République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de L'enseignement Supérieur et de La Recherche Scientifique
Université Dr. Yahia Fares de Médéa
Faculté De Technologie

Mémoire de Fin d'étude en Vue de L'obtention du Diplôme de Master

En Génie Mécanique

Option : Construction Mécanique

Thème

ETUDE ET CONCEPTION D'UN GRUE MOBILE DESTINÉE à L'ATELIER DE TECHNOLOGIE

Présenté par :

BERRAF AYOUB
ET
MOUSSAOUI RIDHA

Encadreur : **Pr. ABDELLAH EL HADJ ABDELLAH**

Co-Encadreur : **Dr. BOUGHEDAOUI RACHID**

Année Universitaire : 2024/2025

REMERCIEMENTS

Nous souhaitons commencer en exprimant notre gratitude à Allah le Tout-Puissant, qui nous a accordé le courage et la patience nécessaires pour mener à bien ce travail.

Nous tenons également à exprimer nos plus sincères remerciements à notre promoteur, le Pr. A. Abdellah El Hadj et le Dr. R. BOUGHEDAOUI, Maître des Conférences à l'Université de Médéa, qui nous en confié ce sujet de mémoire et qui nous en accompagné tout au long de ce parcours avec leurs conseils précieux et leurs encouragements.

Enfin, je tiens à remercier chaleureusement Monsieur Takdanti Mustapha ainsi que tous les enseignants de l'Université de Médéa qui ont contribué, de près ou de loin, à notre formation. Leurs connaissances et leur expertise ont été d'une grande valeur pour notre développement académique.

Nous sommes profondément reconnaissant envers toutes ces personnes qui ont joué un rôle important dans la réussite de ce mémoire et qui ont contribué à notre cheminement académique. Leurs encouragements, leur soutien et leur expertise ont été inestimables.

A vous Tous j’adresse nos plus sincères remerciements.

.

DÉDICACES

JE DÉDIE CE MODESTE TRAVAIL à

MES TRS CHERS PARENTS QUI ONT FAIT DE MOI CE QUE JE SUIS AUJOURD'HUI ET QUI ONT VEILLÉ à GUIDER MES PAS DURANT TOUTE MA VIE PAR LEURS AIDES, LEURS

GRANDES ÉMOTIONS, LEURS SACRIFICES, ET LEUR SOUTIEN ET ENCOURAGEMENT PENDANT LA RÉALISATION DU

PROJET DE FIN D'ÉTUDE.

MES AMIS DE LA PROMOTION : Y. BOUZARA ; R. KERBOUCI ; R. CHAIR ; F. LAACHIBI ; M. DJIAR ; I. MANSOUR ; R. BENKHELIFA ; Y. BENREKIA ; A. TCHIKOU ; H. TOUATI

MES PROFS : A. ABDELLAH EL-HADJ ; M. TAKDENTI ; N. AMOURA ; A. ZEMIRLINE ; M. BOUMAHDI ; S. TAHAR.

MES AMIS : M. MOUSSAOUI ; W. DEBBIB ; D. HALILALI ; H. ABDELLAH EL-HADJ ; D. LARACHI ; H. MASSOUDI ; D. BERRAF ; A. MEMI ; F. GUERMI.

TOUTE LA PROMOTION MÉCANIQUE 2025

الملخص :

تركز هذه الأطروحة على دراسة وتصميم رافعة متنقلة.

الهدف الرئيسي هو تصميم جهاز قادر على رفع الأحمال بطريقة آمنة وفعالة وخاضعة للرقابة، باستخدام محرك كهربائي مقترن بنظام لف الكابلات.

بدأت الدراسة بتحليل وظيفي لمصاعد الشحن، ومعايير اختيار مكوناتها، ثم تم تنفيذ نهج تصميم بمساعدة الكمبيوتر على مع المحاكاة، مما يسمح بالنمذجة ثلاثية الأبعاد للرافعة، والاندماج في الهيكل العام ومحاكاة التشغيل. **SOLIDWORKS** يسلط هذا العمل الضوء على أهمية التحجيم الصارم واختيار المواد والسلامة في أنظمة الرفع الآلية

الكلمات المفتاحية: رافعة شحن، رفع، محرك كهربائي، تصميم ميكانيكي.

Résumé :

Ce mémoire porte sur l'étude et la conception d'une grue mobile. L'objectif principal est de concevoir un dispositif capable de soulever des charges de manière sûre, efficace et contrôlée, en utilisant un moteur électrique couplé à un système d'enroulement de câble.

L'étude a débuté par une analyse fonctionnelle des monte-charges, Critères des choix des leurs composants, Ensuite, une démarche de conception assistée par ordinateur a été menée sur **SOLIDWORKS avec Simulation,** permettant la modélisation 3D du treuil, l'intégration à la structure globale et la simulation de fonctionnement.

Ce travail met en évidence l'importance d'un dimensionnement rigoureux, du choix des matériaux, ainsi que de la sécurité dans les systèmes de levage motorisés.

Mots-clés : Monte-charge, Levage, Moteur électrique, Conception mécanique, SOLIDWORKS.

Abstract:

This thesis focuses on the study and design of a mobile crane. The main objective is to design a device capable of lifting loads in a safe, efficient and controlled way, using an electric motor coupled with a cable winding system. The study began with a functional analysis of the goods elevators, criteria for the choice of their components, Then, a computer-aided design approach was carried out on SOLIDWORKS with Simulation, allowing the 3D modeling of the winch, the integration into the overall structure and the operation simulation. This work highlights the importance of rigorous sizing, material selection, and safety in motorized.

