre aux besoins fonctionnels pour lesquels il est conçu
- **Fiabilité et durabilité** : le système doit fonctionner correctement sur une longue période et sans défaillance sous des conditions variées.
- **Sécurité** : la sécurité doit être assurée pour les utilisateurs et les opérateurs.
- **Matériaux** : le choix des matériaux est très important. Ils doivent être choisis en fonction de leurs propriétés mécanique, thermiques, électrique et chimiques.
- **Fabricabilité** : le système doit être réalisable avec les technologies de fabrication disponible.
- **Coût** : optimiser le coût de conception, de fabrication, de maintenance et de recyclage.

- **Ergonomie** : L'interaction de l'utilisateur avec le système doit être prise en compte pour assurer un usage efficace et confortable.
- **Esthétique** : l'apparence visuelle est aussi très importante pour les produits destinés au grand public.
- **Efficacité énergétique** : La consommation énergétique doit être réduite, ce qui est important dans les systèmes alimentés par batterie ou les systèmes mobiles.
- **Normes et Réglementations** : Le système doit être conforme aux normes industrielles et réglementations en vigueur.
- **Maintenance** : La conception doit permettre un entretien et des réparations faciles pour prolonger la durée de vie du produit.

## IV.5 Le logiciel SOLIDWORKS

SolidWorks est un logiciel de CAO (conception assistée par ordinateur) reconnu pour sa puissance et sa convivialité, offrant des outils dédiés simplifiant la conception et le développement de produits, de la conception à la réalité. Le logiciel permet de créer des modèles 3D de pièces, d'assemblages et de mises en plan, avec des fonctionnalités avancées telles que la modélisation 3D, la création de composants, les assemblages, les mises en plan, la simulation comportementale, la simulation de mouvement, etc. Largement utilisé dans l'industrie et l'enseignement, SolidWorks offre une interface conviviale et des outils puissants pour répondre aux besoins des professionnels de la conception et de l'ingénierie.

## IV.6 La Conception

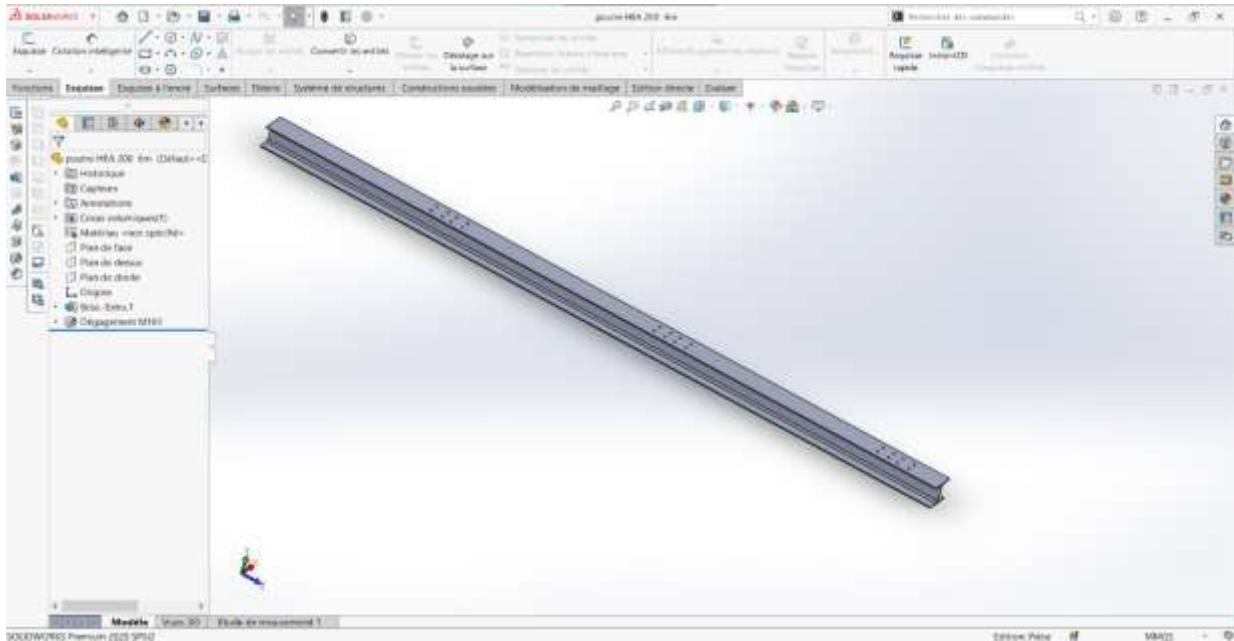
### IV.6.1 La conception de la gaine

La conception et la fabrication d'une gaine pour un monte-charge électrique implique plusieurs étapes. Le processus débute par la définition des spécifications du système, puis par la conception de la gaine en tenant compte de sa structure métallique, de son caractère autoportant et de ses dimensions sur mesure. Les forces nécessaires pour soulever la charge maximale sont calculées afin de déterminer les dimensions des éléments de la gaine, tels que les rails, les guides et les paliers. Ensuite, la gaine est fabriquée à partir de matériaux métalliques, assemblée et finie pour garantir une résistance et une durabilité optimales. L'installation sur site comprend la mise en place de la gaine, des câbles de suspension et de traction, du moteur électrique et de la vis d'entraînement, suivie de tests et de la mise en service finale pour assurer le bon fonctionnement et la sécurité du monte-charge électrique.

#### IV.6.1.1 Les composants de la gaine

##### a. Les poutres HEA 200 :

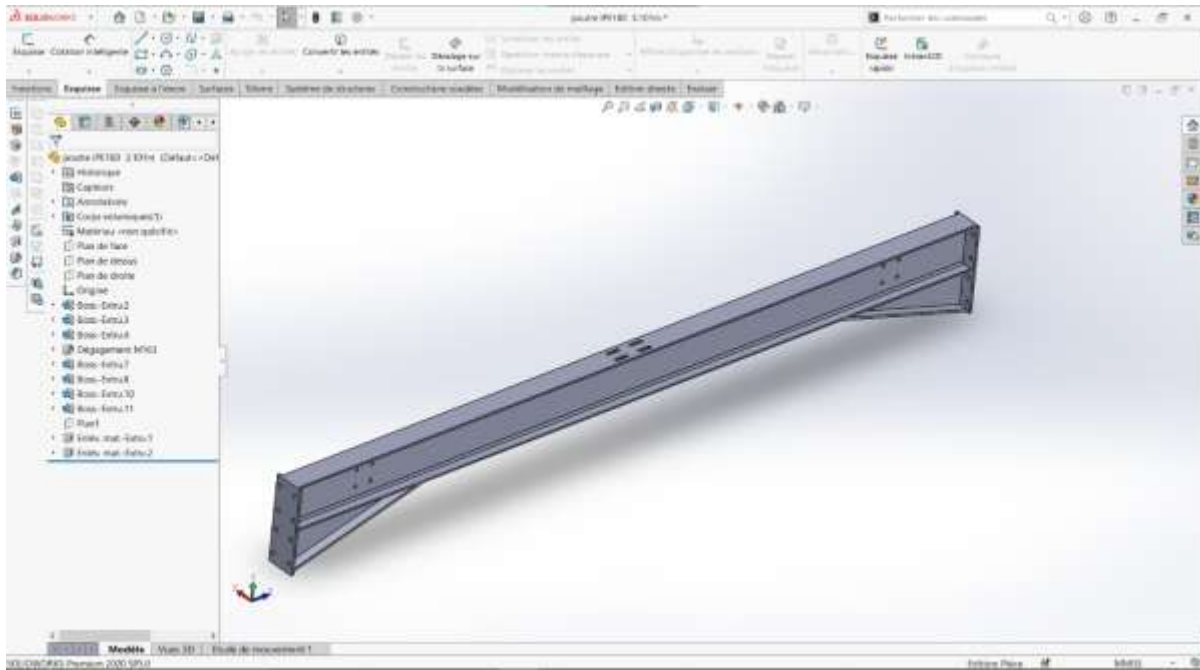
On a choisi des poutres HEA 200 longueur de 6M pour les poteaux de la structure, en les reliant avec des liaisons visse-écrous pour atteindre la hauteur choisit (15 mètres), et notre choix est dû à la résistance de ces poutres en traction et en flexion.



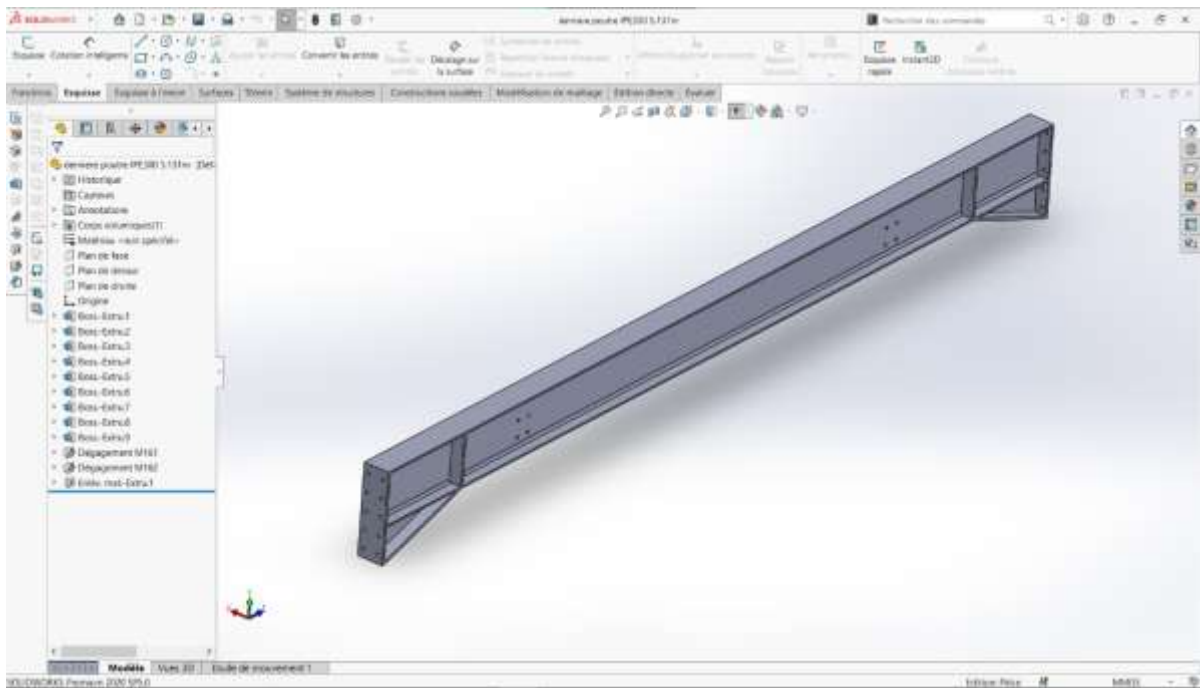
*Figure 52: Conception d'une poutre HEA 200 6m*

##### b. Poutres IPE 180 et IPE 300 :

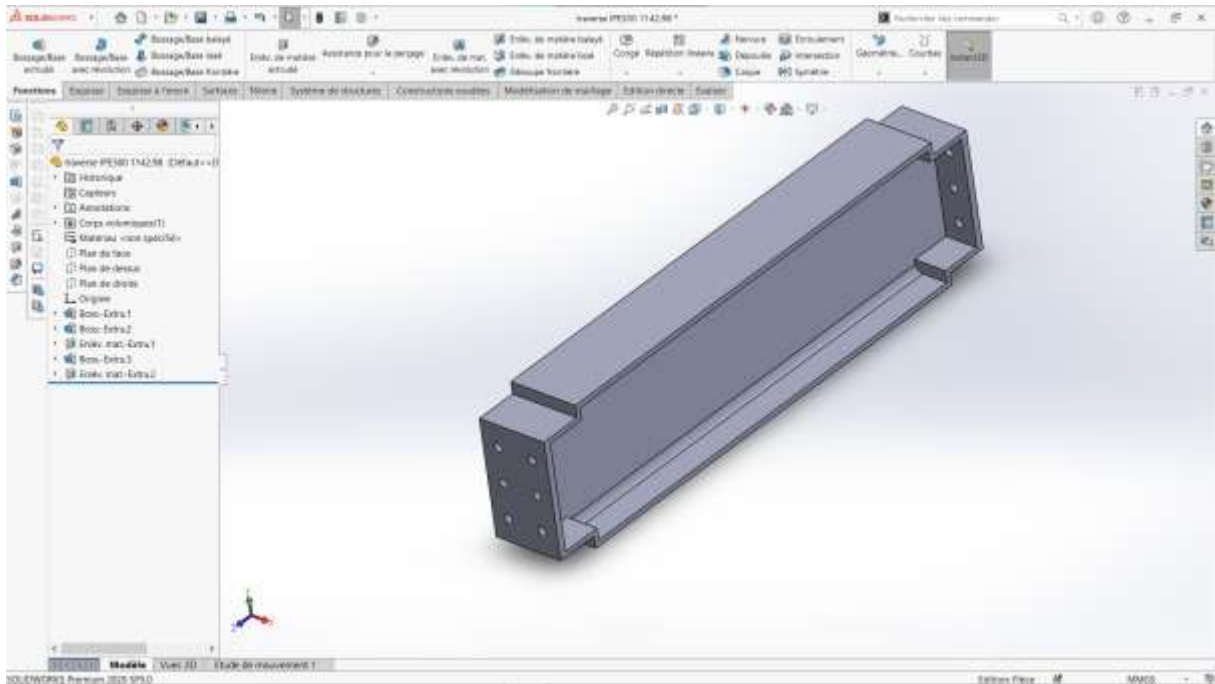
Pour les traverses du milieu de la structure on a choisi des poutres IPE 180 et la dernière traverse on a utilisées IPE 300, personnalisée pour une meilleure résistance, et les fixer horizontalement aux poteaux avec boulons M16 (vis hexagonale de construction).



*Figure 53 : Conception d'une poutre IPE180 personnalisée*



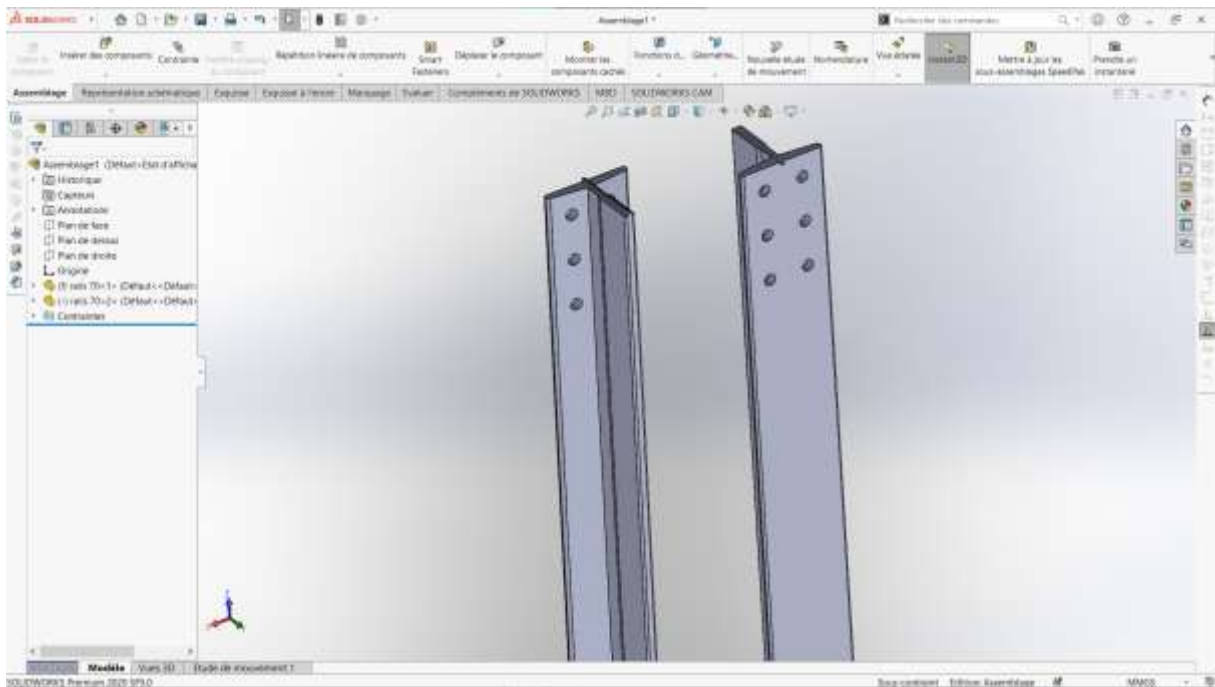
*Figure 54 : Conception d'une poutre IPE300 personnalisée*

**c. Traverses IPE 300 :**

*Figure 55 : conception d'une traverse IPE 300*

**d. Les rails de guidage :**

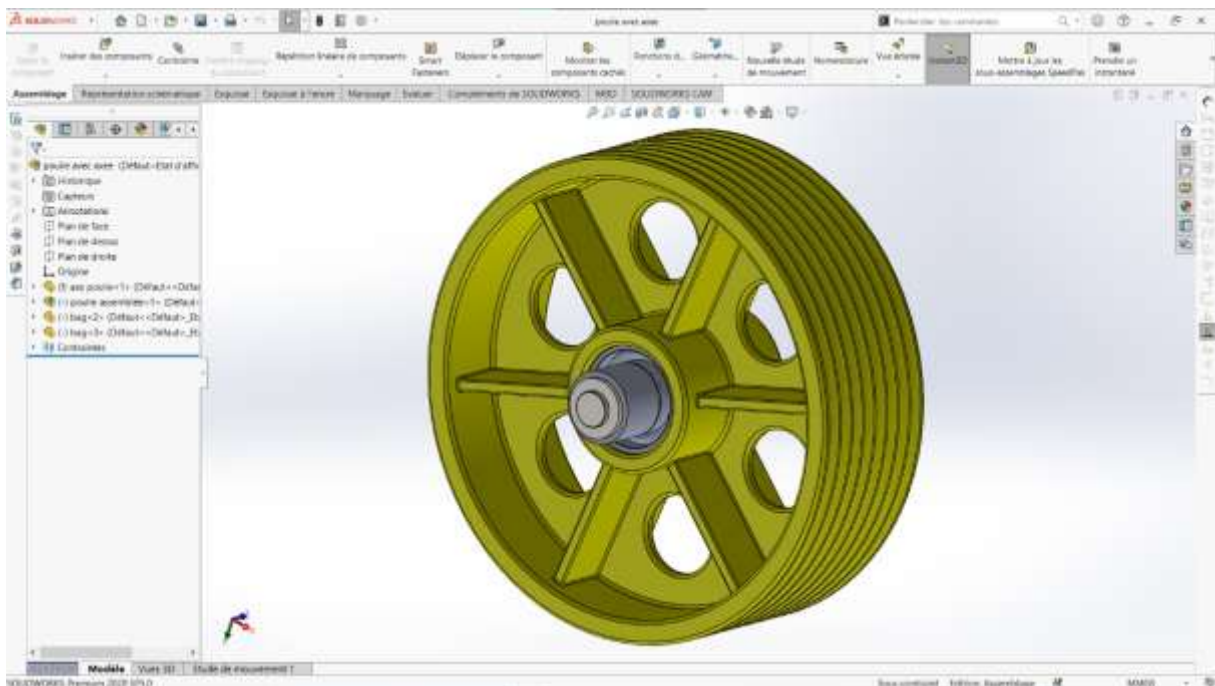
On a utilisé des rails de T90 pour le guidage de la cabine vue quelle porte la charge, et des rails de T70 pour le guidage du contrepoids, la liaison entre les rails est visse-écrous.



*Figure 56 : Conception des rails de guidage*

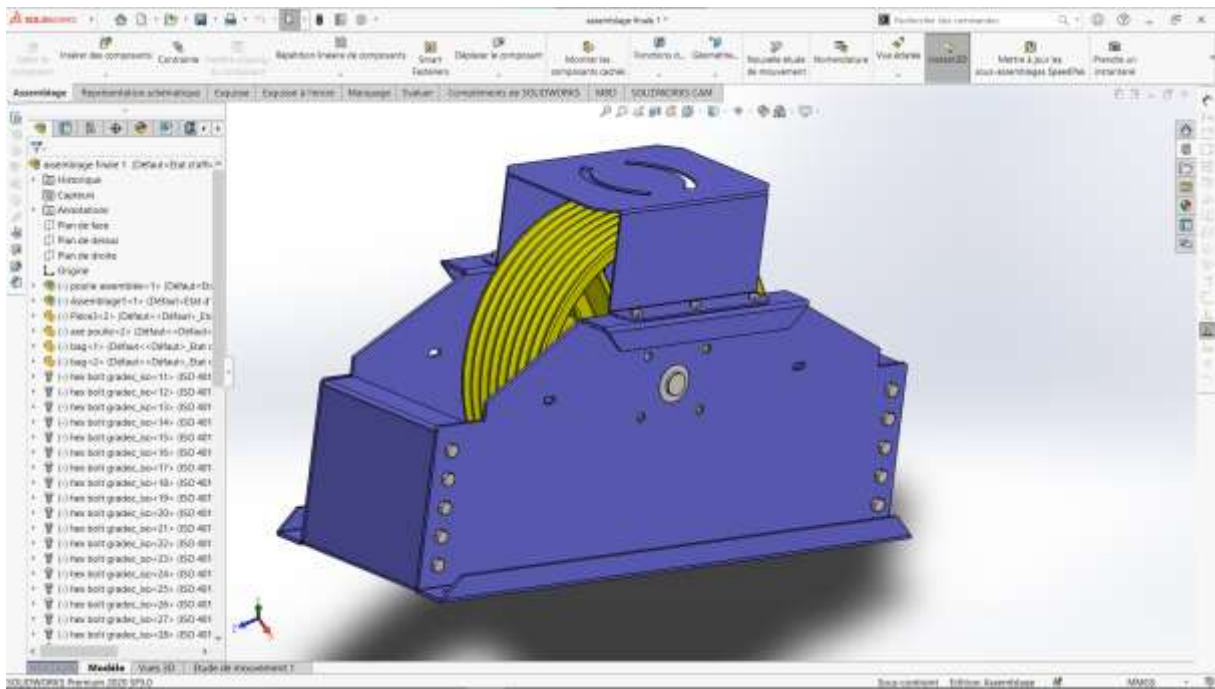
**e. Poulie de renvoi :**

On a utilisé des poulies en fonte, c'est elles qui porte les câbles de traction donc elle doit supporter la charge la cabine et du contrepoids.

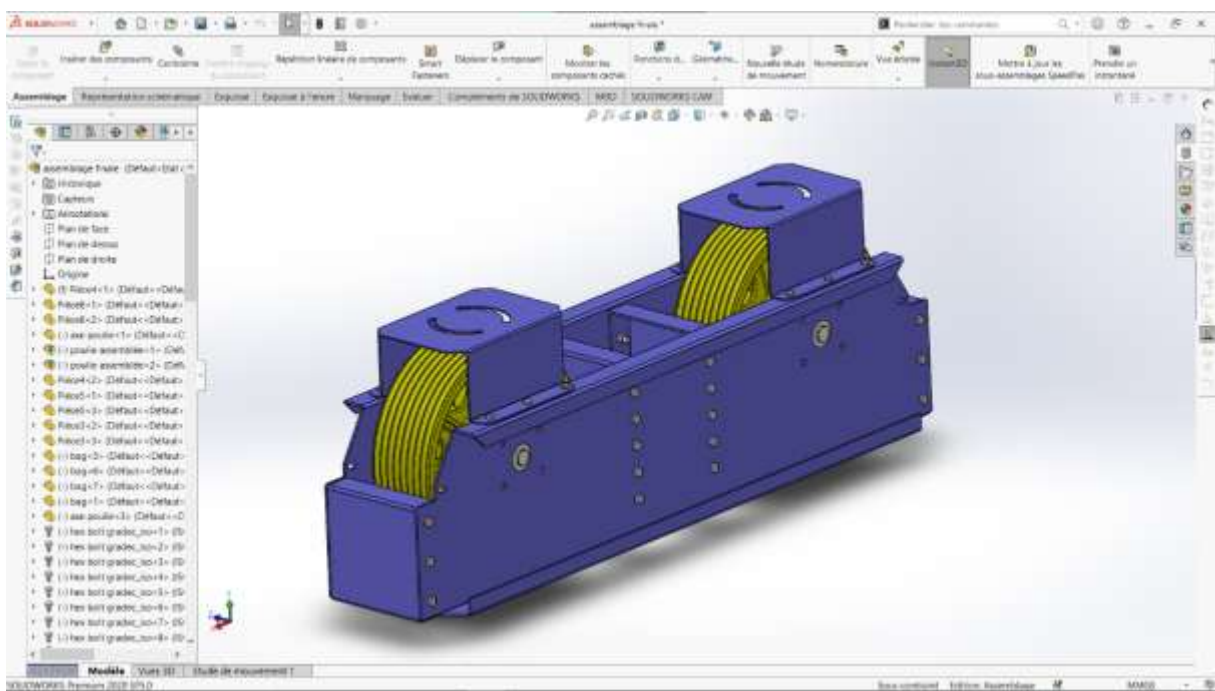


*Figure 57 : Conception de la poulie de renvoi*

## f. Support poulie :



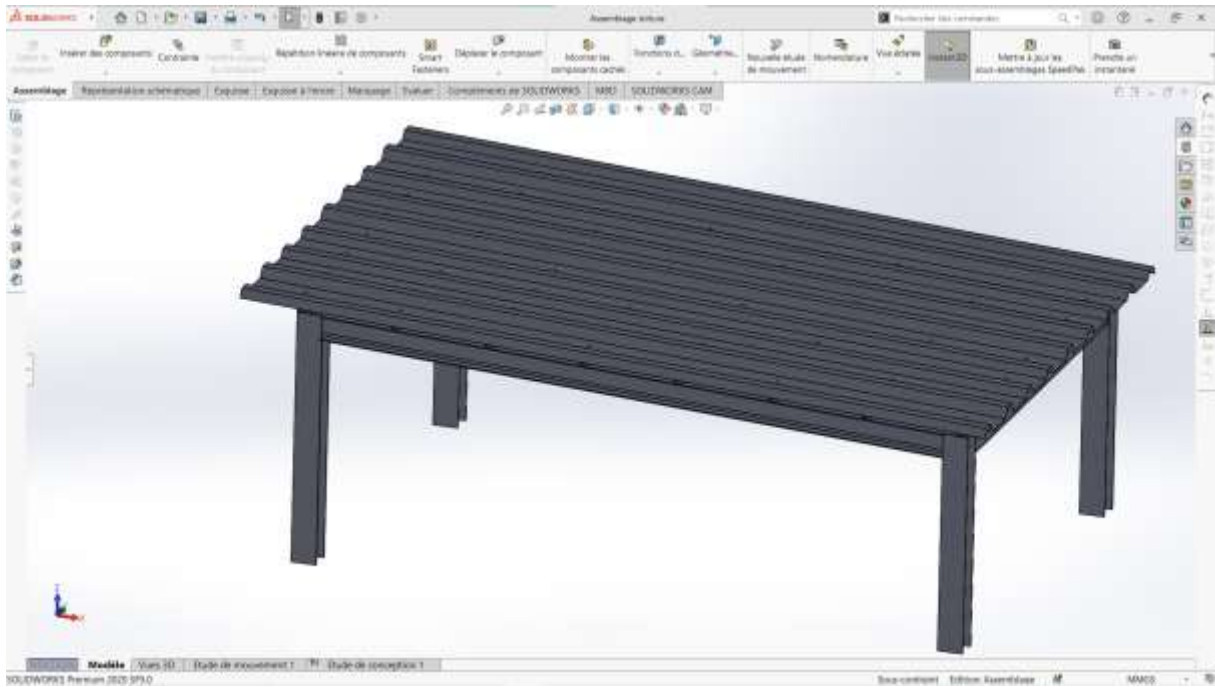
*Figure 58 : Conception du support poulie*



*Figure 59 : conception du support double poulie*

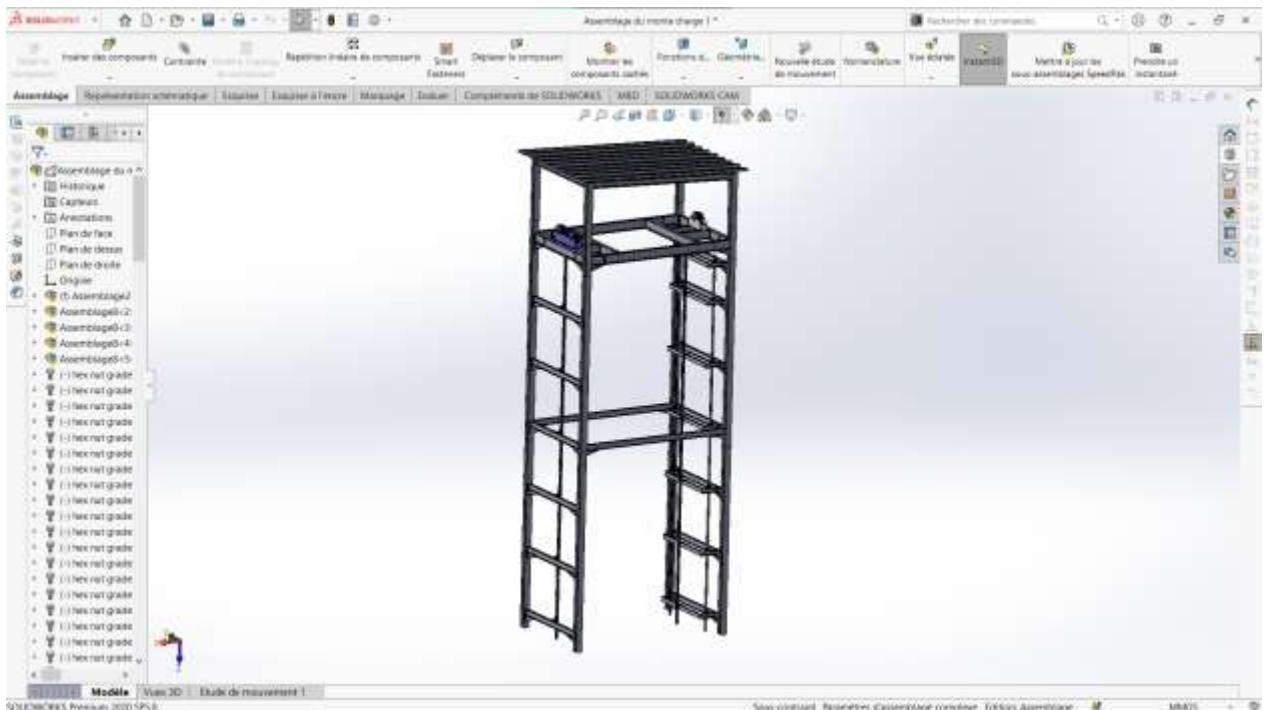
### g. La toiture :

La conception de la toiture d'un monte-charge électrique industriel est cruciale pour assurer la sécurité, l'efficacité et la durabilité de l'installation.



