

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR

ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

UNIVERSITE ABDERRAHMANE MIRA BEJAIA

FACULTE DE TECHNOLOGIE

DEPARTEMENT DE GENIE MECANIQUE

MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de

MASTER

Filière : Génie Mécanique

Spécialité : fabrication mécanique et productive

Par :

MAZRI Hichem

MOUALEK Faouzi

Thème

Conception d'une grue médicale pour le transfert de patients

Soutenu le 22/06/2023 devant le jury composé de:

Mr.	BENSAID	Président
Mr.	BOUTAANI	Encadreur
Melle.	ADJOUADI	Examineur

Année Universitaire 2022-2023

Liste des figures :

Figure I.1 : La grue médicale.....	4
Figure I.2 : La grue médicale plier.....	5
Figure I.3 : Schéma d'une grue médicale.....	6
Figure I.4 : Grue patiente électrique mobile médicale d'ascenseur de patient de DG203.....	7
Figure II.1 : grue médicale orthopédique avec colonne électrique.....	10
Figure II.2 : grue médicale mobile au plafond.....	11
Figure II.3 : grue médicale orthopédique avec vérin électrique linéaire.....	12
Figure III.1 : Dimensions de l'élévateur orthopédique hauteur maximale et minimale.....	16
Figure III.2: mise en plan de l'élévateur orthopédique.....	17
Figure III.3 : Dimensions de l'élévateur orthopédique.....	18
Figure III.4 : Diagramme du corps libre.....	19
Figure III.5 : Diagramme du corps libre section 2-3.....	19
Figure III.6 : Section 1-2 schéma du corps libre.....	21
Figure III.7 : Décomposition des réactions section 1-2.....	22
Figure III.8 : Diagramme d'effort tranchant Bras de grue.....	23
Figure III.9 : Diagramme d'effort tranchant Poteau.....	23
Figure III.10 : Schéma 3D de base de la structure.....	24
Figure III.11 : Vue en plan du schéma.....	24
Figure III.12 : Schéma section 1-2.....	24
Figure III.13 : Le diagramme du corps section 1-2.....	25
Figure III.14 : Diagramme des d'force de cisaillement du support de poteau.....	25
Figure III.15 : Diagramme de moment de flexion du support de poteau....	26

Figure III.16 : Diagramme section 3-4.....	26
Figure III.17 : Le diagramme du corps section 3-4.....	26
Figure III.18 : Force de cisaillement du support de roue.....	27
Figure III.19 : Moment de flexion du support de roue.....	27
Figure III.20 : emplacement de la broche.....	28
Figure III.21 : boulon le plus critique.....	28
Figure III.22 : boulon le plus critique.....	29
Figure III.23 : Goupille de support du mécanisme de levage.....	30
Figure III.24 : facteur de sécurité de la goupille.....	30
Figure III. 25 : Support de harnais.....	31
Figure III.26 : Diagramme de cisaillement du support de harnais.....	31
Figure III.27 : Diagramme des moments de flexion du support de harnais.....	32
Figure III.28 : facteur de sécurité de support de harnais.....	32
Figure III.29 : Roues de grue médical schématiques.....	33
Figure III.30: roulette en caoutchouc pour chariot.....	34
Figure III.31: harnais couché.....	36
Figure III.32 : Piston conditions aux limites.....	37
Figure III.33 : Piston maillage.....	38
Figure III.34 : Piston contraintes de von Mises.....	38
Figure III.35: facteur de sécurité du piston.....	38
Figure III.36 : Facteur de sécurité de la structure de bras.....	39
Figure III.37: Conception finale de la grue médicale.....	43
Figure III.38 : Profil de levage.....	43
Figure III.39 : Colonne.....	44
Figure III.40 : Base.....	44
Figure III.41 : Vérin.....	44
Figure III. 42 : Roue.....	45
Figure III.43 : Support de harnais.....	45

Liste des tableaux :

Tableau I. 1 : Caractéristiques d'une grue patiente électrique mobile médicale d'ascenseur de patient de DG203.....	7
Tableau III.1 : Spécifications des roues	35
Tableau III.2 : Spécifications du harnais allongé.....	36
Tableau III.3 : Coûts des matières premières.....	40
Tableau III.4 : Coûts des matériaux pour la fabrication de la grue.....	41
Tableau III.5 : Coûts des éléments mécaniques	41
Tableau III.6 : Coûts divers des articles.....	42

Table des matières:

Introduction générale :.....	1
I. Généralités sur la grue médicale :.....	3
I.1 Introduction :.....	4
I. 2 Définition :.....	4
I.3 Caractéristiques propres à La grue médicale :.....	6
II. Étude de faisabilité et analyse des besoins :.....	8
II.1 Sélection des matériaux :.....	9
II.2 Structure de la grue :.....	9
II.3 Mécanisme de levage :.....	9
II.4 Caractéristiques ergonomiques :.....	9
II.5 Intégration de dispositifs de sécurité :.....	9
II.5.1 grue médicale orthopédique avec colonne électrique :.....	10
II.5.2 grue médicale mobile au plafond :.....	11
III.5.3 grue médicale orthopédique avec vérin électrique linéaire :	12
III. Conception et dimensionnement de la grue médicale :.....	13
III.1 Principes de conception :.....	14
III.2 La méthodologie de conception et de dimensionnement adoptée:..	14
III.3 Conception du prototype de la machine Grue orthopédique avec actionneur linéaire électrique.....	15
III.3.1 Design structurel :.....	16
III.3.2 calculs de réaction :.....	18

III.3.3 Diagrammes de cisaillement et de moment:	23
III.3.4 Conception de base:	24
III.3.5 Les diagrammes de cisaillement et de moment de flexion sont réalisés:	25
III.4 Conception du mécanisme de levage :	28
III.4.1 Conception d'épingles:	28
III.4.2 Vérification du boulon critique avec l'interface éléments finis:.....	30
III.4.3 Conception de support de harnais:	31
III.4.4 Vérification du support de harnais avec la méthode des éléments :	32
III.4.5 Conception de pédale:	33
III.4.6 Sélection de roues pour grue :	34
III.5 Harnais pour lève-personne orthopédique avec vérin électrique linéaire:	36
III.5.1 Harnais couché :	36
III.6 Analyse du prototype de grue à l'aide du logiciel de simulation :	37
III.6.1 Analyse du piston par la méthode des éléments finis :	37
III.6.2 Analyse du bras par la méthode des éléments finis :	39
III.7 Détail des coûts de fabrication d'une grue orthopédique avec vérin manuelle linéaire:	40
III.7.1 coût des matériaux:	40
III.7.2 Coûts des éléments mécaniques :	41
III.7.3 Coûts divers des articles :	42
III.8 Résultat de la conception finale :	43
Conclusion :	46
Bibliographie.....	47
Annexes.....	48
Résumé	

Introduction générale :

Dans le domaine médical, le transfert sécurisé et efficace des patients est d'une importance capitale. Les situations où les patients doivent être déplacés, que ce soit à l'intérieur d'un hôpital, d'une clinique ou même d'un domicile, nécessitent des équipements spécialisés pour garantir leur sécurité et leur confort. C'est là qu'intervient la conception d'une grue médicale.

Une grue médicale est un dispositif d'aide au transfert des patients, conçu pour faciliter le déplacement des personnes dont la mobilité est réduite. Elle est utilisée dans diverses situations, telles que le transfert du lit au fauteuil roulant, du fauteuil roulant à la salle de bain, ou encore pour aider les patients à se lever ou à s'asseoir.

La conception d'une grue médicale nécessite une approche multidisciplinaire, combinant des aspects d'ingénierie, d'ergonomie et de soins de santé. L'objectif principal est de fournir un dispositif sûr et confortable, à la fois pour les patients et pour le personnel médical qui effectue les transferts.

Lors de la conception d'une grue médicale, plusieurs facteurs doivent être pris en compte. Tout d'abord, la sécurité est primordiale. Le dispositif doit être capable de supporter le poids du patient de manière stable et sans risque de basculement. Des mécanismes de verrouillage et de freinage fiables doivent être intégrés pour assurer la stabilité pendant le transfert

le confort du patient est un élément essentiel. La grue médicale doit être dotée d'un harnais ou d'un dispositif de soutien approprié, qui maintient le patient en position sécurisée tout en lui assurant un certain degré de confort pendant le transfert. Les matériaux utilisés doivent être doux et non irritants pour la peau du patient.

Parallèlement, l'ergonomie de la grue médicale est également cruciale. Le dispositif doit être facile à utiliser pour le personnel médical, réduisant ainsi le risque de blessure ou de fatigue liée aux transferts répétitifs. Des commandes intuitives et des mécanismes de levage assistés peuvent être incorporés pour faciliter les opérations de transfert.

Enfin, la polyvalence et la portabilité sont des caractéristiques souhaitables pour une grue médicale. Elle doit pouvoir s'adapter à différents environnements et espaces restreints, tout en étant facilement démontable et transportable. Cela permettra aux professionnels de la santé de l'utiliser dans divers contextes, sans contraintes majeures.

Chapitre I

I. Généralités sur la grue médicale :

I.1 Introduction :

Dans l'activité actuelle de titrage, un système de grue médicale sera développé, et Il sera utilisé comme une aide dynamique pour les soins aux adultes Les personnes âgées, en particulier celles qui ont tendance à présenter des problèmes de mobilité et l'indépendance, ce qui les amène à être pris en charge par un ou plusieurs personnes en termes de leurs besoins de base tels que; Aller au lit, prendre un bain ou prendre une douche, afin que l'aidant utilise sa mécanique corporelle pour lui permettre de le faire le ramasser et le déplacer d'un endroit à un autre,

De la même manière, lors du transport, ils provoquent des chutes, qui entraînent des blessures chez les personnes âgées. Puis Un actionneur électrique sera mis en circulation qui permettra de soulever les personnes âgées Faible mobilité, par ceinture de sécurité et de cette façon Déplacez-le d'un point à un autre sans l'effort de l'assistant et progressez ainsi Une plus grande assistance au système de soins aux personnes âgées, améliorant la qualité de vie

I. 2 Définition :

La grue médicale est un appareil permet au personnel soignant ou l'entourage de soulever, transférer déplacer une personne handicapée grâce à des moyens mécaniques ou électriques dans des conditions optimales de confort et de sécurité pour la personne aidée et la personne aidante.

Et aussi est un dispositif de transport idéal pour fournir assistance rapide et sûre à ceux qui ont du mal à rester debout. Avec multi-safety design, le monte-charge à piles assure sécurité des soignants et des résidents.

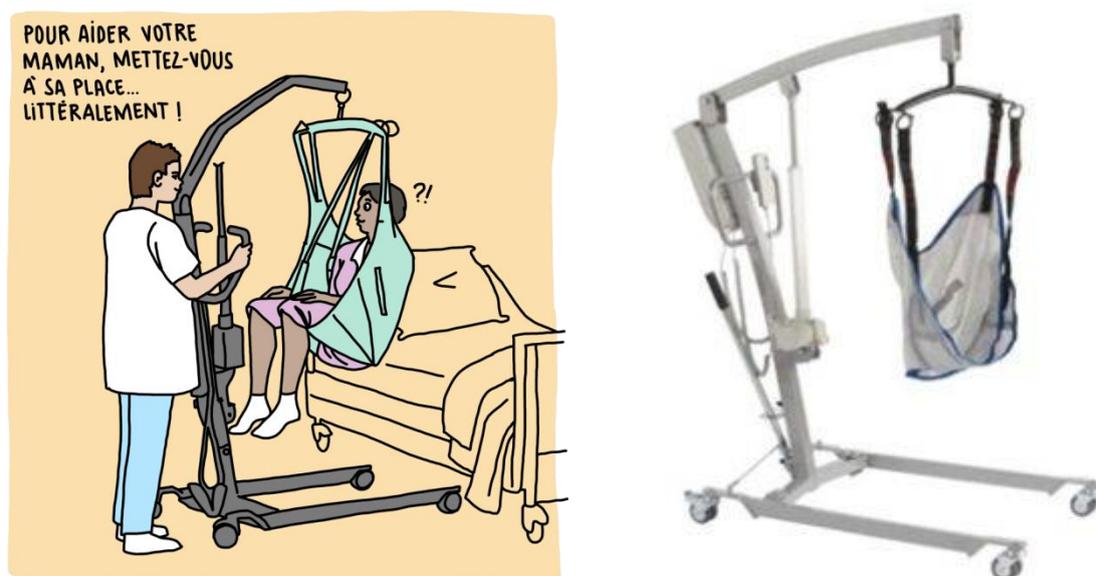


Figure I.1 : La grue médicale

La grue médicale Spécialement conçu pour une utilisation dans de petits espaces, traitant des portes étroites, des salles de bains, etc. TRANSPORT FACILE : Se démonte en quelques minutes et sans outils.

Les jambes se déplient à l'aide d'une pédale pour plus de sécurité lors du levage du patient.

Roues avant spécialement basses pour rouler sous les meubles tels que les lits, les canapés, etc. Les roues arrière sont équipées de freins pour rendre la grue plus légère et plus maniable.

Équipé d'un actionneur électronique à piston, d'un boîtier de commande avec 2 batteries, d'un arrêt d'urgence et d'une télécommande à câble flexible. La tension nominale est de 24 volts.[1]



Figure I.2 : La grue médicale plier [2]

En abordant ces problématiques de manière approfondie, ce projet de conception de grue médicale vise à améliorer la qualité des soins de santé en offrant une solution plus sûre, plus confortable et plus pratique pour le transfert des patients.

I.3 Caractéristiques propres à La grue médicale :

Le Birdie Compact d'Invacare est un **système de levage innovant à rotation** spécialement conçu pour le transfert des personnes présentant des difficultés motrices. Son système de levage se fait **par translation** ce qui permet d'augmenter l'espace pour le patient. L'utilisateur ne se cognera plus les genoux contre le vérin.