Keywords: goods lift, lifting, electric motor, mechanical design, SOLIDWORKS.

Table des matières

1 Généralités sur les systèmes de levage……2

1.1Introduction : 2

1.2 Définition : 2

1.3 Historique et évolution des systèmes de levage 3

1.3.1 L'Antiquité : 3

1.3.2 Le Moyen Âge : 4

1.3.3 La Révolution Industrielle : 4

1.3.4 L'ère Moderne : 5

1.4 Classification des appareils de levage : 5

1.4.1 Classification selon la nature du déplacement (critère principal) : 5

1.4.2 La Grue : 8

1.4.3 Grues fixes : 8

1.4.4 Grues mobiles : 8

1.4.5 Grue flottante : 9

1.4.6 Grue d'atelier : 9

1.5 Chariot élévateur : 10

1.6 Pont élévateur : 10

1.6.1 Pont élévateur à deux colonnes : 10

1.6.2 Ponts élévateurs à quatre colonnes : 11

1.6.3 Un pont roulant suspendu : 11

1.6.4 Un pont roulant portique et semi-portique : 12

1.6.5 Chariot transpalette : 12

1.6.6 Un Gerbeur transpalette : 13

1.6.7 Table élévatrice : 13

1.6.8 Cric : 14

2 Analyse fonctionnelle 20

2.1 Introduction : 20

2.2 Explication du problème : 20

2.3 Analyse fonctionnelle (AF) : 21

2.3.1 Outils de l'analyse fonctionnelle : 21

2.3.2 Etapes de l'analyse fonctionnelle : 21

2.3.3 Recherche de la solution optimale : 29

3 Conception de la grue mobile 31

3.1 INTRODUCTION : 31

3.2 Introduction au logiciel SOLIDWORKS : 31

3.2.1 Fonctionnement : 31
3.3 Résultat de la conception finale : 33
3.3.1 Définition fonctionnelle de chaque pièce : 33
4 Etude cinématique et Simulation 43
4.1 Etude cinématique : 43
4.1.1 Schéma cinématique : 43
4.1.2 Détermination des classes d'équivalence : 43
4.1.3 Réalisation du graph des liaisons : 44
4.1.4 Tracé du schéma cinématique : 44
4.2 SIMULATION : 45
4.2.1 Statique : 45
Dynamique : 53
4.2.2 Critère de choix : 56
4.2.3 Choix des roues : 58
4.2.4 Choix de poulie 60
4.2.5 Choix de crochet 60
4.2.6 Choix de boulon en cisaillement (à travers une poulie) 62
Conclusion Générale 64

Liste des figures

Figure 1. 1: Les engins de levage et de transport à travers le siècle. 4
Figure 1. 2: Les engins de levage au Moyen Âge. 4
Figure 1. 3: Grue à vapeur....5
Figure 1. 4: grue fixe. 8
Figure 1. 5: Grue mobile surdoué. 9
Figure 1. 6: grue flottante. 9
Figure 1. 7: Une grue d'atelier. 9
Figure 1. 8: Chariot élévateur. 10
Figure 1. 9: Pont élévateur à deux colonnes. 11
Figure 1. 10: Pont élévateurs quatre colonnes. 11
Figure 1. 11: Un pont roulant suspendu. 12
Figure 1. 12: Un pont roulant portique et semi-portique. 12
Figure 1. 13: Chariot transpalette. 13
Figure 1. 14: Un Gerbeur transpalette. 13
Figure 1. 15: Table élévatrice. 14
Figure 1. 16: Cric mécanique. 15
Figure 1. 17 : Cric hydraulique. 15
Figure 1. 18: Cric pneumatique. 16
Figure 1. 19: Cric électrique. 16
Figure 1. 20: câble7x7. 17
Figure 1. 21: câble7x19. 17
Figure 1. 22: câble anti giratoire. 17
Figure 1. 23: Chaine. 18
Figure 1. 24: Crochet à chape. 18
Figure 2. 1: Les étapes de l'analyse fonctionnelle. 20
Figure 2. 2: Panorama de l'analyse fonctionnelle. 22
Figure 2. 3: Diagramme d'analyse du besoin. 23
Figure 2. 4: Bête à cornes de la grue mobile. 24
Figure 2. 5: Diagramme pieuvre de la grue mobile. 25
Figure 2. 6: Diagramme FAST. 28
Figure 2. 7: Diagramme FAST de la grue mobile. 28
Figure 3. 1 : Résulta finale de la grue d'atelier. 33
Figure 3. 2: Bras de levage. 34
Figure 3. 3: Colonne. 34
Figure 3. 4: pilier. 35
Figure 3. 5: une base. 35
Figure 3. 6: jambe. 35
Figure 3. 7: Impulsion. 36
Figure 3. 8: Moteur électrique. 36
Figure 3. 9: câble 36
Figure 3. 10: Crochet de lavage. 37
Figure 3. 11: poulie. 37
Figure 3. 12: Roue. 38
Figure 3. 13: Crochet de freinage. 38
Figure 3. 14: Différentes vues de la grue d'atelier. 40

Figure 3. 15: Vue éclatée de la grue d'atelier. 41
Figure 4. 1: Graph des liaisons de la grue mobile. 44
Figure 4. 2: Graph des liaison équivalent. 44
Figure 4. 3: Schéma cinématique de la grue mobile. 45
Figure 4. 4 : Electric winch 220v. 57
Figure 4. 5: le câble 6x19. 58
Figure 4. 6: la roue. 59
Figure 4. 7: poulie. 60
Figure 4. 8 : crochet. 61

Liste des tableaux

Tableau 1. 1 : classification de l'appareil de levage 7
Tableau 1. 2 : type de cric 14
Tableau 2. 1 : CdCF de la grue mobile 26
Tableau 4. 1 : Liaisons géométriques entre les classes d'équivalences 43

INTRODUCTION GENERALE

Introduction générale :

Dans le milieu industriel, la manutention des charges occupe une place primordiale dans le bon déroulement des processus de production, de stockage et de livraison. Face aux limites de la force humaine, notamment dans la manipulation de charges lourdes, des systèmes de levage ont été conçus afin de réduire l'effort physique, améliorer la sécurité, et augmenter l'efficacité des opérations.