*Figure 60 : conception de la toiture*

#### IV.6.1.2 La gaine assemblée



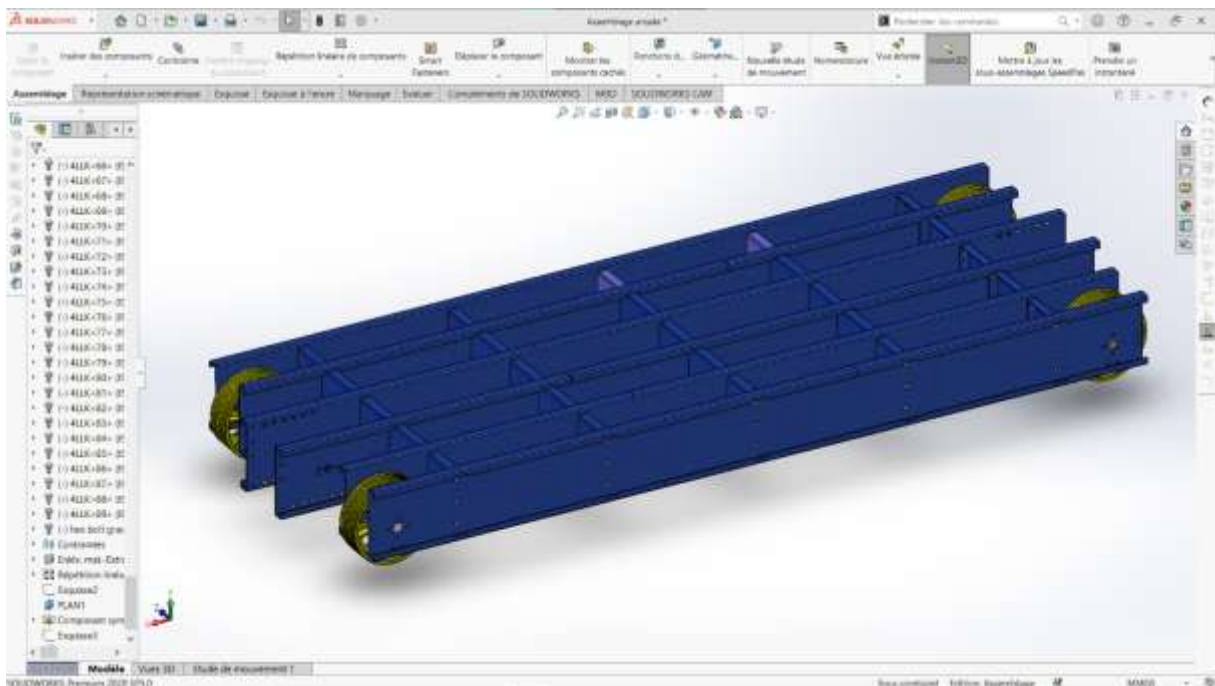
*Figure 61 : Assemblage de la gaine*

## IV.6.2 La conception de l'ensemble arcade, cabine

### IV.6.2.1 L'arcade

#### a. L'étrier :

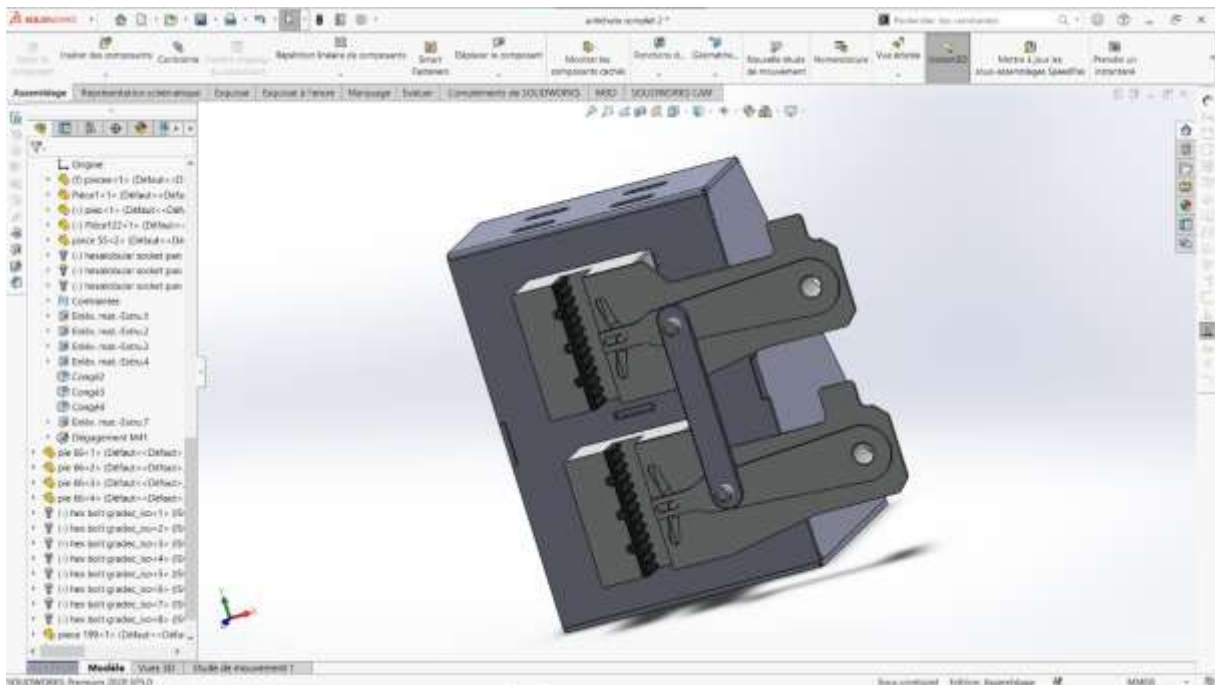
La conception de l'étrier du monte-charge électrique avec poulies nécessite une structure robuste et légère, généralement en acier, pour garantir la stabilité et la durabilité. Les poulies et les câbles résistants sont utilisés pour répartir efficacement la charge, réduisant l'effort requis pour le levage. La sécurité est primordiale, avec l'intégration de capteurs de surcharge pour prévenir les excès de poids, des interrupteurs de fin de course pour arrêter le mouvement aux positions limites, des systèmes d'urgence pour descendre la charge en cas de panne, et le système du parachute pour bloquer la cabine en cas d'une chute libre.



*Figure 62 : Conception de l'Etrier*

#### b. Le parachute :

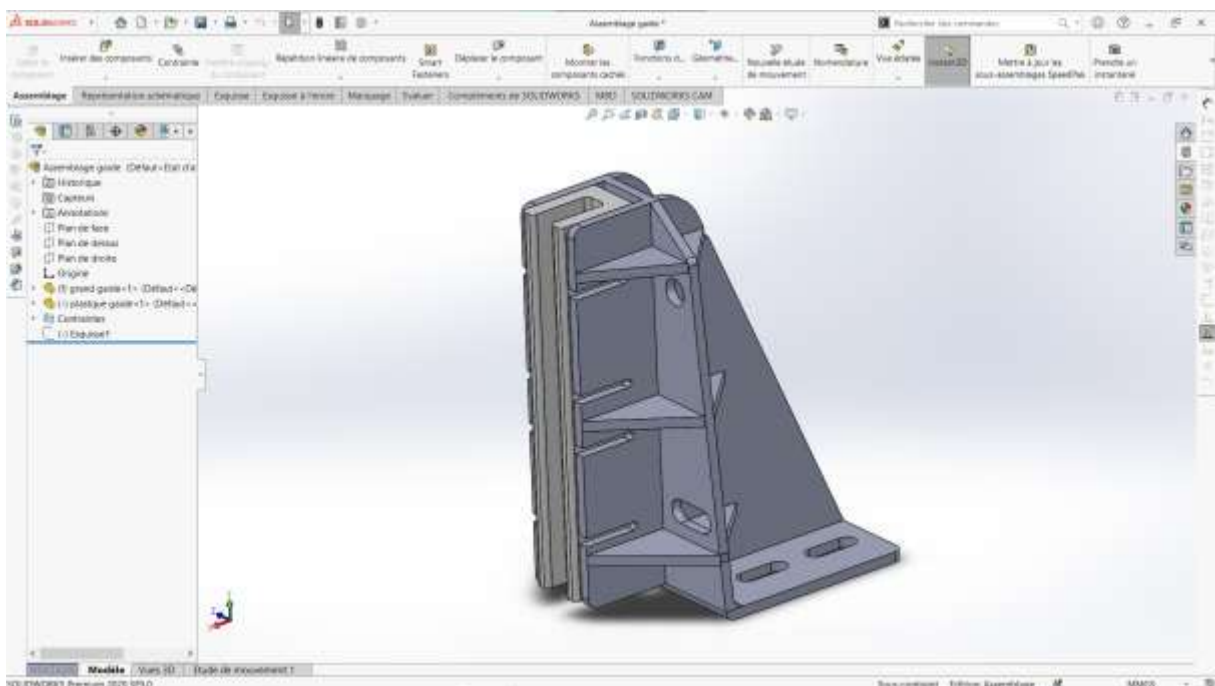
Le système de parachute renforce la sécurité des monte-charge en cas d'urgence, en assurant le freinage total de l'arcade en cas d'une chute libre. L'arcade est équipée de 4 parachutes 2 sur chaque côté avec un contact direct aux rails de guidages.



*Figure 63 : Conception du Parachute*

### c. Guides T90 :

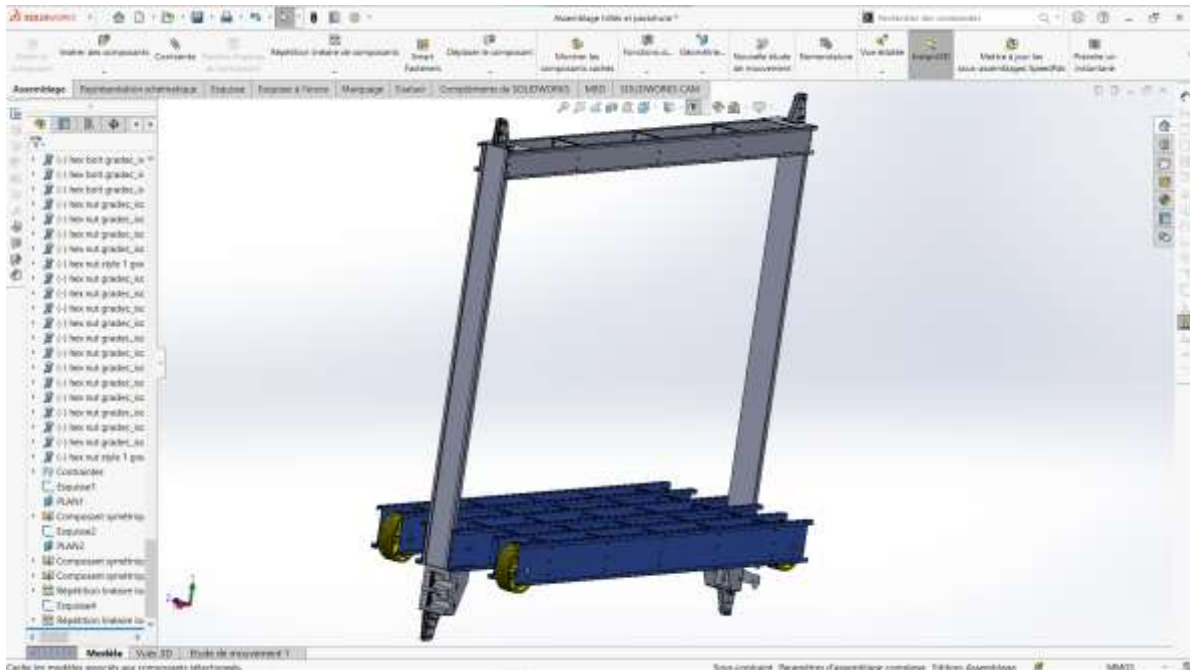
La conception des guides pour un monte-charge électrique industriel est essentielle pour garantir un fonctionnement fluide, précis et sécurisé du système de levage. Les guides sont les éléments qui assurent la stabilité et la direction correcte du monte-charge pendant son déplacement vertical.



*Figure 64 : Conception du Guide T90*

#### d. L'ensemble de l'arcade :

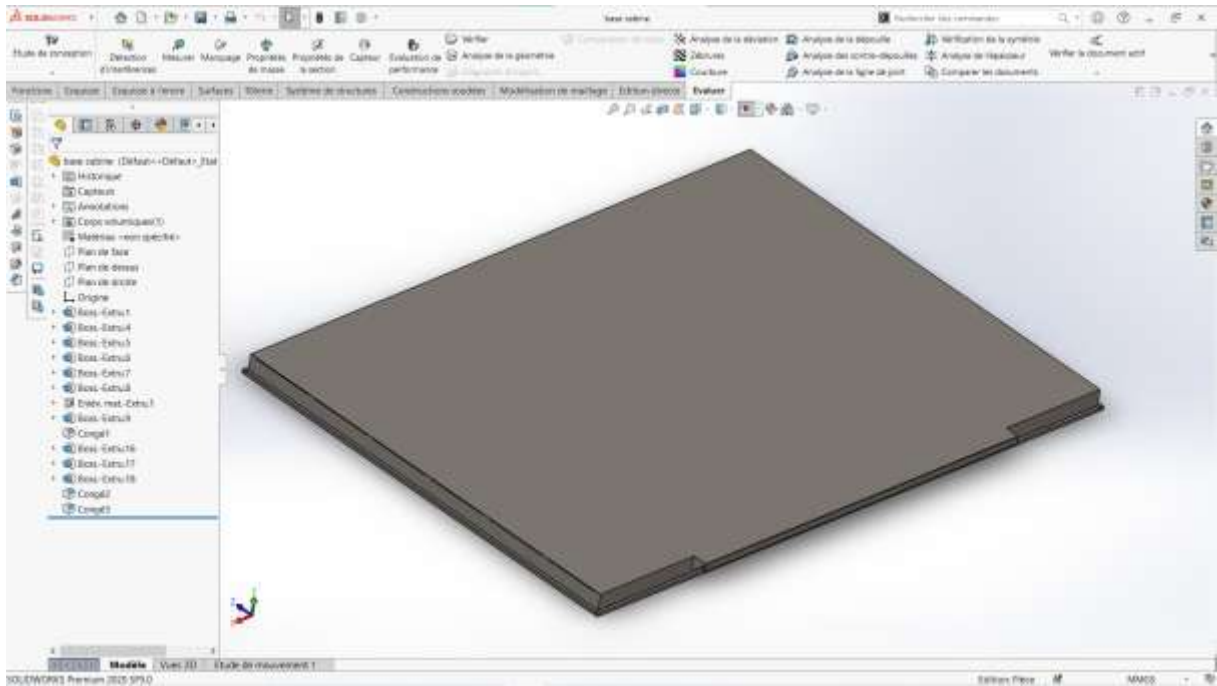
La conception de l'arcade est une étape importante pour garantir la stabilité et le bon fonctionnement de l'ensemble du système. L'arcade doit être solidement conçue pour supporter le poids de la cabine du monte-charge, ainsi que les charges transportées, tout en assurant la sécurité des opérations.



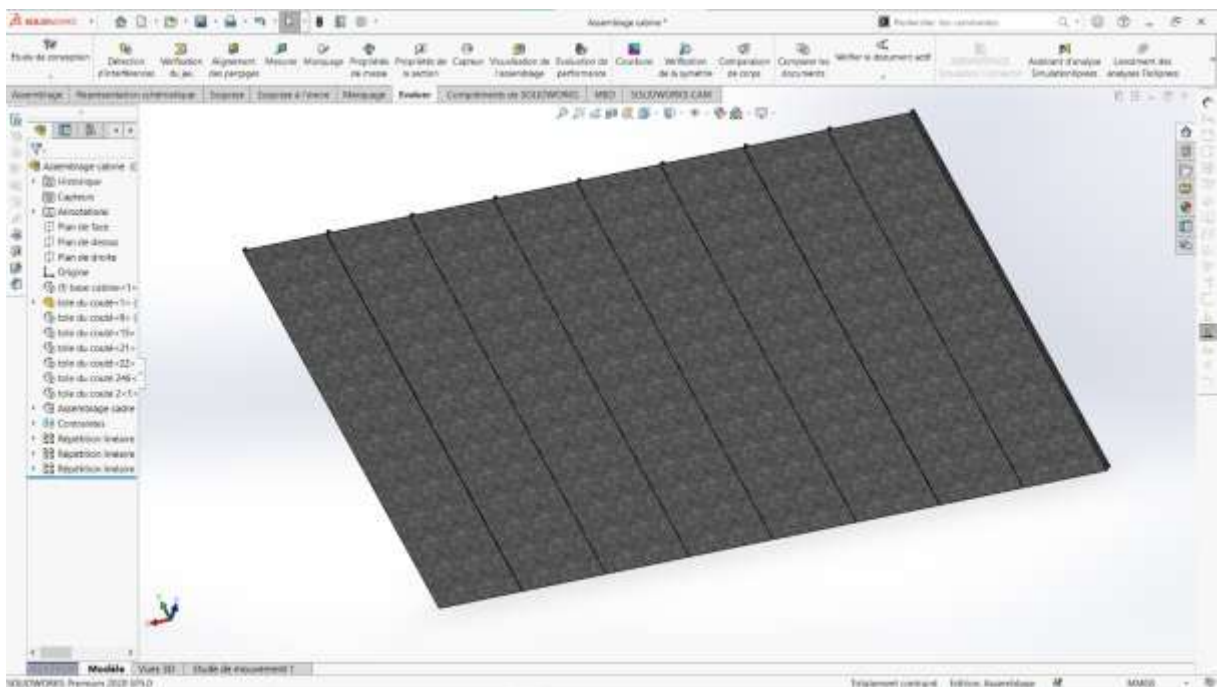
*Figure 65 : Conception de l'Arcade*

#### IV.6.2.2 La cabine

Une bonne conception assure la fonctionnalité, la sécurité et la fiabilité du monte-charge. La cabine doit être suffisamment spacieuse pour les charges prévues. Pour assurer la sécurité, faut utiliser des parois et un toit dur et résistants, généralement avec du galvanisé.