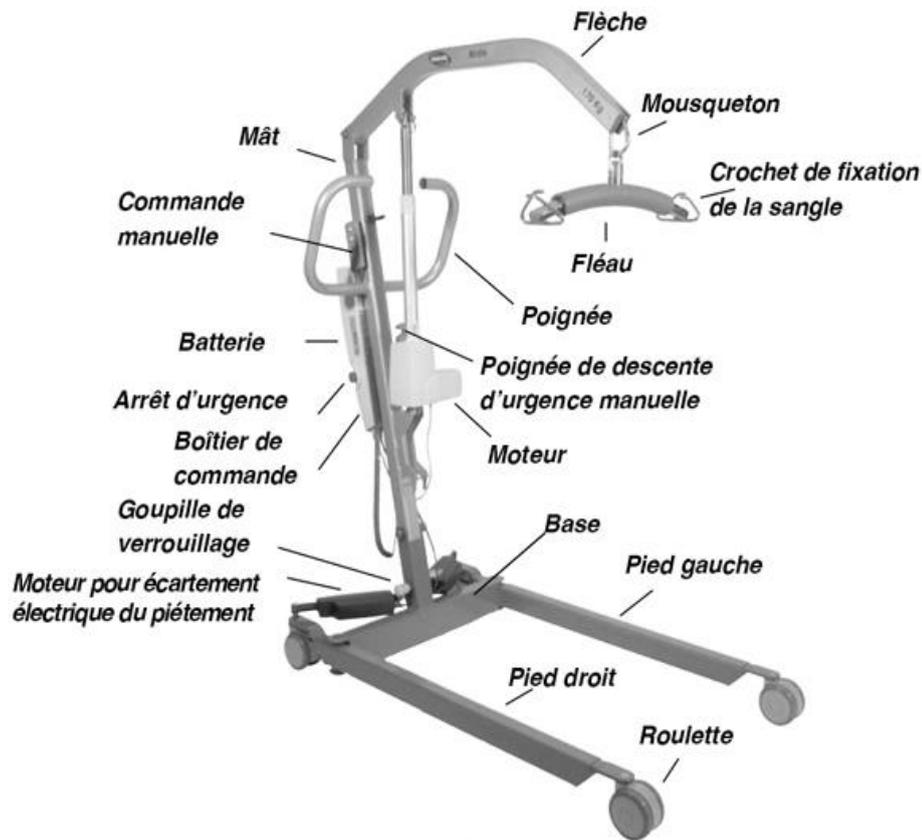


Figure I.3 : Schéma d'une grue médicale [2]

Le **fléau**, permettant à l'utilisateur de s'accrocher lors du transfert, peut tourner sur **360°** pour un transfert facile et sécuritaire. De plus, le **système Snap Lock** permet de bloquer les roues automatiquement pour plus de sécurité et stabilité lors du transfert.

- Construction en acier épais
- Leg fonction ouverte pour la plupart fermer le fauteuil roulant ou lit médical.
- La gamme de hauteur permet de soulever le sol et les surfaces hautes.
- Arrêt d'urgence manuel pour plus de sécurité
- Une unité de genouillère réglable pour le confort à n'importe quelle hauteur.
- Le moteur CC de 24 V permet un fonctionnement silencieux et régulier
- Barre d'avertissement pour une charge de batterie faible et des niveaux de capacité de poids
- La base plus basse maximise la stabilité et s'adapte sous la plupart des lits

Caractéristiques	
Capacité de poids	150kgs standard 200kgs en option
Longueur totale	1100mm
Plage de levage	390-1480mm / 680-1280mm
Jambes ouvertes largeur	840mm
Jambes fermées largeur	650mm
Garde au sol	120mm
Roulettes jumelées avant	2 & quot;
Roulettes de frein arrière	4 & quot; avec des freins
Moteur	220V, 50HZ standard, 8000N
Batterie	24V Rechargeable scellé
Chargeur	Sortie: 24V DC
garantie	Garantie limitée d'un (1) an
Paquet	1160 * 660 * 300mm, G.W. : 60kgs, N.W. : 55kgs 150pièces / 20GP, 300pcs / 40GP, 340pcs / 40HQ

Tableau I.1 : Caractéristiques d'une grue patiente électrique mobile médicale d'ascenseur de patient de DG203. [3]



Figure I.4 : Grue patiente électrique mobile médicale d'ascenseur de patient de DG203. [3]

Chapitre II

II. Étude de faisabilité et analyse des besoins :

II.1 Sélection des matériaux :

La sélection des matériaux appropriés est essentielle pour assurer la durabilité, la résistance et la sécurité de la grue médicale. Il convient de choisir des matériaux légers mais robustes, capables de supporter la charge maximale de la grue tout en maintenant une structure solide. Des matériaux tels que l'aluminium, l'acier inoxydable et les composites peuvent être utilisés en fonction des exigences spécifiques de la grue.

II.2 Structure de la grue :

La structure de la grue doit être conçue de manière à garantir la stabilité et la sécurité pendant le levage et le déplacement des patients. Les principes d'ingénierie structurale, tels que la résistance des matériaux et l'analyse des contraintes, doivent être appliqués pour dimensionner les poutres, les colonnes et les autres éléments structurels de la grue. Des tests et simulations peuvent être réalisés pour vérifier la résistance et la rigidité de la structure.

II.3 Mécanisme de levage :

Le mécanisme de levage est l'un des éléments les plus critiques de la grue médicale. Il peut s'agir de treuils électriques, hydrauliques ou pneumatiques, qui fournissent la force nécessaire pour soulever et abaisser les patients en toute sécurité. Le choix du mécanisme de levage dépendra de la capacité de charge requise, de la vitesse de levage souhaitée et des contraintes d'espace.

II.4 Caractéristiques ergonomiques :

Pour faciliter l'utilisation de la grue médicale par le personnel soignant, il est important de prendre en compte les caractéristiques ergonomiques. Cela comprend des éléments tels que la maniabilité de la grue, les commandes intuitives et faciles à utiliser, la possibilité d'ajuster la hauteur et l'angle de levage, ainsi que la présence de dispositifs de sécurité tels que des freins ou des verrous pour prévenir les accidents.

II.5 Intégration de dispositifs de sécurité :

La conception de la grue médicale doit intégrer des dispositifs de sécurité pour minimiser les risques pour les patients et le personnel soignant. Cela peut inclure des limites de charge pour éviter les surcharges, des dispositifs de verrouillage pour sécuriser les accessoires de levage, des systèmes d'arrêt d'urgence pour les situations critiques, et des mécanismes de protection contre les chutes.

II.5.1 grue médicale orthopédique avec colonne électrique :

Il s'agit d'une grue pour la montée et la descente des patients à mobilité réduite, le mécanisme principal est muni d'une colonne électrique à travers laquelle l'ensemble suspension-mât est élevé verticalement. Le mécanisme de cette grue fonctionne de manière semi-automatique, ce qui signifie qu'un soignant place le harnais sur le patient et l'accroche aux extrémités du cintre, puis l'opérateur de la grue active la commande qui la commande et celle-ci est relâchée permettant le patient à s'asseoir.



Figure II.1 : grue médicale orthopédique avec colonne électrique.

Avantage :

- Facilité de déplacement ou de mobilisation
- Utilisation facile de la machine

Désavantage :

- Maintenance plus complexe par système de colonne électrique
- Ne pas avoir le bras qui tient le cintre très longtemps

II.5.2 grue médicale mobile au plafond :

Cette conception de lève-personnes plafonnier polyvalent se caractérise par une installation de rails au plafond, qui fait coulisser un moteur dans le sens inverse. C'est une alternative qui permet le levage, la manipulation et le transfert de patients à mobilité réduite au moyen d'un mécanisme de colonne élévatrice.

Est très utile dans des environnements mobiles limités facilitant le travail des membres de la famille, la largeur est d'environ 3 mètres, il a des roues qui permettent de le déplacer d'un endroit à un autre.



Figure II.2 : grue médicale mobile au plafond.

Avantage :

- soulever des poids lourds
- Confort d'utilisation de la machine
- Manipulation aisée de la machine
- Facile à transférer le patient horizontalement

Désavantage :

- taille de l'appareil
- Complications lors de la mobilisation dans des zones réduites

III.5.3 grue médicale orthopédique avec vérin électrique linéaire :

Cette conception de grue est similaire à d'autres grues de transfert de patients à mobilité réduite ou sans mobilité, elle permet aux soignants des hôpitaux, centres de santé, cliniques externes, même s'ils sont achetés à domicile, de soulever, abaisser et transférer facilement les patients d'un endroit à un autre . et ergonomique, une seule personne peut facilement le manipuler en plaçant la grue à côté du patient, en plaçant le harnais dessus, puisqu'il est équipé d'un actionneur linéaire électrique qui permet de déplacer le bras supérieur et ce, à son tour, le cintre qui permet au harnais d'être soutenu par le patient assurant la sécurité lors de l'utilisation de la machine, réduisant la charge pour le soignant, respectant la sécurité et l'intégrité de tout type d'utilisateur à tout moment, en plus d'éviter les risques dus au manque d'ergonomie.



Figure II.3 : grue médicale orthopédique avec vérin électrique linéaire. [4]

Avantage :

- manipulation facile
- Facilité d'entretien
- Facilité de nettoyage des éléments et des composants
- Utilise peu d'espace lors du stockage de la machine

Désavantage :

- Utiliser uniquement pour les surfaces au même niveau.

Chapitre III

III. Conception et dimensionnement de la grue médicale :

III.1 Principes de conception :

En prenant les informations suivantes pour sélectionner la meilleure alternative, les critères suivants sont énumérés ci-dessous :

- **Manutention:** Cette caractéristique est pertinente puisqu'elle est étroitement liée au mouvement du patient. Veiller principalement à l'intégrité du personnel qui aide à la mobilisation de celui-ci.
- **Taille:** Il faut tenir compte du fait que la machine a un dimensionnement en fonction de la fonction qu'elle remplira, compte tenu de la zone où elle sera utilisée.
- **Aptitude:** Doit avoir la capacité de soulever des patients à mobilité réduite ou inexistante.
- **Entretien:** Un entretien facile et un remplacement simple des pièces et des mécanismes doivent être envisagés pour augmenter la rentabilité de la machine et augmenter sa compétitivité.
- **Prix:** On recherche une conception qui permet de minimiser le coût d'obtention de l'équipement, qui atteint l'objectif recherché.

Ensuite, les critères et chacune des alternatives sont pondérés par rapport aux critères utilisés pour obtenir la meilleure alternative.

III.2 La méthodologie de conception et de dimensionnement adoptée:

1. Analyse des besoins : Effectivement, l'analyse des besoins est une étape cruciale dans la conception d'une grue médicale. Voici quelques éléments clés qui sont pris en compte lors de cette phase :

2. Types de patients : Il est essentiel de comprendre les types de patients qui seront manipulés à l'aide de la grue médicale. Cela peut inclure des patients de différentes tailles, poids et conditions médicales spécifiques. Certains patients peuvent nécessiter des dispositifs supplémentaires tels que des harnais de levage ou des sièges spéciaux.

3. Charges à soulever : Il est important d'évaluer avec précision les charges maximales que la grue devra supporter. Cela comprend non seulement le poids du patient, mais également tout équipement médical supplémentaire qui pourrait être utilisé lors des transferts, tels que des appareils de dialyse ou des moniteurs de surveillance.

4. Espaces disponibles : La disponibilité de l'espace dans l'environnement médical influence la conception de la grue. Il est essentiel de mesurer les dimensions de la pièce où la grue sera installée, y compris la hauteur sous plafond, pour s'assurer qu'il y a suffisamment d'espace pour les mouvements de la grue sans risque de collision avec d'autres objets ou obstacles.

5. Contraintes environnementales : Certaines contraintes spécifiques à l'environnement médical doivent être prises en compte, telles que la présence de zones stériles, la résistance aux produits chimiques de nettoyage, la compatibilité électromagnétique, etc. Ces facteurs peuvent influencer la sélection des matériaux et des composants de la grue.

6. Normes et réglementations : Les normes et réglementations applicables aux dispositifs médicaux doivent être respectées lors de la conception de la grue. Cela peut inclure des exigences de sécurité, des certifications spécifiques, des directives d'accessibilité pour les personnes handicapées, etc.

En effectuant une analyse approfondie de ces besoins, les concepteurs peuvent mieux comprendre les exigences spécifiques de la grue médicale et concevoir une solution qui répond aux besoins des patients, du personnel médical et de l'environnement dans lequel elle sera utilisée.

III.3 Conception du prototype de la machine Grue orthopédique :

Un ré conception de base d'une grue orthopédique est effectué afin d'obtenir des alternatives de conception, pour lesquelles un schéma simple est généré pour la configuration structurelle de la grue. Des personnages seront ajoutés ou supprimés au fur et à mesure du développement du projet.

III.3.1 Design structurel :

Avec les données disponibles à ce jour :

Dimensions:

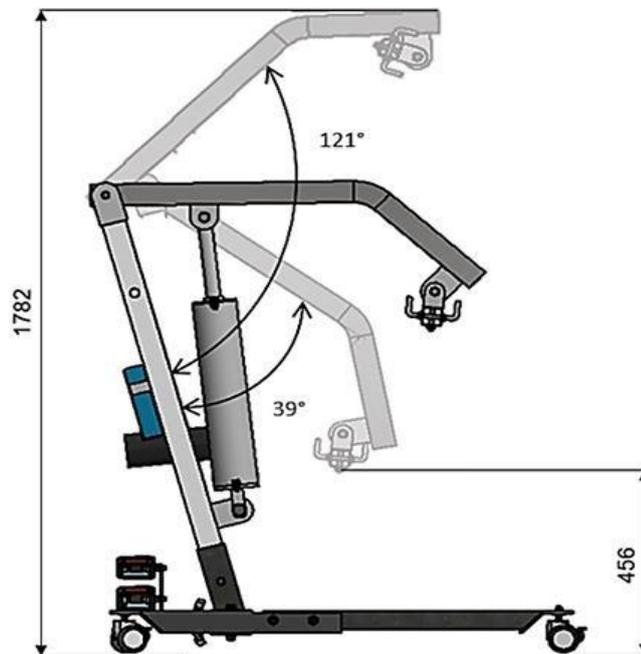
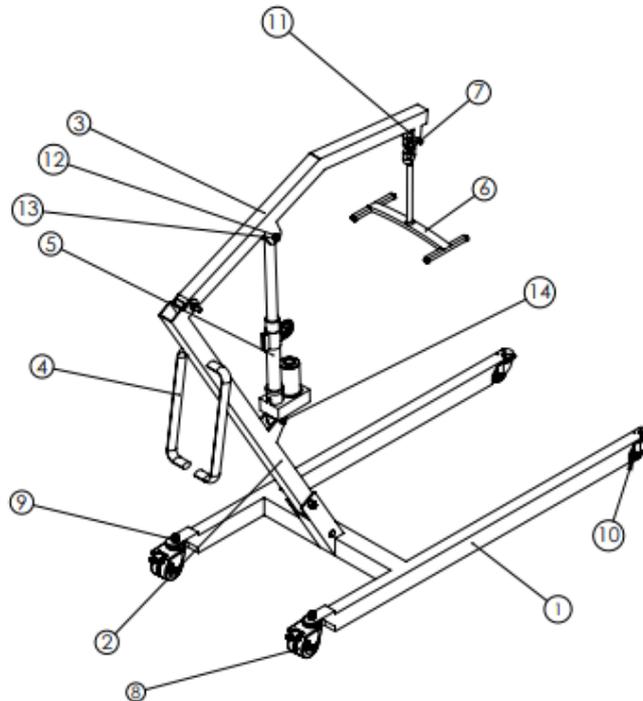


Figure III.1 : Dimensions de l'élevateur orthopédique hauteur maximale et minimale.[5]

RP=1850 N

Pour la localisation du mécanisme et de ses réactions, le schéma suivant a été pris comme référence :



N°	Nom de pièce	Description	Qtr
1	Chassie		1
2	Mate		1
3	Bras de levage		1
4	poignée		2
5	Moteur électrique		1
6	Fléo		1
7	Emerillon à échape		1
8	Roue 50mm		2
9	Ecroue hex M10		2
10	Roue 40mm		2
11	Goupille M10x70		1
12	Ecroue hex M12		3
13	Vis tête hex M12x60		3
14	Goupille M14x60		1

Echelle 1:10	UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA	
	LEVE MALADE	15/06/2023
A3	MAZRI, MOUALEK	GM FMP

Figure III.2: mise en plan de l'élévateur orthopédique.