Un système de levage désigne un ensemble de mécanismes et d'équipements conçus pour soulever, déplacer ou abaisser des charges dont le poids dépasse largement les capacités humaines. Ces technologies sont aujourd'hui indispensables dans de nombreux secteurs : logistique, Bâtiment Travail Publique, aéronautique, industrie manufacturière, etc.

Leur utilité ne se limite pas à la productivité : ils jouent également un rôle essentiel dans la prévention des troubles musculo-squelettiques et la réduction des accidents de travail. En effet, en automatisant ou en facilitant les tâches de levage, ces dispositifs contribuent à améliorer les conditions de travail sur les chantiers et dans les ateliers.

Il existe une grande diversité d'appareils de levage, chacun répondant à des besoins spécifiques : poulies, palans, grues mobiles, treuils, chariots élévateurs, vérins hydrauliques, entre autres. Le choix de l'équipement adapté dépend de plusieurs paramètres : la nature de la charge à déplacer, son poids, la fréquence d'utilisation, les contraintes d'encombrement ou encore l'environnement de travail.

On distingue généralement deux grandes catégories de systèmes de levage :

- Les modèles manuels, qui nécessitent l'intervention directe de l'utilisateur,
- Et les modèles mécanisés ou automatisés, capables d'effectuer les opérations de manière autonome à l'aide de systèmes motorisés ou programmés.

Dans tous les cas, la conception, la fabrication et l'installation de ces équipements doivent répondre à des normes de sécurité rigoureuses, afin de prévenir tout risque de défaillance ou d'accident.

C'est dans ce contexte que s'inscrit notre projet de fin d'études. Dans le cadre de notre spécialité "Construction Mécanique", nous avons choisi de réaliser un projet appliqué intitulé :

« Étude et conception d'une grue mobile destinée à l'atelier de technologie »

Ce travail vise à concevoir un système de levage mobile, adapté aux besoins d'un environnement pédagogique ou industriel, tout en tenant compte des contraintes techniques,

ergonomiques et sécuritaires. Il s’agira d’étudier les différentes solutions possibles, de dimensionner les éléments mécaniques et de proposer une modélisation fonctionnelle du système retenu.

CHAPITRE 1 :

Généralités Sur Les Systèmes de levage

1. Généralités Sur Les Systèmes de levage

1.1 Introduction :

L'être humain a toujours désiré de satisfaire ses besoins et ses intérêts pour rendre sa vie meilleure. Alors, il fait son bien pour découvrir et innover des différents moyens afin de faciliter sa tâche. En ce qui concerne la construction, les constructeurs sont obligés d'inventer des différentes façons pour soulever les poids les plus élevés. Après la révolution industrielle, l'amélioration des propriétés devint très importante, surtout auprès des matériaux de construction dans les chantiers et les lieux du travail où ils nécessitent les systèmes de levage et qui est notre sujet à être discuté, et dont nous allons définir ses divers engins.[1]

1.2 Définition :

Un système de levage est un ensemble de dispositifs mécaniques, électromécaniques ou hydrauliques, conçu pour soulever, déplacer ou abaisser des charges généralement trop lourdes pour être manipulées par la force humaine seule. Ces systèmes permettent de transférer une charge d'un point à un autre, verticalement ou horizontalement, tout en réduisant l'effort physique, prévenant les accidents de travail et optimisant les opérations de manutention.

Sur le plan technique, un système de levage intègre généralement :

- Une structure porteuse (châssis, bras articulé, potence…),
- Un organe moteur ou manuel (treuil, vérin, moteur électrique…),
- Un moyen de transmission de l'effort (câble, chaîne, vis, pignon), et un dispositif de sécurité (limiteur de charge, frein d'arrêt, arrêt d'urgence).

La conception d'un système de levage dépend de plusieurs paramètres tels que :

- Le type de charge à manipuler (volume, masse, centre de gravité),
- Le contexte d'utilisation (intérieur ou extérieur, fixe ou mobile),
- La fréquence d'utilisation et les normes de sécurité applicables.

De manière générale, ces dispositifs visent à soulager les opérateurs, à gagner en efficacité logistique, et à réduire les risques liés à la manutention manuelle. Ils sont devenus incontournables dans de nombreux secteurs d'activité, allant de l'industrie lourde à la logistique, en passant par le bâtiment et les ateliers pédagogiques. .[1]

1.3 Historique et évolution des systèmes de levage

L'histoire des systèmes de levage remonte à l'Antiquité, lorsque les premières civilisations ont été confrontées au besoin de déplacer des charges lourdes pour construire des structures monumentales. Dès l'époque des Égyptiens**,** des Grecs et des Romains**,** des dispositifs rudimentaires tels que les poulies**,** leviers et plans inclinés étaient utilisés pour ériger des temples, des pyramides ou des aqueducs. Ces mécanismes simples, fondés sur les principes élémentaires de la mécanique, ont permis de multiplier l'effort humain par des moyens intelligents et efficaces.