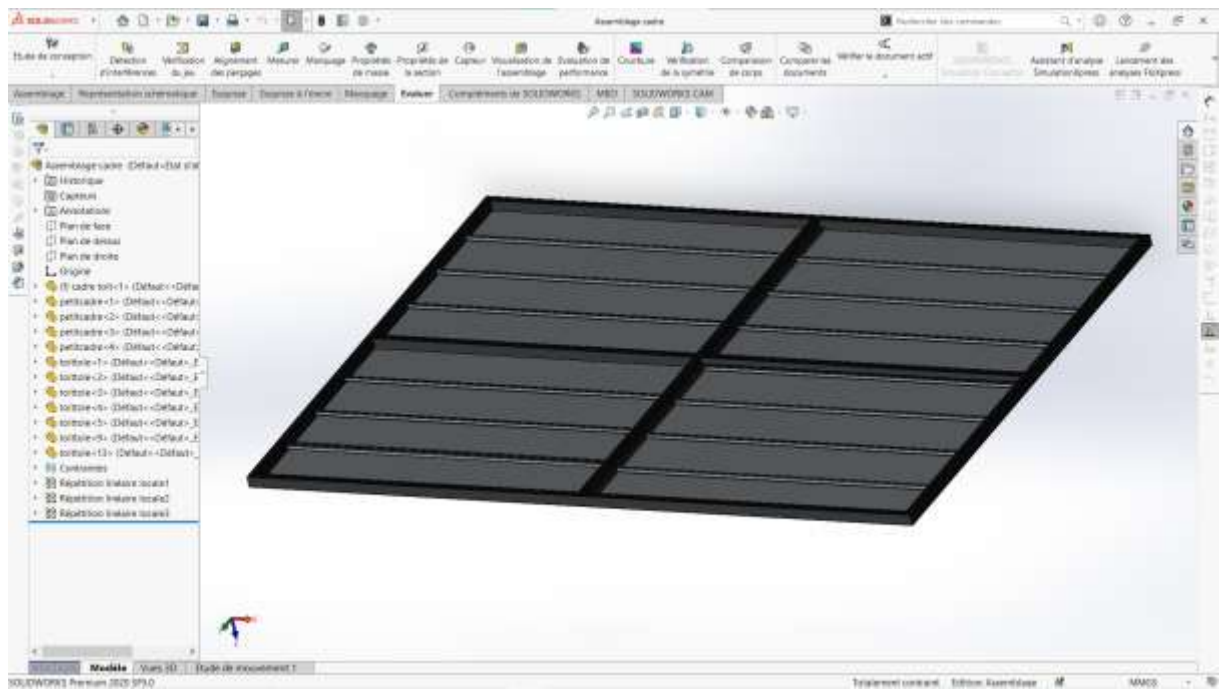
**a. La plateforme :**

*Figure 66 : conception de la plateforme*

**b. Les parois :**

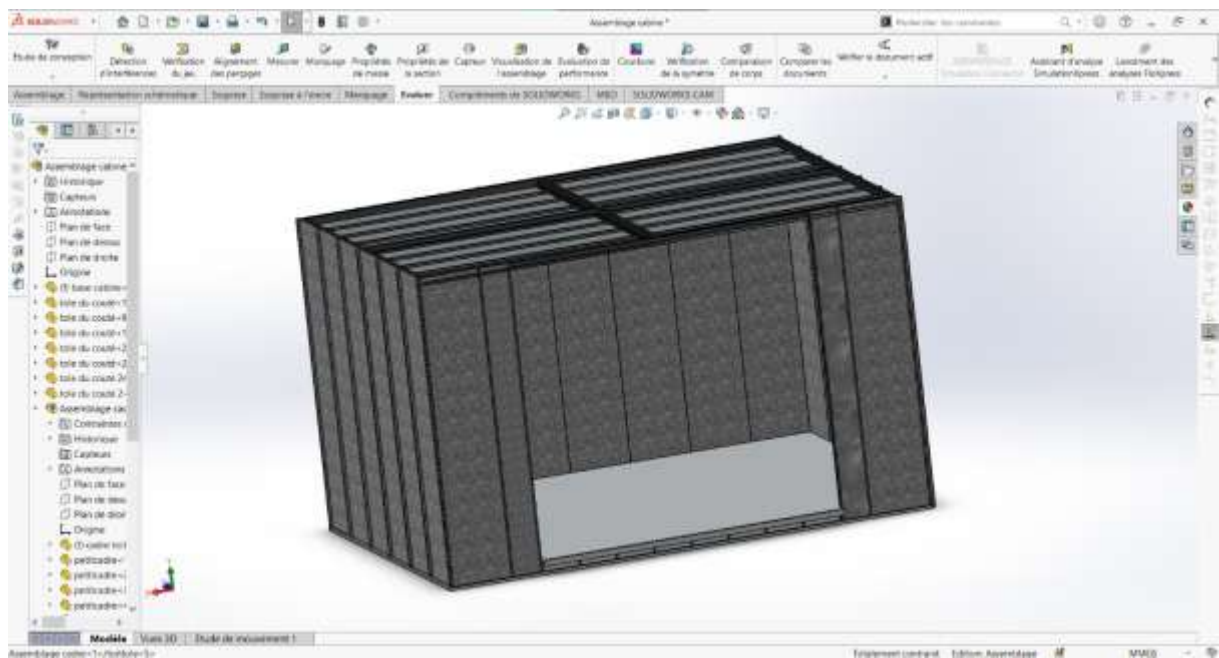
*Figure 67 : Conception des Parois*

### c. Plafond :



*Figure 68 : Conception du plafond*

### i. La cabine assemblée



*Figure 69 : L'Assemblage de la cabine*



### IV.6.3.1 Les composants du contre poids

#### a. Un cadre métallique avec des poulies

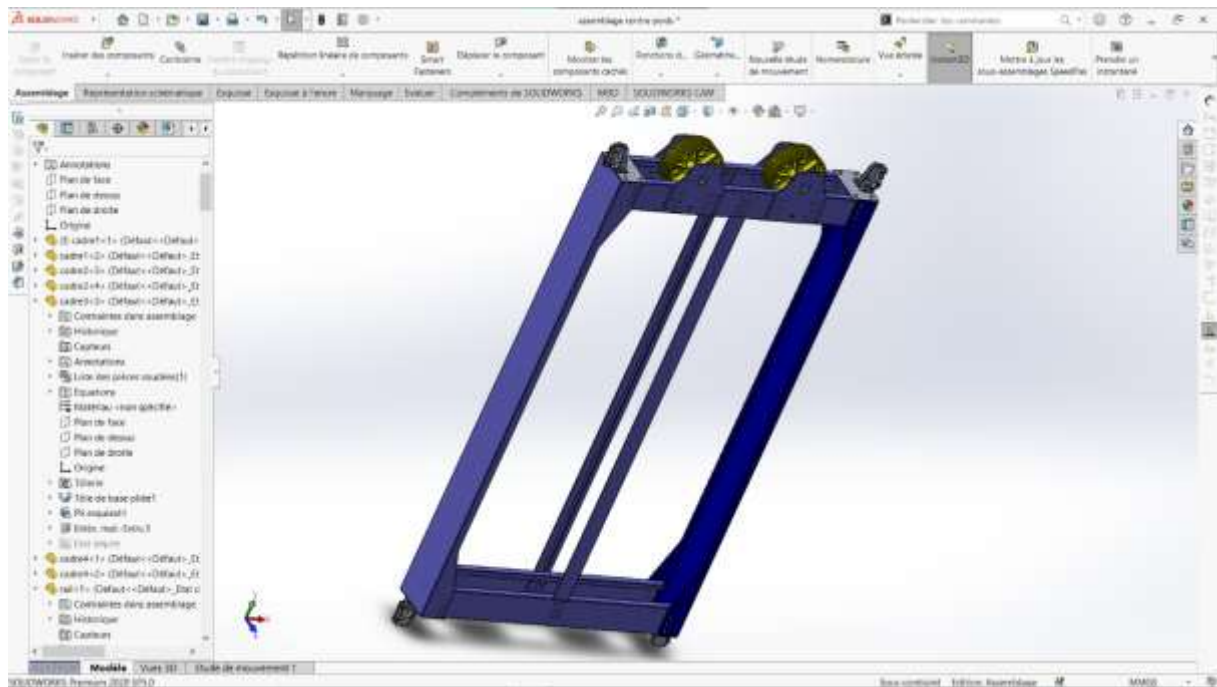


Figure 71 : conception du cadre du contrepoids avec des poulies

#### b. Les gueuses

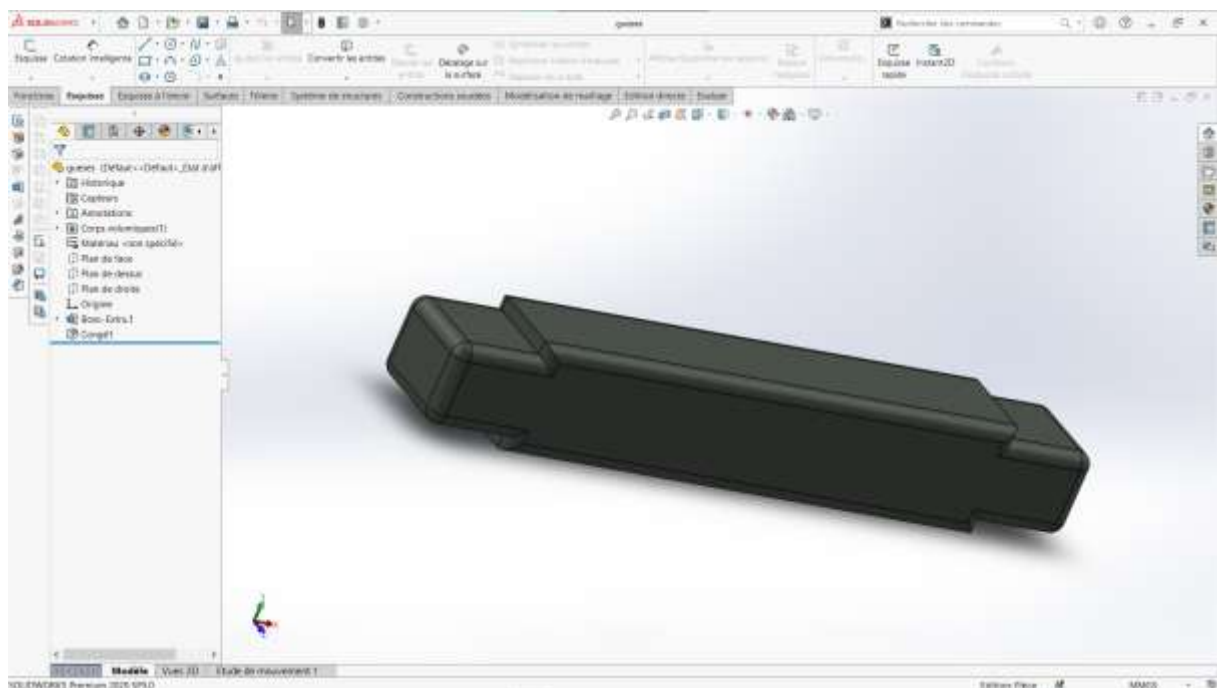


Figure 72 : Conception de la Gueuse du Contrepoids

### c. Les guides T70

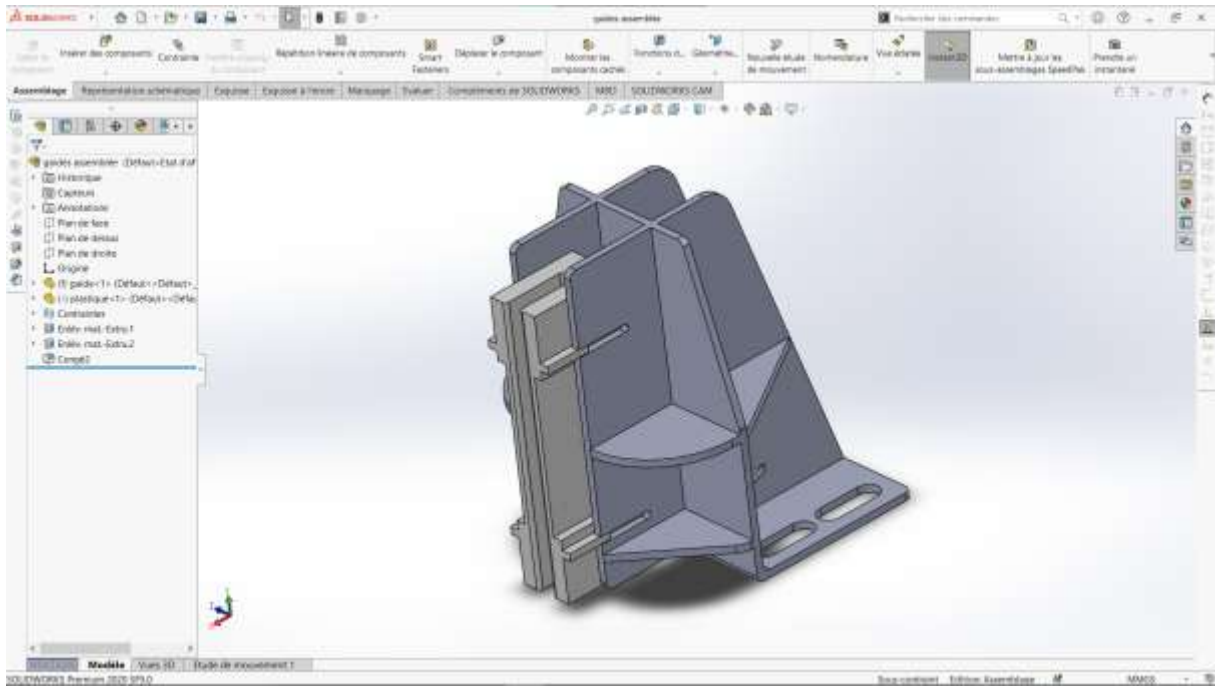


Figure 73 : Conception du Guide T70

#### IV.6.3.2 Assemblage du contrepois

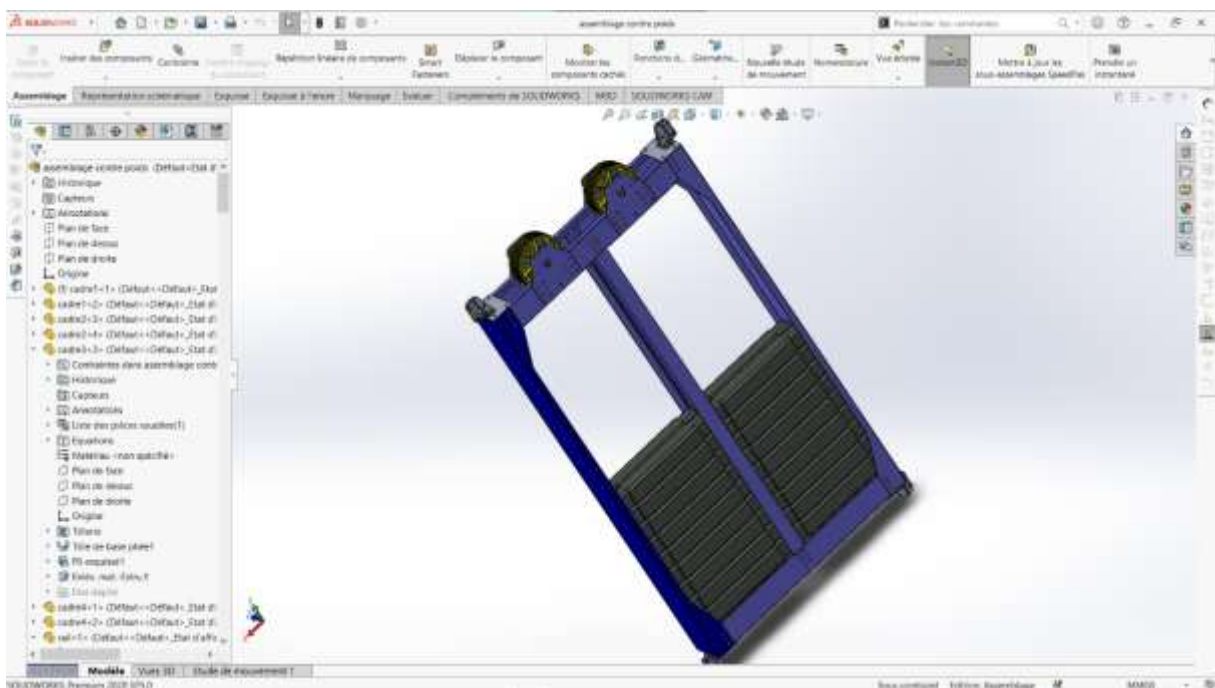
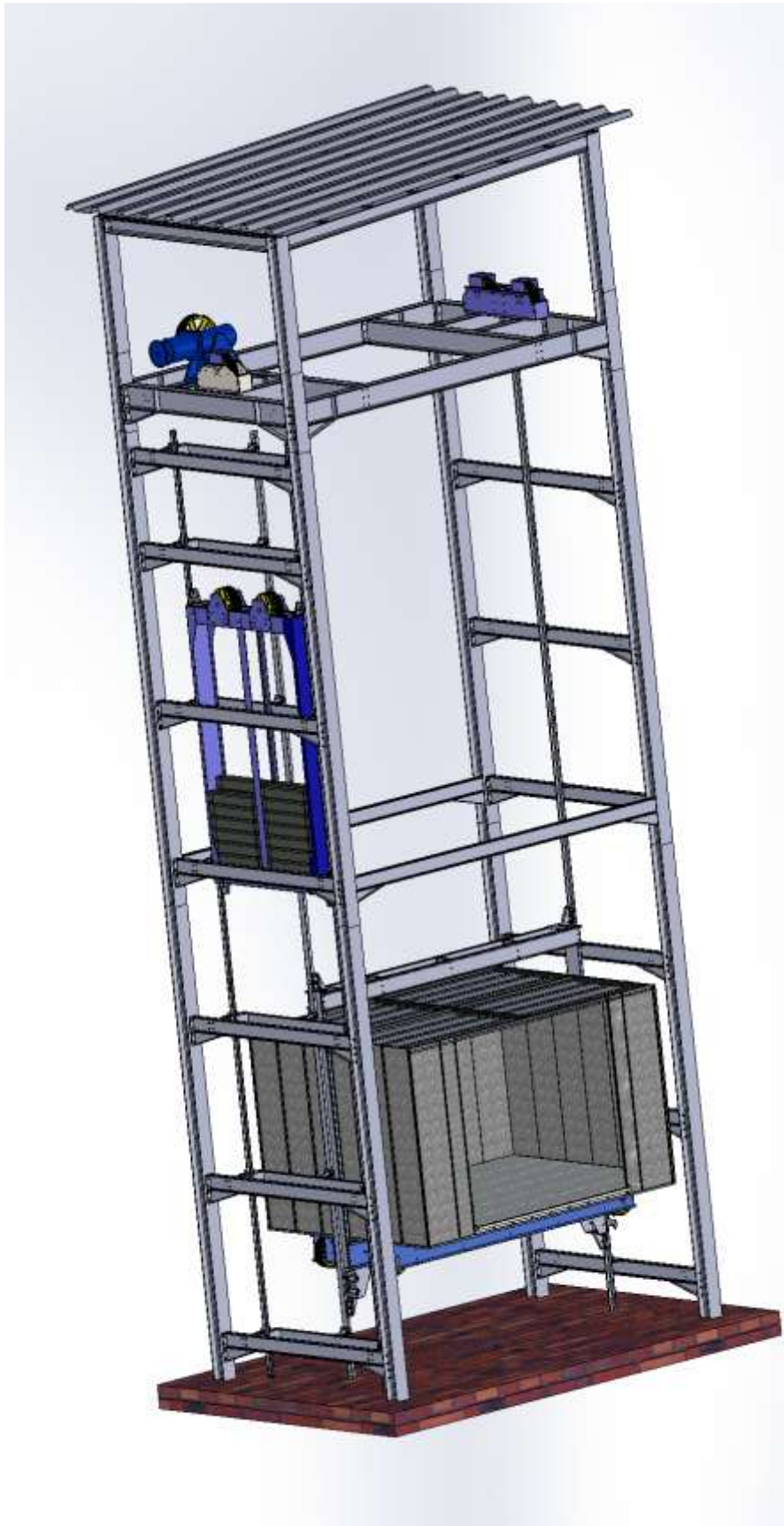


Figure 74 : Assemblage du contrepois

## IV.6.4 Assemblage finale du monte-charge



*Figure 75 : Assemblage finale du Monte-charge*

## Conclusion générale

Ce projet consacré à l'étude, conception et construction d'un monte-charge électrique industriel a été l'occasion de réaliser un travail complet, alliant théorie et pratique, pour répondre aux besoins de manutention dans un environnement industriel exigeant. En partant des fondements de la manutention et des systèmes de levage, nous avons progressivement développé une solution technique solide et fonctionnelle.

L'analyse des monte-charges, et en particulier des modèles électriques, nous a permis de mieux comprendre les enjeux liés au transport vertical de charges lourdes. Les caractéristiques techniques, les composants critiques, ainsi que les normes de sécurité ont joué un rôle central dans la conception de ce monte-charge. L'utilisation de matériaux adaptés et la maîtrise des contraintes mécaniques ont été des éléments déterminants pour garantir la fiabilité et la durabilité de l'équipement.

L'étude approfondie des paramètres techniques a permis d'optimiser la conception en fonction des besoins spécifiques de l'environnement d'utilisation. Ce travail a impliqué de nombreux choix techniques en termes de dimensionnement, de matériaux et de systèmes de commande, afin d'assurer non seulement la robustesse du monte-charge, mais également sa sécurité et son efficacité opérationnelle. L'intégration des dispositifs de sécurité conformes aux normes en vigueur a également été une priorité tout au long du processus.

La phase de construction a marqué l'aboutissement de notre démarche, traduisant les résultats des études en une réalisation concrète. Elle a mis en avant l'importance d'une exécution rigoureuse et d'un contrôle qualité minutieux, garantissant que le monte-charge réponde aux exigences de performance et de sécurité établies. Ce processus nous a permis de développer des compétences pratiques tout en restant fidèles aux principes théoriques étudiés.

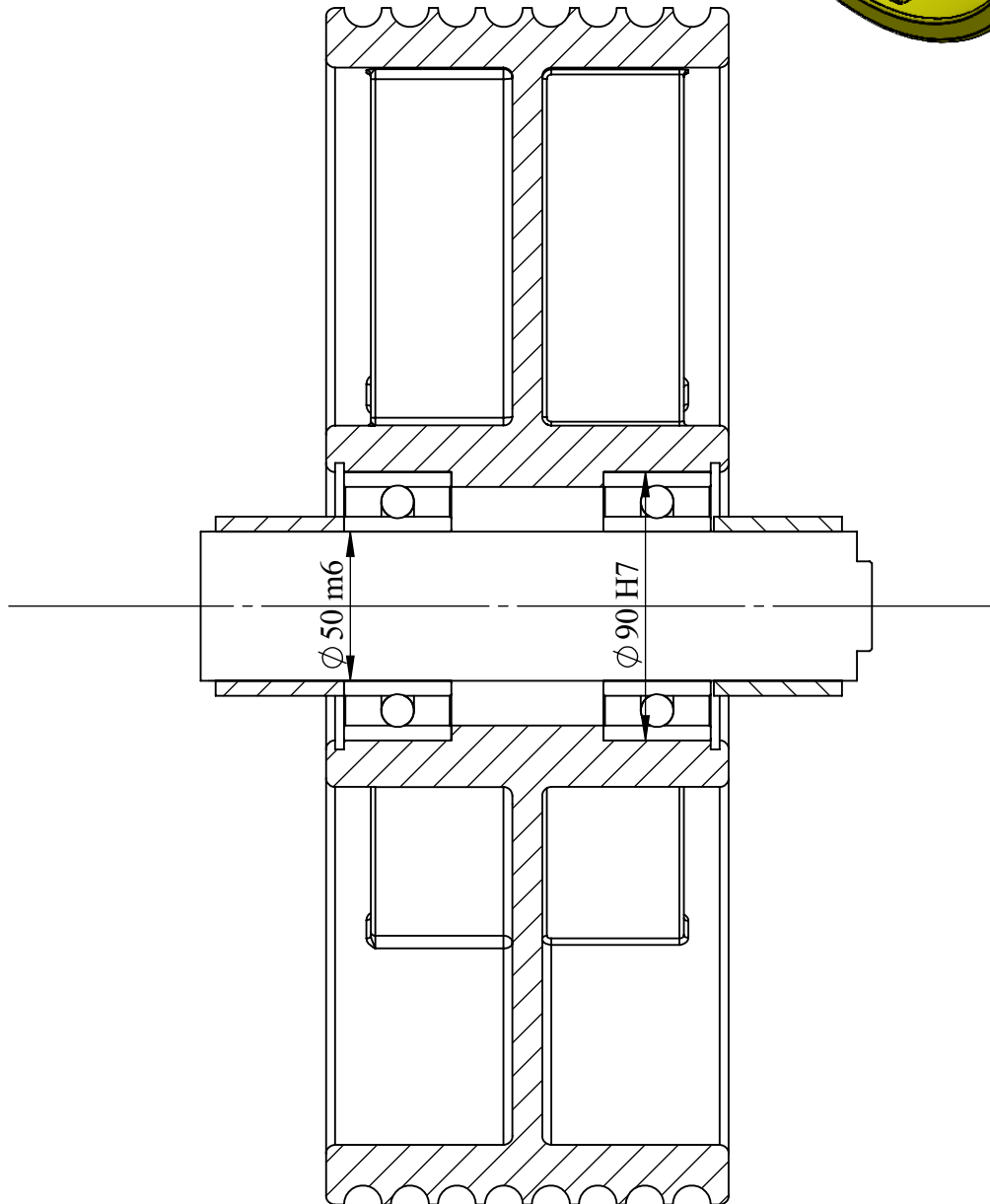
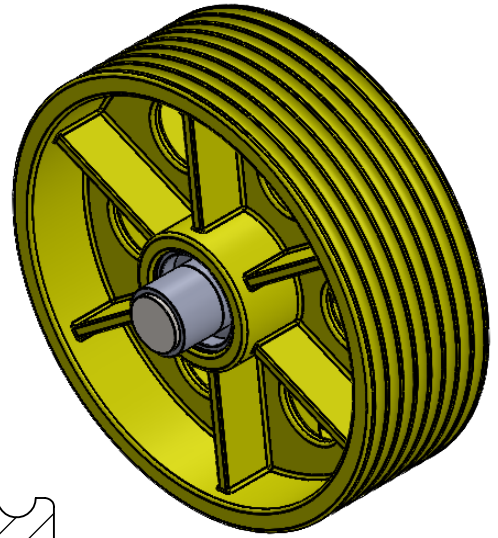
En conclusion, ce projet nous a offert une vision globale des défis techniques liés à la conception et à la réalisation d'un système de levage industriel. Il met en lumière l'importance d'une approche méthodique et rigoureuse, depuis l'étude initiale jusqu'à la mise en œuvre finale, afin de proposer une solution répondant aux exigences opérationnelles. Cette expérience enrichissante constitue un tremplin pour notre future carrière dans le domaine de l'ingénierie, en nous préparant à relever les défis techniques avec confiance et précision.

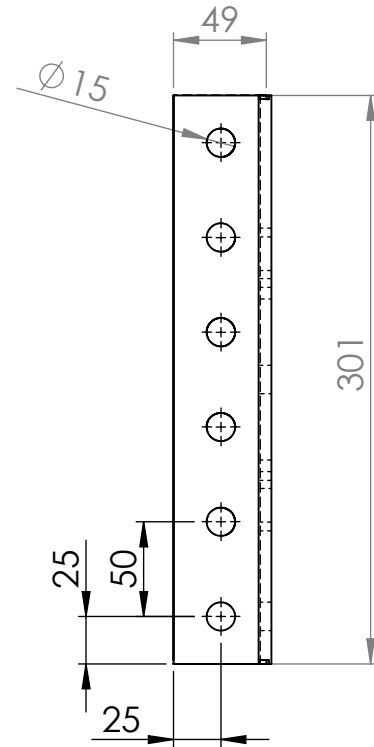
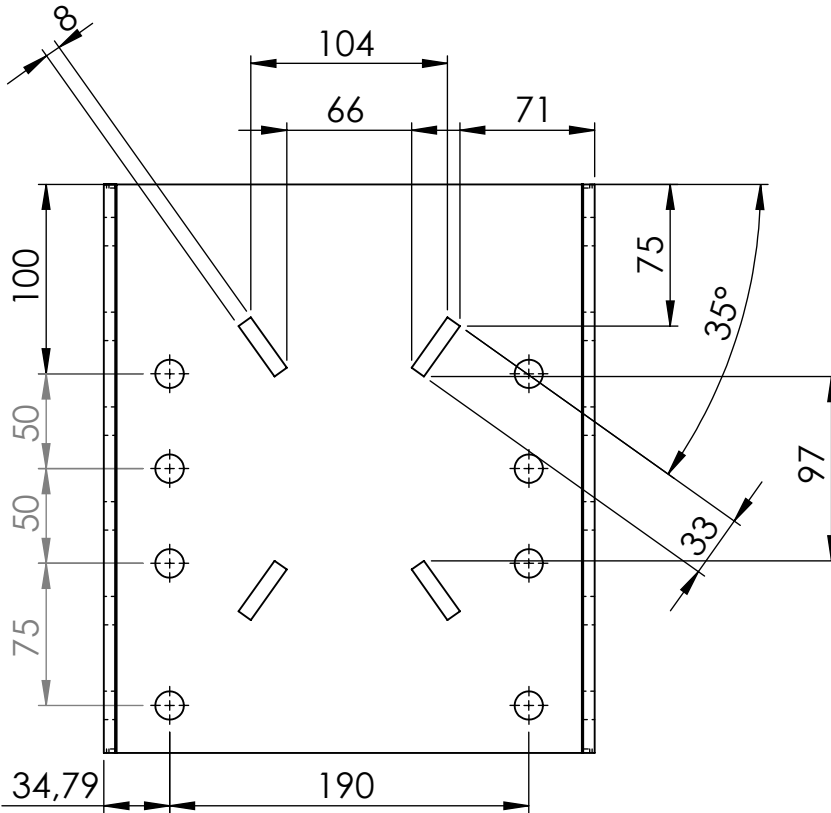
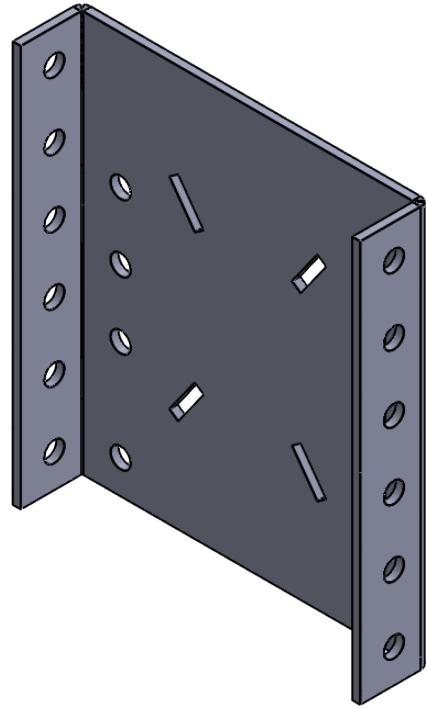
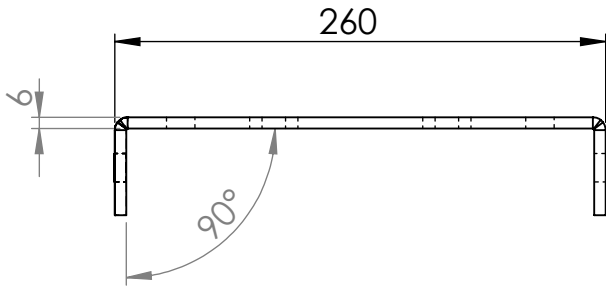


## Bibliographie

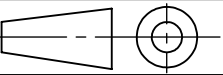
- [1] [www.gosto.com/cms/112/Qu-est-ce-que-la-manutention](http://www.gosto.com/cms/112/Qu-est-ce-que-la-manutention), site internet
- [2] [www.espace-equipement.com/blog/appareils-levage-et-manutention-n75](http://www.espace-equipement.com/blog/appareils-levage-et-manutention-n75), site internet
- [3] [www.blog.solutionlevage.com/glossaire/definition-pont-roulant](http://www.blog.solutionlevage.com/glossaire/definition-pont-roulant), site internet
- [4] [www.drouaise-levage.fr/quel-est-le-role-de-la-manutention](http://www.drouaise-levage.fr/quel-est-le-role-de-la-manutention), site internet
- [5] [www.aci-elevation.com/presentation-monte-charge.html](http://www.aci-elevation.com/presentation-monte-charge.html), site internet
- [6] **Louis Jacques Sésia**, "Ascenseur et monte-charges dans le bâtiment", Moniteur, Paris 1977.
- [7] **Benderdjal Sofiane, Boucebc Samir**, « Contribution par le calcul des cycles et paramètres au fonctionnement d'un ascenseur » mémoire de fin d'étude en génie électrique spécialité entraînements électriques, université de Mouloud MAMMARI de Tizi Ouzou. 2012
- [8] **Righi Yasser, Chrirat Abdelhak**, « Etude d'un ascenseur commandé par automate programmable » mémoire de fin d'étude en génie électrique spécialité électrotechnique industrielle, UNIVERSITE KASDI MERBAH OUARGLA. 2022
- [9] [www.otis.com](http://www.otis.com) .No PEFC/10-31-1232, site internet
- [10] [www.armoweb.it/fr/tables-monte-charges-industrielles-caracteristiques-et-fonctionnalites](http://www.armoweb.it/fr/tables-monte-charges-industrielles-caracteristiques-et-fonctionnalites), site internet
- [11] [www.techni-contact.com/familles/monte-charge-industriel](http://www.techni-contact.com/familles/monte-charge-industriel), site internet
- [12] **H. MOURADI, A. EL BARKANY et A. EL BIYAALI**, «ESTIMATION ANALYTIQUE DE LA FIABILITE DES CABLES METALLIQUES DE LEVAGE : VALIDATION EXPERIMENTALE » article réalisé au Laboratoire de Génie Mécanique, Faculté des Sciences et Techniques, Université Sidi Mohamed Ben Abdallah Fès, Maroc.14 Avril 2017

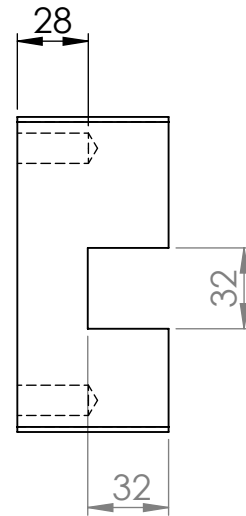
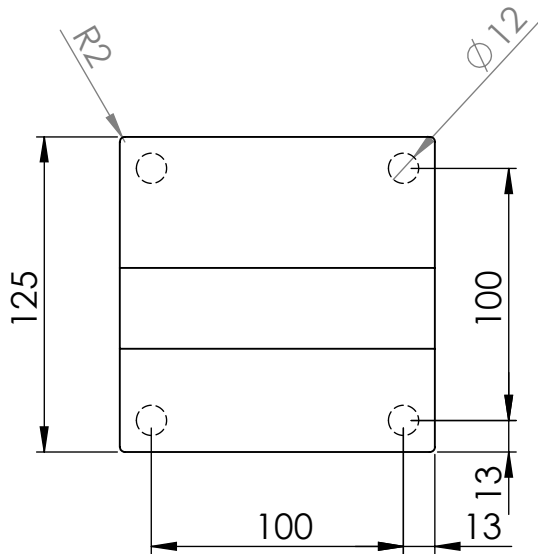
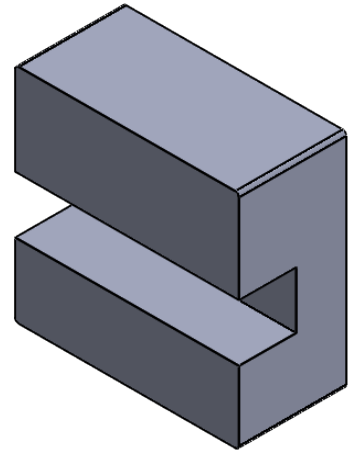
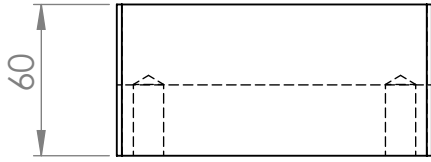
# Ajustements des roulements entre l'arbre et la poulie :






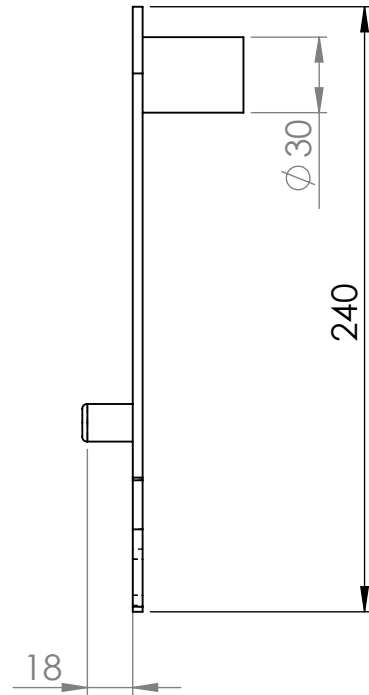
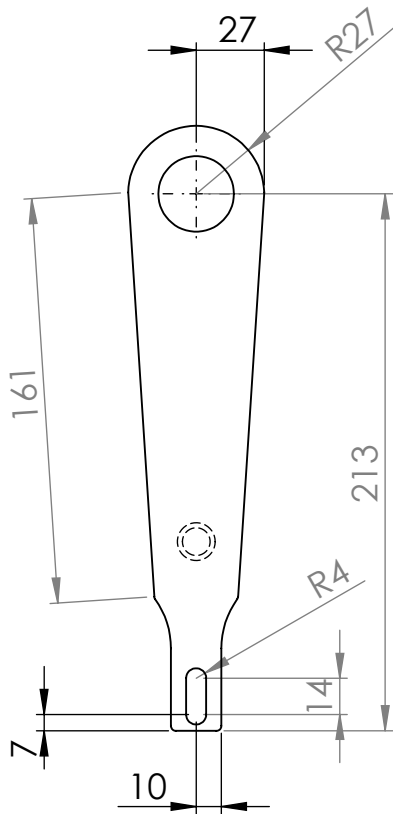
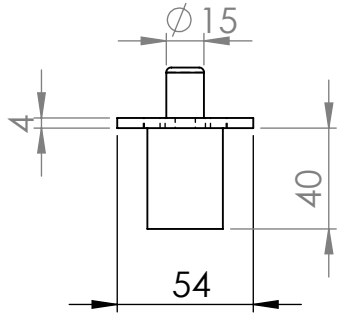
**IT = ± 0.5 Sauf indication**

<b>02</b>	<b>Assis antichute</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:4</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b>
<b>Planche N°: 01</b>		$Ra = \sqrt{3.6}$
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

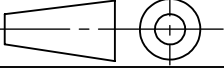


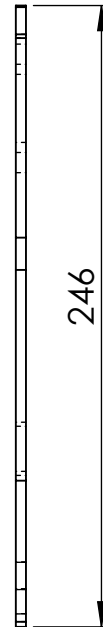
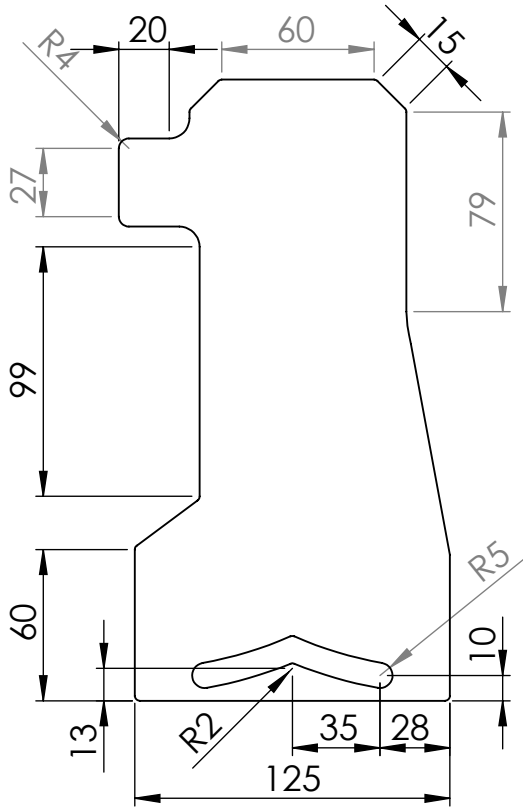
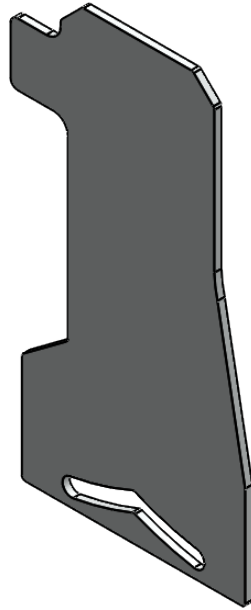
IT =  $\pm 0.5$  Sauf indication

4	<b>Bloque Antichute</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:3</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b>
<b>Planche N°: 03</b>		$R_a = 3.6$
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