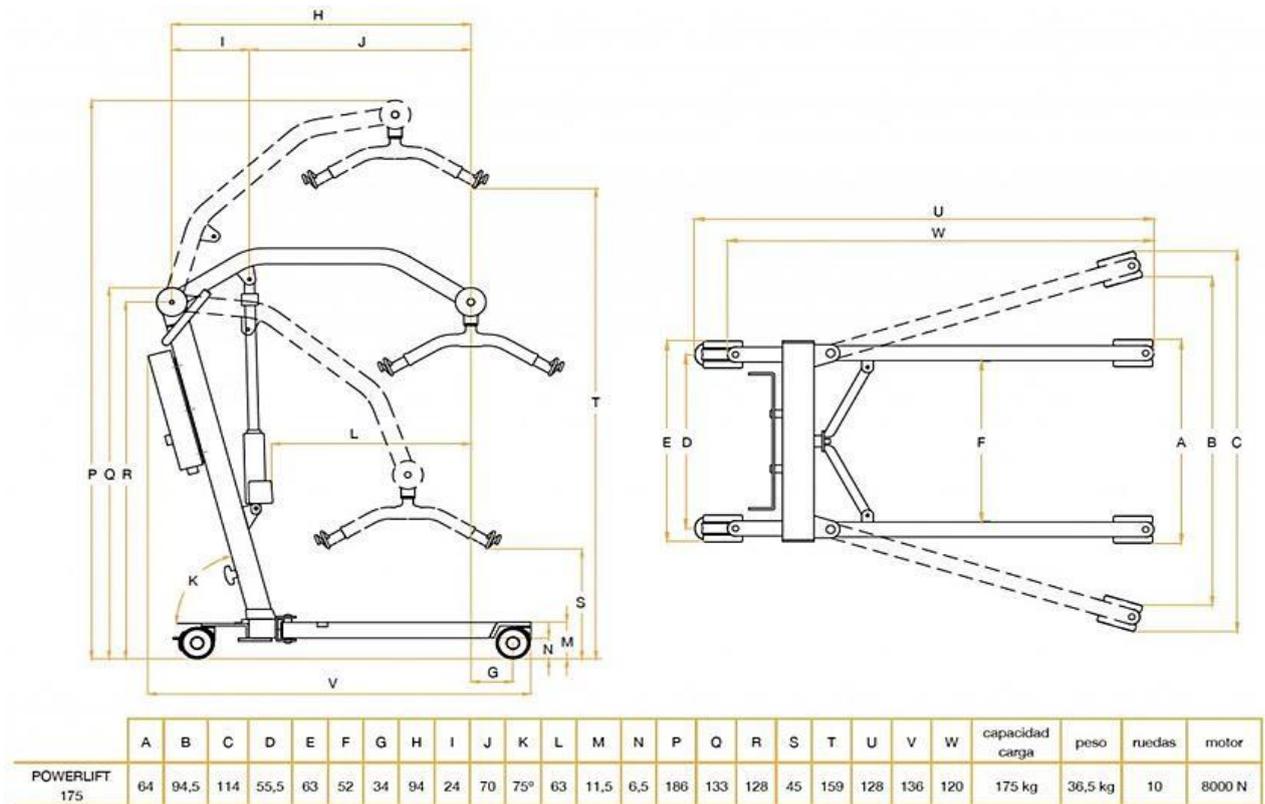


Figure III.3 : Dimensions de l'élévateur orthopédique. [6]

III.3.2 calculs de réaction :

Pour le calcul des réactions, le poids propre des profils qui les composent est négligé, car en moyenne les grues orthopédiques ont un poids estimé entre 22 et 30 kg.

Caractéristiques techniques de la grue type GRUE SUNLIFT MIDI ELECTRIC (150 KG.) [7]:

- Poids maximum : 155 kg
- Hauteur minimale de la perche : 45cm
- Hauteur maximale de la perche : 168cm
- Largeur interne maximale des pieds : 112cm
- Largeur externe minimale des pieds : 62cm
- Poids total de la grue : 22kg

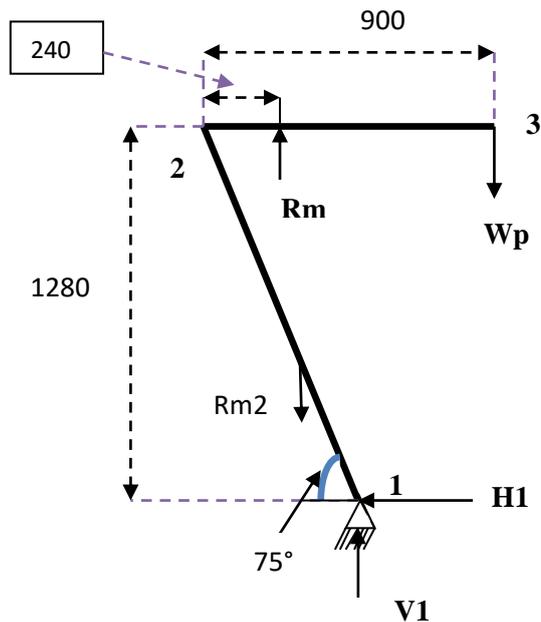


Figure III.4: Diagramme du corps libre.

Nous prenons comme référence le Figure 4, pour la question des mesures.

Comme la structure est articulée, on peut la séparer en deux corps différents et travailler sur chacun, on reprendra des points 2 et 3 en premier :

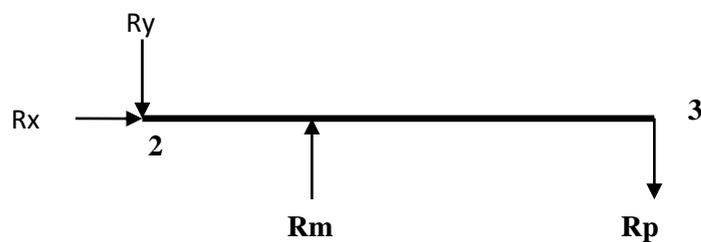


Figure III.5 : Diagramme du corps libre section 2-3.

Mécanisme de réaction : Section 2-3, la sommation des moments par rapport au point 2 est effectuée.

$$\sum M = 0$$

$$Rm \times 0,24 - Rp \times 0,9 = 0$$

$$Rm \times 0,24 - 1850 \times 0,9 = 0$$

$$Rm = 6940 \text{ N}$$

Réactions conjointes :

Sur (y) :

$$\sum F = 0$$

$$-RY + Rm - Rp = 0$$

$$RY = Rm - Rp$$

$$RY = 6940 - 1850$$

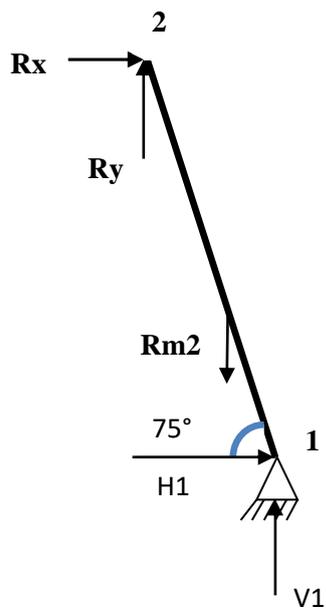
$$RY = 5090 \text{ N}$$

Sur (x) :

$$\sum F = 0$$

$$Rx = 0$$

Section 1-2, la sommation des forces est effectuée.



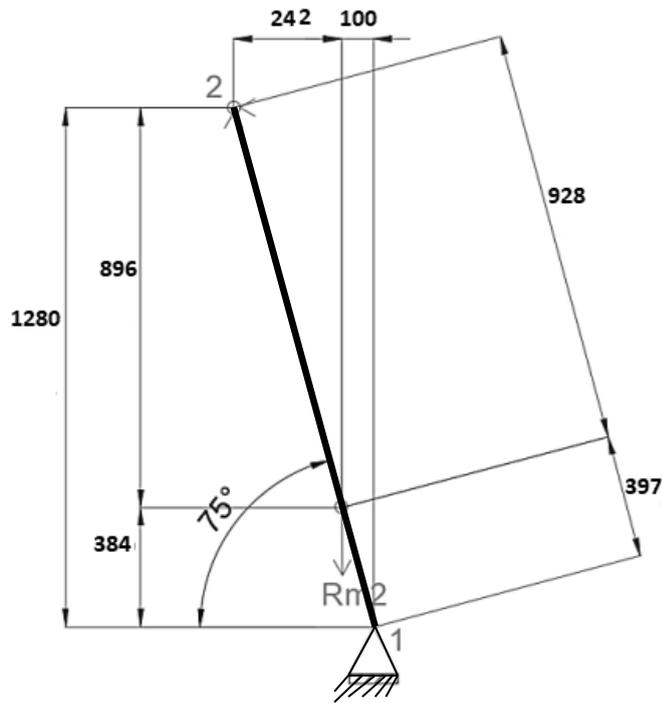


Figure III.6 : Section 1-2 schéma du corps libre.

$$\sum M = 0$$

$$R_{m2} \times 0,1m - R_Y \times 0,342m = 0 :$$

$$R_{m2} \times 0,1m = 5090N \times 0,342m$$

$$\mathbf{R_{m2} = 17410 N}$$

Sur (y) :

$$\sum F = 0$$

$$V_1 - R_{m2} + R_Y = 0$$

$$V_1 = R_{m2} - R_Y$$

$$V_1 = 17410N - 5090N$$

$$\mathbf{V_1 = 12320 N}$$

Sur (x) :

$$\sum F = 0$$

$$R_x - H_1 = 0$$

$$\mathbf{H_1 = 0}$$

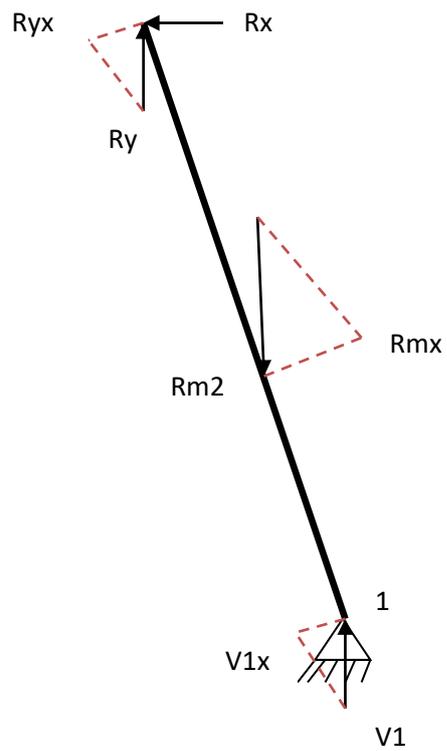


Figure III.7 : Décomposition des réactions section 1-2.

$$Rm2x = Rm2 \times \cos 75^\circ$$

$$\mathbf{Rm2x = 4510\ N}$$

$$Ryx = Ry \times \cos 75^\circ$$

$$\mathbf{Ryx = 1320\ N}$$

$$V1x = V1 \times \cos 75^\circ$$

$$\mathbf{V1x = 3190\ N}$$

III.3.3 Diagrammes de cisaillement et de moment:

Avec les réactions trouvées, les diagrammes de cisaillement et de moment de flexion sont obtenus.

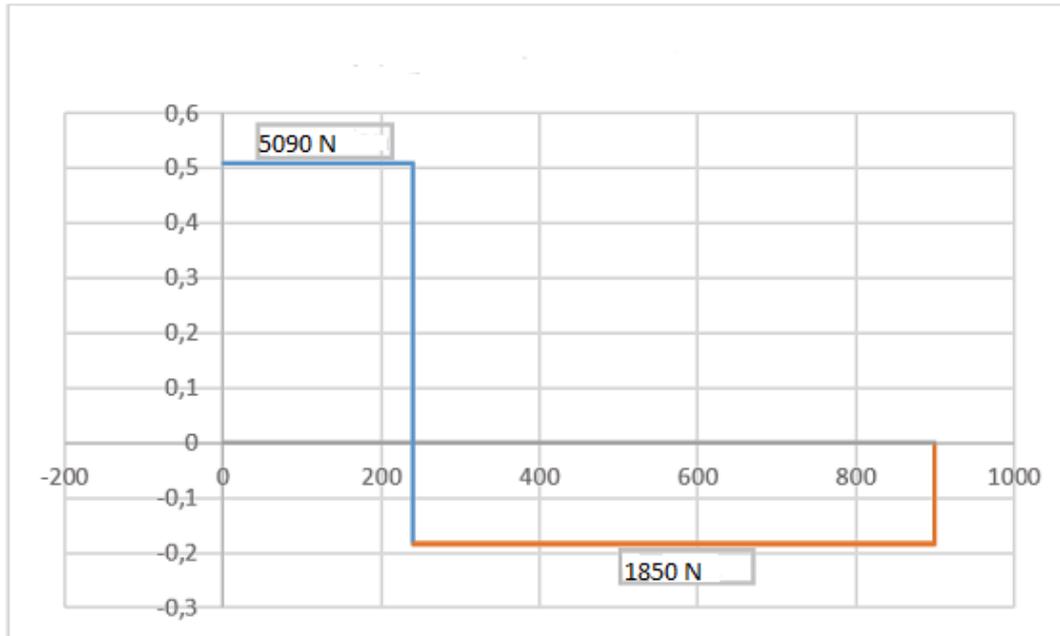


Figure III.8 : Diagramme d'effort tranchant Bras de grue.