Au fil des siècles, l'évolution des matériaux et des connaissances en mécanique a conduit à des systèmes plus sophistiqués. Durant la Révolution industrielle, l'introduction de la vapeur et plus tard de l'électricité a permis la création de grues mécaniques et de treuils motorisés**,** capables de manipuler des charges toujours plus lourdes, avec une sécurité et une précision accrue.

Au XXe siècle, les progrès en hydraulique**,** pneumatique et automatisation ont permis le développement de systèmes de levage modernes intégrant des capteurs, des vérins puissants, et des systèmes de contrôle assistés. L'apparition des grues mobiles**,** chariots élévateurs**,** ponts roulants automatisés **ou** bras robotisés a transformé les modes de production et de logistique à l'échelle industrielle.

Aujourd'hui, les systèmes de levage sont omniprésents dans la quasi-totalité des secteurs productifs. Ils sont conçus non seulement pour porter des charges, mais aussi pour répondre à des critères de précision, ergonomie, sécurité et productivité**.** L'avenir de ces systèmes s'inscrit dans une dynamique d'intégration de technologies intelligentes : commande assistée par ordinateur, capteurs intelligents, maintenance prédictive, voire intelligence artificielle pour l'optimisation des trajectoires et la détection des anomalies.

On peut donner quelques exemples sur L'évolution des systèmes de levage qui a connu une transformation radicale à travers l'histoire, en partant des outils les plus rudimentaires basés sur la force humaine et animale jusqu'aux systèmes complexes fonctionnant à l'énergie mécanique et au contrôle précis.

1.3.1 L'Antiquité :

Force humaine et animale et leviers simples : Au début des civilisations, l'être humain dépendait principalement de sa force physique pour soulever et déplacer des objets lourds.

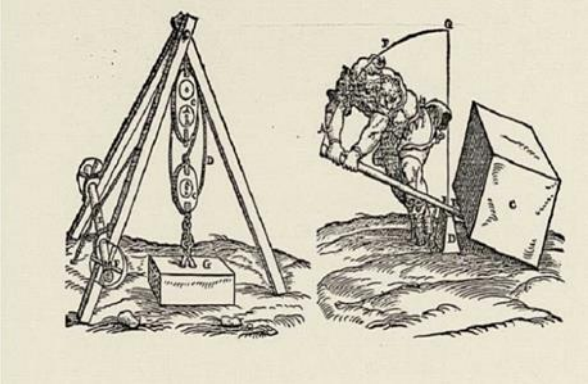


Figure 1. 1: Les engins de levage et de transport à travers le siècle.

1.3.2 Le Moyen Âge :

Améliorations mécaniques et expansion de l'utilisation : Le Moyen Âge a vu une évolution progressive de la conception et des systèmes de levage. L'introduction d'un plus grand nombre de composants métalliques dans la fabrication des grues a augmenté leur résistance et leur durab.



Figure 1. 2: Les engins de levage au Moyen Âge.

1.3.3 La Révolution Industrielle :

L'émergence de l'énergie mécanique : La Révolution Industrielle a marqué un tournant radical dans l'évolution des systèmes de levage. L'invention des machines à vapeur au XVIII siècle a fourni une nouvelle source d'énergie puissante.

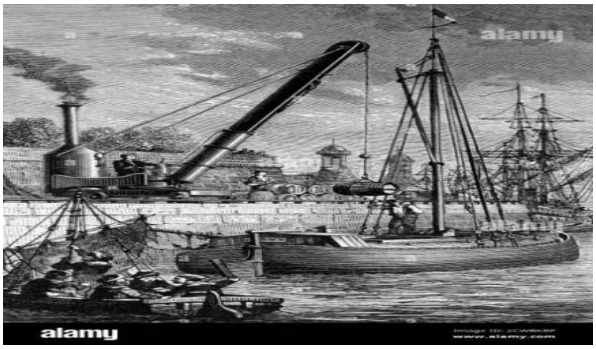


Figure 1. 3: Grue à vapeur.[2]

1.3.4 L'ère Moderne :

Cette ère voit également le développement des matériaux utilisés dans la fabrication des systèmes de levage, permettant de construire des structures plus résistantes et plus légères. En résumé, les systèmes de levage ont évolué d'outils simples basés sur la force musculaire à des systèmes mécaniques complexes caractérisés par une puissance considérable, une grande précision et une sécurité accrue. Cette évolution a joué un rôle crucial dans le progrès de diverses industries et a facilité de nombreuses tâches qui étaient impossibles dans le passé.[2]

1.4 Classification des appareils de levage :

La classification des appareils de levage et de manutention repose principalement sur la nature du déplacement effectué par l'appareil. À ce critère fondamental s'ajoutent des critères secondaires, tels que les caractéristiques techniques de l'appareil, son origine, le mode de prise de charge, ainsi que les dispositifs de sécurité intégrés.

1.4.1 Classification selon la nature du déplacement (critère principal) :

Selon ce critère, on distingue plusieurs catégories d'appareils en fonction des types de translation (mouvements linéaires) et de rotation :

- **a) Translation verticale uniquement**

  Appareils assurant un déplacement vertical de la charge, sans mouvement horizontal.

Exemples : crics, vérins, palans, treuils, monte-charges, tables élévatrices, ponts élévateurs.

- **b) Translation verticale et horizontale combinées**

  Le déplacement combine une montée/descente avec un mouvement horizontal dans une trajectoire prédéfinie.

Exemple : téléphériques, télésièges.

- **c) Translation verticale autonome**

La translation verticale est indépendante, souvent accompagnée d'un déplacement horizontal aérien sur rail.

Exemples : palans sur voie, chariots aériens, monorails, blondins (utilisés notamment pour le transport de béton entre pylônes).