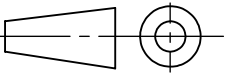


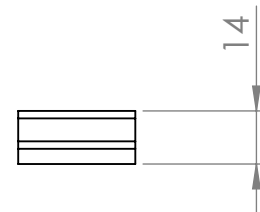
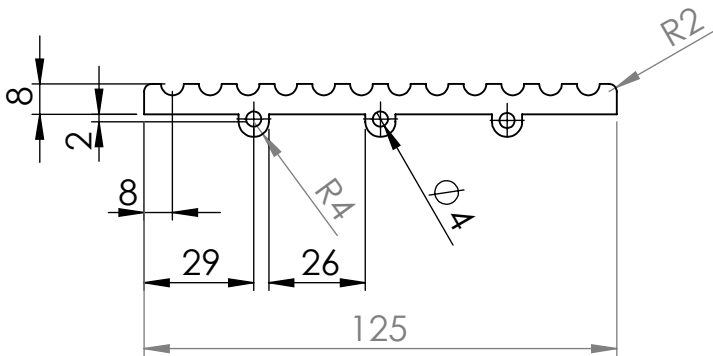
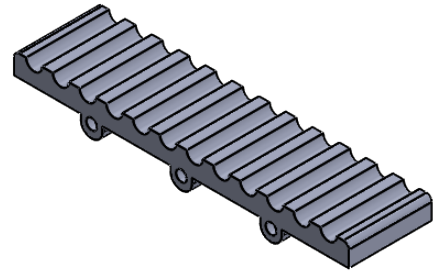
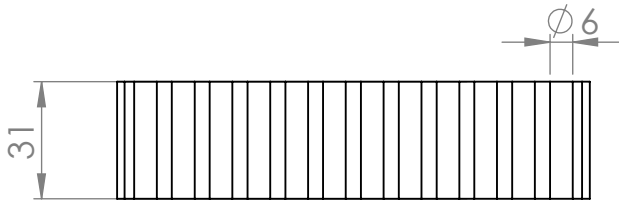
IT = ± 0.5 Sauf indication

04	Pied antichute	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:3	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 04		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

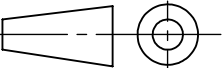


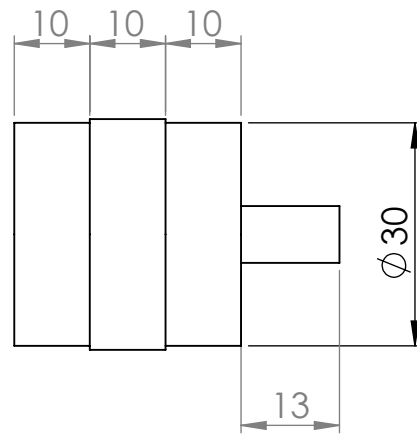
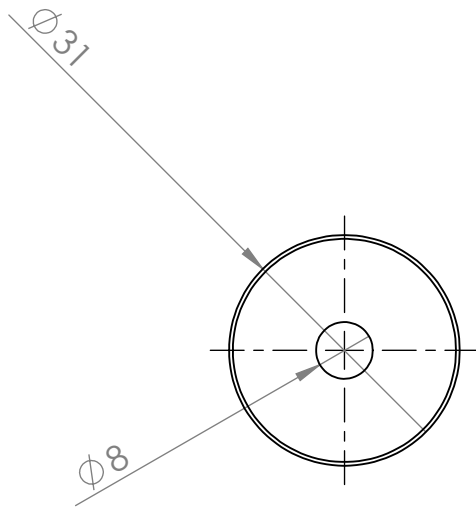
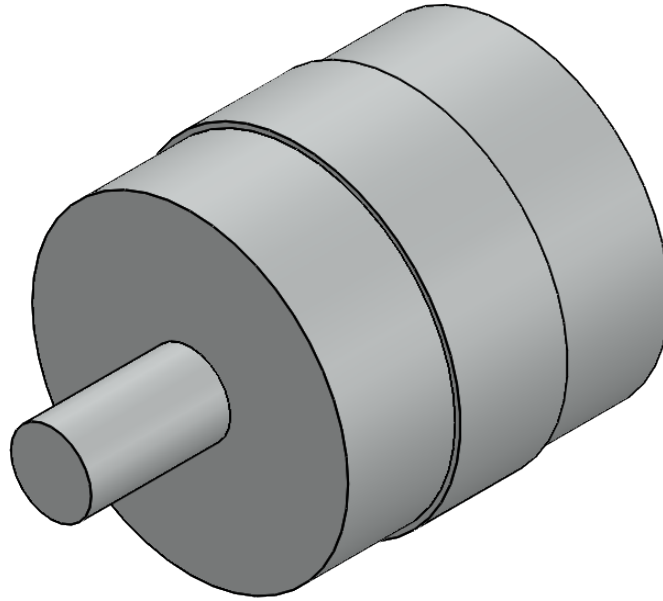
**IT = ± 0.5 Sauf indication**

<b>04</b>	<b>Plaque Antichute</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:3</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b>
<b>Planche N°: 05</b>		$R_a = \sqrt[3]{3.6}$
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>



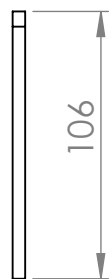
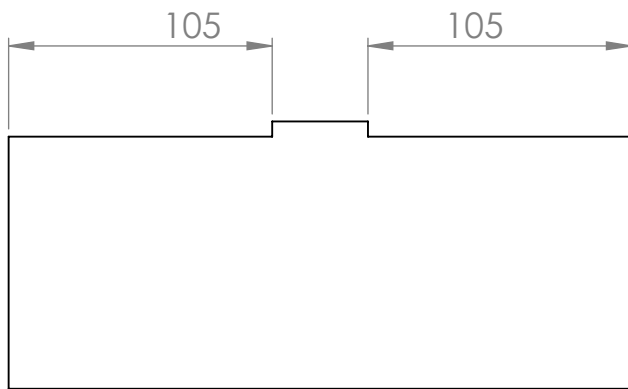
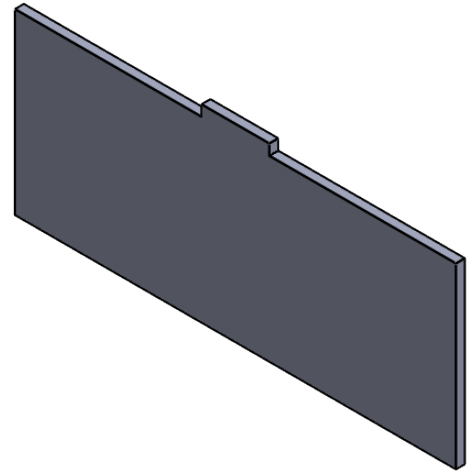
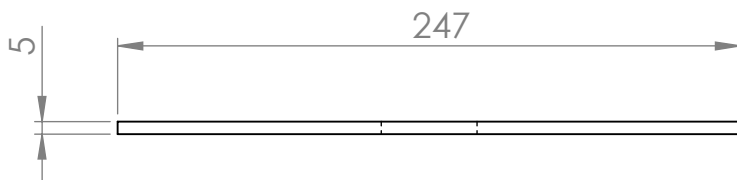
IT = ± 0.5 Sauf indication

04	Plaque Frein Antichute	Acier allié
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:2	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 06		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

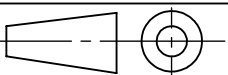


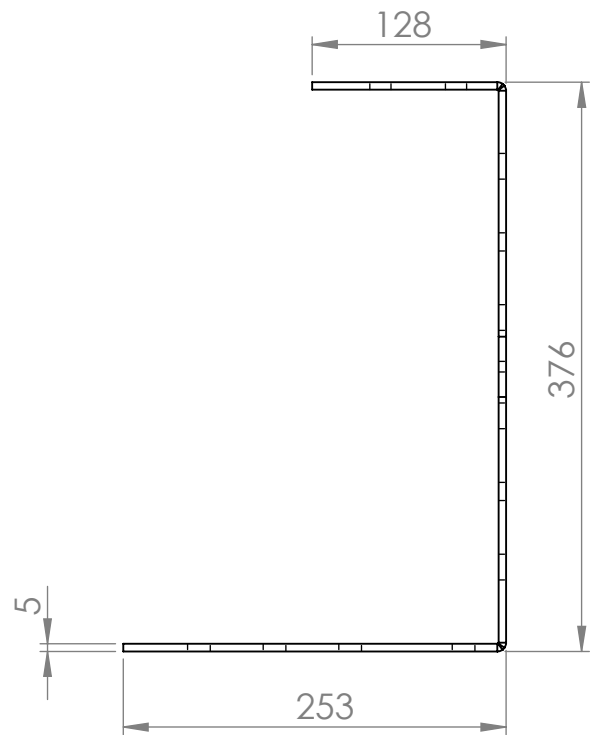
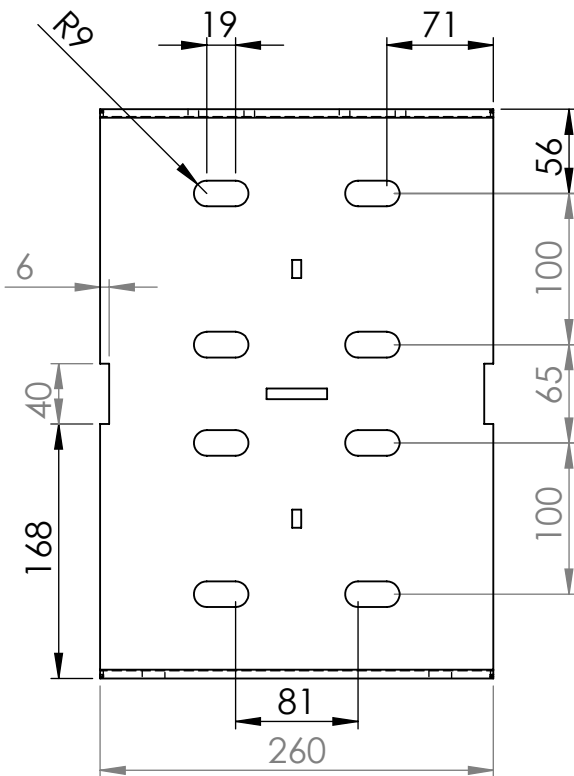
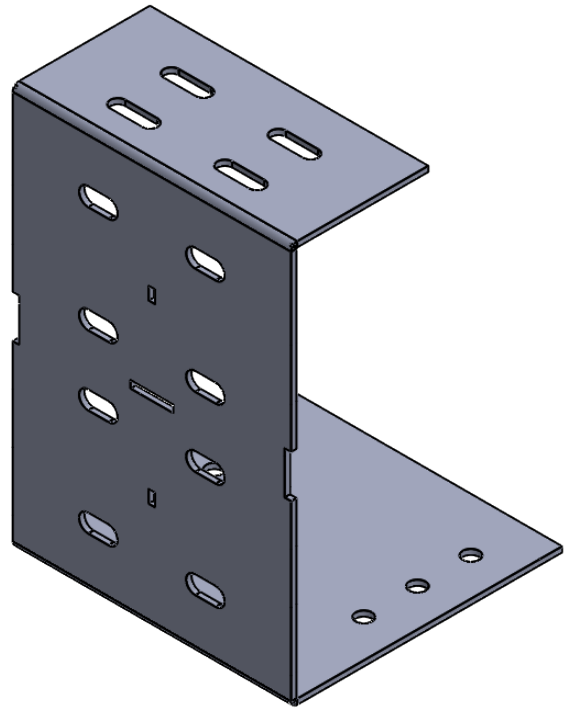
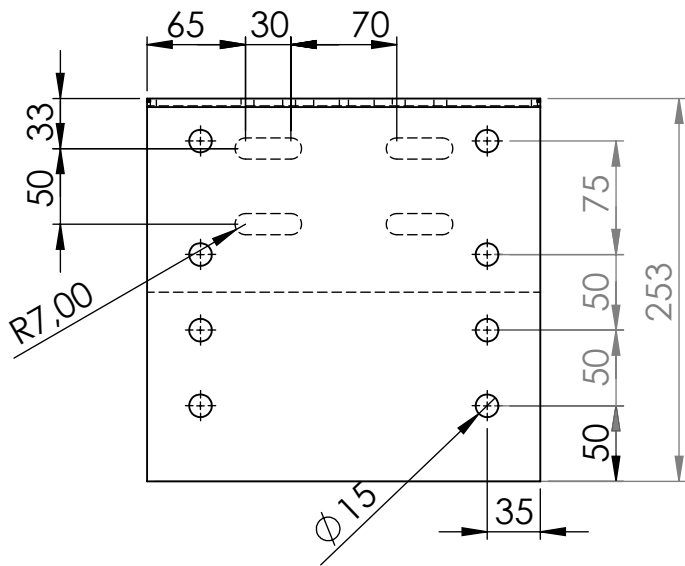
**IT = ± 0.5 Sauf indication**

<b>04</b>	<b>Roulette Antichute</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:1</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b> $Ra = \sqrt{3.6}$
<b>Planche N°: 07</b>		
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

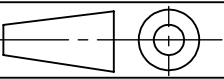


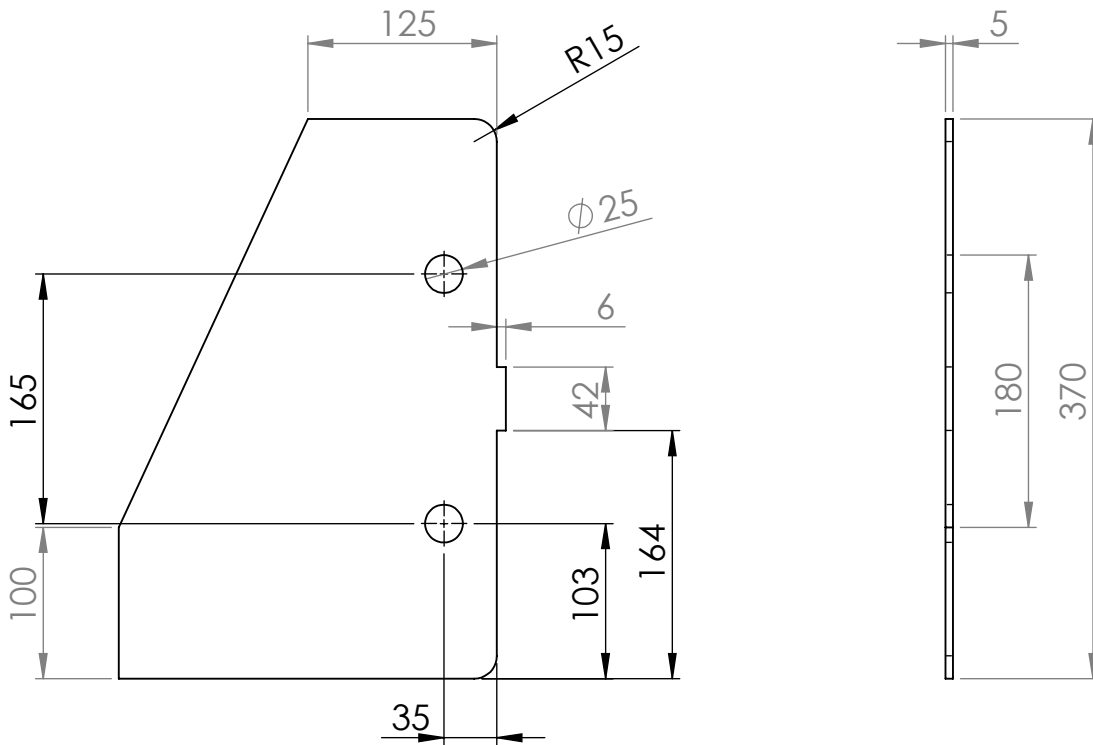
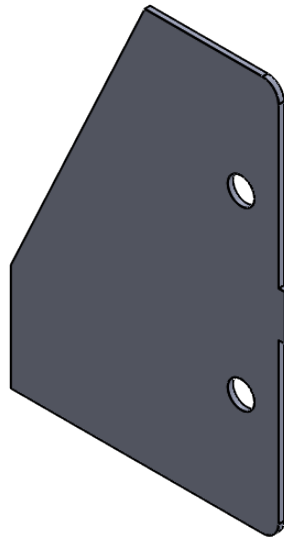
**IT = ± 0.5 Sauf indication**

<b>02</b>	<b>Plaque support Antichute</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:3</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b>
<b>Planche N°:08</b>		$Ra = \sqrt{3.6}$
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

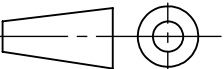


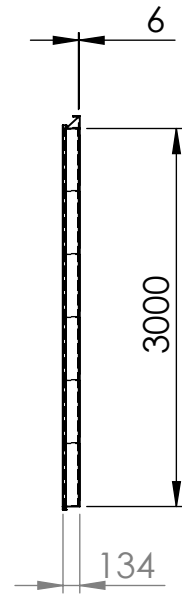
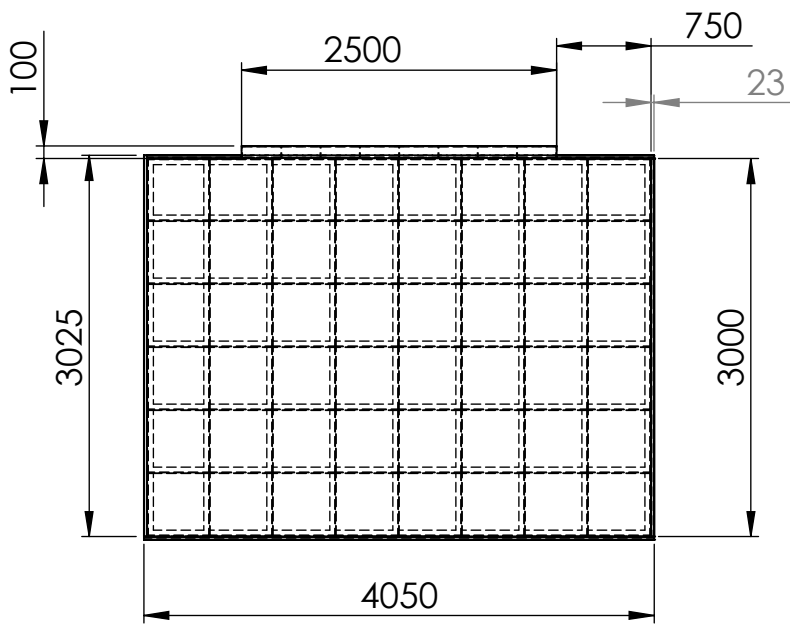
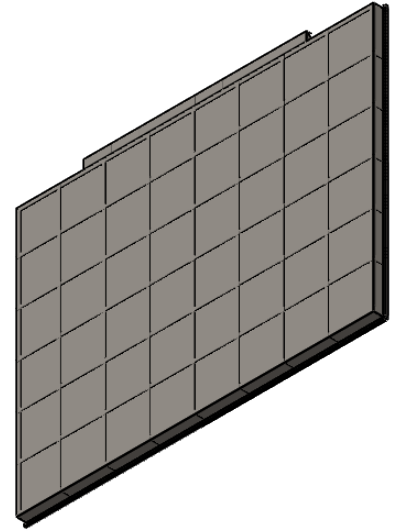
IT =  $\pm 0.5$  Sauf indication

02	Boitier support Antichute	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:5	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°:09		Ra = $\sqrt{3.6}$
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

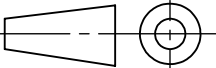


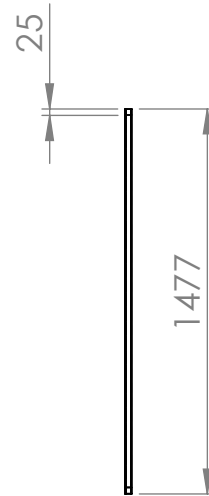
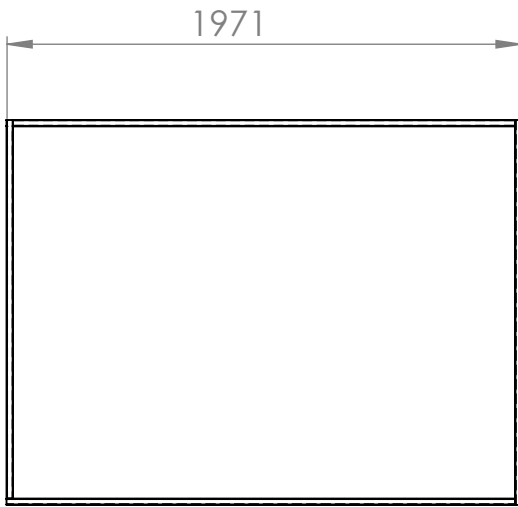
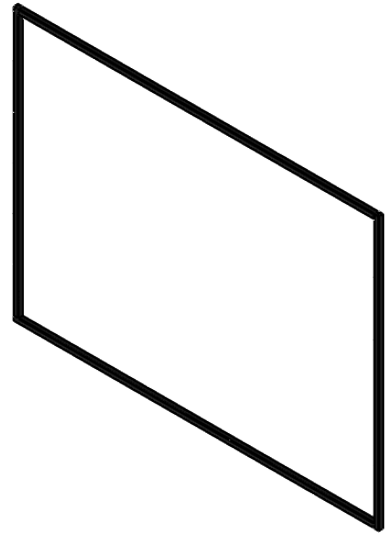
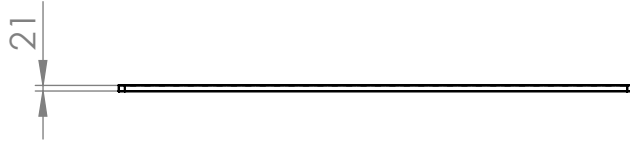
**IT =  $\pm 0.5$  Sauf indication**

04	<b>Plaque 2 support Antichute</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:5</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b>
<b>Planche N°: 10</b>		$Ra = 3.6$
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

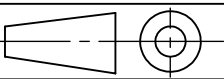


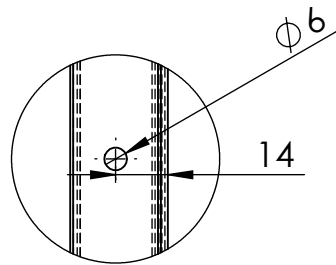
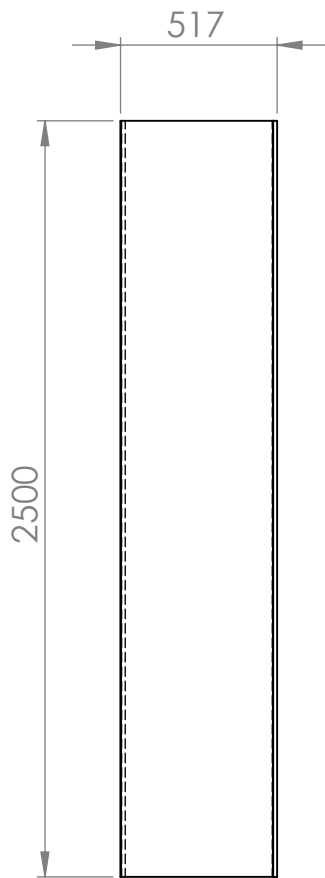
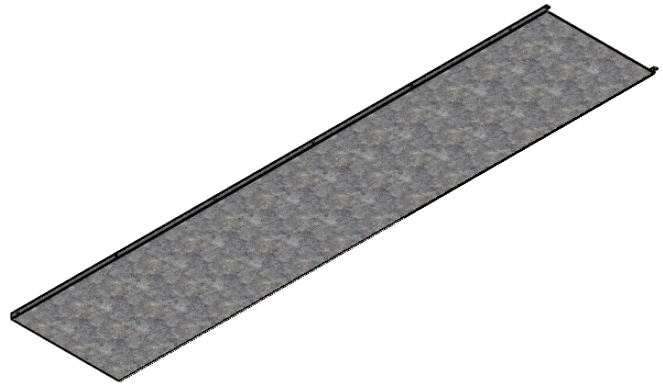
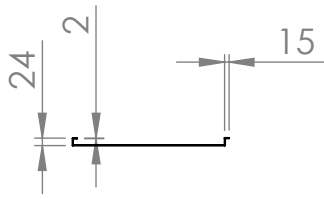
**IT = ± 0.5 Sauf indication**

<b>01</b>	<b>Base cabine</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:60</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b> $Ra = 3.6$
<b>Planche N°: 11</b>		
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

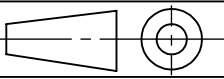


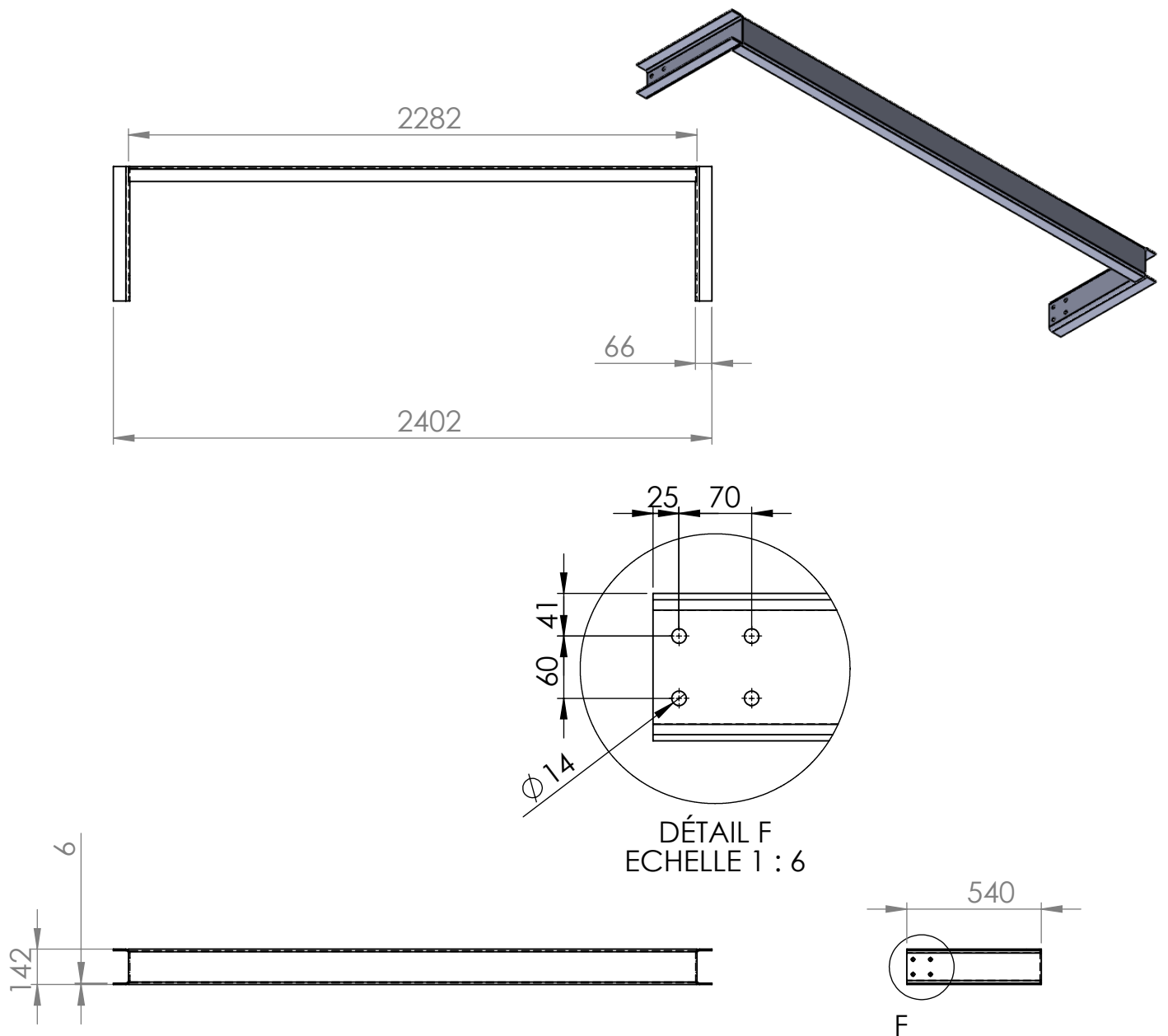
**IT = ± 0.5 Sauf indication**

<b>04</b>	<b>Cadre cabine 1</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:29</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b>
<b>Planche N°:12</b>		$R_a = \sqrt{3.6}$
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>



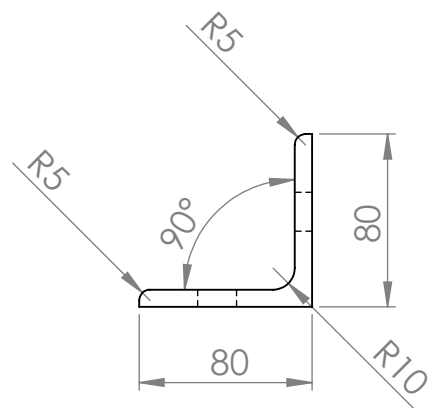
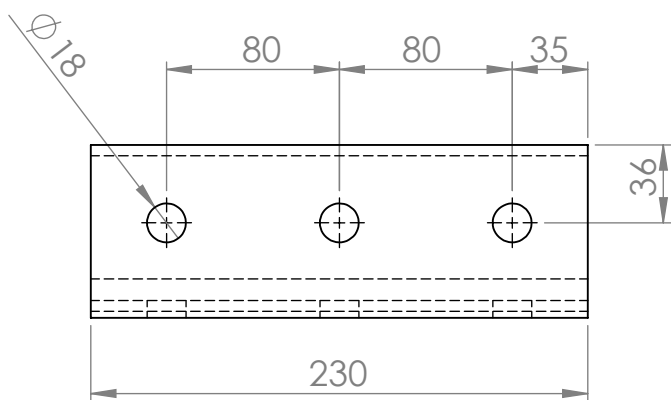
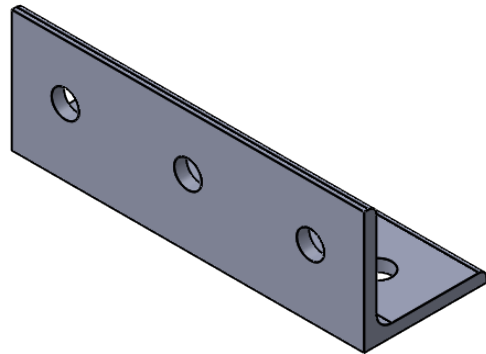
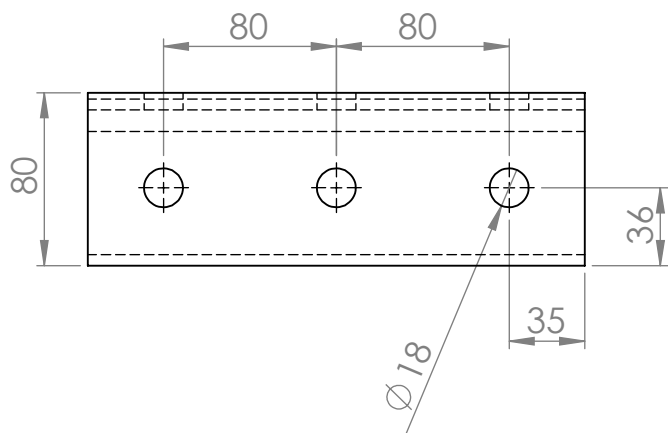
IT =  $\pm 0.5$  Sauf indication

24	Paroi Cabine	S235JRG
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:4	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 13		$Ra = \sqrt{3.6}$
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