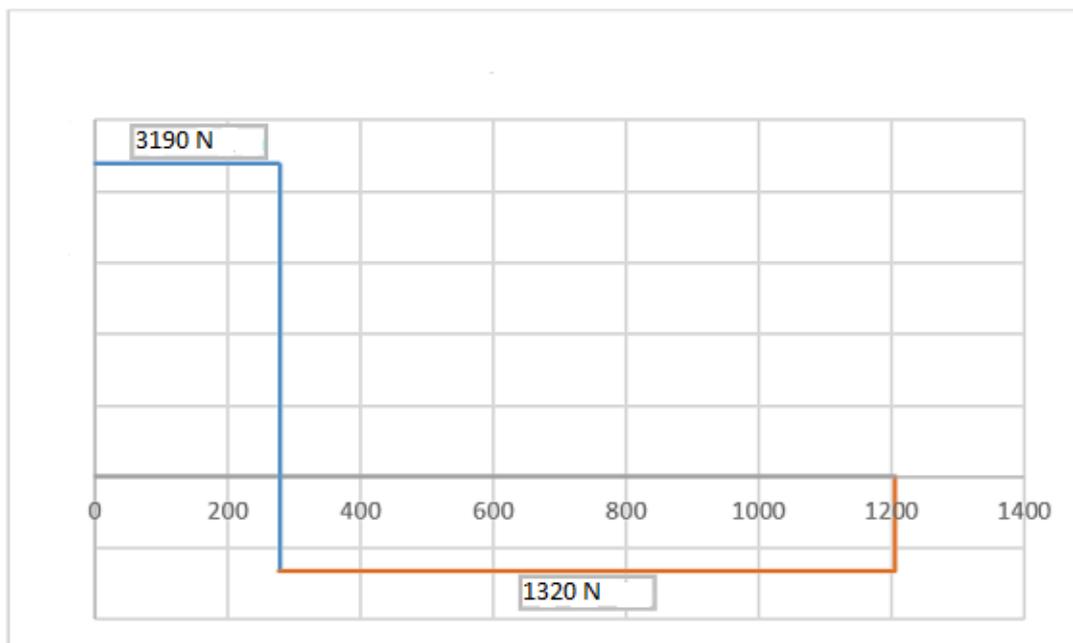


Figure III.9 : Diagramme d'effort tranchant Poteau.

III.3.4 Conception de base:

Nous pouvons utiliser la réaction V_1 précédemment trouvée comme charge ponctuelle qui agira sur la base.

$$V_1 = 12320 \text{ N}$$

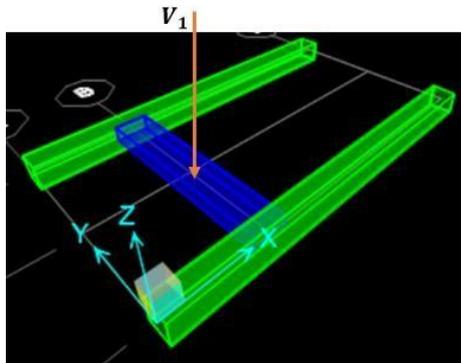


Figure III.10 :Schéma 3D de base de la structure.

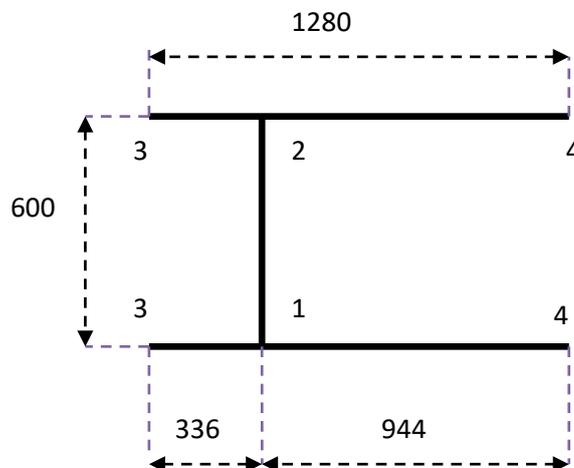


Figure III.11 :Vue en plan du schéma.

Ensuite, nous procédons à l'analyse de chacune des sections en tant que poutres :

La section 1-2 est prise pour analyser comme une poutre encastrée.

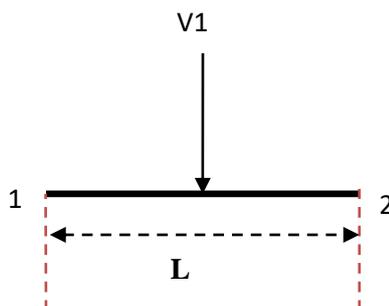


Figure III.12 : Schéma section 1-2.

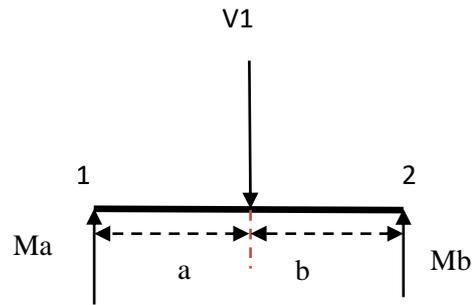


Figure III.13 :Le diagramme du corps section 1-2.

Puis en prenant comme référence les données indiquées dans les schémas, Il faut que :

$$R_a = R_b = V_{1/2}$$

$$M_a = M_b = \frac{1}{8} V_1 \times L$$

Où:

$$v_{1/2} = \frac{12320}{2} = 6160 \text{ N}$$

$$M = \frac{1}{8} \times 12320 \times 0.6 = 924 \text{ N.m}$$

III.3.5 Les diagrammes de cisaillement et de moment de flexion sont réalisés:

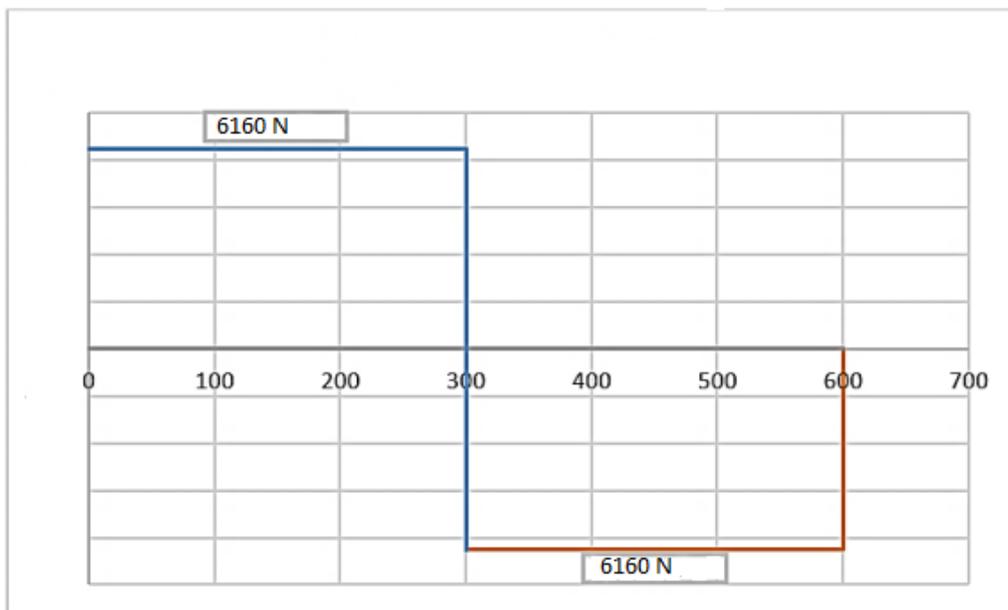


Figure III.14 : Diagramme des d'force de cisaillement du support de poteau.

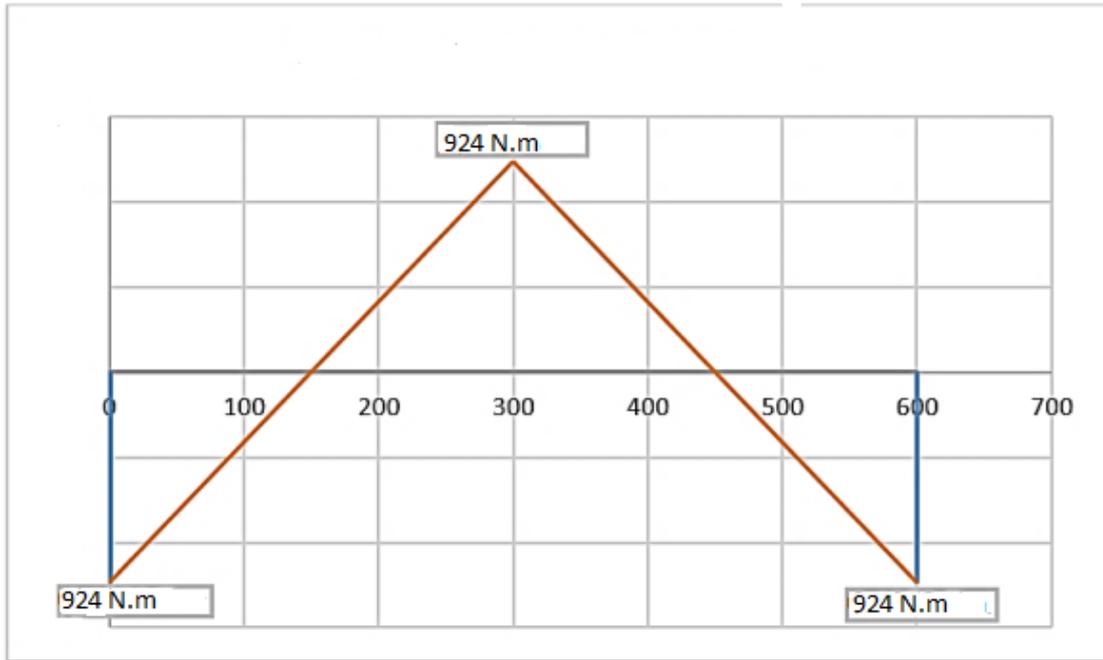


Figure III.15 : Diagramme de moment de flexion du support de poteau.

La même procédure est effectuée pour la section 3-4 :

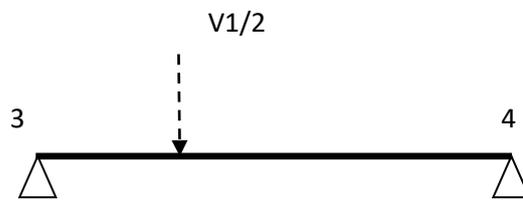


Figure 16 : Diagramme section 3-4.

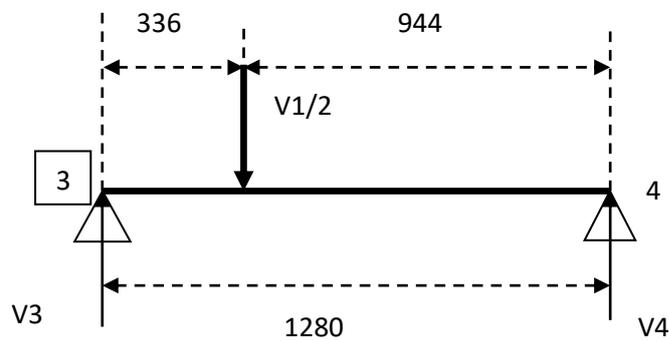


Figure III.17 : Le diagramme du corps section 3-4.

La même procédure est effectuée pour la section 3-4 :

$$V_4 = \frac{336 \times V_{1/2}}{1280} = 1620 \text{ N}$$

$$V_3 = \frac{V_{1/2} \times 944}{1280} = 4540 \text{ N}$$

$$M = M_3 = M_4 = \frac{1}{8} V_{1/2} \times L$$

$$M = 986 \text{ N.m}$$

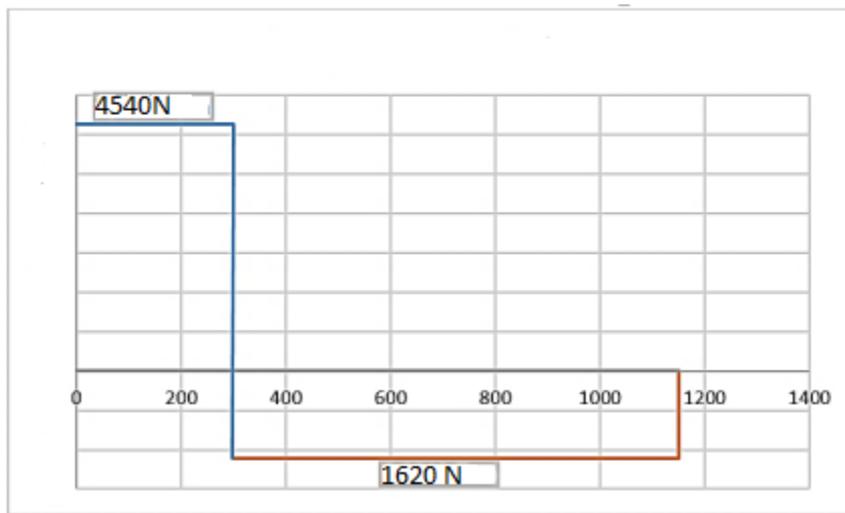


Figure III.18 : Force de cisaillement du support de roue.