- **d) Translation verticale et deux translations horizontales indépendantes**

  Ces appareils peuvent déplacer une charge en trois directions, de manière indépendante.

Exemple : chariots gerbeurs.

- **e) Translation verticale et rotation autour d'un axe vertical fixe**

  L'appareil effectue un mouvement vertical et peut pivoter autour d'un axe fixe.

Exemple : grues fixes (grues à tour, grues portuaires fixes).

- **f) Translation verticale, rotation autonome autour d'un axe vertical, et déplacement horizontal**

  Ces appareils combinent tous les types de mouvement : vertical, horizontal, et rotation.

Exemple : grues mobiles (grues automotrices, grues sur chenilles, etc.).

Tableau 1. 1 : classification de l'appareil de levage.

CATEGORIE		**MOUVEMENT**	**DISPOSITIF**	
			Parcours imposé	**Parcours Libre**
Appareils de LEVAGE		Vertical	Crics Vérins Palans Treuils Tables élévatrices Ponts élévateurs	
Appareils de MANUTENTION	Fonctionnement CONTINU	Horizontal	Vis d'Archimède Transporteurs à rouleaux Transporteurs à inertie Transporteurs à bande Transporteurs aériens	
		Mixte	Monorails continus Installation Pneumatique	
		Plan incliné	Toboggans Glissières Elévateur Escalier mécanique	
	Fonctionnement DISCONTINU	Vertical	Ascenseurs Monte-charges	
		Horizontal	Monorails Cabestans Rouleaux Wagonnets	Diables Chariots Tracteurs
		Mixte	Ponts roulants Portiques roulants Grues	Chariots élévateurs Gerbeurs roulant

1.4.2 La Grue :

Une grue est un engin lourd dont la fonction la plus dominante est de lever et de déplacer des charges. Les grues se trouvent généralement dans le secteur de la construction du bâtiment, et ainsi dans d'autres domaines qui exigent la manœuvre de charges très élevées, telles que les dépôts de chargements navals et dans le chantier de construction maritime.

- Grue fixes.
- Grue mobile.
- Grue flottante.
- Grue d’atelier.

1.4.3 Grues fixes :

La grue fixe est une machine de levage montée sur place ou durable, comme la grande grue à tour, la grue à palan et aussi des ponts roulants.



Figure 1. 4: grue fixe.[1]

1.4.4 Grues mobiles :

La grue mobile ou mouvante est celle qui est montée sur les roues, sur les camions, ou sur les chenilles (les attaches). Cette grue est équipée d'un pylône puissant, que ce soit articule ou fixe et aussi d'un système de câbles et de crochets. Les plus dominantes de ces grues sont : la grue tout terrain, la grue fictive (classique) la grue montée sur le camion. Les grues mobiles sont les grues les plus idéales pour les chantiers.



Figure 1. 5: Grue mobile surdoué.[1]

1.4.5 Grue flottante :

La grue flottante est la grue qui indique une grue découverte pour se déplacer et travailler sur l'eau. C'est la catégorie des grues qui est souvent employée pour la réalisation des ponts.



Figure 1. 6: grue flottante.[1]

1.4.6 Grue d'atelier :

Une grue d'atelier est un appareil de levage mobile, généralement équipé d'un vérin hydraulique, d'un bras télescopique et d'un crochet, permettant de soulever des objets lourds comme des moteurs, des pièces industrielles ou des machines dans un espace restreint. [3]



Figure 1. 7: Une grue d'atelier.

1.5 Chariot élévateur :

Un chariot élévateur est un dispositif de levage et de manipulation adressé au transfert de charges dans les usines et les entrepôts de stockage. Il sert en particulier au transport de produit finis. Les chariots élévateurs s'adressent aux opérations de manipulation basse comme le déplacement de palettes à hauteur minime. Cet appareil de manutention aide à lever et à déplacer des produits ainsi que des matériaux lourds. Et c'est grâce à une fourche qu'on peut facilement déplacer et ranger des produits. Ils sont employés également pour emporter des produits divers entre une zone de stockage et un quai (un dépôt) de chargement de marchandise.[2]



Figure 1. 8: Chariot élévateur.[3]

1.6 Pont élévateur :

Est un équipement de levage utilisé principalement dans les garages automobiles et les ateliers de mécanique pour soulever des véhicules, facilitant ainsi l'accès à leur partie inférieure pour des opérations d'entretien, de réparation ou d'inspection.

Il existe plusieurs types de ponts élévateurs selon leur mode de levage et leur structure, tels que :

- Ponts à deux colonnes (très répandus dans les garages)
- Ponts à quatre colonnes (souvent utilisés pour les contrôles techniques)

1.6.1 Pont élévateur à deux colonnes :

Un pont élévateur à deux colonnes est un appareil de levage électromécanique ou électrohydraulique, composé de deux colonnes verticales reliées par une base au sol, équipées de bras de levage réglables. Il est principalement utilisé dans les garages automobiles pour soulever un véhicule par son châssis, permettant un accès dégagé sous le véhicule pour des travaux de maintenance ou de réparation.



Figure 1. 9: Pont élévateur à deux colonnes.

1.6.2 Ponts élévateurs à quatre colonnes :

Un pont élévateur à quatre colonnes est un dispositif de levage composé de quatre colonnes verticales, reliées par des plateformes sur lesquelles le véhicule repose par ses roues. Ce type de pont est principalement utilisé pour les opérations d'entretien, de contrôle technique, de géométrie des trains roulants ou de stockage de véhicules, grâce à sa grande stabilité et capacité de charge élevée.