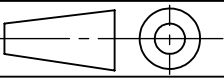


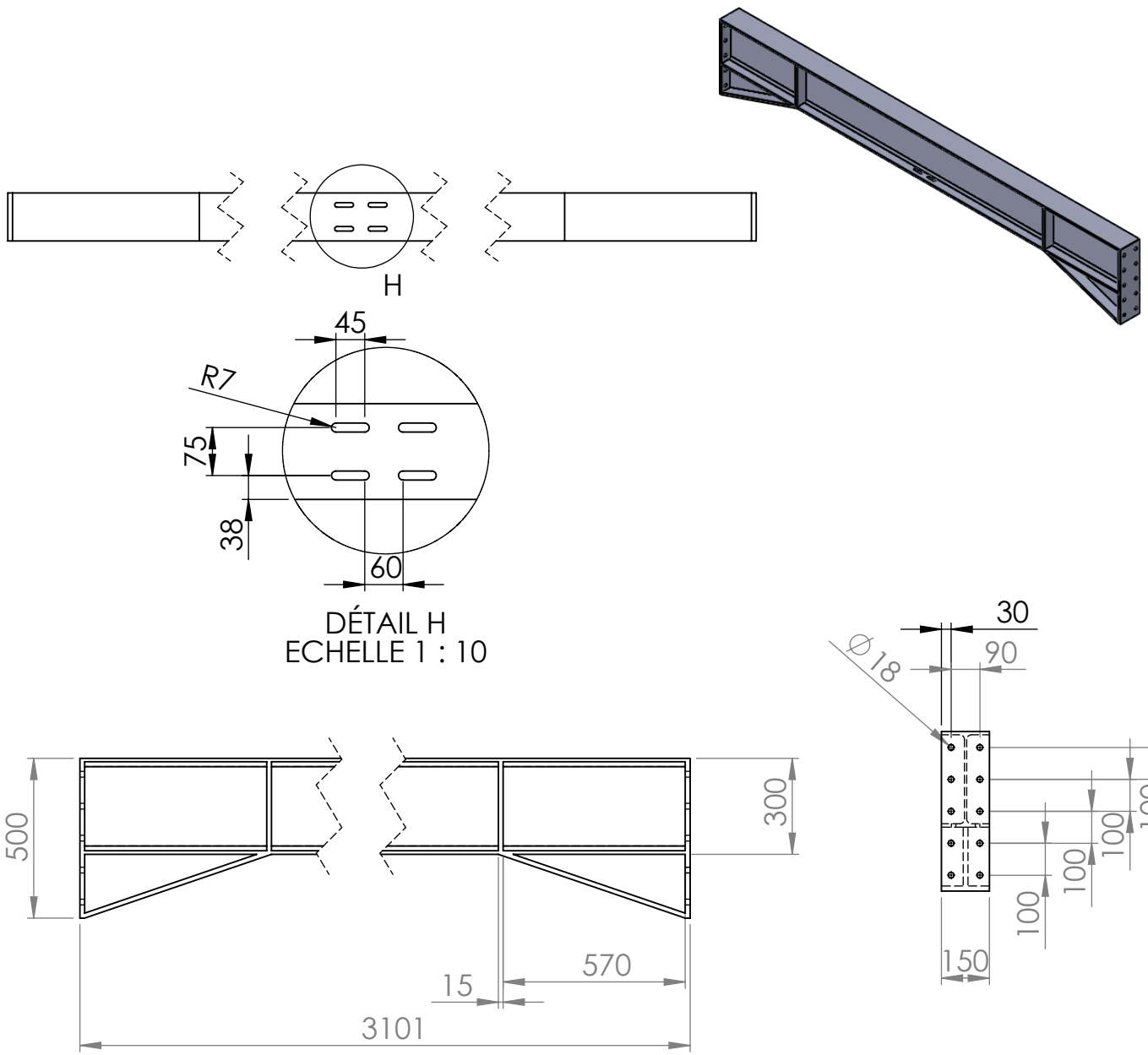
**IT = ± 0.5 Sauf indication**

<b>07</b>	<b>Cadre du contre-poids</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:30</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b> $Ra = \sqrt{3.6}$
<b>Planche N°: 14</b>		
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

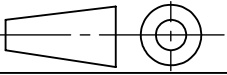


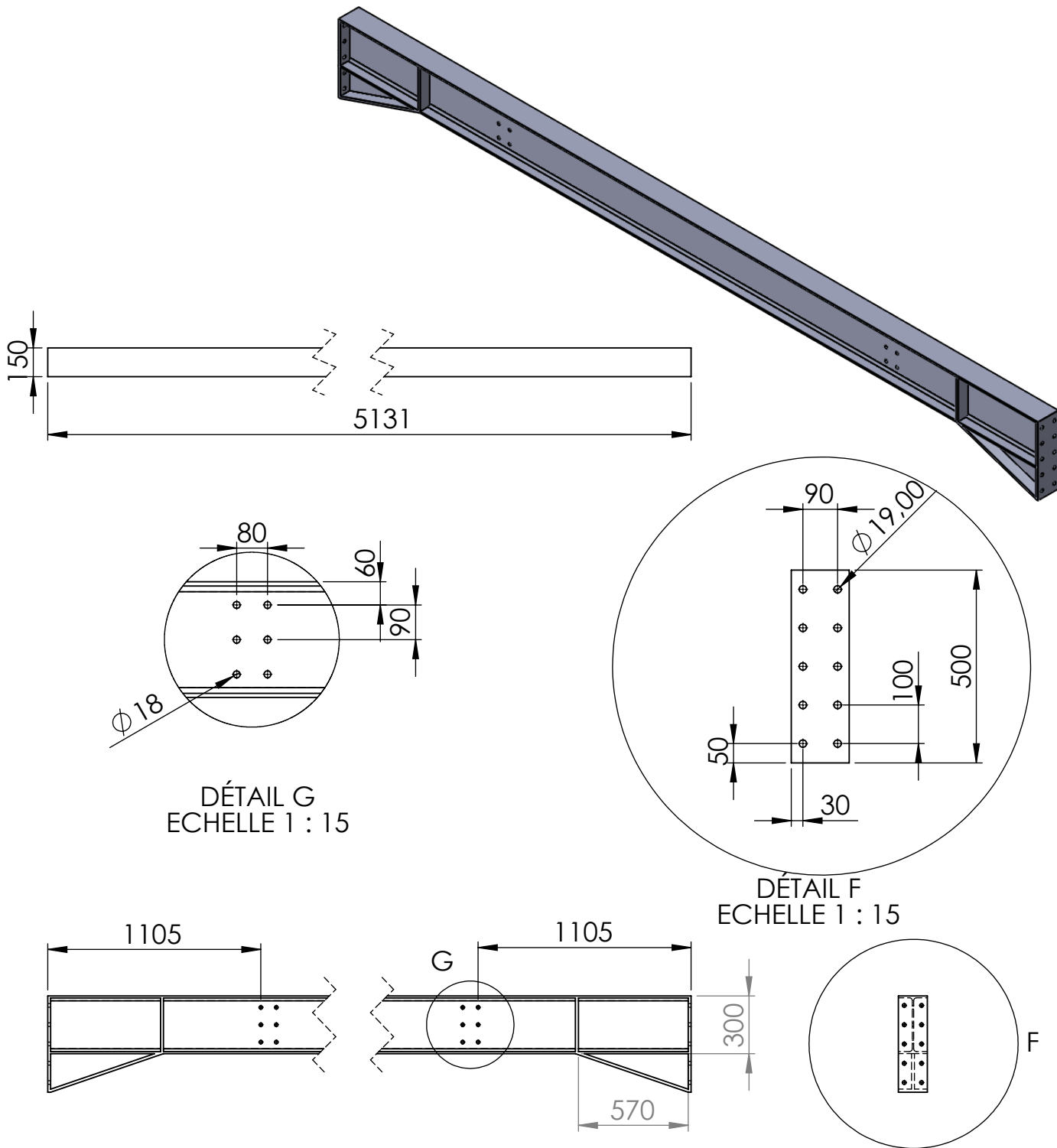
**IT = ± 0.5 Sauf indication**

<b>08</b>	<b>Cornière 80*80*8</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:3</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b> $R_a = 3.6$
<b>Planche N°: 15</b>		
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

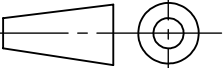


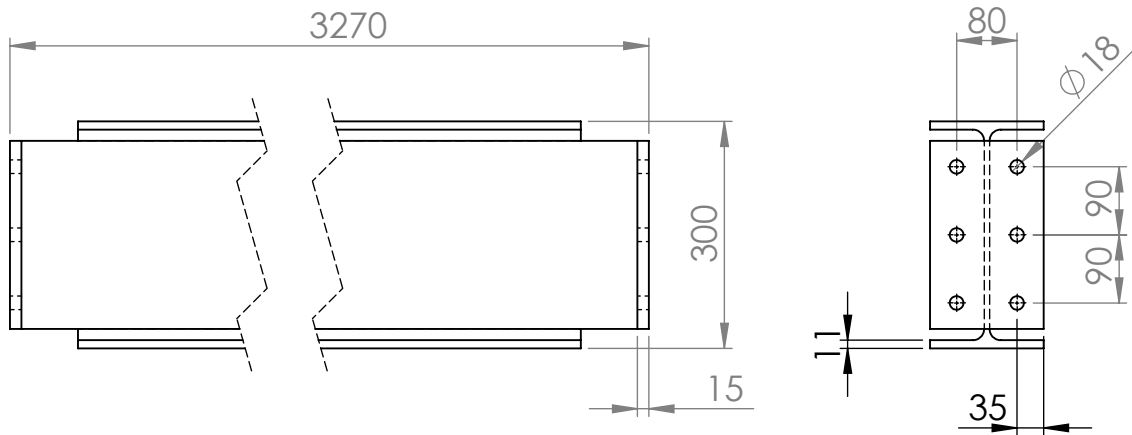
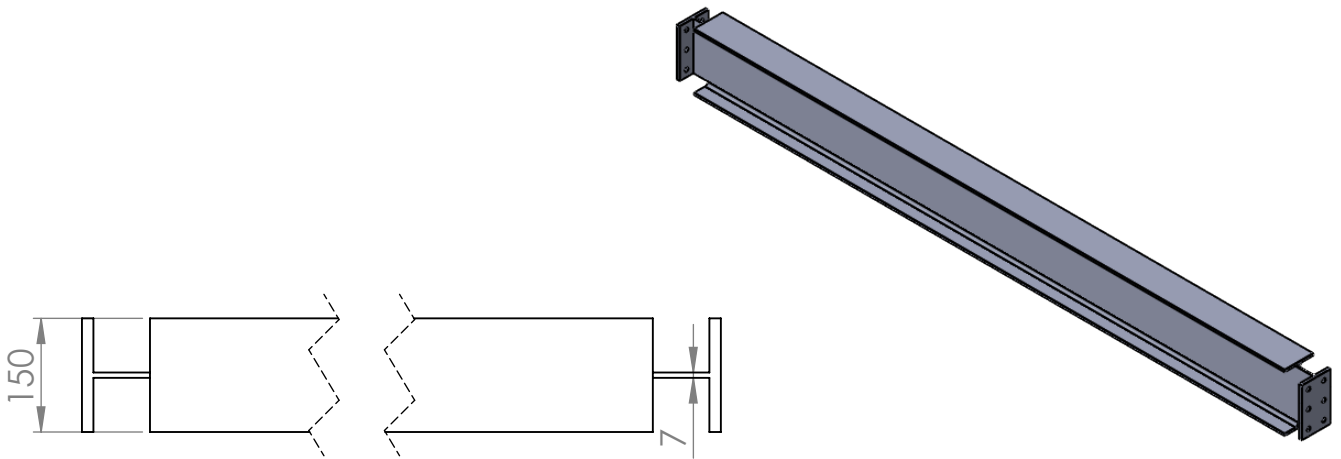
**IT = ± 0.5 Sauf indication**

14	<b>Poutre IPE300 personnalisée</b>	S235
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:20</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b> Ra = $\sqrt{3.6}$
<b>Planche N°: 16</b>		
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

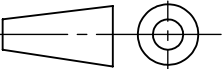


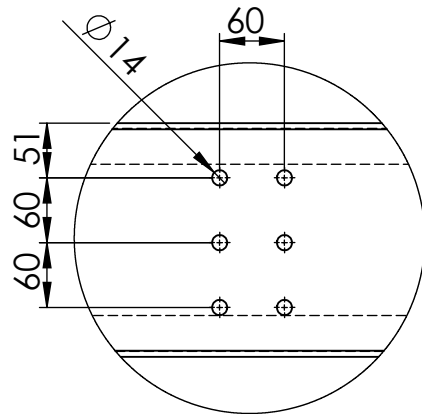
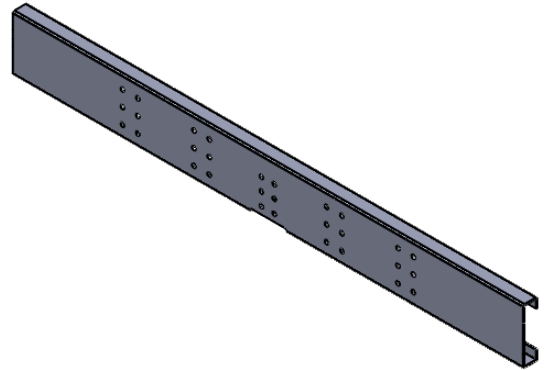
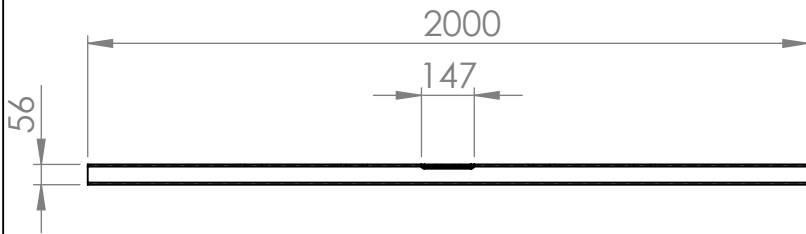
IT = ± 0.5 Sauf indication

06	Poutre IPE300 personnalisée 2	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:30	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°:17		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

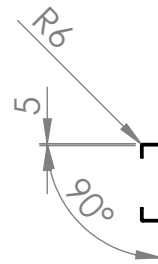
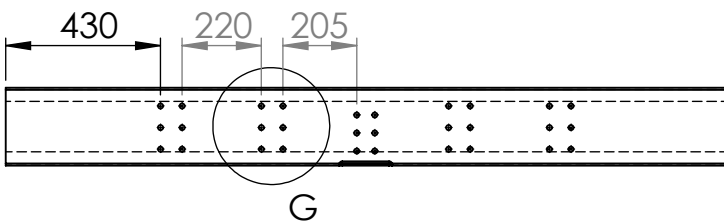


IT = ± 0.5 Sauf indication

02	Poutre IPE300 personnalisé	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:35	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 18		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

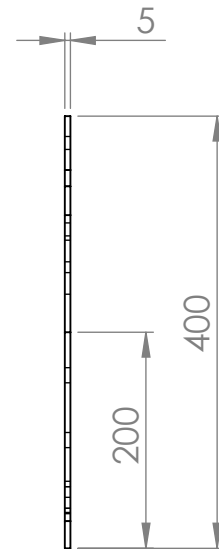
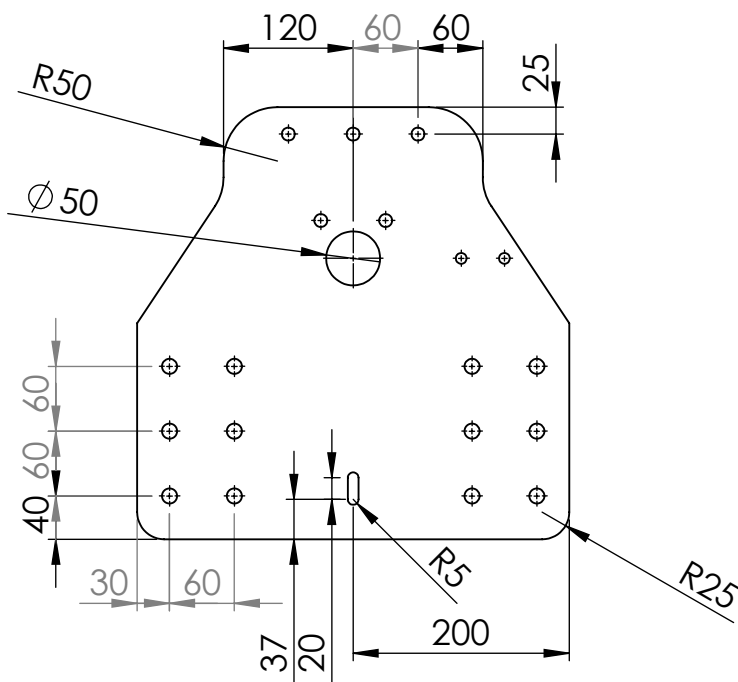
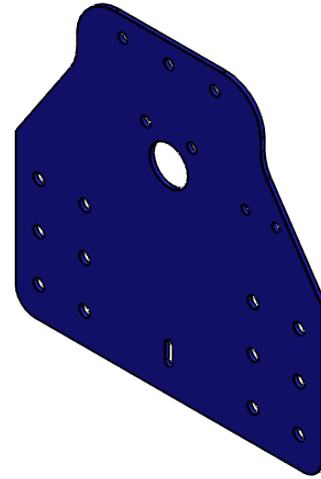


DÉTAIL G  
ECHELLE 1 : 7



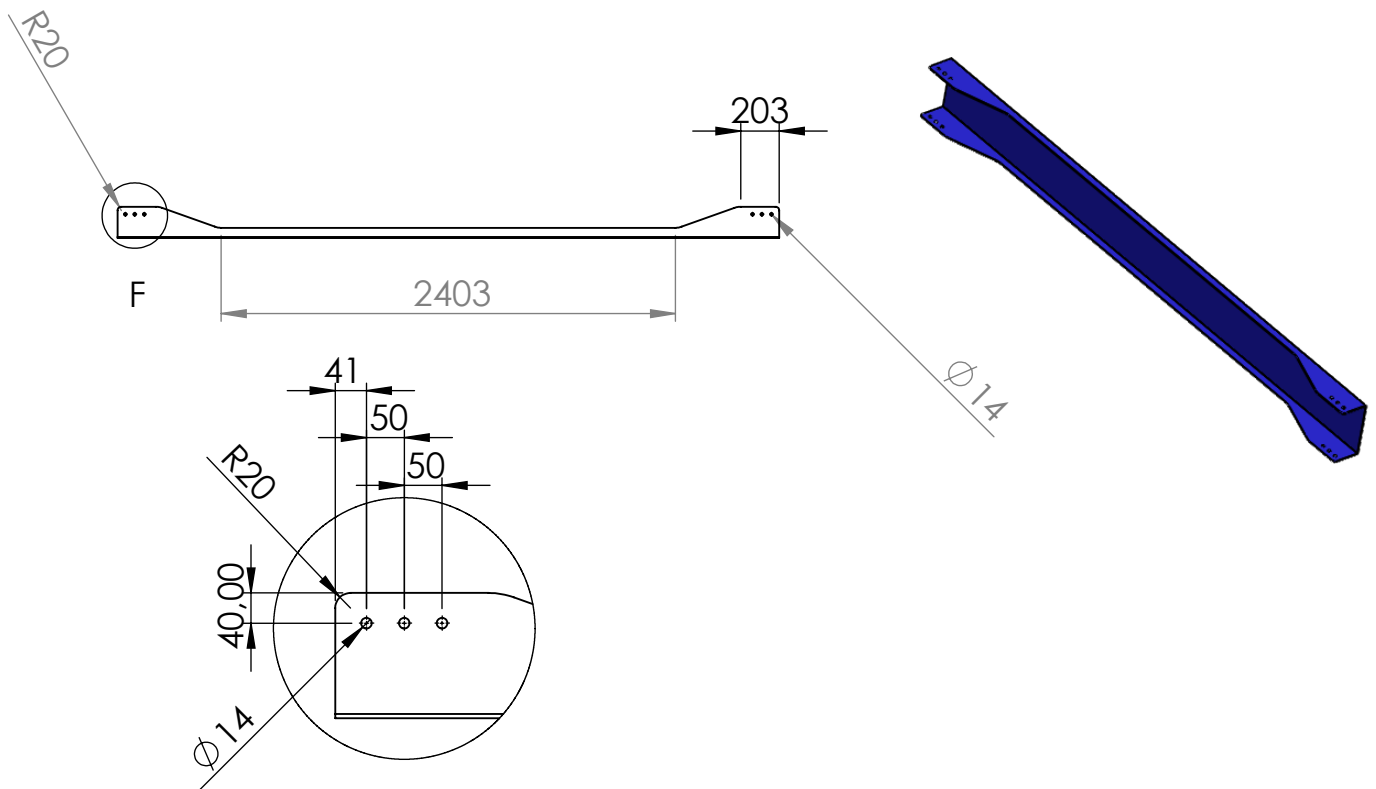
IT = ± 0.5 Sauf indication

02	Menton horizontale Contrepoid	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:21	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 19		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

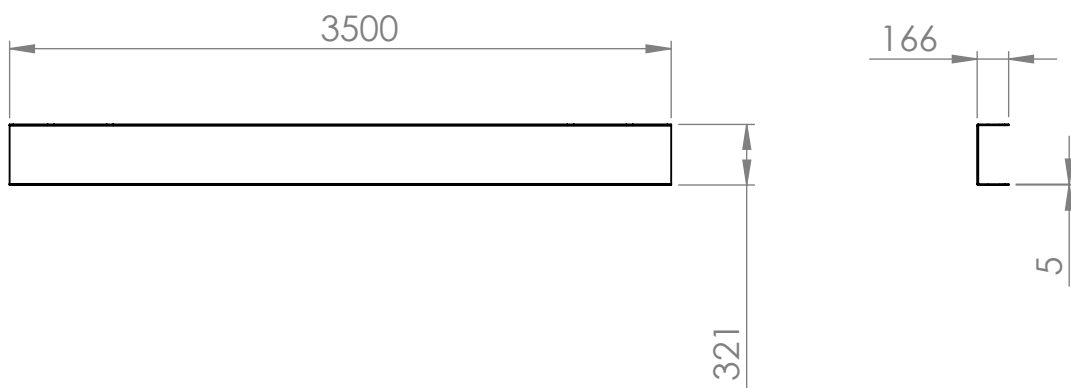


**IT = ± 0.5 Sauf indication**

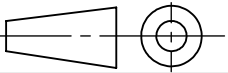
04	<b>Plaque support poulie</b>	<b>S235</b>
<b>Nbr</b>	<b>Désignation</b>	<b>Matière</b>
<b>Echelle 1:4</b>	<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>	<b>Etat de surface</b>
<b>Planche N°: 20</b>		$Ra = \sqrt{3.6}$
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A4</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>

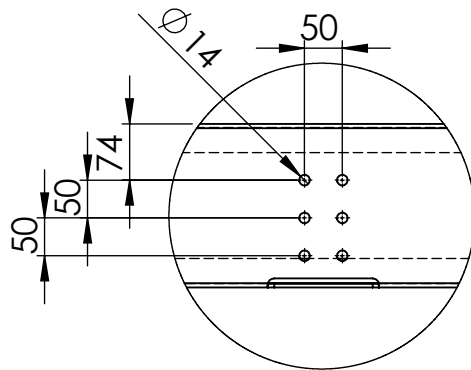
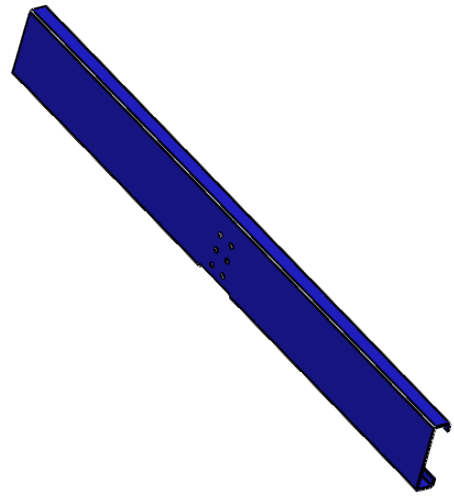


DÉTAIL F  
ECHELLE 1 : 10

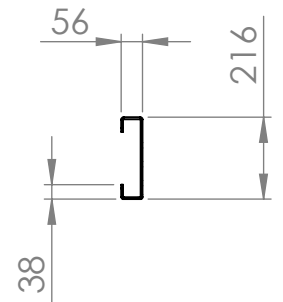
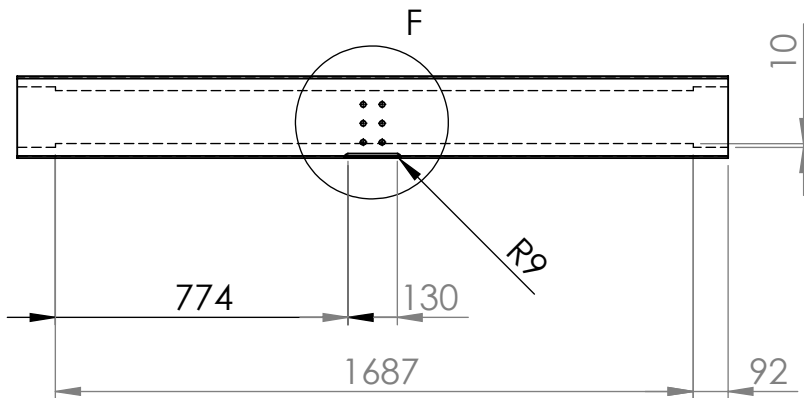


IT = ± 0.5 Sauf indication

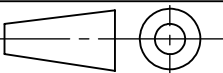
02	Menton verticale Contrepoids	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:40	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 21		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

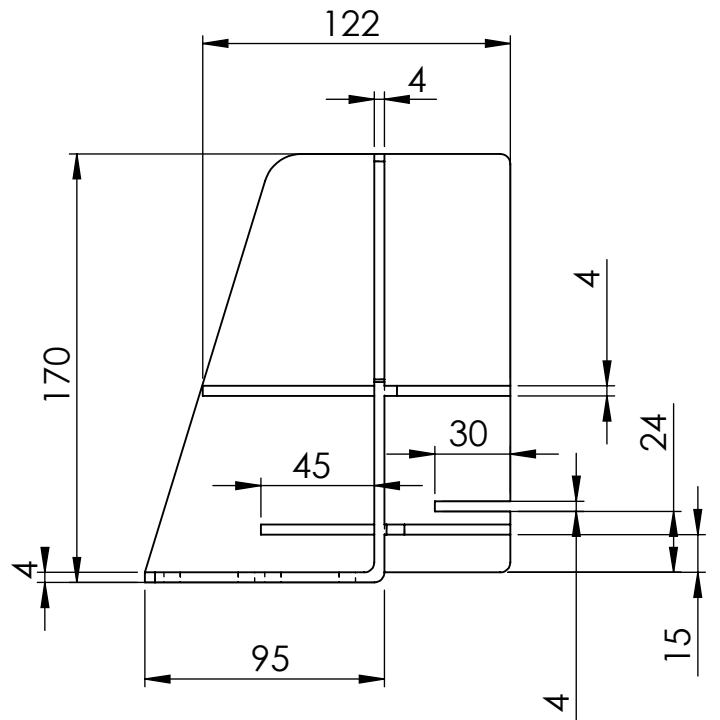
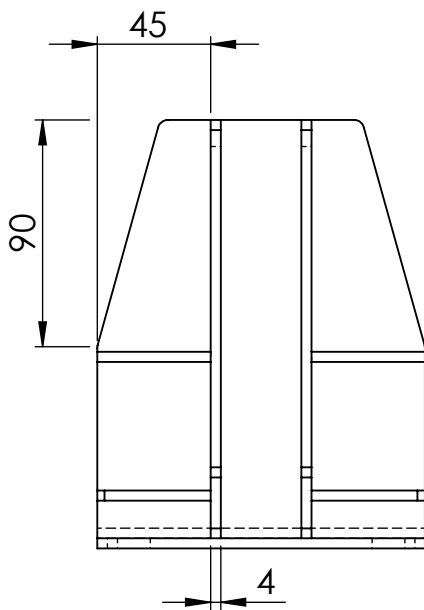
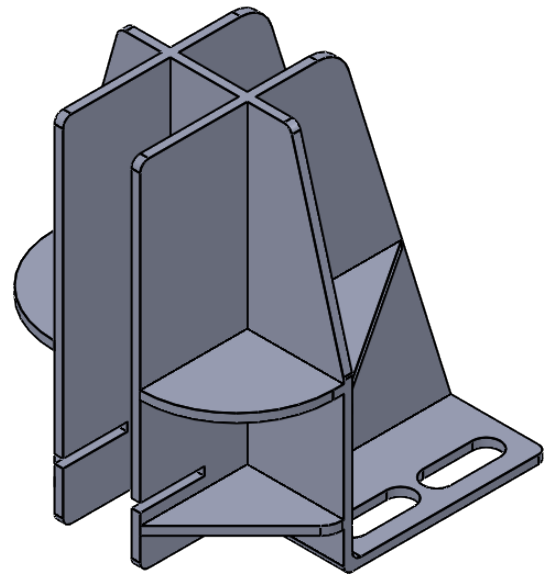
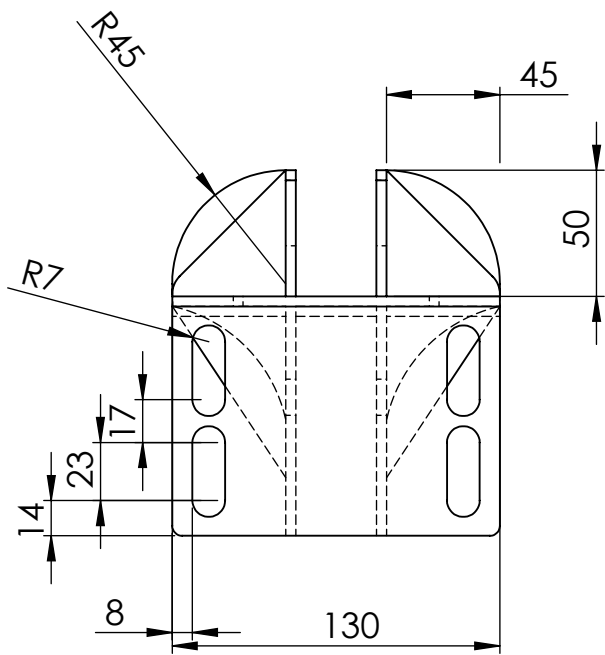