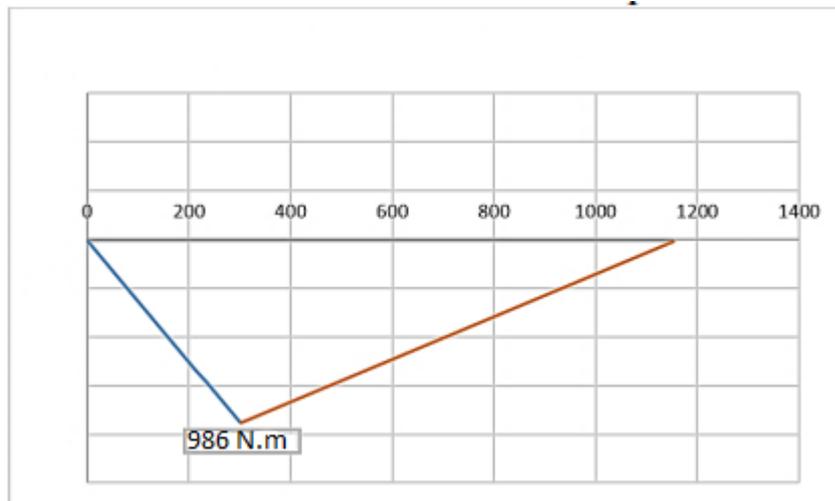


Figure III.19 : Moment de flexion du support de roue.

III.4 Conception du mécanisme de levage :

III.4.1 Conception d'épingles:

Les broches sont conçues pour supporter la charge à laquelle elles seront exposées, de sorte que les calculs sont effectués sur la base de la théorie ECM.



Figure III.20 : emplacement de la broche.

Pour la conception des goupilles, le boulon le plus critique commencera selon les réactions trouvées au point 3, qui est montré dans le Figure 21.

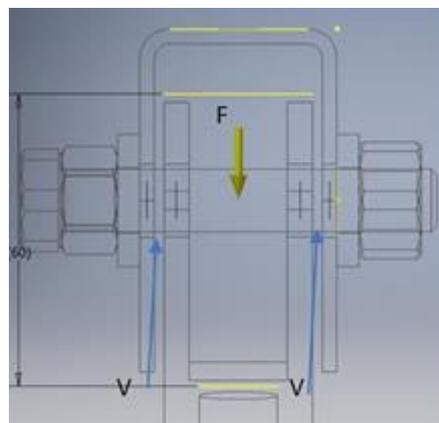


Figure III.21 :boulon le plus critique.

Comme il s'agit d'un tube, il est divisé en deux sections et la charge la plus critique pour la sécurité de conception est supposée être appliquée sur chacun des côtés.

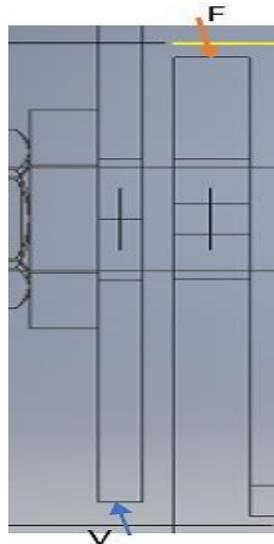


Figure III.22 : boulon le plus critique.

$$F = 22040 \text{ N}$$

$$\sum F = 0$$

$$F - V = 0$$

$$V = 22040 \text{ N}$$

III.4.2 Vérification du boulon critique avec l'interface éléments finis:

La composante de charge est saisie puisque c'est celle qui agira au point le plus critique.

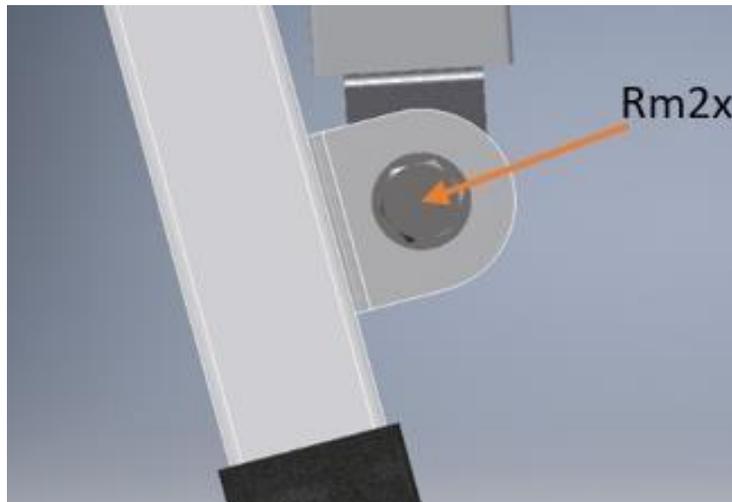


Figure III.23 : Goupille de support du mécanisme de levage.

Résultats:

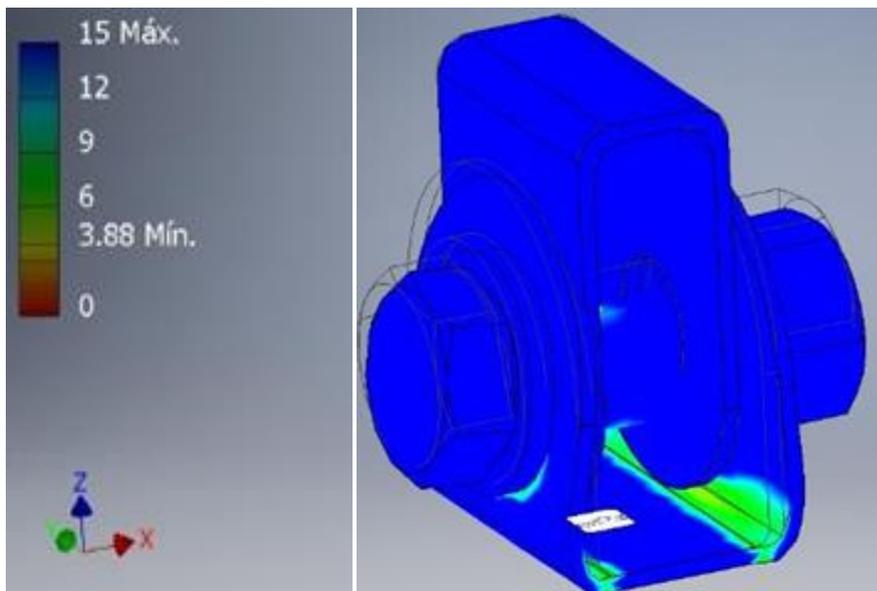


Figure III.24 : facteur de sécurité de la goupille.

Un coefficient de sécurité supérieur à deux obtenu, le boulon est suffisant pour la structure. Les mêmes étapes sont réalisées pour les autres points. Pour des raisons de sécurité, des broches d'un diamètre de 12 mm sont choisies, mais cela pourrait être réduit à un minimum de 10 mm.

III.4.3 Conception de support de harnais:

Le support du harnais sera soumis à la charge maximale de 185 kg, qui sera répartie à ses extrémités à 25 mm du bord et qui est fixée à la grue au centre. Le diagramme du corps libre est illustré à la figure 26.

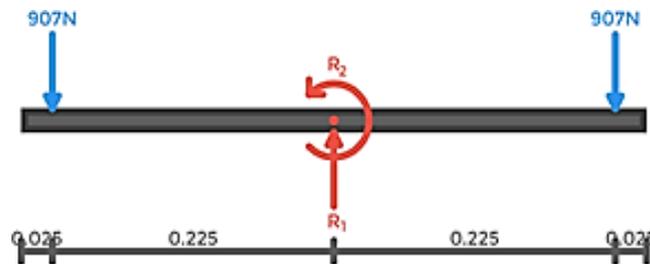


Figure III.25 : Support de harnais.

De l'analyse, on peut déduire que $R_1 = 1814 \text{ N}$ tandis que le moment en son centre est 0 Nm ; De plus, les diagrammes de cisaillement sont obtenus le long du profil indiqué dans le Figure 33 et le moment de flexion, où la plus grande valeur est obtenue au centre de la poutre $M = 907 \cdot 0,225 = 204,07 \text{ Nm}$, est illustré dans le Figure 27 .

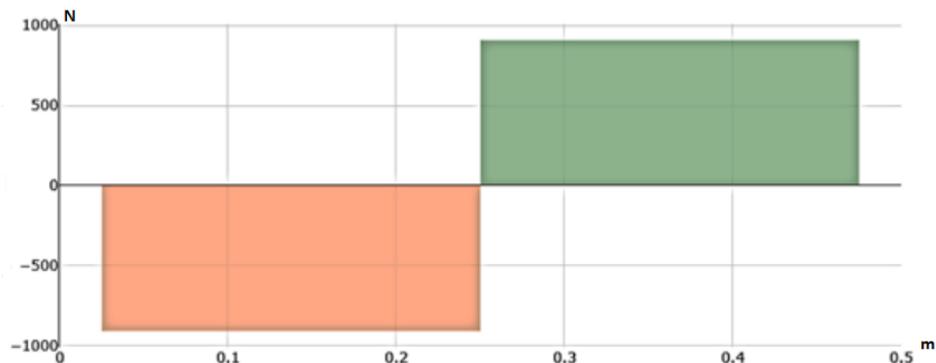


Figure III.26 : Diagramme de cisaillement du support de harnais.

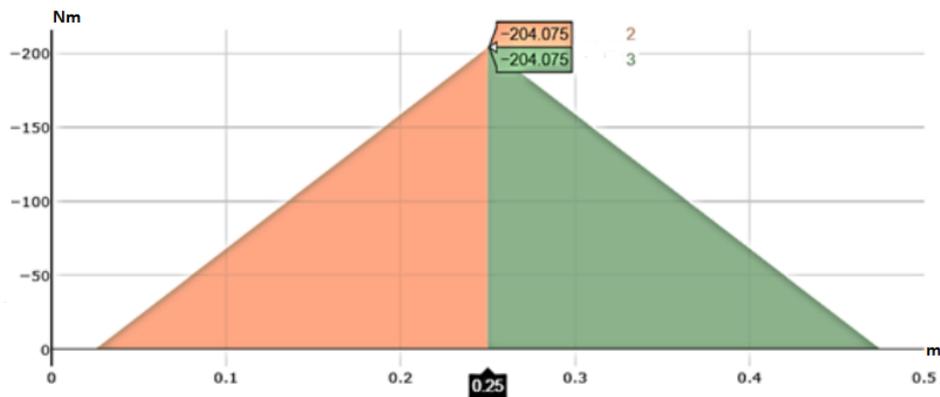


Figure III.27 : Diagramme des moments de flexion du support de harnais.

III.4.4 Vérification du support de harnais avec la méthode des éléments :

Les conditions aux limites sont appliquées sur la géométrie, les charges sont placées aux extrémités des boulons de support, à l'emplacement de la charnière, le serrage est appliqué.

Limiter le mouvement et pouvoir réaliser l'étude par la méthode des éléments finis ; Ensuite, le maillage généré par le logiciel est exécuté, en ajoutant un raffinement dans les zones de contact et les zones de contraction des contraintes comme observé dans le Figure 28 et enfin les résultats sont obtenus

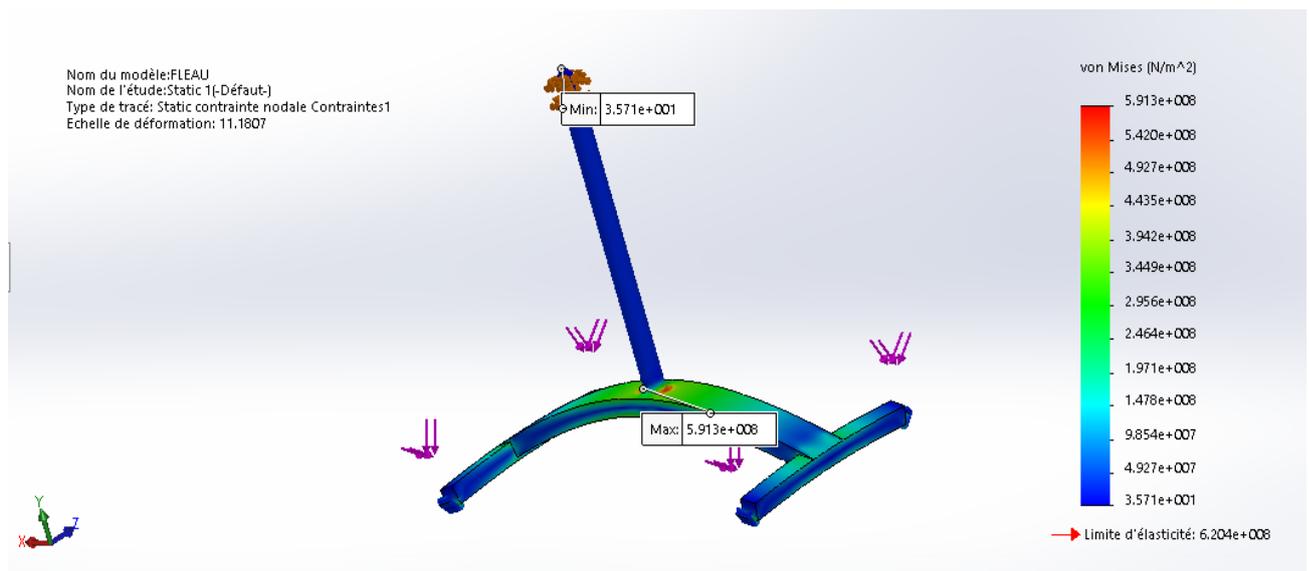


Figure III.28 : facteur de sécurité de support de harnais.

Les résultats montrent que dans les zones de concentration de contraintes on obtient :

La contrainte maximale de von mises $\sigma \sigma' = 79, 88 \text{ MPa}$ et un coefficient de sécurité

minimum

le profil supporte la charge imposée de manière satisfaisante, les contraintes maximales se produisent dans les zones de concentration de contraintes, ainsi qu'au centre du profil, comme démontré dans les calculs précédents, les boulons sont également soumis à des contraintes élevées 56,77 MPa , pour lesquelles il a été montré que le boulon critique nécessite un diamètre de 12 mm pour supporter la charge, dans ce cas les boulons ont le diamètre requis.