Figure 1. 10: Pont élévateurs quatre colonnes.

1.6.3 Un pont roulant suspendu :

Un pont roulant suspendu est un appareil de levage et de manutention constitué d'une poutre mobile (ou plusieurs) circulant sur des rails suspendus au plafond ou à une structure porteuse, permettant de déplacer des charges lourdes horizontalement et verticalement dans un atelier, un entrepôt ou une usine.



Figure 1. 11: Un pont roulant suspendu.

1.6.4 Un pont roulant portique et semi-portique :

Un pont roulant portique est un système de levage constitué d'une ou plusieurs poutres horizontales supportées par deux jambes ou colonnes verticales, qui se déplacent sur des rails au sol. Il forme une structure autonome en forme de portique (comme une porte géante) et peut être utilisé à l'extérieur ou à l'intérieur, sans nécessiter de structure de bâtiment porteuse.



Figure 1. 12: Un pont roulant portique et semi-portique.

1.6.5 Chariot transpalette :

Un transpalette, également appelé tire-palette, est un chariot utilisé pour déplacer des palettes. Il peut être manuel, semi-électrique ou électrique. La version semi-électrique réduit l'effort physique de l'opérateur. Son but principal est de faciliter le déplacement de charges palettisées d'un point à un autre dans un entrepôt ou un environnement similaire.



Figure 1. 13: Chariot transpalette.

1.6.6 Un Gerbeur transpalette :

Un gerbeur est une machine de manutention qui lève et empile des charges, tandis qu'un transpalette est un chariot pour lever et déplacer des charges lourdes sur une faible hauteur. Le transpalette utilise des fourches pour manipuler les éléments. Les deux sont des équipements essentiels pour la manutention, mais le gerbeur offre une capacité d'élévation supérieure pour empiler la marchandise.



Figure 1. 14: Un Gerbeur transpalette.

1.6.7 Table élévatrice :

Une table élévatrice est un dispositif de levage à plateforme utilisé pour soulever, abaisser ou positionner des charges à différentes hauteurs. Elle permet d'optimiser les conditions de travail, notamment en réduisant les efforts physiques et les risques liés à la manutention manuelle.



Figure 1. 15: Table élévatrice.

1.6.8 Cric :

1.6.8.1 Définition :

Un cric est un dispositif de levage permettant de soulever temporairement une charge lourde, comme un véhicule, afin d'effectuer une opération de maintenance, de réparation ou de déplacement. Il peut être mécanique, hydraulique, pneumatique ou électrique, selon le mécanisme utilisé pour générer la force de levage.

1.6.8.2 Types de crics :

Tableau 1. 2 : type de cric.

Type de cric	**Principe de fonctionnement**	**Utilisation typique**
Cric mécanique	Vis, engrenage, pantographe	Véhicules légers, usage domestique
Cric hydraulique	Pression d'huile dans un vérin	Véhicules lourds, ateliers
Cric pneumatique	Air comprimé	Véhicules industriels, garage pro
Cric électrique	Moteur électrique	Levage rapide, automatisé

1.6.8.2.1 Cric mécanique :

Un cric mécanique est un appareil de levage manuel qui permet de soulever une charge lourde (comme un véhicule) en utilisant un mécanisme mécanique à vis, à crémaillère ou à engrenages, sans recours à un système hydraulique ou électrique.



Figure 1. 16: Cric mécanique.

1.6.8.2.2 Cric hydraulique :

Un cric hydraulique : est un appareil de levage qui utilise la pression d'un fluide hydraulique (généralement de l'huile) pour soulever des charges lourdes, comme des véhicules ou des équipements industriels, en toute sécurité.[1]



Figure 1. 17 : Cric hydraulique.

1.6.8.2.3 Cric pneumatique :

Un cric pneumatique est un outil de levage utilisant de l'air comprimé pour soulever des charges lourdes, comme les voitures. Il est souvent constitué de boudins en caoutchouc (parfois avec un diamètre de 250 mm et une pression recommandée de 7 bars) et d'une base en acier (par exemple, 380 mm de long). Il est une alternative au cric hydraulique, qui utilise un vérin et un levier pour la même fonction.



Figure 1. 18: Cric pneumatique.

1.6.8.2.4 Cric électrique :

Un cric électrique est un outil servant à soulever des véhicules. Il est généralement alimenté en 12V et peut soulever jusqu'à 5 tonnes. Plusieurs modèles incluent un contrôleur, une manivelle et une plage de levage variant selon le modèle (12-35cm ou 15.5-44.5cm). Le cric électrique permet de lever un véhicule en moins de 2 minutes. Ces crics sont souvent utilisés pour les voitures et SUV.



Figure 1. 19: Cric électrique.[3]

1.6.8.3 Accessoires des appareils de levages :

Les accessoires de levage sont des organes de suspension qui assurent la liaison entre la charge et l'appareil de levage.

La qualité de ces accessoires, ainsi que leur bon état de fonctionnement, sont des facteurs essentiels pour garantir à la fois un bon rendement et un niveau de sécurité optimal lors des opérations de levage.

Les consignes suivantes ont un caractère général et doivent être considérées comme un complément aux recommandations spécifiques des fabricants.