DÉTAIL F  
ECHELLE 1 : 10

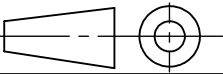


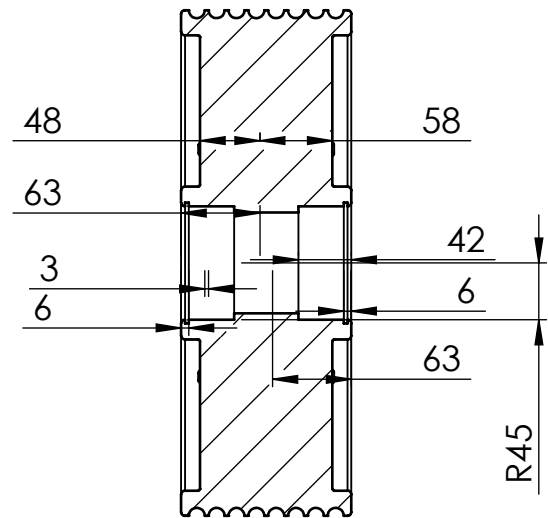
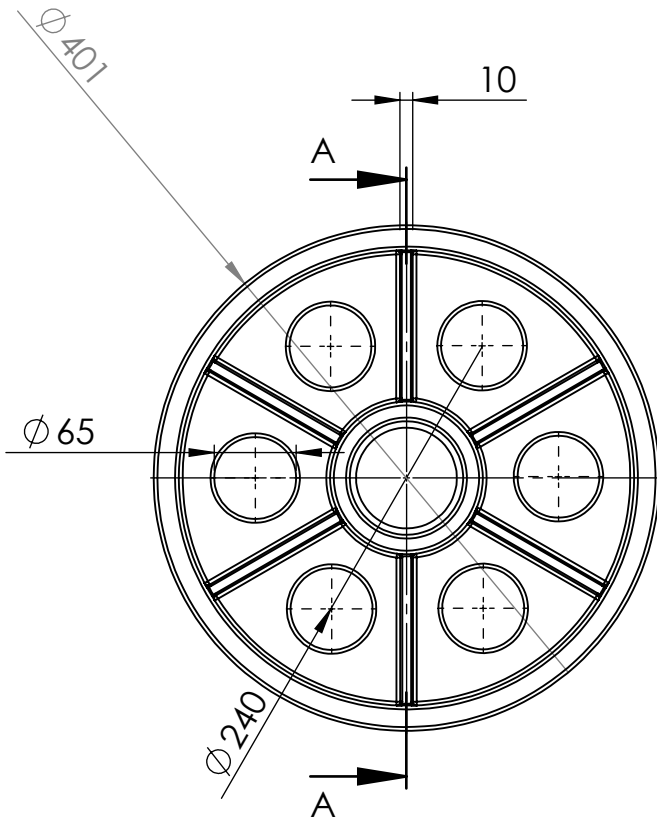
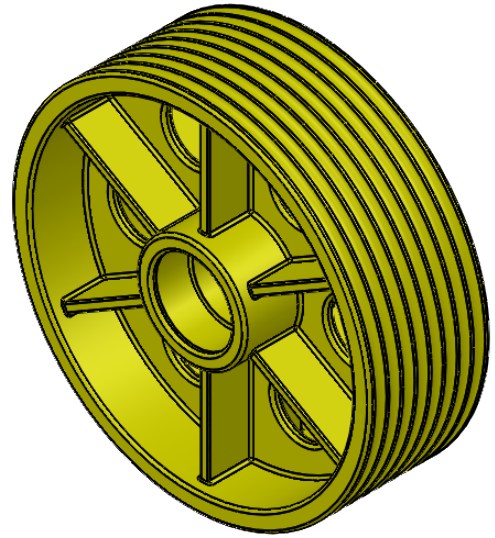
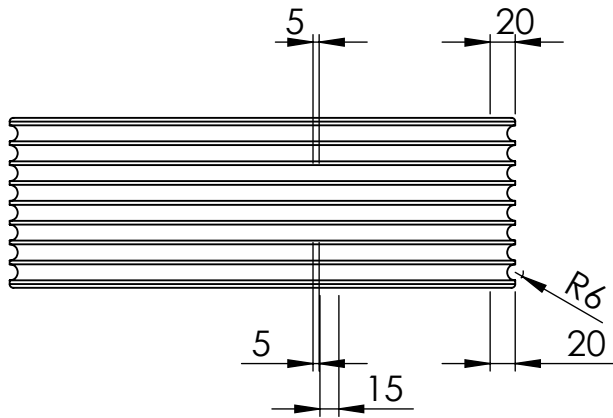
IT = ± 0.5 Sauf indication

02	Menton horizontale Contrepoids	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:20	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°:22		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II



IT = ± 0.5 Sauf indication

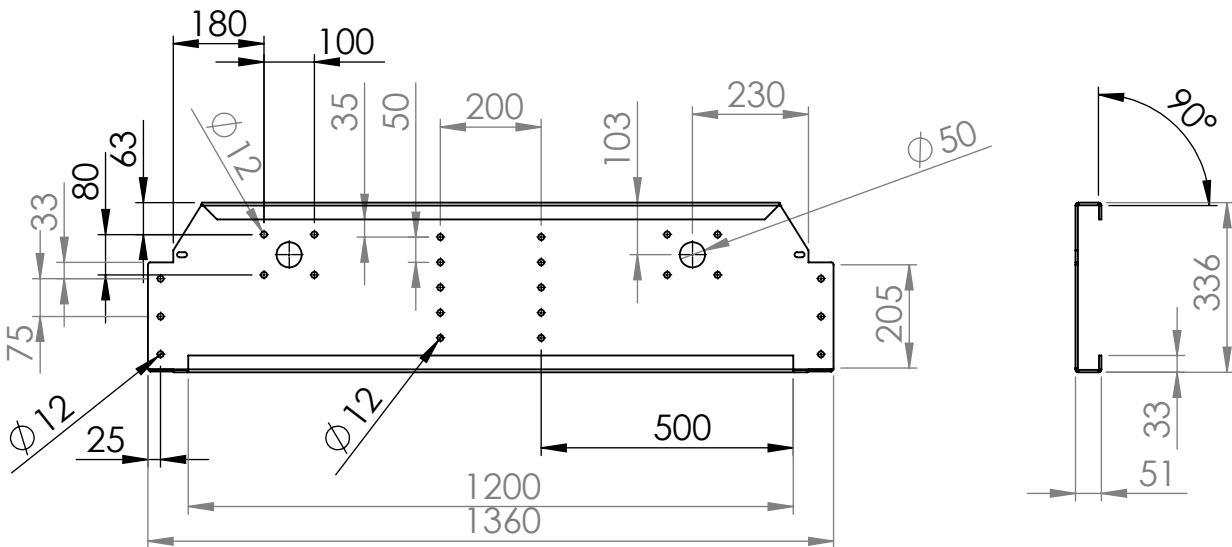
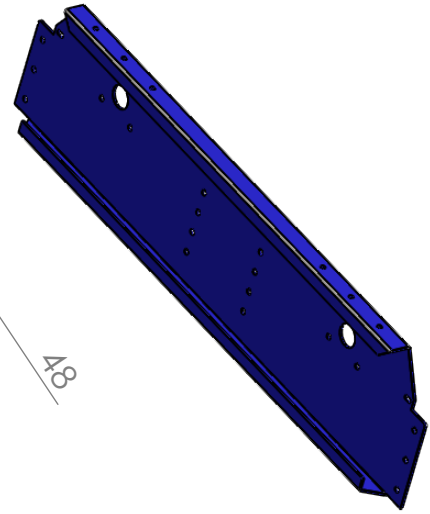
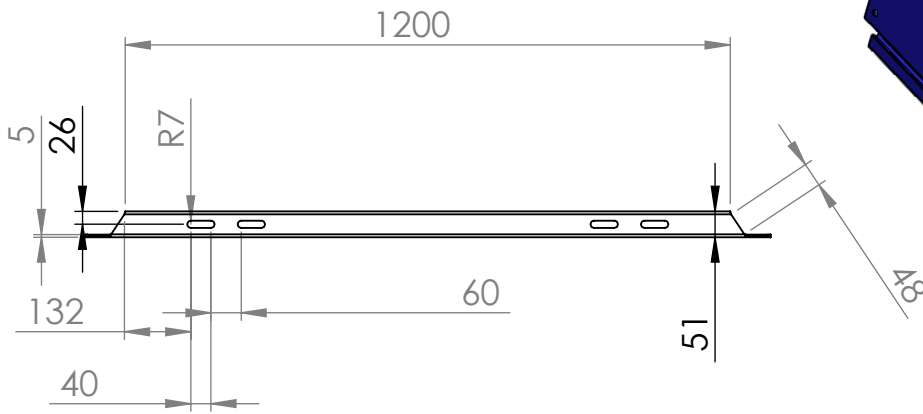
04	<b>Guide Contrepoids</b>	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:4	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 23		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II




COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 6

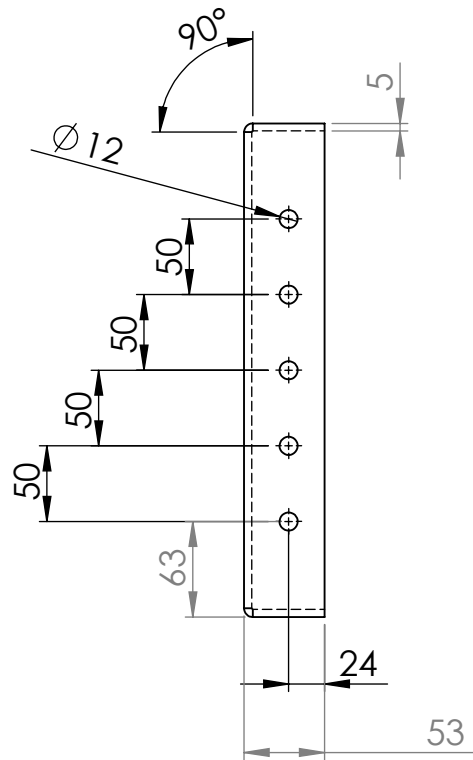
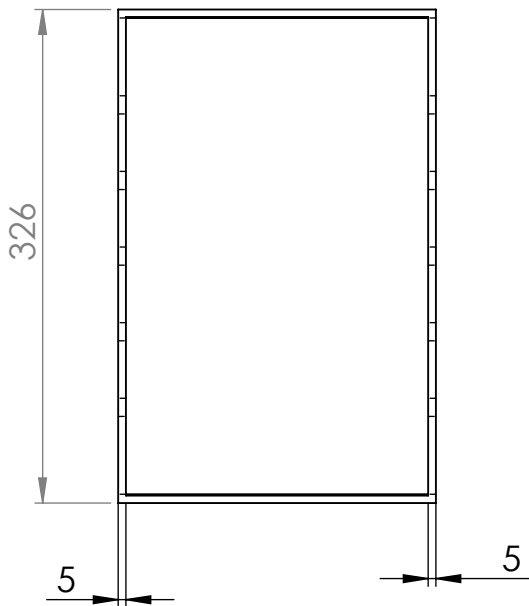
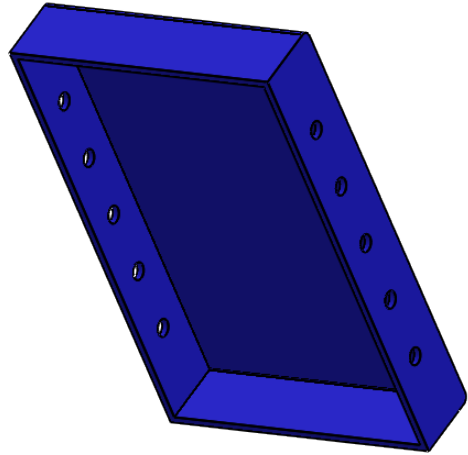
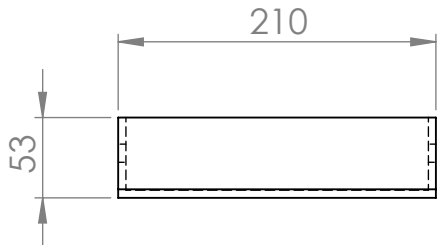
IT =  $\pm 0.5$  Sauf indication

09	Poulie	GGG40
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:6	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface $Ra = \sqrt{3.6}$
Planche N°: 24		
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

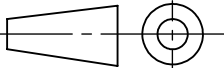


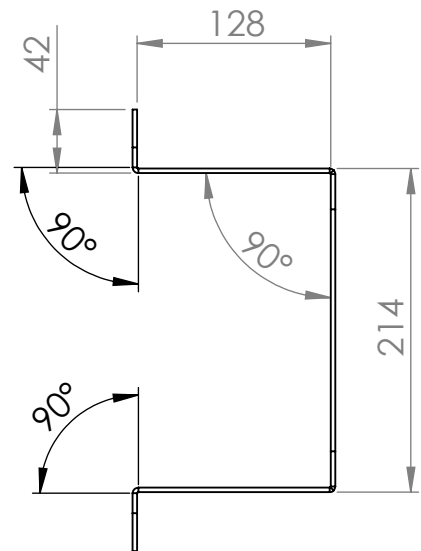
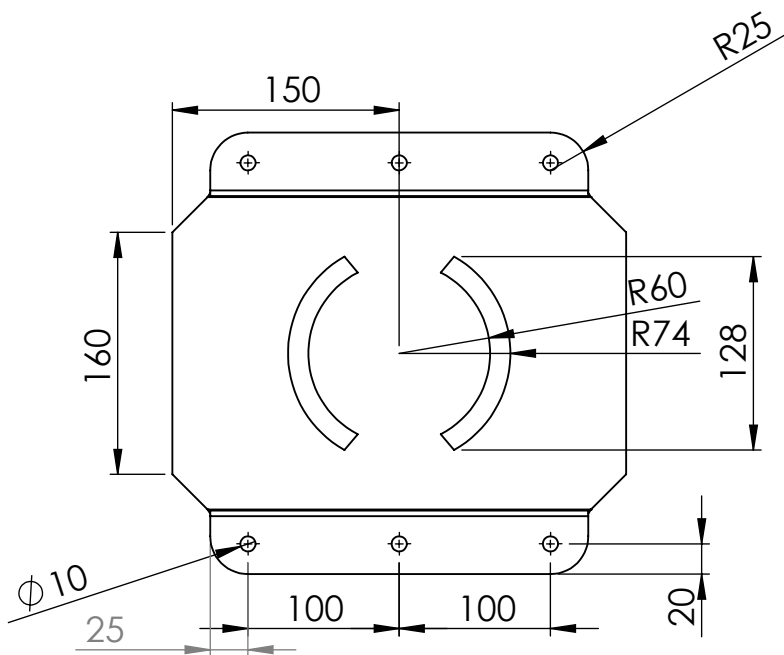
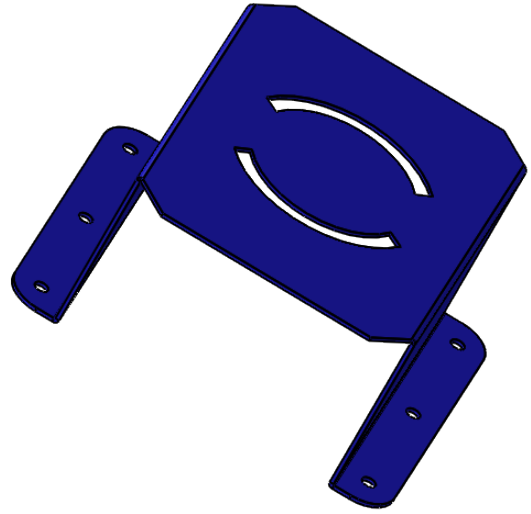
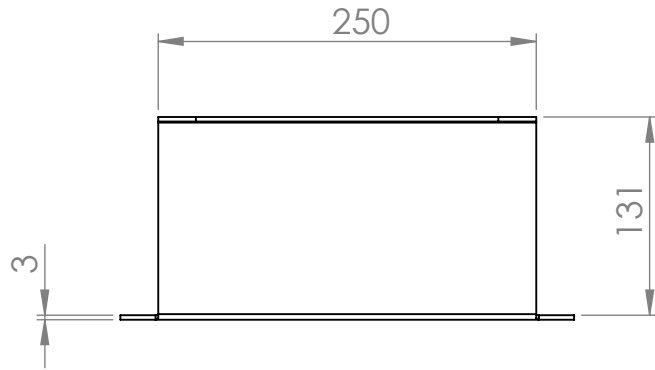
IT = ± 0.5 Sauf indication

02	Plaque support double poulie	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:15	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°:25		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II



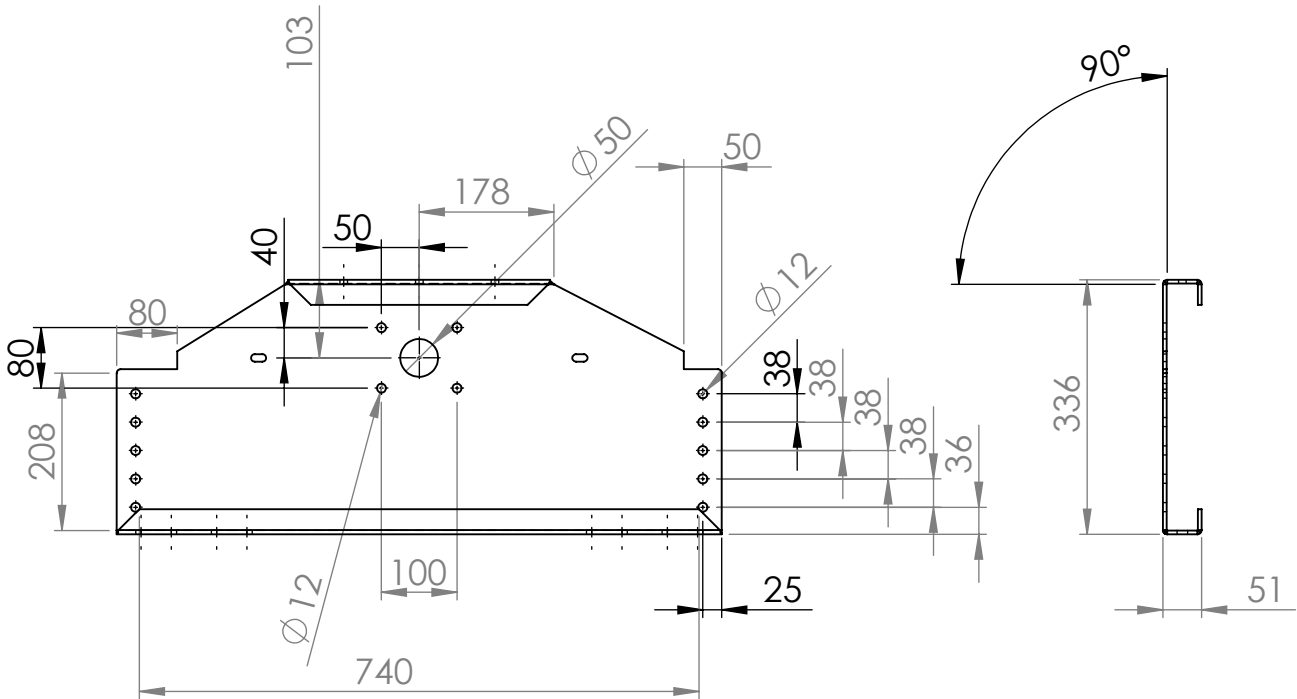
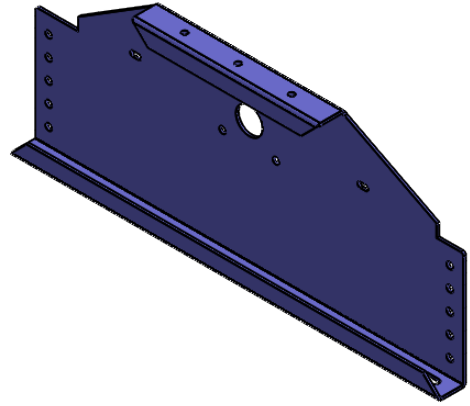
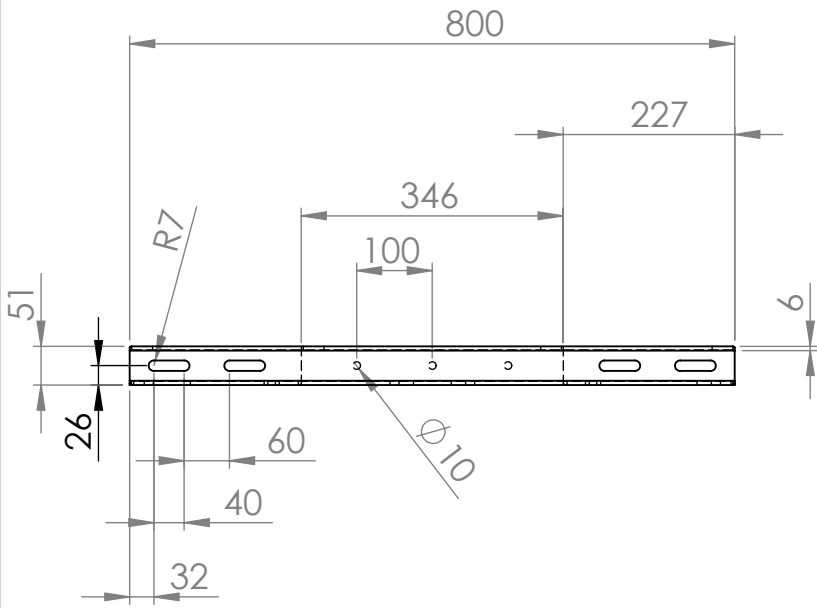
IT = ± 0.5 Sauf indication

06	Traverse	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:5	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 26		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

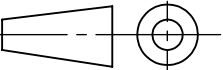


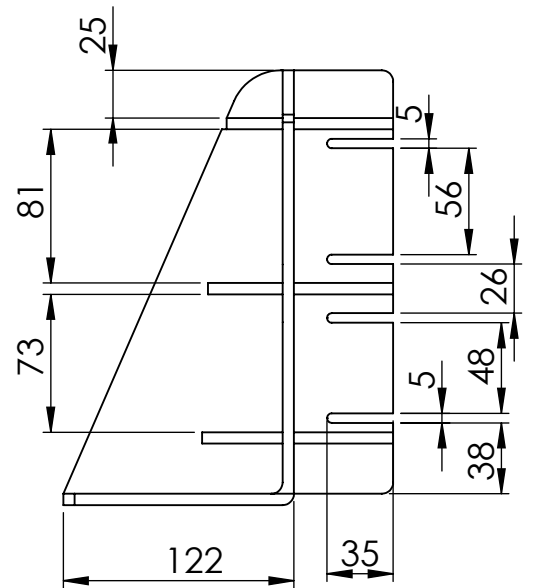
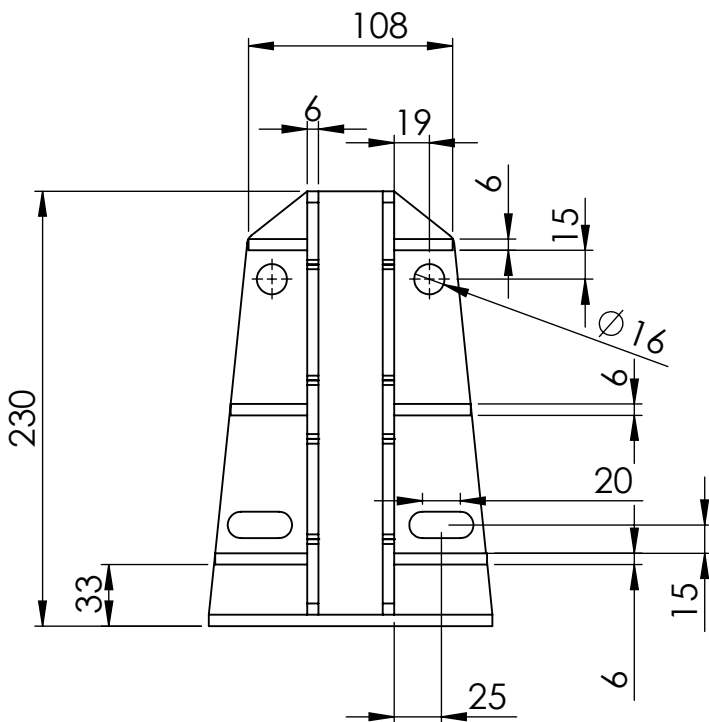
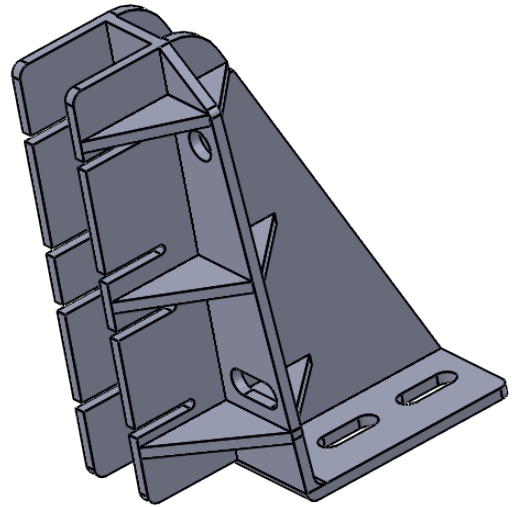
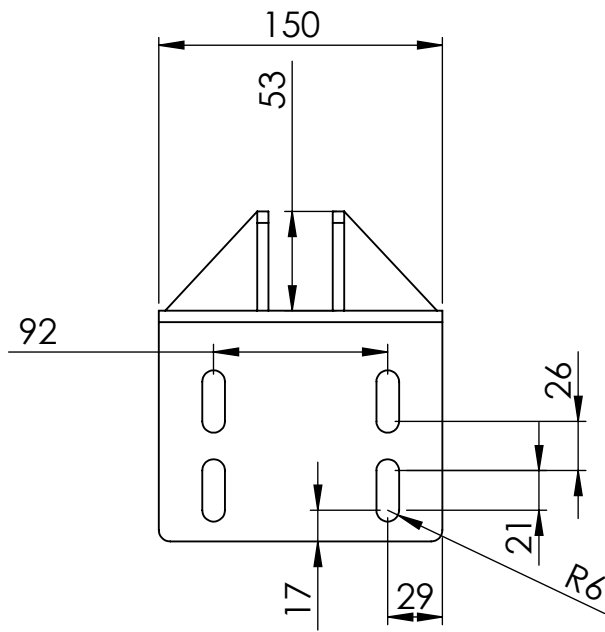
IT = ± 0.5 Sauf indication

03	Cache Poulie	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:5	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 27		$Ra = 3.6$
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

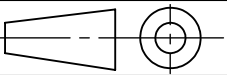


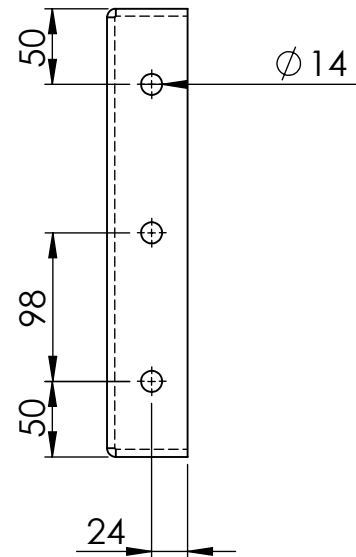
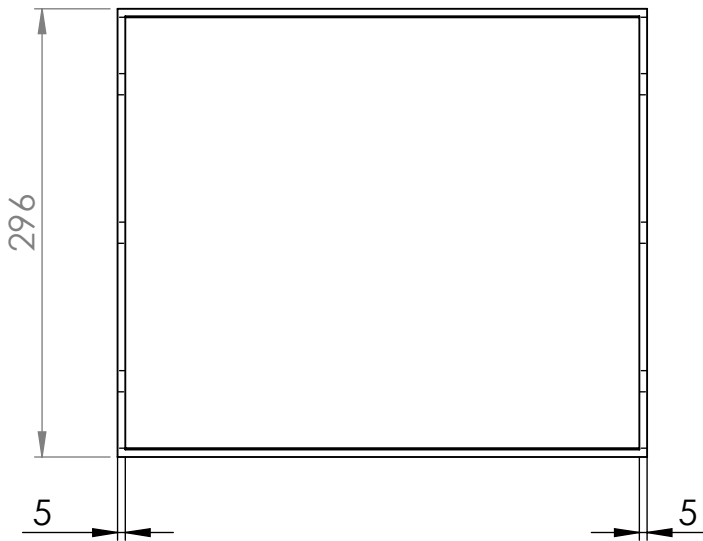
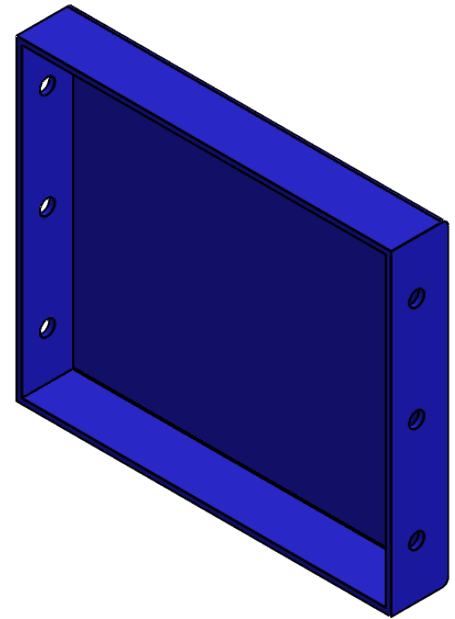
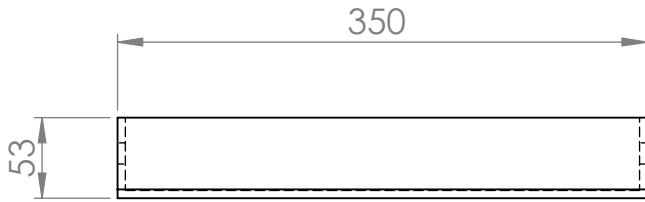
IT = ± 0.5 Sauf indication

02	Plaque Support Poulie	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:10	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 28		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