III.4.5 Conception de pédale:

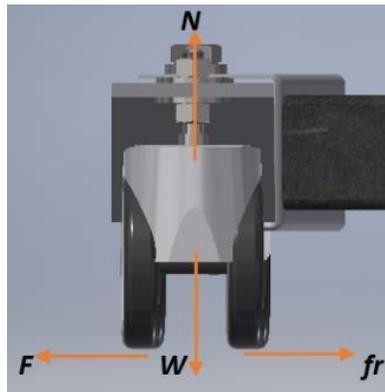


Figure III.29 : Roues de grue médical schématiques.

$$\sum F = 0$$

$$N - W = 0$$

$$N = W$$

W : Poids des pièces

$$fr = \mu \times N$$

Où:

fr : Force de frottement

μ : Coefficient de frottement

N : Force Normale

Nous avons choisi μ du sol hospitalier de type son rock clair a valeur 0,7

$W=5,561$ kg

Ensuite:

$$N = 55.61N$$

$$fr = 0,7 \times 55.61$$

$$fr = 38.9 N$$

Nous devrions donc appliquer une force F supérieure à $fr = 38.9 N$ pour pouvoir vaincre les frottements et bouger les jambes, pour un cas critique on supposera une force

$F = 100 N$ qui sera appliquée sur les pédales pour bouger les jambes.

III.4.6 Sélection de roues pour grue :

Dans le cas des pneus, la sélection est basée sur le poids de la structure plus le poids de la charge à laquelle la grue résistera ; De plus, l'environnement de travail auquel il sera exposé est pris en considération, c'est pourquoi les roues présentées dans le Figure 30 ont été choisies et donc leurs spécifications dans le tableau 1.



Figure III.30 : roulette en caoutchouc pour chariot. [8]

Caractéristique:

taille de roue	50mm
largeur de pneu	25mm
Centres de mesure de diamètre ou de filetage	M10x25mm
Matériel	polyuréthane et métal
Les éléments qu'il contient	2 roues pivotantes avec freins et 2 roulettes
Capacité	200 kg (50 kg chacun)
Qualité	PU de haute qualité, il est très résistant Et calme-toi, ça ne peut pas faire mal au sol
les usages	Plaque et roulements en acier robuste de balles doubles font tourner la tête
comprend des piles	Non
besoin de piles	Non

Tableau III.1 : Spécifications des roues. [8]

Ce type de roues utilise des roulements doubles situés des deux côtés des roues, et la capacité portante est forte, il a une surface de peinture électro phorétique de haute qualité, une résistance aux rayures, la surface est lisse. De plus, si vous l'utilisez à l'extérieur, cela peut empêcher la rouille.

III.5 Harnais pour lève-personne orthopédique avec vérin électrique linéaire:

Lors de l'acquisition d'un élévateur orthopédique, il est recommandé d'acheter le harnais approprié. Il existe différents types de harnais, et chaque fabricant établit sa propre classification. Il est important de choisir un harnais qui réponde aux besoins de l'utilisateur en termes de taille, de poids et de caractéristiques. La capacité de charge supportée par le harnais est également un élément essentiel à prendre en considération. Il est conseillé de sélectionner un harnais similaire à ceux mentionnés ci-dessous :

III.5.1 Harnais couché :

Le harnais conçu pour le levage et le transfert des patients en position "couchée" permet une élévation horizontale du patient, en le soutenant des jambes à la tête. Ce harnais est spécialement conçu pour un étirement complet du patient et ne nécessite pas l'utilisation de barres-cintres supplémentaires en conjonction avec les grues.



Figure III.31 : harnais couché. [9]

Caractéristique:

• Fabriqué en toile avec un contact doux avec la peau.
• Conception ergonomique qui offre un confort au patient en position "couchée".
• Charge maximale supportant 150kg, 200kg ou 250kg.
• Il peut être utilisé avec des patients pédiatriques et adultes.
• Il peut être lavé dans une machine à laver domestique.
• 4 points d'attache (amarres-cordes).
• Il n'a pas de chaînes à attacher à la grue.
• Utilisez des amarres en corde, ce qui évite la détérioration due à l'apparition de rouille.
• Il ne contient pas de pièces métalliques qui pourraient blesser le patient.

Tableau III.2 : Spécifications du harnais allongé. [10]

III.6 Analyse du prototype de grue à l'aide du logiciel de simulation :

Dans l'analyse du prototype de grue par la méthode des éléments finis, les paramètres calculés précédemment sont pris en considération. L'objectif est de préserver l'intégrité des composants et l'esthétique de l'équipement. L'étude se concentre sur l'analyse de la structure et de ses composants, en excluant le mécanisme d'élévation. Chaque élément est analysé individuellement pour déterminer si la conception répond aux exigences requises. À cet effet, une simulation est réalisée à l'aide du logiciel de simulation pour effectuer l'analyse par éléments finis.

III.6.1 Analyse du piston par la méthode des éléments finis :

Le piston a été conçu à l'aide d'un logiciel d'éléments finis qui localise sa position lorsque l'ensemble de sa course est en dehors du mécanisme de levage. Les conditions aux limites sont présentées dans la Figure 32 qui est appliquée à la géométrie du piston ainsi qu'au matériau AISI 1045. Les résultats obtenus sont les suivants :

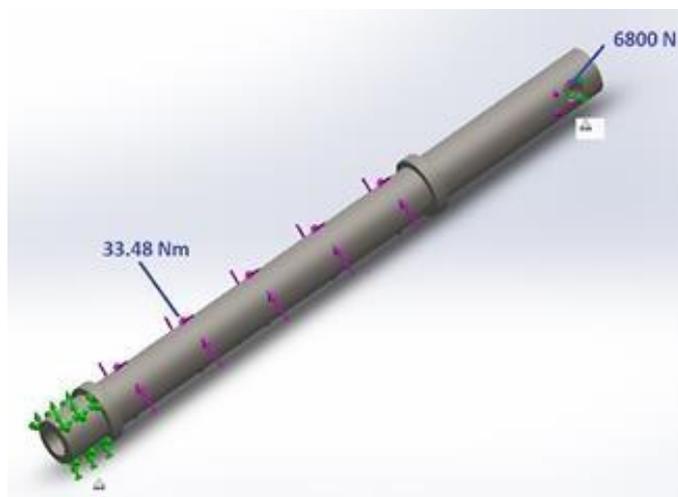


Figure III.32 : Piston conditions aux limites.

La Figure 33 présente le maillage généré par le logiciel, qui vise à approximer l'élément de manière réaliste afin de permettre l'étude par la méthode des éléments finis. Une fois l'analyse effectuée, les résultats de cette étude sont obtenus.

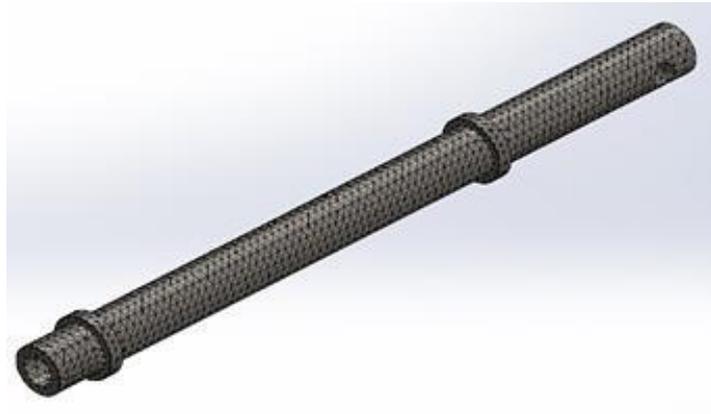


Figure III.33 : Piston maillage.

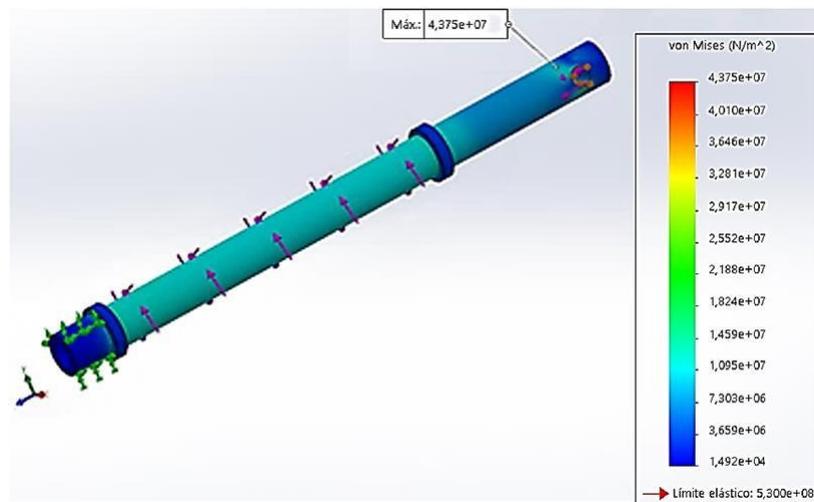


Figure III.34 :Piston contraintes de von Mises.

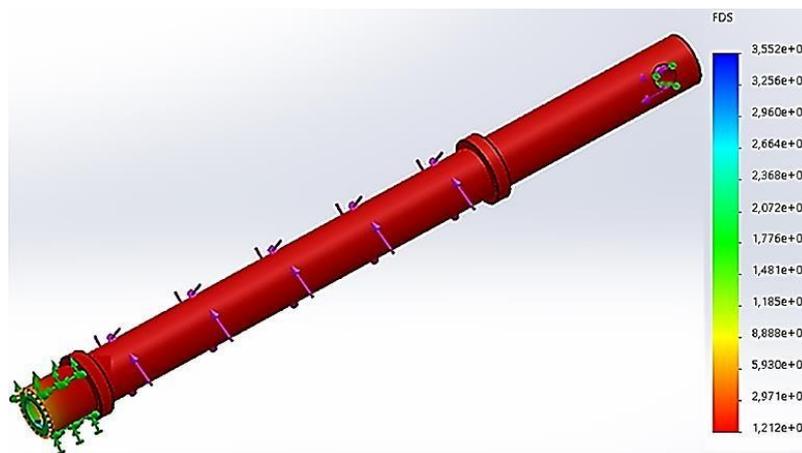


Figure III.35 : facteur de sécurité du piston.

Dans (Figure 34), nous pouvons voir le renforcement de Von Mises maximal auquel le piston peut résister, qui est $\sigma_a' = 43.73 \text{ MPa}$; également dans (Figure 35), illustre le facteur de sécurité minimum $n_{\text{minimo}} = 1.2$, il est donc admis que le produit de l'étude est acceptable pour la fonction remplie par le piston.

III.6.2 Analyse du bras par la méthode des éléments finis :

Ensuite, nous procédons à la génération et à l'exécution du maillage par le logiciel. Ce maillage se compose de milliers de points reliés les uns aux autres, formant une structure en forme de filet d'araignée. Ce type de maillage permet de définir les propriétés matérielles de la structure et contribue à une représentation réaliste de la conception.

Enfin, les résultats sont obtenus à l'issue de cette étape.

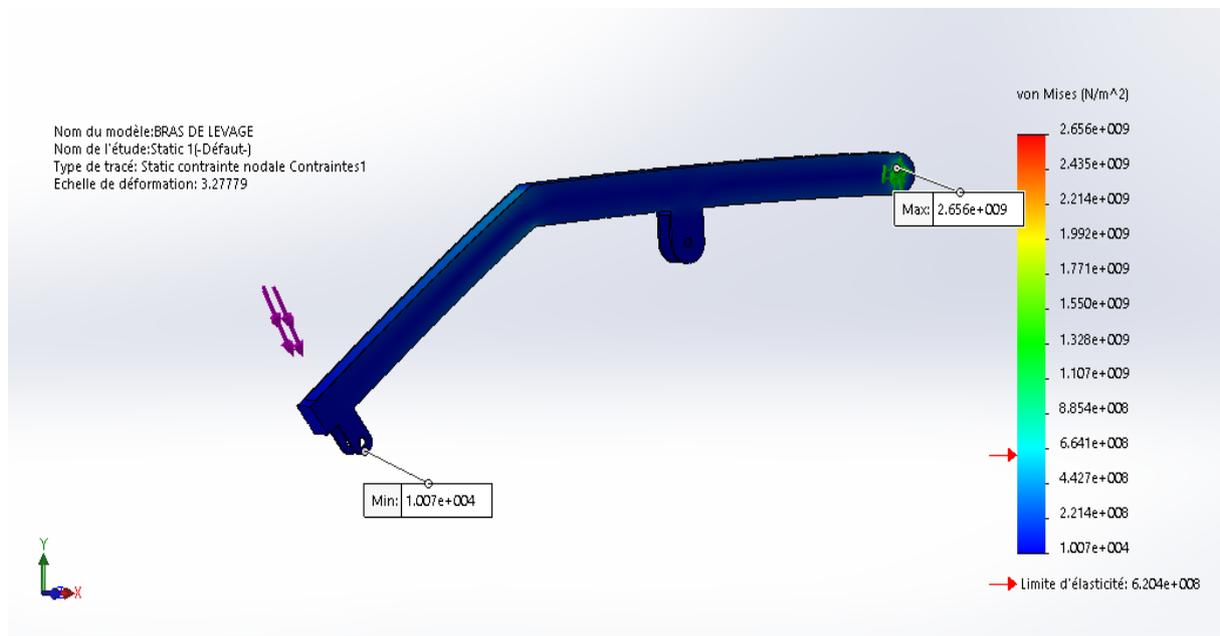


Figure III.36 : Facteur de sécurité de la structure de bras.

Lors de l'analyse des résultats, nous pouvons observer les zones de concentration des efforts, ce qui permet de déterminer les paramètres suivants : l'effort maximal de von Mises, atteint une valeur de $\sigma_a' = 171 \text{ MPa}$. En outre, nous pouvons constater l'impact de la charge sur la structure, ce qui conduit à un facteur de sécurité minimal de $n_{\text{mini}} = 1.46$. Cela indique que les profilés utilisés sont capables de supporter la charge spécifiée dans la conception.

III.7 Détail des coûts de fabrication d'une grue orthopédique avec vérin manuelle linéaire:

Nous avons établi les coûts de fabrication et d'assemblage de la grue orthopédique à actionneur linéaire manuelle. Pour ce faire, nous avons procédé à l'acquisition de matériaux, d'éléments mécaniques auprès de différents fournisseurs, en privilégiant ceux qui sont à la fois économiques et de qualité excellente. Les coûts sont regroupés selon les spécifications suivantes.