1.6.8.3.1 Le câble :

Dans le domaine du levage, le câble est perçu comme une pièce d'usure. Sa structure typique comprend des fils d'acier torsadés en hélice autour d'un fil central, formant ce qu'on appelle un toron. Plusieurs de ces torons sont ensuite enroulés en hélice autour d'une âme centrale, qui peut être fabriquée en acier ou en textile. La flexibilité d'un câble est directement liée à la finesse de ses fils constitutifs : des fils plus fins confèrent une plus grande souplesse. Cette caractéristique lui permet de s'enrouler sans risque de détérioration sur des poulies ou des tambours de petit diamètre. L'utilisation d'une âme en textile renforce encore cette souplesse. Un avantage notable des câbles réside dans leur légèreté : ils sont environ sept à huit fois moins lourds qu'une chaîne capable de supporter une charge équivalente. En conséquence, les poulies et les tambours nécessaires à leur fonctionnement sont généralement moins volumineux que ceux requis pour les chaînes.



Figure 1. 20: câble7x7.

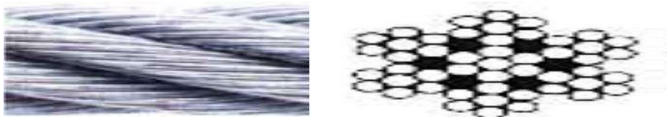


Figure 1. 21: câble7x19.

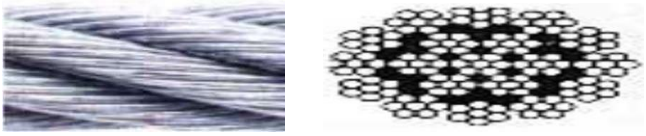


Figure 1. 22: câble anti giratoire.

1.6.8.3.2 Chaine :

Élément souple constitué de maillons métalliques assemblés, conçu pour transmettre des efforts de traction dans les appareils de levage. Les chaînes utilisées doivent être en acier allié de qualité élevée, conforme à des classes de résistance normalisées (Grade 80, 100).



Figure 1. 23: Chaine.

1.6.8.3.3 Crochet :

Bien que le crochet soit un dispositif d'accrochage couramment utilisé, il existe en réalité une variété d'accessoires de levage conçus pour s'adapter à la grande diversité des marchandises à manipuler. L'objectif est d'optimiser le travail en minimisant le temps et la main-d'œuvre nécessaires, tout en tenant compte de la nature spécifique des matériaux transportés. Pour des impératifs de sécurité, tout crochet est équipé d'un linguet de sécurité. [4]



Figure 1. 24: Crochet à chape.

CHAPITRE 2 :

Analyse
fonctionnelle

2 Analyse fonctionnelle

2.1 Introduction :

Dans cette section, nous présenterons tout d'abord la démarche générale de l'analyse fonctionnelle. Nous appliquerons ensuite cette méthode à notre mécanisme de levage afin d'identifier et de hiérarchiser les fonctions essentielles. Enfin, cette analyse aboutira à l'élaboration d'un cahier des charges fonctionnel (CDCF), qui constituera une base solide pour la génération et la sélection de concepts optimaux répondant aux besoins exprimés.



Figure 2. 1: Les étapes de l'analyse fonctionnelle.

2.2 Explication du problème :

Lors de la maintenance des différentes machines (tours, fraiseuses, perceuses, moule, aléseuse…etc.) sur l'atelier de plateforme pédagogique dénoter université, les employeurs sont trouvés des difficultés de levage, dé placement et manipulation de quelques composants de ces machines (exemple : moule, aléseuse).

Parmi les problèmes existants :

* Les tresse et le grand effort musculaire des travailleurs.
* Une perte de temps.
* Une grande probabilité des accidents

2.3 Analyse fonctionnelle (AF) :

L'analyse fonctionnelle (AF) est une démarche méthodique visant à identifier, à décrire et à caractériser les fonctions qu'un produit doit assurer pour répondre aux besoins exprimés ou implicites de ses utilisateurs. Elle s'inscrit dans une logique de conception rigoureuse, en structurant la réflexion du concepteur depuis l'analyse du besoin jusqu'au choix des solutions techniques adaptées.

Selon la norme NF X 50-151, l'analyse fonctionnelle est définie comme « une démarche qui décrit complètement les fonctions et leurs relations, lesquelles sont systématiquement caractérisées, classées et évaluées ». [5]

2.3.1 Outils de l'analyse fonctionnelle :

Il existe de nombreux outils classiques destinés à aider le concepteur dans la définition de la fonction et plus généralement dans l'analyse fonctionnelle.

Par miles outils pour les concepteurs, les plus utilisés sont :

- La **bête à cornes** : aide à la recherche d'un besoin.
- Le **diagramme pieuvre** : perm et de définir les liens (les fonctions de service) entre le système et son environnement.
- Le **diagramme FAST** : aide à trouver des solutions techniques pour les différentes fonctions.
- Le **diagramme SADT** : c'est une approche système d'un produit complexe.
- Le **cahier des charges** : permet de lister et de décrire les fonctions (principales, complémentaires et contraintes) du produit. [6]

2.3.1.1 La méthode APTE :

La méthode APTE (Application aux Techniques d'Entreprise) est une méthode rationnelle d'optimisation d'un produit (ou d'un procédé, ou d'un processus).

En partant de l'expression d'un besoin ressenti et sans considérer à priori les solutions, elle permet d'évaluer l'ensemble des contraintes (techniques, économiques, culturelles...) qui affectent le produit. Elle constitue la première phase de conception débouchant sur l'édition du cahier des charges fonctionnelles. [6]

2.3.2 Etapes de l'analyse fonctionnelle :

L'analyse fonctionnelle est une démarche en deux temps :

- ✓ L'analyse externe (du besoin) est orientée vers le client (définition du "quoi" via les fonctions).
- ✓ L'analyse interne est dirigée vers la satisfaction des fonctions (recherche des "comment").