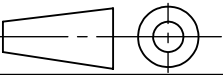


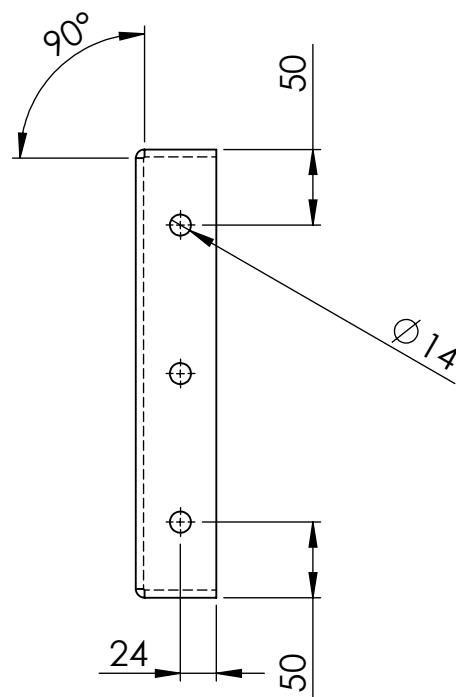
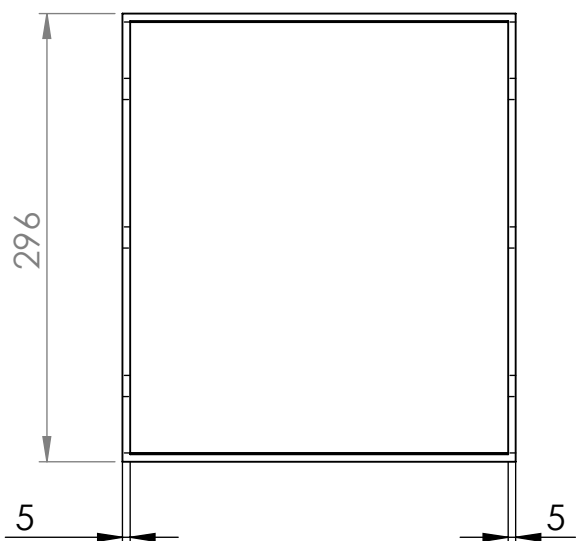
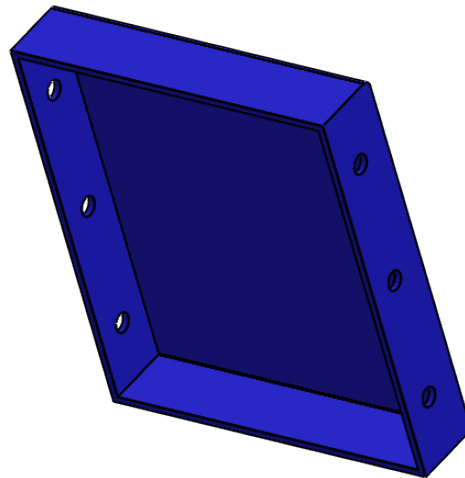
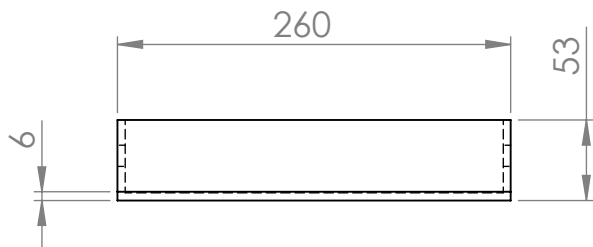
IT = ± 0.5 Sauf indication

04	<b>Guide Cabine</b>	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:4	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface Ra = 3.6
Planche N°: 29		
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II

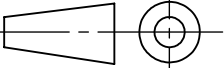


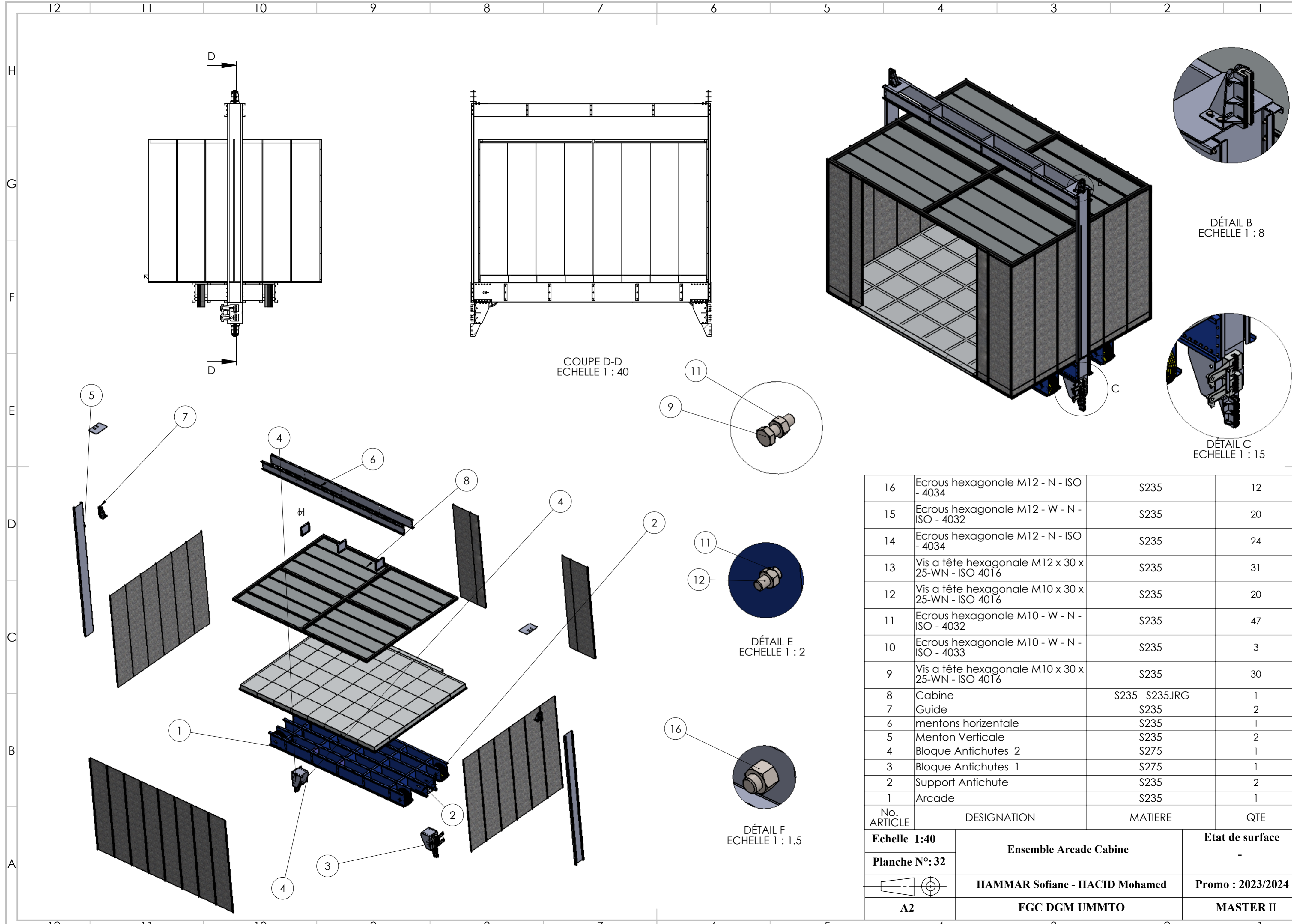
IT = ± 0.5 Sauf indication

15	Traverse 1 Treillis	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:5	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°: 30		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II



IT = ± 0.5 Sauf indication

10	Traverse 2 Treillis	S235
Nbr	Désignation	Matière
Echelle 1:5	Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel	Etat de surface
Planche N°:31		Ra = 3.6
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A4	FGC DGM UMMTO	MASTER II



COUPE D-D  
ECHELLE 1 : 40

DÉTAIL B  
ECHELLE 1 : 8

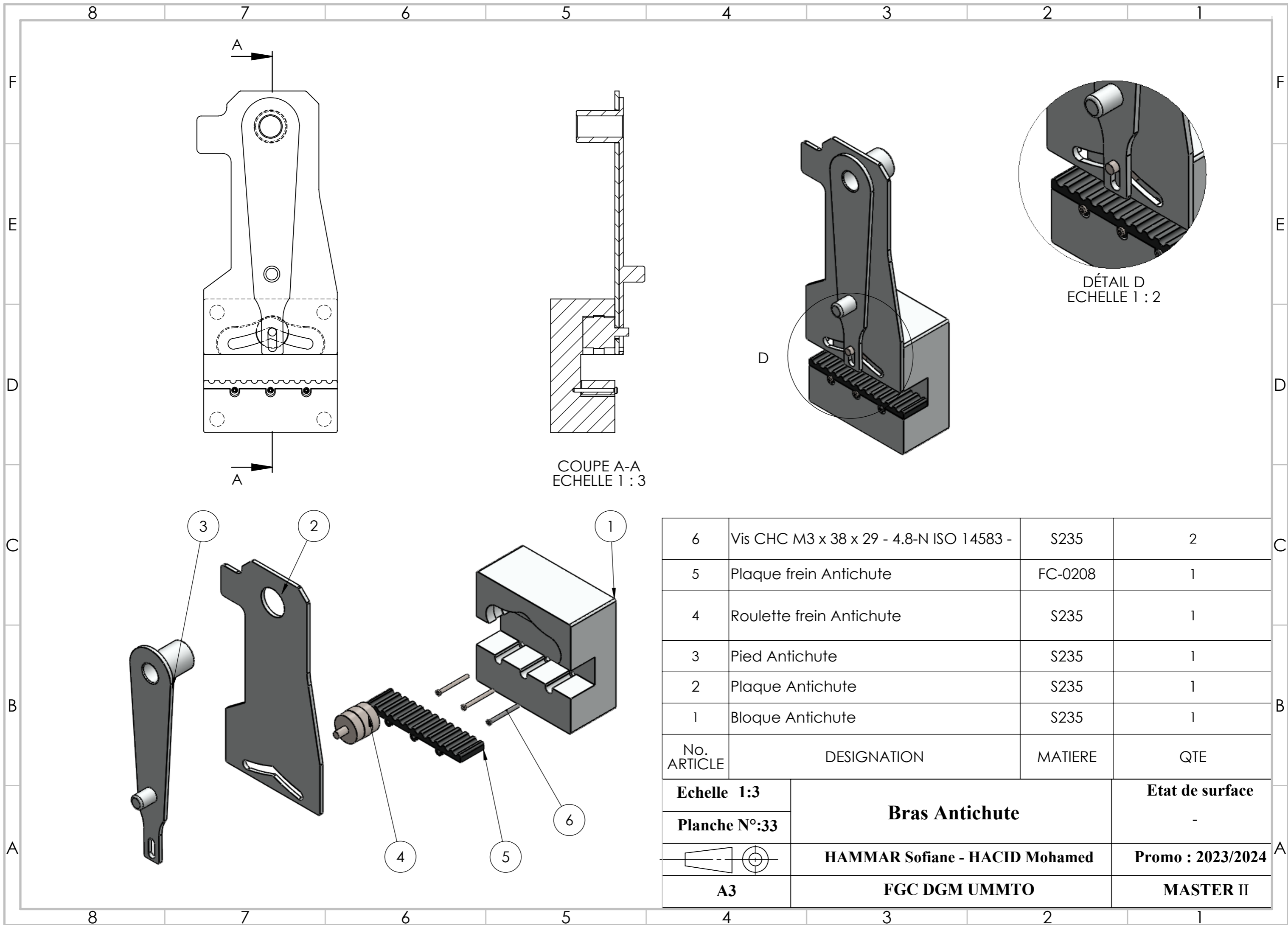
DÉTAIL C  
ECHELLE 1 : 15

DÉTAIL E  
ECHELLE 1 : 2

DÉTAIL F  
ECHELLE 1 : 1.5

16	Ecrous hexagonale M12 - N - ISO - 4034	S235	12
15	Ecrous hexagonale M12 - W - N - ISO - 4032	S235	20
14	Ecrous hexagonale M12 - N - ISO - 4034	S235	24
13	Vis a tête hexagonale M12 x 30 x 25-WN - ISO 4016	S235	31
12	Vis a tête hexagonale M10 x 30 x 25-WN - ISO 4016	S235	20
11	Ecrous hexagonale M10 - W - N - ISO - 4032	S235	47
10	Ecrous hexagonale M10 - W - N - ISO - 4033	S235	3
9	Vis a tête hexagonale M10 x 30 x 25-WN - ISO 4016	S235	30
8	Cabine	S235 S235JRG	1
7	Guide	S235	2
6	mentons horizontale	S235	1
5	Menton Verticale	S235	2
4	Bloque Antichutes 2	S275	1
3	Bloque Antichutes 1	S275	1
2	Support Antichute	S235	2
1	Arcade	S235	1
No. ARTICLE	DESIGNATION	MATIERE	QTE

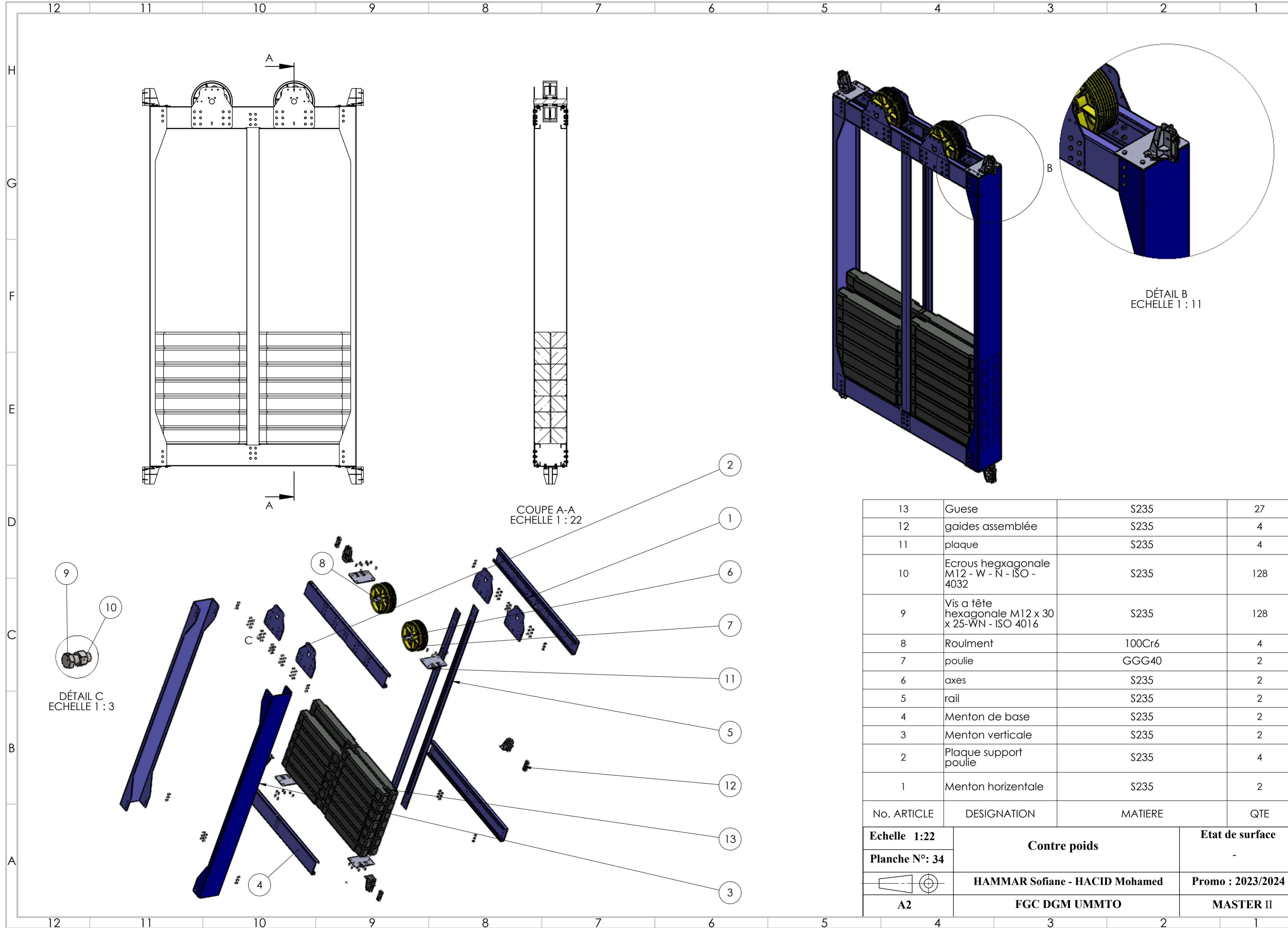
<b>Echelle 1:40</b>	<b>Ensemble Arcade Cabine</b>	<b>Etat de surface</b> -
<b>Planche N°: 32</b>		
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A2</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>



COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 3

DÉTAIL D  
ECHELLE 1 : 2

6	Vis CHC M3 x 38 x 29 - 4.8-N ISO 14583 -	S235	2
5	Plaque frein Antichute	FC-0208	1
4	Roulette frein Antichute	S235	1
3	Pied Antichute	S235	1
2	Plaque Antichute	S235	1
1	Bloque Antichute	S235	1
No. ARTICLE	DESIGNATION	MATIERE	QTE
<b>Echelle 1:3</b>		<b>Etat de surface</b>	
<b>Planche N°:33</b>		<b>Bras Antichute</b>	
		<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	
		<b>Promo : 2023/2024</b>	
<b>A3</b>		<b>FGC DGM UMMTO</b>	
		<b>MASTER II</b>	

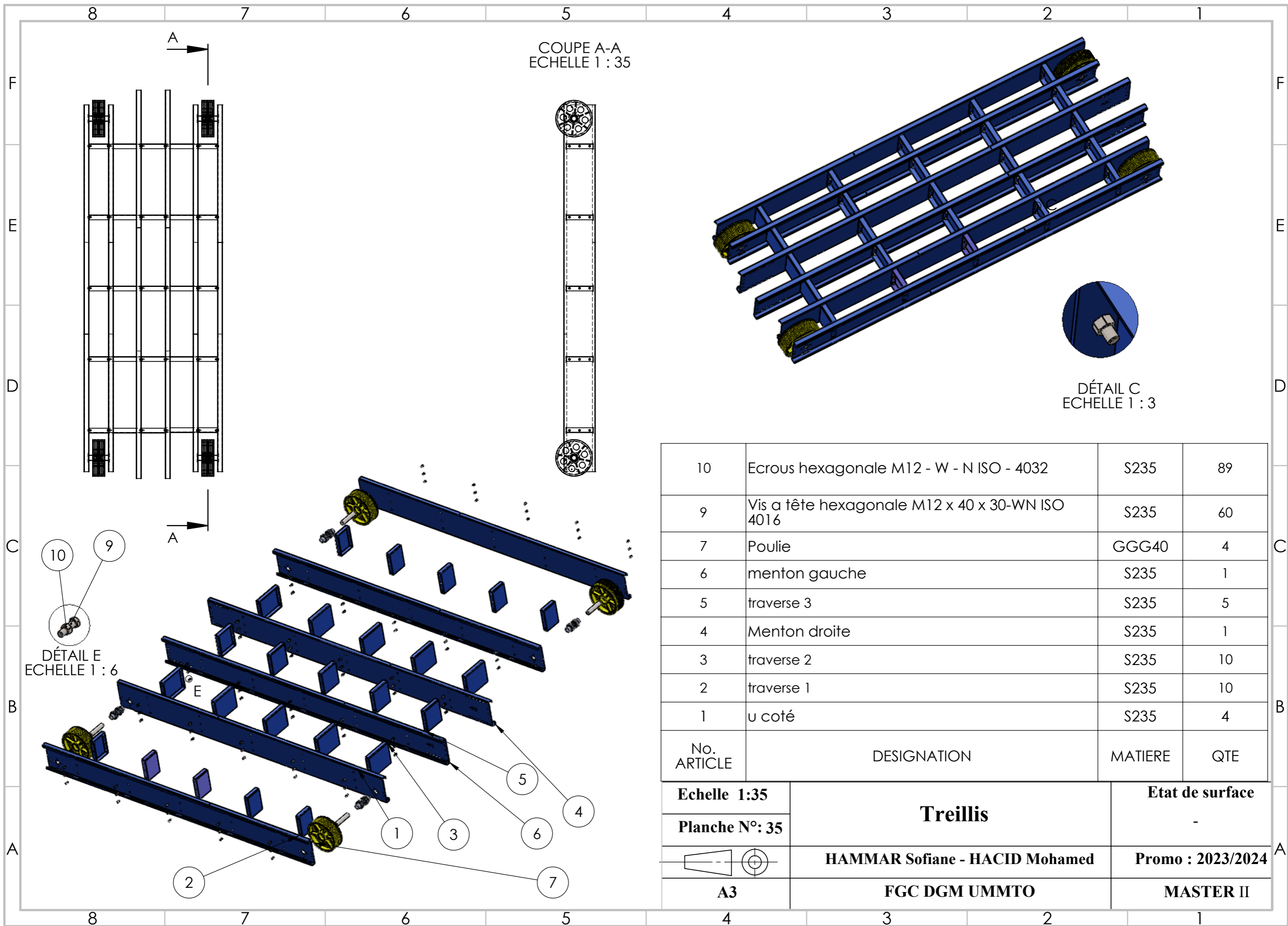


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 22

DÉTAIL C  
ECHELLE 1 : 3

DÉTAIL B  
ECHELLE 1 : 11

13	Guese	S235	27
12	guides assemblée	S235	4
11	plaque	S235	4
10	Ecrous hexagonale M12 - W - N - ISO - 4032	S235	128
9	Vis a tête hexagonale M12 x 30 x 25-WN - ISO 4016	S235	128
8	Roulment	100Cr6	4
7	poulie	GGG40	2
6	axes	S235	2
5	rail	S235	2
4	Menton de base	S235	2
3	Menton verticale	S235	2
2	Plaque support poulie	S235	4
1	Menton horizontale	S235	2
No. ARTICLE	DESIGNATION	MATIERE	QTE
<b>Echelle 1:22</b>	<b>Contre poids</b>		<b>Etat de surface</b>
<b>Planche N°: 34</b>			-
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>		<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A2</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>		<b>MASTER II</b>

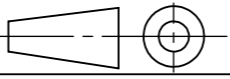


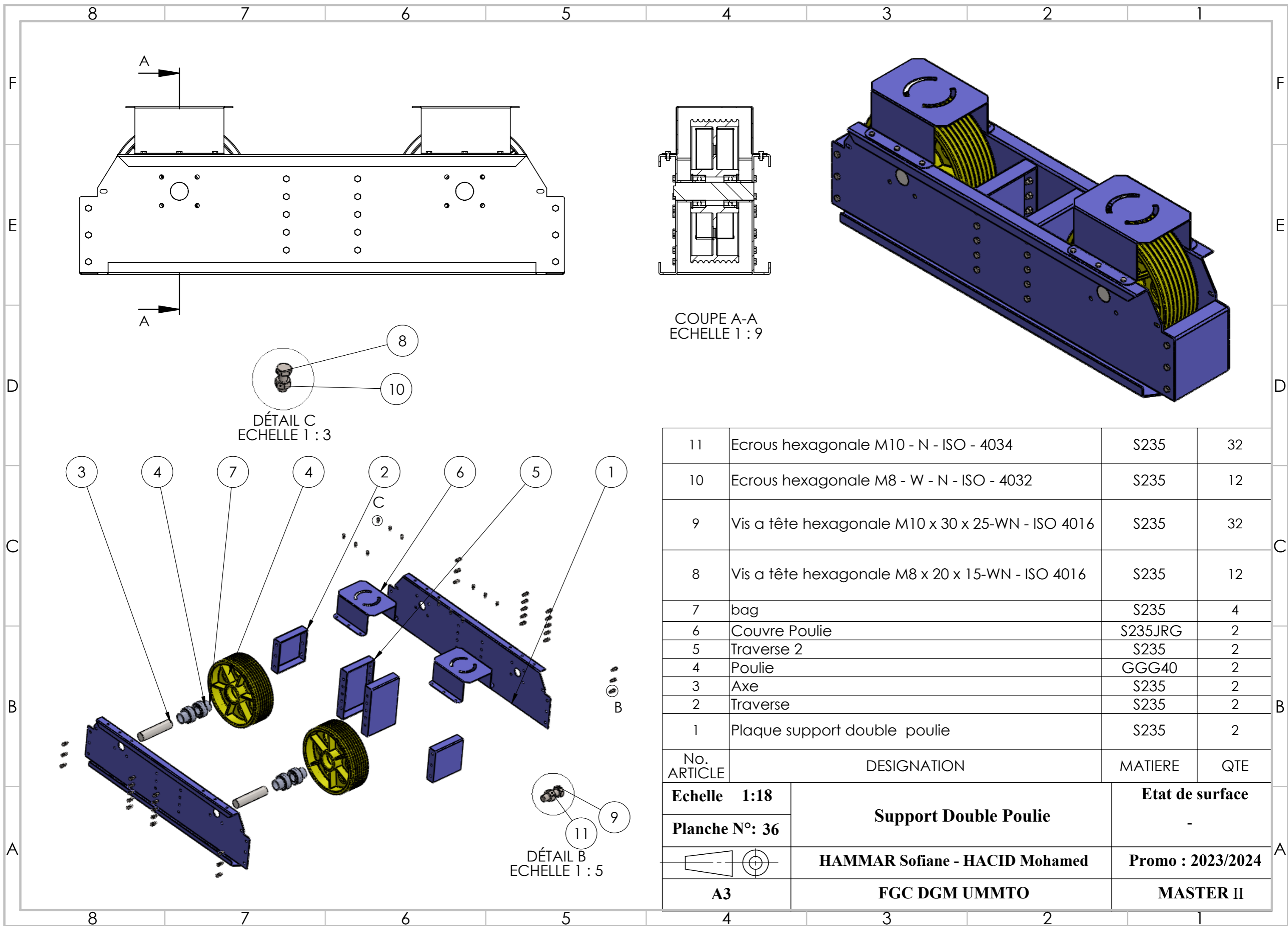
COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 35

DÉTAIL C  
ECHELLE 1 : 3

DÉTAIL E  
ECHELLE 1 : 6

10	Ecrous hexagonale M12 - W - N ISO - 4032	S235	89
9	Vis a tête hexagonale M12 x 40 x 30-WN ISO 4016	S235	60
7	Poulie	GGG40	4
6	menton gauche	S235	1
5	traverse 3	S235	5
4	Menton droite	S235	1
3	traverse 2	S235	10
2	traverse 1	S235	10
1	u coté	S235	4
No. ARTICLE	DESIGNATION	MATIERE	QTE

<b>Echelle 1:35</b>	<b>Treillis</b>	<b>Etat de surface</b>
<b>Planche N°: 35</b>		-
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>
<b>A3</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>



COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 9

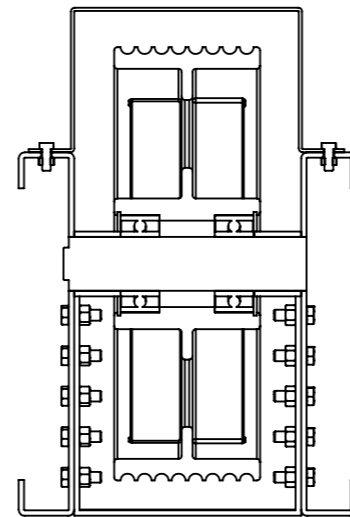
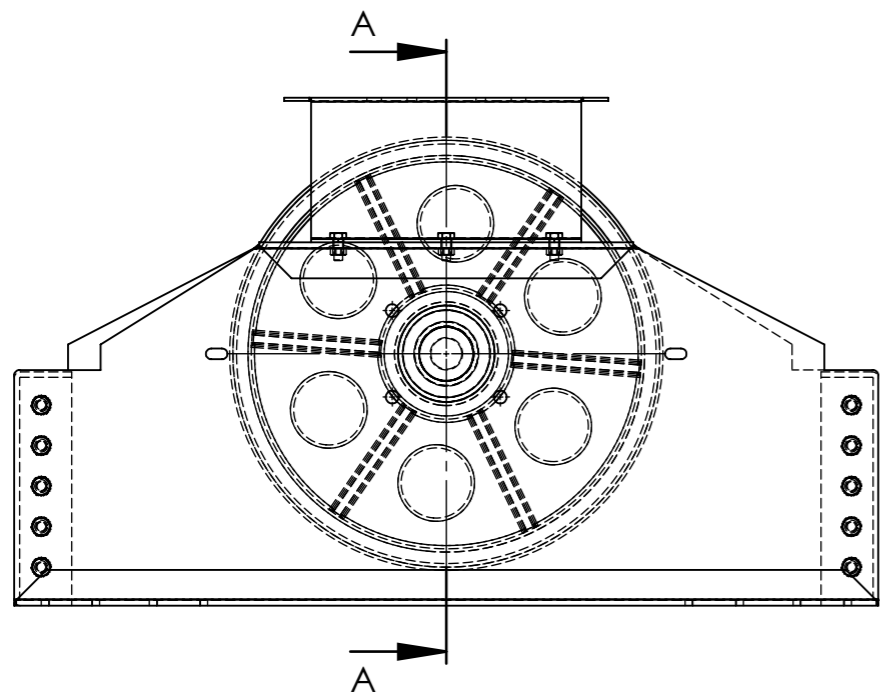
DÉTAIL C  
ECHELLE 1 : 3