III.7.1 coût des matériaux:

Le tableau 3 présente la valeur et la quantité de chaque matériau qui sera utilisé dans la fabrication de la machine, ainsi que les coûts correspondants des matières premières.

QTÉ.	LA DESCRIPTION
1	Tube carré 60x3 (ASTM A-36)
1	Tube carré 50x2 (ASTM A-36)
1	Tube carré 50x4 (ASTM A-36)
1	Tube carré 70x2 (ASTM A-36)
1	Tube rectangulaire 100x50x2,5 (ASTM A-36)
1	Feuille de 3 mm (ASTM A-36)
1	Feuille de 2 mm (ASTM A-36)
1	Feuille de 6 mm (ASTM A-36)
1	Feuille de 5 mm (ASTM A-36)
1	Feuille de 10 mm (ASTM A-36)
0,5	Tube rond 25x1 (ASTM A-36)
1	Tube rond 110x5 (ASTM A-36)
0,25	Barres en acier au carbone de 12 mm (ASTM A36)
0,25	Barres en acier au carbone de 7 mm (ASTM A36)
0,25	Barres en acier au carbone de 41 mm (ASTM A36)
0,75	Axe 25mm AISI 1045
0,5	Axe AISI 1045 35mm
0,1	Billette AISI 1045 de 52mm
0,1	Billette AISI 1045 de 190mm

Tableau III.3 : Coûts des matières premières.

Le tableau 4 fournit un détail des coûts des matériaux respectifs utilisés pour la fabrication des éléments fondamentaux de la grue médical.

QTÉ.	LA DESCRIPTION
3	Tube carré 60x3 (ASTM A-36)
0,5	Tube carré 50x2 (ASTM A-36)
2	Tube carré 50x4 (ASTM A-36)
1	Tube carré 70x2 (ASTM A-36)
0,5	Tube rectangulaire 100x50x2,5 (ASTM A-36)
1	Feuille de 3 mm (ASTM A-36)
1	Feuille de 2 mm (ASTM A-36)
1	Feuille de 6 mm (ASTM A-36)
1	Feuille de 5 mm (ASTM A-36)
1	Feuille de 10 mm (ASTM A-36)
0,5	Tube rond 25x1 (ASTM A-36)
1	Tube rond 110x5 (ASTM A-36)
0,25	Barres en acier au carbone de 12 mm (ASTM A36)
0,25	Barres en acier au carbone de 7 mm (ASTM A36)
0,25	Barres en acier au carbone de 41 mm (ASTM A36)
0,75	Axe 25mm AISI 1045
0,5	Axe AISI 1045 35mm
0,1	Billette AISI 1045 de 52mm
0,1	Billette AISI 1045 de 190mm

Tableau III.4 : Coûts des matériaux pour la fabrication de la grue.

III.7.2 Coûts des éléments mécaniques :

Ce sont ces éléments qui génèrent le couplage ou l'union entre les parties constitutives ou différentes de la machine. Ces coûts sont détaillés dans le Tableau 5 :

QTÉ.	LA DESCRIPTION
1	Boulon à tête hexagonale - Produits de qualité A et B - ISO 4014 - M20 x 90
1	Boulon à tête hexagonale - Produits de qualité A et B - ISO 4014 - M16 x 65
1	Boulon à tête hexagonale - Produits de qualité A et B - ISO 4014 - M12 x 65
2	Boulons AS 2465 - 1/2 x 3 1/2" UNC + écrou
1	Boulons AS 2465 - 3/8 x 3 1/2" UNC + écrou
2	rondelles de 20 mm
2	rondelles de 16 mm
2	rondelles de 12 mm

4	Rondelles 1/2"
2	Rondelles 3/8"
1	ANSI B18.8.1 - BROCHE. CHAPE. 0,625 x 3
1	Roulements à billes, contact oblique, a matrice SKF - BS 290 SKF - SKF 7201 BE
1	Clavette parallèle - DIN 6885 - A 4 x 4 x 10
2	Roulette en caoutchouc pour chariot 50mm x 25mm (50kg chacun)
2	Roulette pivotante en caoutchouc avec frein pour chariot 50 mm x 25 mm (50 kg chacun)

Tableau III.5 : Coûts des éléments mécaniques.

III.7.3 Coûts divers des articles :

Nous fournissons ci-dessous les détails des matériaux complémentaires utilisés pour la fabrication de la machine, garantissant ainsi une finition et une présentation optimales.

QTÉ.	LA DESCRIPTION
2	Papier abrasif au fer #100
1.5	Électrode E 6011
1	Plus mince
1.5	Peinture anticorrosion
1.5	peinture de finition
4	Disque à tronçonner NORTON 12"x3mm
2	Disque de meulage 4 1/2"X1/4"X7/8"

Tableau III.6 : Coûts divers des articles.

III.8 Résultat de la conception finale :

Après avoir dimensionné tous les éléments du notre mécanisme, dans ce chapitre on va présenter les résultats de la conception finale effectuée sur le logiciel de simulation : les différentes pièces et l'assemblage final, prise en charge avec les mises en plans : les dessins de chaque pièce ainsi que le dessin de définition comme annexe.



Figure III.37 : Conception finale de la grue médicale.

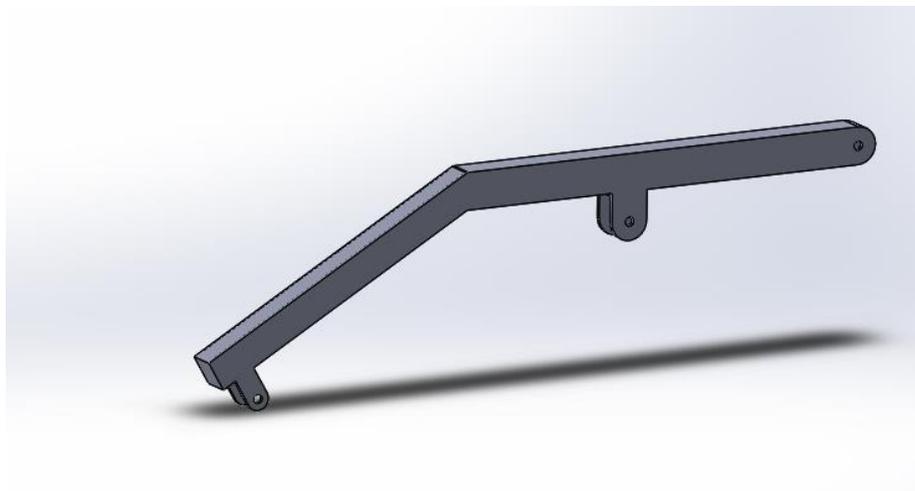


Figure III.38 : Profil de levage.



Figure III.39 : Colonne.

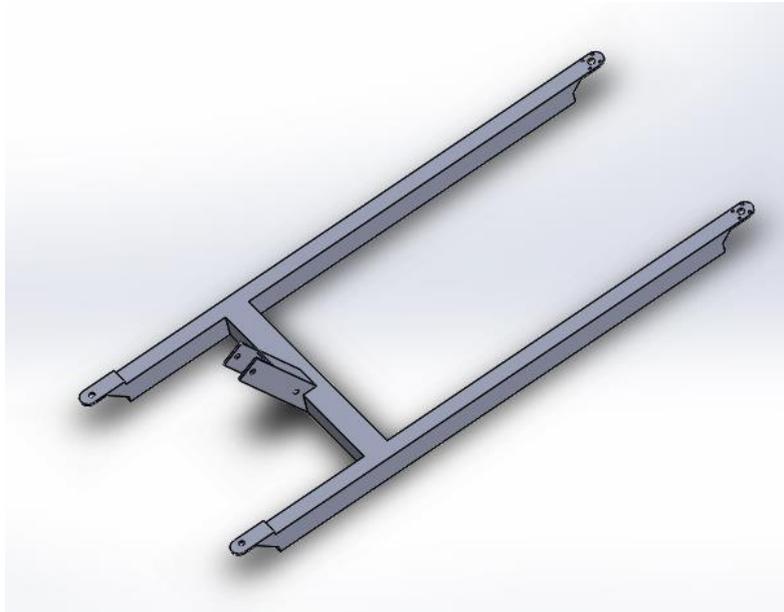


Figure III.40 : Base.

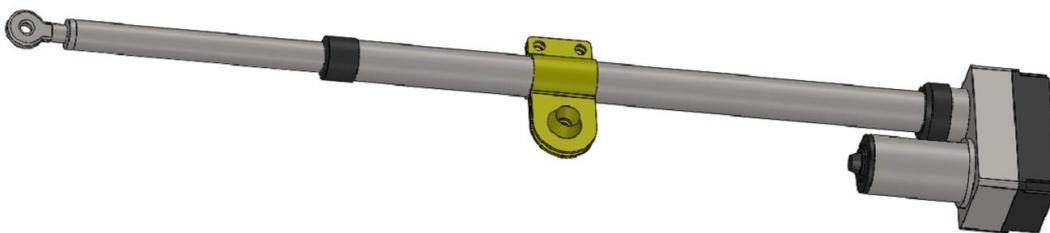


Figure III.41 : Vérin.

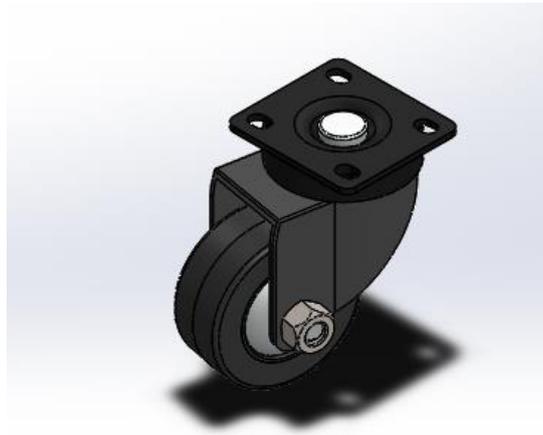


Figure III.42 :Roue.



Figure III.43 : Support de harnais.

Conclusion :

Ce mémoire de conception d'une grue médicale a présenté une approche complète et détaillée de la conception et du développement d'une grue médicale utilisée dans le domaine de la santé. L'objectif principal de ce projet était de concevoir une grue sûre, fonctionnelle et ergonomique pour faciliter le levage et le transfert des patients en toute sécurité.

Au cours de ce mémoire, nous avons étudié les besoins et les exigences spécifiques liés aux opérations de levage et de transfert des patients, ainsi que les normes et les réglementations applicables dans le domaine médical. En utilisant des méthodes de conception et d'analyse avancées, nous avons développé un prototype de grue médicale répondant à ces exigences.

Le processus de conception a impliqué la sélection des matériaux appropriés, la modélisation 3D, l'analyse structurelle par éléments finis, la simulation des mouvements et des charges, ainsi que l'optimisation des dimensions et des paramètres clés. Nous avons également pris en compte des considérations telles que l'ergonomie, la facilité d'utilisation, la sécurité et la durabilité de la grue.

Les résultats obtenus ont démontré que la grue médicale répond aux exigences de charge, de stabilité et de sécurité, tout en offrant une facilité d'utilisation et une fonctionnalité optimale. La conception intègre également des fonctionnalités supplémentaires telles que des dispositifs de retenue et des mécanismes d'ajustement pour s'adapter aux besoins spécifiques des patients et des soignants.

Bibliographie

[1] : <https://ortopedia25.com/fr/prod/grue-pour-transfert-de-patients/?fbclid=IwAR2Zvs7RnsCxOO7o5I5IsyVg2Y-TqU5uaLQFilREBBpXmtqMO6jEbyAkMs>

[2] : <http://www.blog-materiel-medical.fr/2013/07/26/transfert-du-malade-bien-choisir-son-materiel/>

[3] : https://rooemed.com/fr/products/produit-de-reacuteadaptation/ascenseur-patient/grue-patiente-eacuteelectrique-mobile-meacutedicale-dascenseur-de-patient-de-dg203/?fbclid=IwAR3xuEbGsdRN_GEmiS5YE397RSdKDEnR3MHgNo3_VGyULwrrpXoPb8aujlaY

[4] : <https://www.fisaude.fr/grue-electronique-debout-ou-changeant-couches-duo-levage-et-demenagement-p-43140.html>

[5] : mémoire "DISEÑO DE UN SISTEMA DE GRÚA ELÉCTRICA PARA EL MANEJO Y TRASLADO DE PACIENTES CON MOVILIDAD LIMITADA"