DÉTAIL B  
ECHELLE 1 : 5

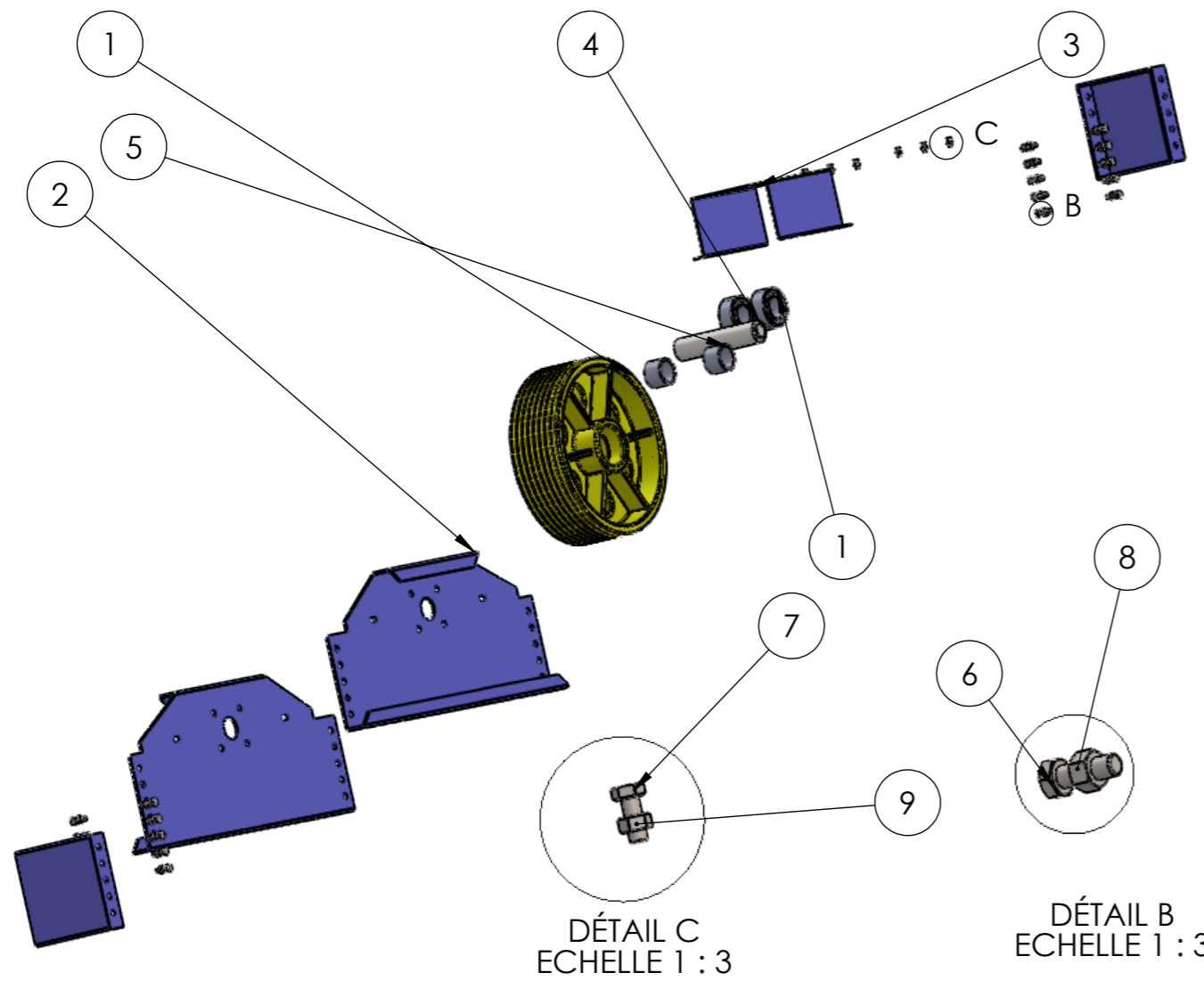
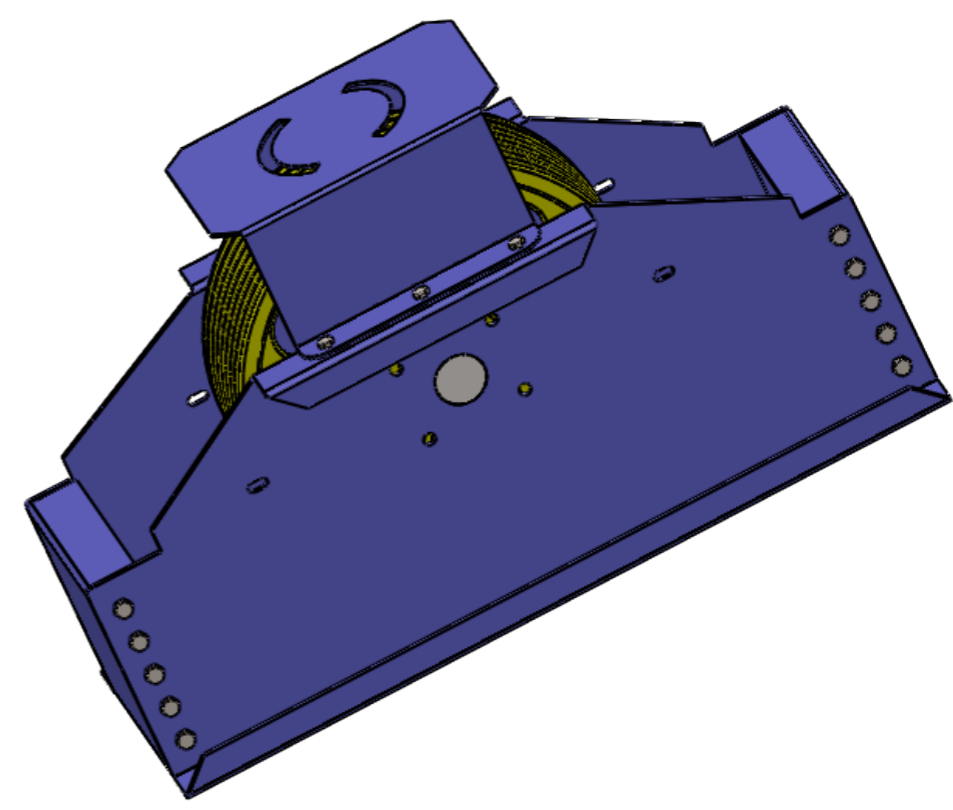
11	Ecrous hexagonale M10 - N - ISO - 4034	S235	32
10	Ecrous hexagonale M8 - W - N - ISO - 4032	S235	12
9	Vis a tête hexagonale M10 x 30 x 25-WN - ISO 4016	S235	32
8	Vis a tête hexagonale M8 x 20 x 15-WN - ISO 4016	S235	12
7	bag	S235	4
6	Couvre Poulie	S235JRG	2
5	Traverse 2	S235	2
4	Poulie	GGG40	2
3	Axe	S235	2
2	Traverse	S235	2
1	Plaque support double poulie	S235	2
No. ARTICLE	DESIGNATION	MATIERE	QTE
<b>Echelle 1:18</b>	<b>Support Double Poulie</b>	<b>Etat de surface</b>	
<b>Planche N°: 36</b>		-	
	<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	<b>Promo : 2023/2024</b>	
<b>A3</b>	<b>FGC DGM UMMTO</b>	<b>MASTER II</b>	

8 7 6 5 4 3 2 1

F  
E  
D  
C  
B  
A

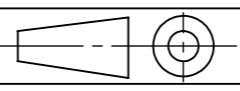


COUPE A-A  
ECHELLE 1 : 7



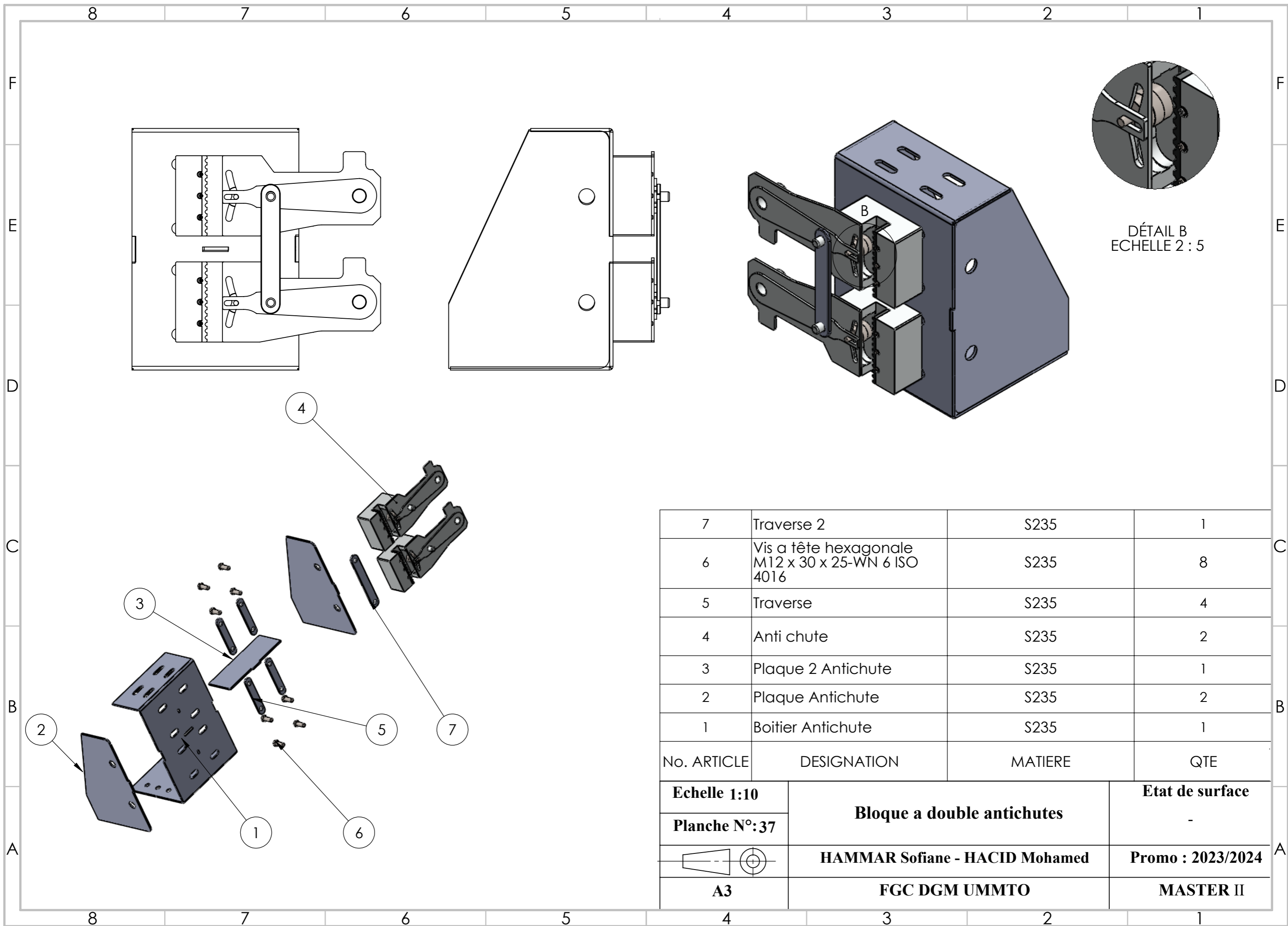
DÉTAIL C  
ECHELLE 1 : 3

DÉTAIL B  
ECHELLE 1 : 3

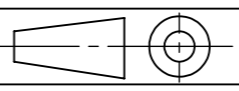
9	Ecrous hexagonale M8 - W - N - ISO - 4032	S235	6
8	Ecrous hexagonale M10 - N - ISO - 4034	S235	20
7	Vis a tête hexagonale M8 x 20 x 15-WN - ISO 4016	S235	6
6	Vis a tête hexagonale M10 x 30 x 25-WN - ISO 4016	S235	20
5	bag	S235	2
4	axe poulie	S235	1
3	Couvre Poulie	S235JRG	1
2	Plaque support poulie	S235	1
1	Poulie	GGG40	1
No. ARTICLE	DESIGNATION	MATIERE	QTE
<b>Echelle 1:9</b>		<b>Etat de surface</b>	
<b>Planche N°: 37</b>		<b>Support Poulie</b>	
		-	
<b>A3</b>		<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	
<b>FGC DGM UMMTO</b>		<b>Promo : 2023/2024</b>	
		<b>MASTER II</b>	

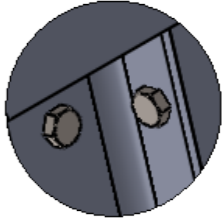
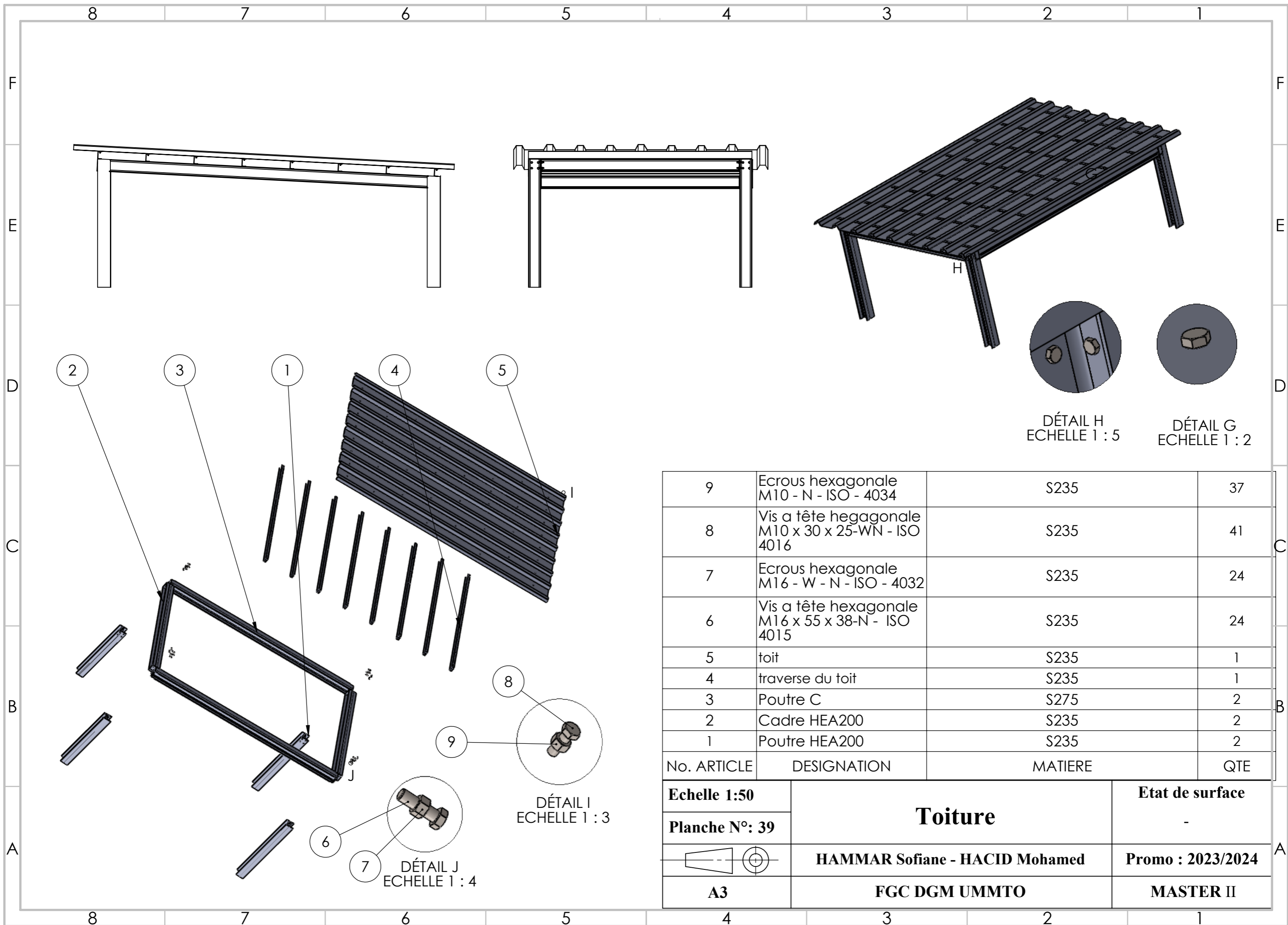
8 7 6 5 4 3 2 1

F  
E  
D  
C  
B  
A

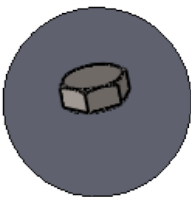


DÉTAIL B  
ECHELLE 2 : 5

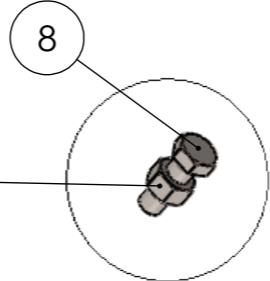
7	Traverse 2	S235	1
6	Vis a tête hexagonale M12 x 30 x 25-WN 6 ISO 4016	S235	8
5	Traverse	S235	4
4	Anti chute	S235	2
3	Plaque 2 Antichute	S235	1
2	Plaque Antichute	S235	2
1	Boitier Antichute	S235	1
No. ARTICLE	DESIGNATION	MATIERE	QTE
<b>Echelle 1:10</b>		<b>Etat de surface</b>	
<b>Planche N°:37</b>		<b>Bloque a double antichutes</b>	
		<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>	
<b>A3</b>		<b>Promo : 2023/2024</b>	
<b>FGC DGM UMMTO</b>		<b>MASTER II</b>	



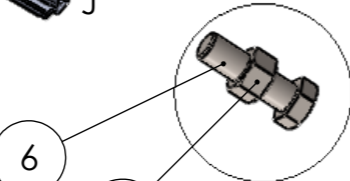
DÉTAIL H  
ECHELLE 1 : 5



DÉTAIL G  
ECHELLE 1 : 2



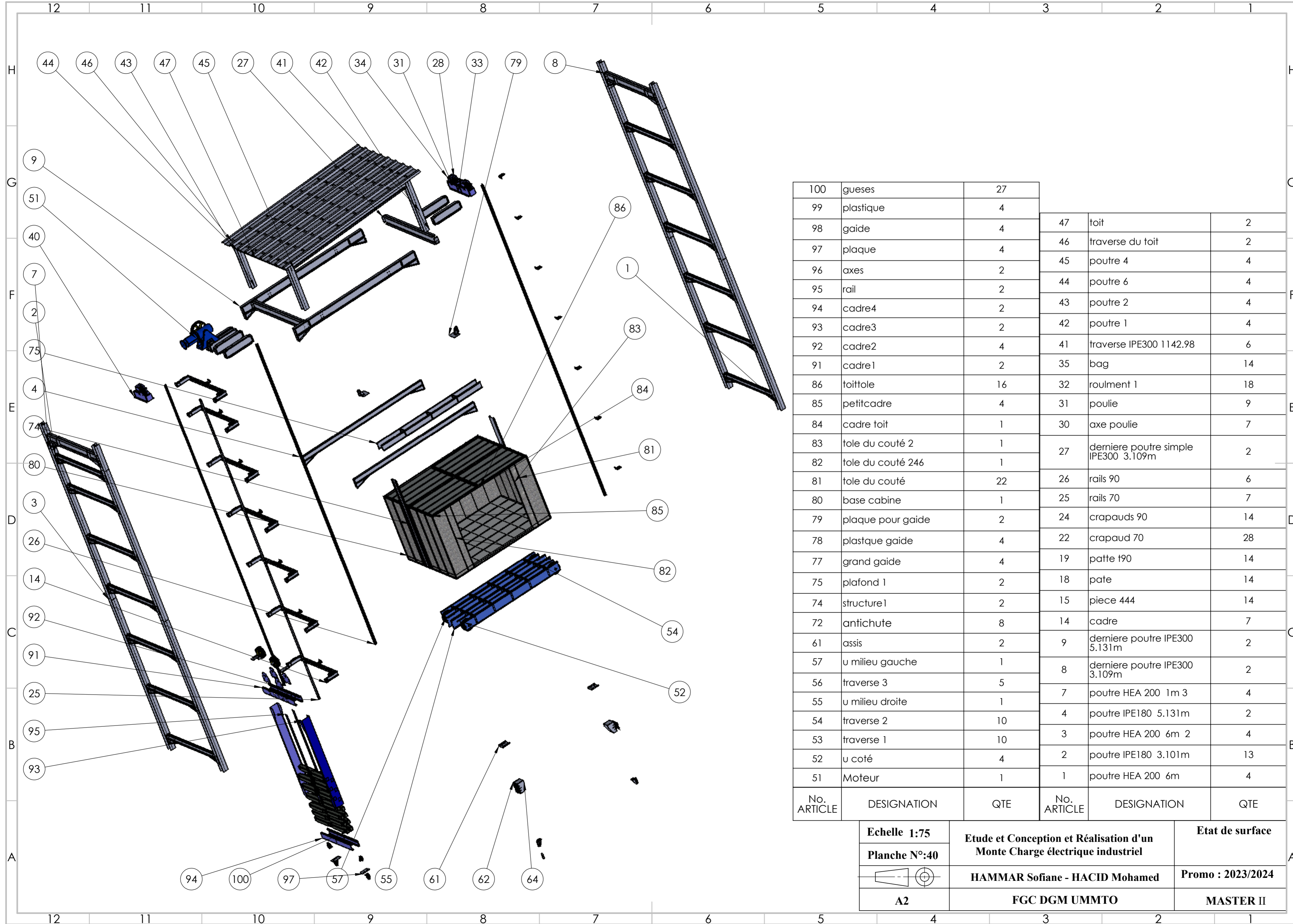
DÉTAIL I  
ECHELLE 1 : 3



DÉTAIL J  
ECHELLE 1 : 4

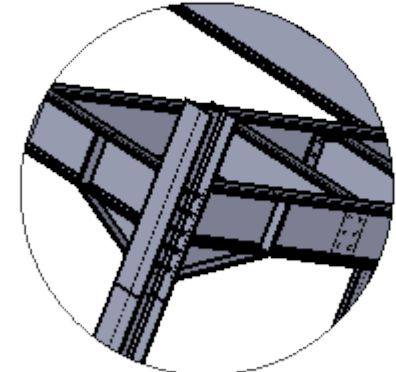
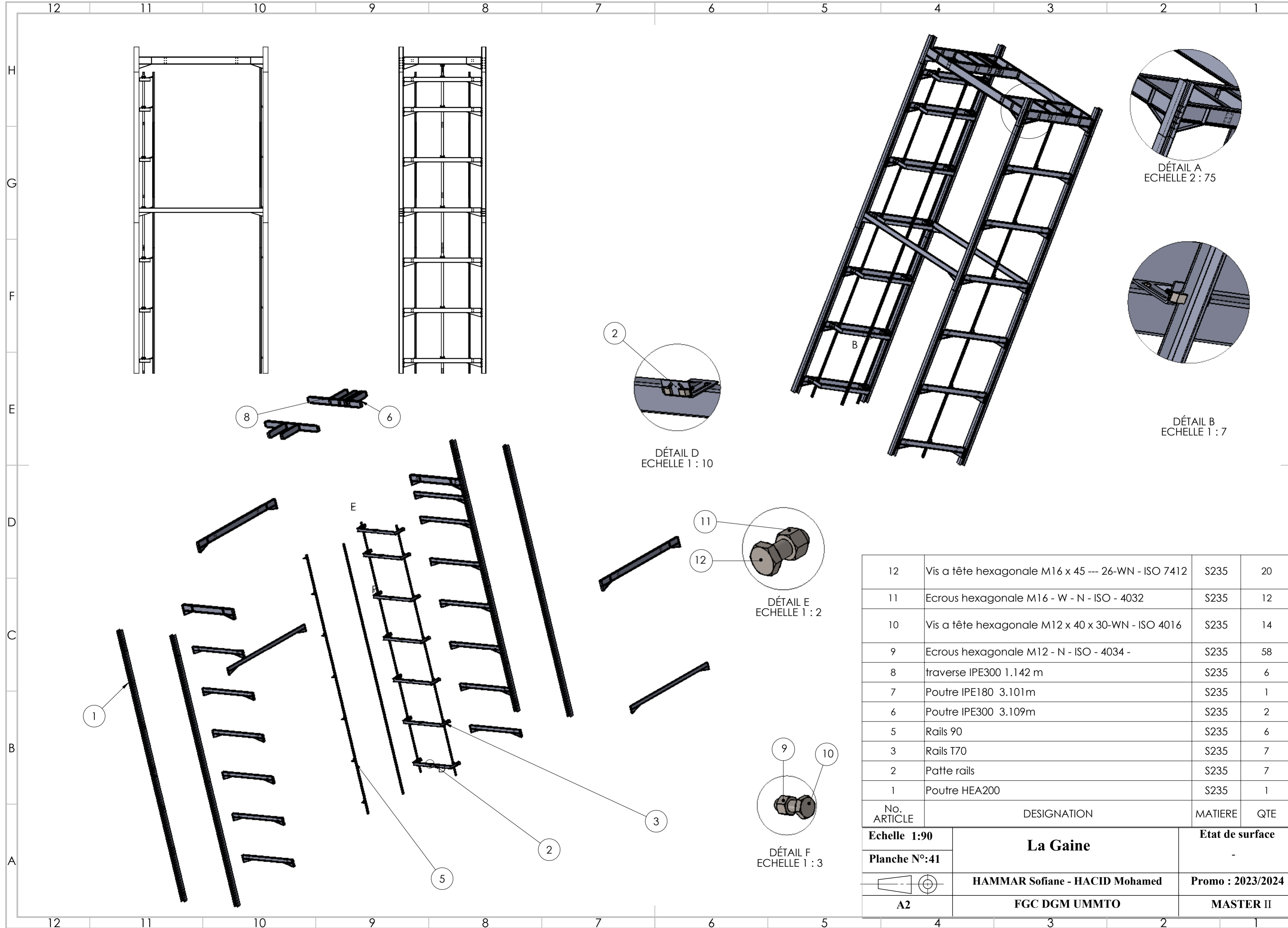
9	Ecrous hexagonale M10 - N - ISO - 4034	S235	37
8	Vis a tête hegagonale M10 x 30 x 25-WN - ISO 4016	S235	41
7	Ecrous hexagonale M16 - W - N - ISO - 4032	S235	24
6	Vis a tête hexagonale M16 x 55 x 38-N - ISO 4015	S235	24
5	toit	S235	1
4	traverse du toit	S235	1
3	Poutre C	S275	2
2	Cadre HEA200	S235	2
1	Poutre HEA200	S235	2
No. ARTICLE	DESIGNATION	MATIERE	QTE

Echelle 1:50	Toiture	Etat de surface
Planche N°: 39		-
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A3	FGC DGM UMMTO	MASTER II

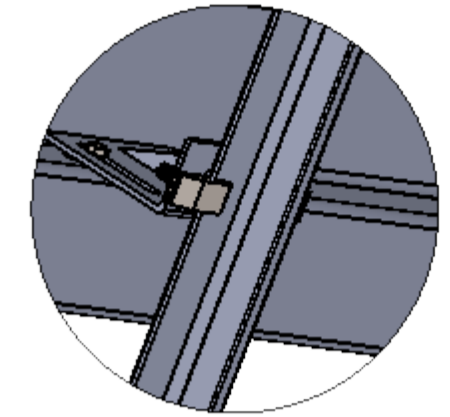


100	guses	27			
99	plastique	4			
98	gaide	4	47	toit	2
97	plaque	4	46	traverse du toit	2
96	axes	2	45	poutre 4	4
95	rail	2	44	poutre 6	4
94	cadre4	2	43	poutre 2	4
93	cadre3	2	42	poutre 1	4
92	cadre2	4	41	traverse IPE300 1142.98	6
91	cadre1	2	35	bag	14
86	toiture	16	32	roulment 1	18
85	petitcadre	4	31	poulie	9
84	cadre toit	1	30	axe poulie	7
83	tole du couté 2	1	27	derniere poutre simple IPE300 3.109m	2
82	tole du couté 246	1	26	rails 90	6
81	tole du couté	22	25	rails 70	7
80	base cabine	1	24	crapauds 90	14
79	plaque pour gaide	2	22	crapaud 70	28
78	plastque gaide	4	19	patte t90	14
77	grand gaide	4	18	pate	14
75	plafond 1	2	15	piece 444	14
74	structure1	2	14	cadre	7
72	antichute	8	9	derniere poutre IPE300 5.131m	2
61	assis	2	8	derniere poutre IPE300 3.109m	2
57	u milieu gauche	1	7	poutre HEA 200 1m 3	4
56	traverse 3	5	4	poutre IPE180 5.131m	2
55	u milieu droite	1	3	poutre HEA 200 6m 2	4
54	traverse 2	10	2	poutre IPE180 3.101m	13
53	traverse 1	10	1	poutre HEA 200 6m	4
52	u coté	4			
51	Moteur	1			

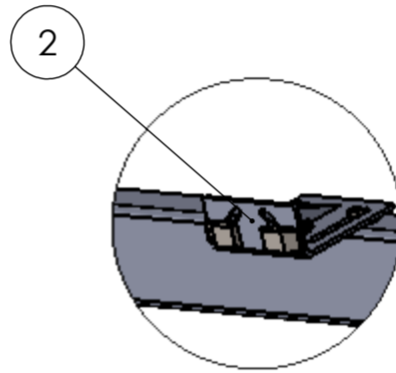
No. ARTICLE	DESIGNATION	QTE	No. ARTICLE	DESIGNATION	QTE
<b>Echelle 1:75</b>		<b>Etude et Conception et Réalisation d'un Monte Charge électrique industriel</b>		<b>Etat de surface</b>	
<b>Planche N°:40</b>		<b>HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed</b>		<b>Promo : 2023/2024</b>	
		<b>FGC DGM UMMTO</b>		<b>MASTER II</b>	
<b>A2</b>					



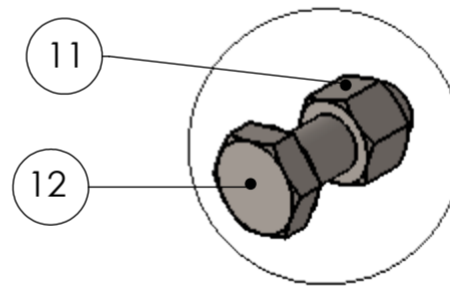
DÉTAIL A  
ECHELLE 2 : 75



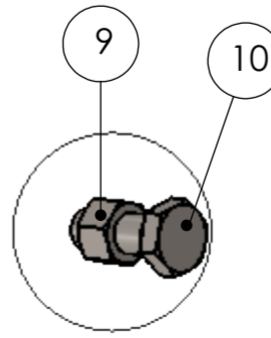
DÉTAIL B  
ECHELLE 1 : 7



DÉTAIL D  
ECHELLE 1 : 10



DÉTAIL E  
ECHELLE 1 : 2



DÉTAIL F  
ECHELLE 1 : 3

12	Vis a tête hexagonale M16 x 45 --- 26-WN - ISO 7412	S235	20
11	Ecrous hexagonale M16 - W - N - ISO - 4032	S235	12
10	Vis a tête hexagonale M12 x 40 x 30-WN - ISO 4016	S235	14
9	Ecrous hexagonale M12 - N - ISO - 4034 -	S235	58
8	traverse IPE300 1.142 m	S235	6
7	Poutre IPE180 3.101m	S235	1
6	Poutre IPE300 3.109m	S235	2
5	Rails 90	S235	6
3	Rails T70	S235	7
2	Patte rails	S235	7
1	Poutre HEA200	S235	1
No. ARTICLE	DESIGNATION	MATIERE	QTE

Echelle 1:90	<b>La Gaine</b>	Etat de surface
Planche N°:41		-
	HAMMAR Sofiane - HACID Mohamed	Promo : 2023/2024
A2	FGC DGM UMMTO	MASTER II