[6] : tecnimoem.com

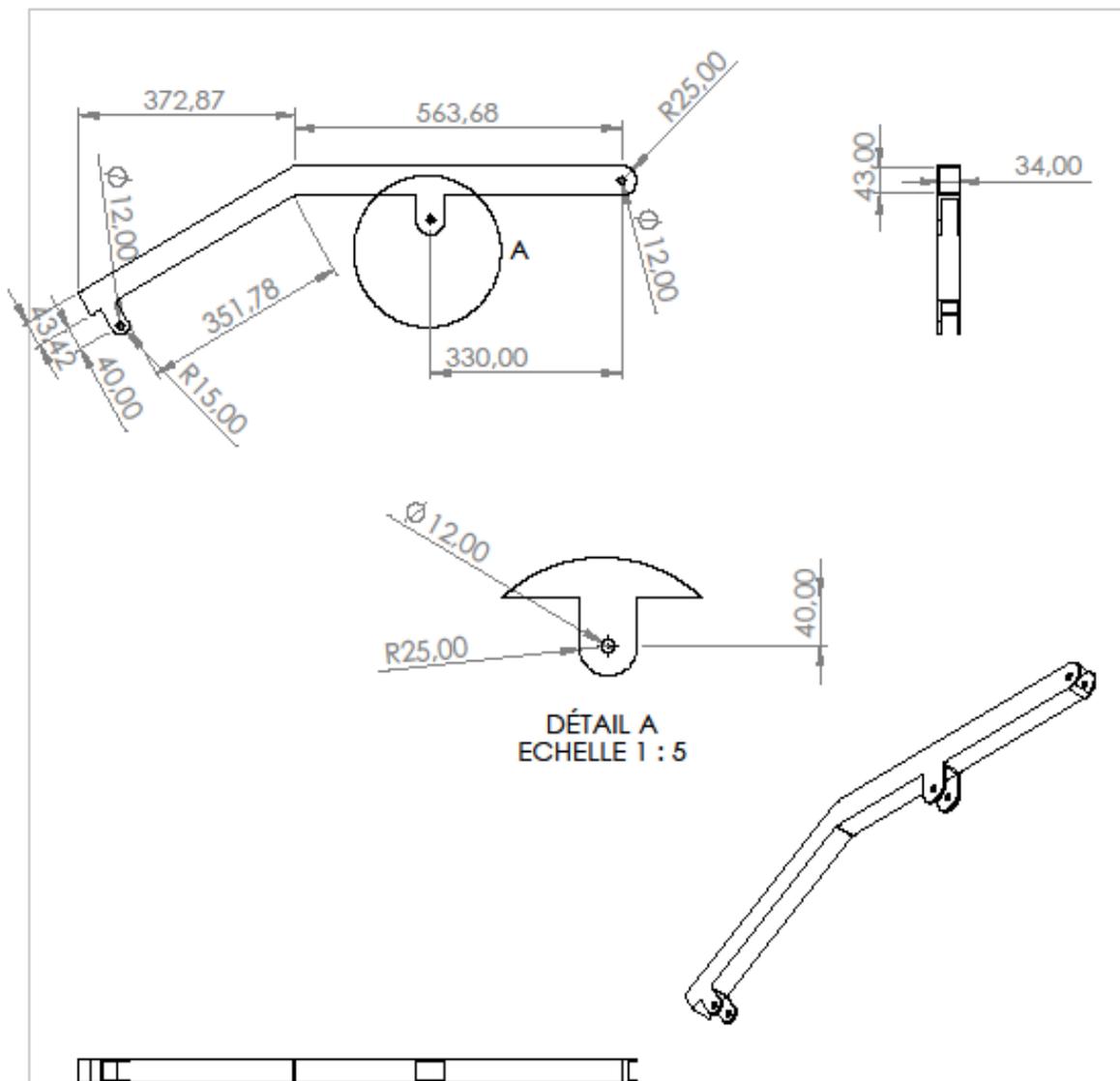
[7] : <HTTPS://WWW.CHOLLORTOPEDIA.NET/FR/SOULEVE-PERSONNE/1509-GRUE-SUNLIFT-MIDI-ELECTRIC-150-KG.HTML>

[8] : <HTTPS://AR.ALIEXPRESS.COM/ITEM/4000086115728.HTML>

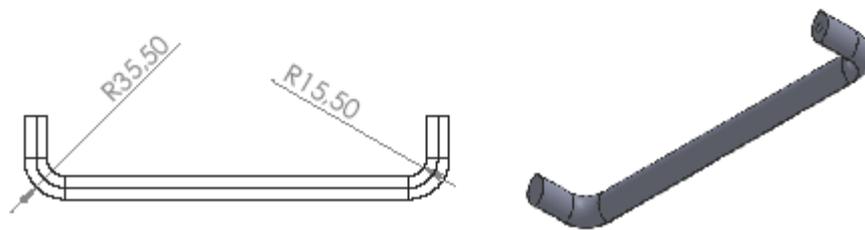
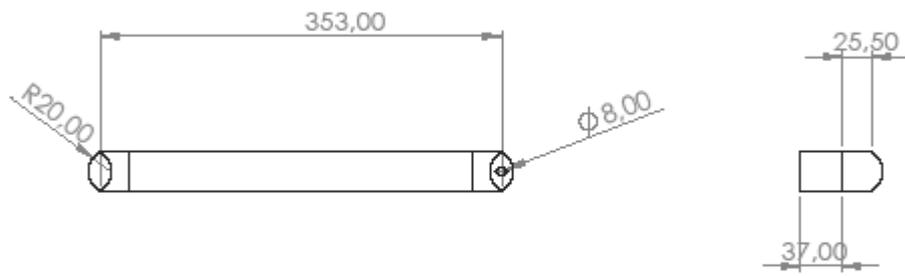
[9] : <HTTPS://HANDICAT.COM/ISO4-ISO-12.36.21-TYPE-AT.HTML>

[10] : <https://fr.linkedin.com/company/tekvo-bioingenieria>

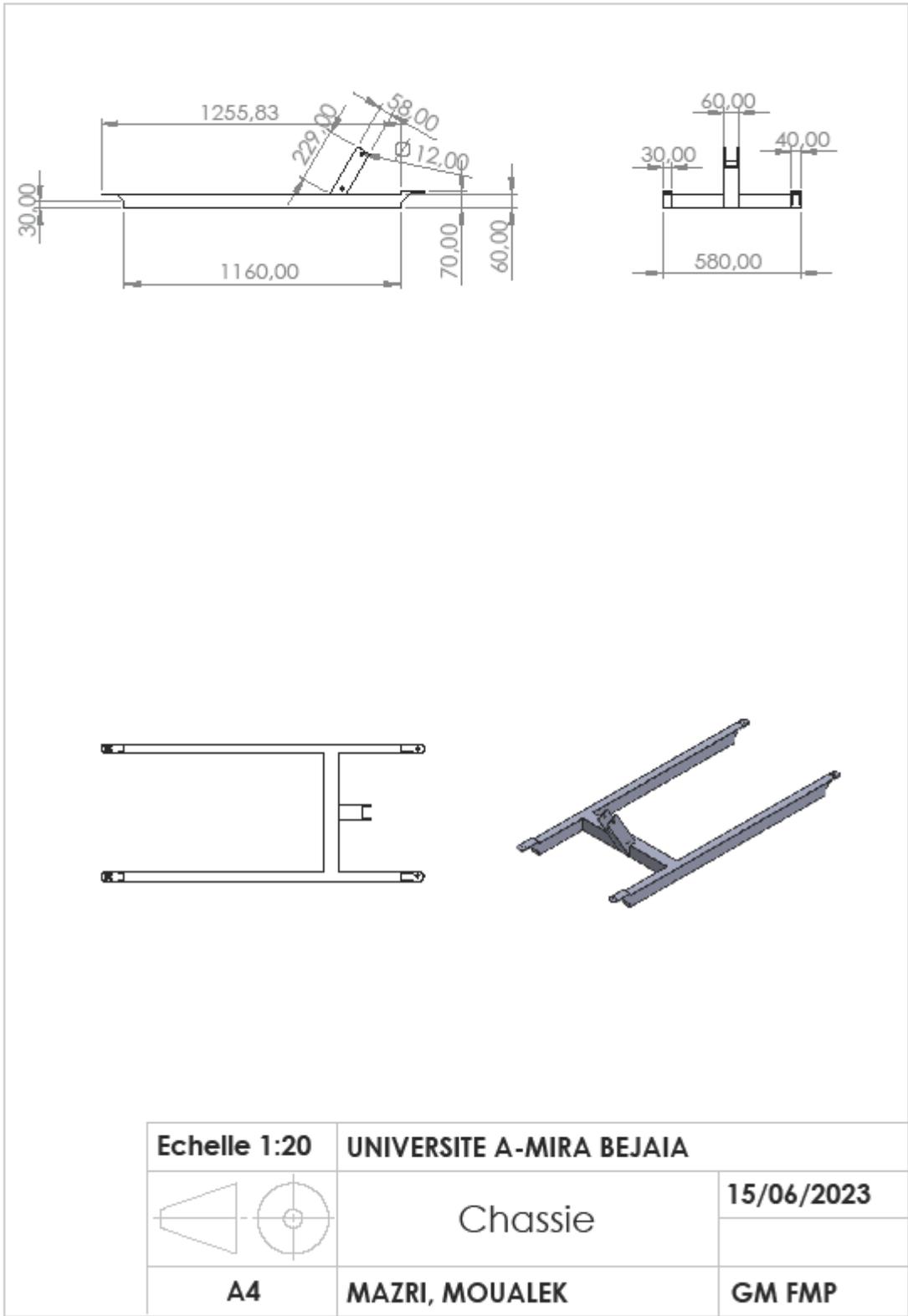
Annexes

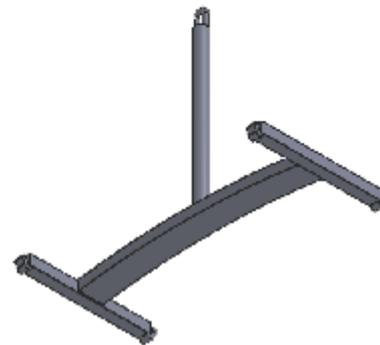
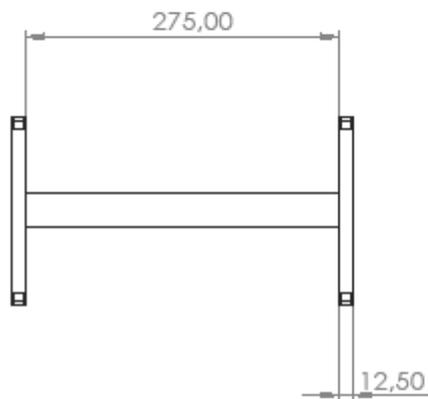
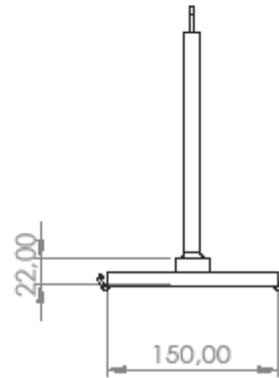
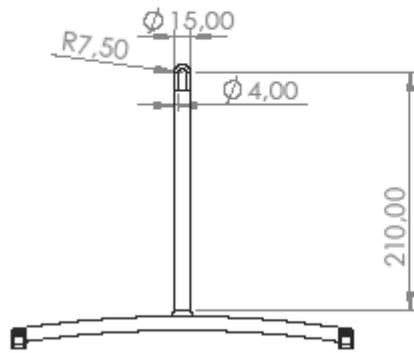


Echelle 1:10	UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA	
	Bras de levage	15/06/2023
A4	MAZRI, MOUALEK	GM FMP

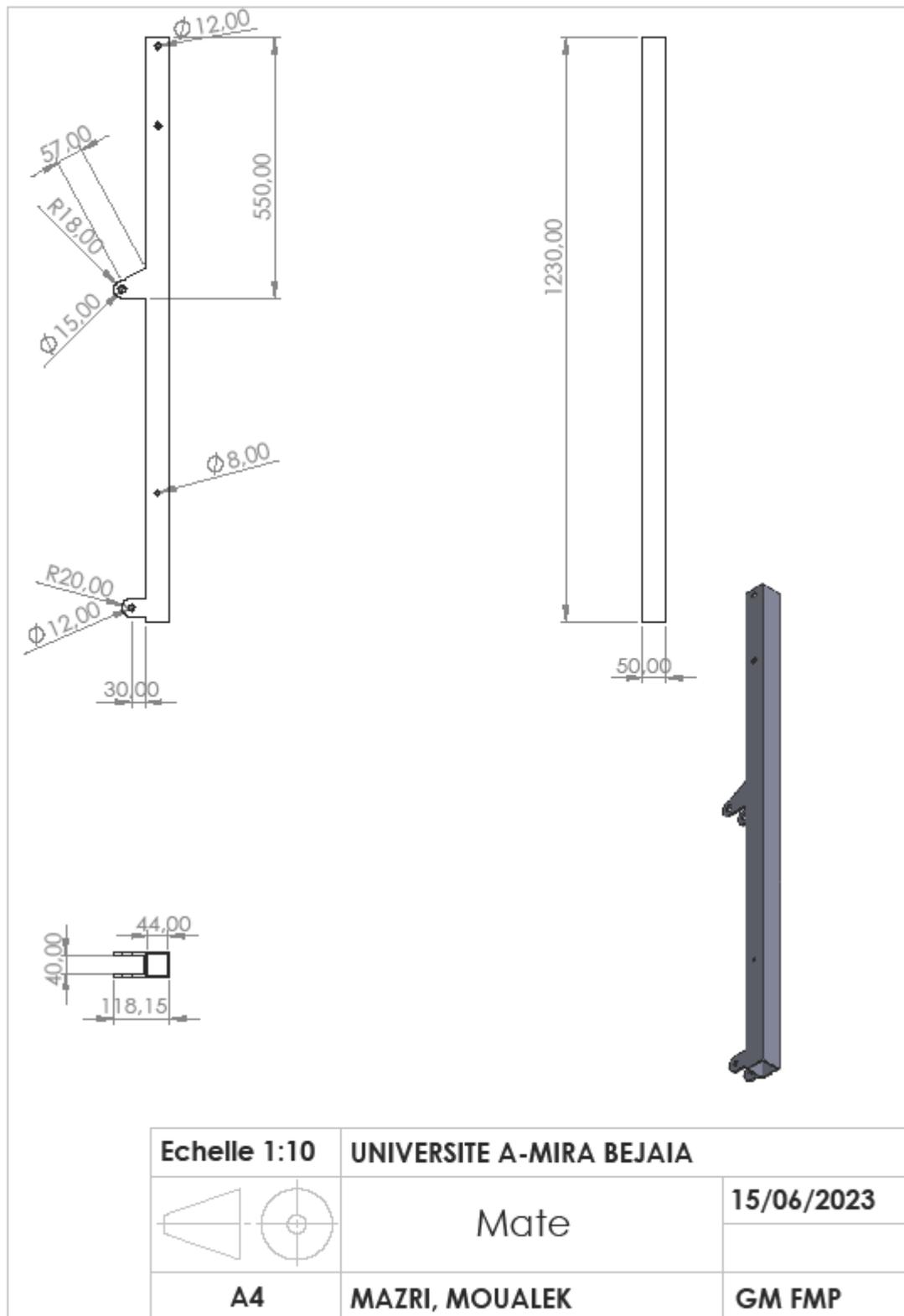


Echelle 1:5	UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA	
	Poigné	15/06/2023
A4	MAZRI, MOUALEK	GM FMP





Echelle 1:5	UNIVERSITE A-MIRA BEJAIA	
	Fléo	15/06/2023
A4	MAZRI, MOUALEK	GM FMP



Ce mémoire se concentre sur la conception et le dimensionnement d'une grue médicale, un dispositif utilisé dans les établissements de

Résumé :

Ce mémoire se concentre sur la conception et le dimensionnement d'une grue médicale, un dispositif utilisé dans les établissements de santé pour le transfert et le déplacement des patients à mobilité réduite. L'objectif principal est de développer une grue médicale sûre, ergonomique et efficace pour faciliter le travail du personnel soignant et assurer la sécurité des patients.