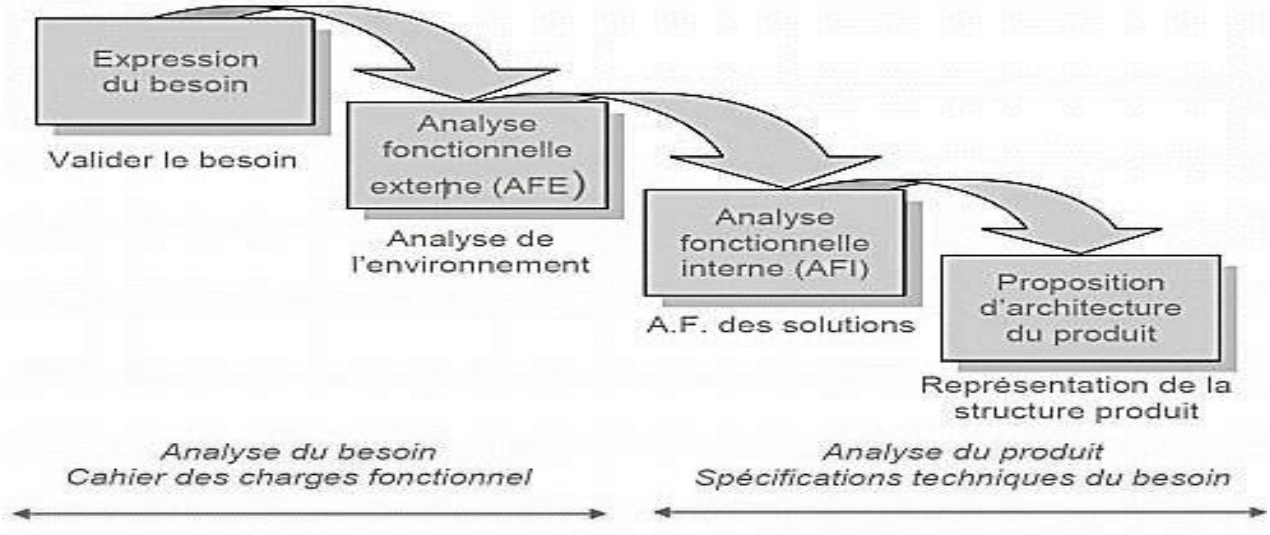


Figure 2. 2: Panorama de l'analyse fonctionnelle.[5]

2.3.2.1 Analyse fonctionnelle externe (AFE)ou l'analyse du besoin :

L'analyse fonctionnelle externe (AFE), selon la norme NF X 50-151, représente la phase de l'analyse fonctionnelle qui définit le besoin auquel le produit doit répondre, en formulant des fonctions de service et des contraintes.

Elle se focalise sur l'expression des besoins tels qu'ils sont formulés par l'utilisateur ou le client, en identifiant les fonctions de service ou d'estime que le produit doit assurer. À ce stade, le produit est considéré comme une "boîte noire", ce qui signifie que ses composants internes ne sont pas pris en compte. Toutefois, les fonctions produites par cette boîte noire doivent être soigneusement recensées, décrites et évaluées.

L'objectif principal de cette phase est d'identifier et de documenter de manière exhaustive toutes les fonctions que le produit, le service ou le système doit accomplir, en prenant en compte l'ensemble des attentes des utilisateurs et des contraintes imposées.

2.3.2.2 Analyse du besoin :

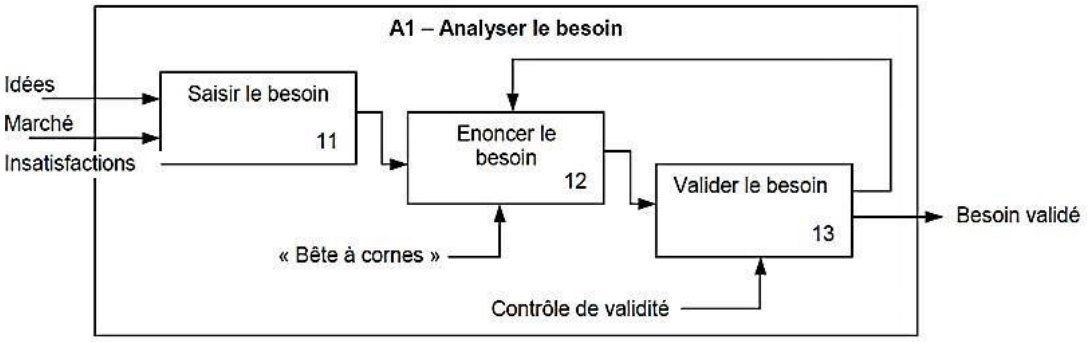


Figure 2. 3: Diagramme d'analyse du besoin.[5]

2.3.2.2.1 Déclaration du besoin :

L'énoncé du besoin constitue une analyse explicite de ce que le contexte des besoins (c'est-à-dire l'ensemble des milieux extérieurs) attend du produit, du système ou du service pour en être pleinement satisfait. Il sert de référence essentielle pour garantir la qualité et valider la conformité du produit, système ou service final à ces attentes.

Pour formaliser cet énoncé, on utilise l'outil appelé « bête à cornes », issu de la méthode APTE. Ce diagramme permet de visualiser de manière synthétique le besoin fondamental, les utilisateurs concernés et le but poursuivi.[5]

Bête à cornes :

Pour remplir le diagramme « bête à cornes », il faut répondre aux questions suivantes (par rapport au produit) :

- A qui le produit rend-il service ? Pour identifier les utilisateurs du produit étudié.
- Sur qui/quoi le produit agit-il ? : Pour identifier ses domaines d'action.
- Dans quel but ? : Pour formuler le but que doit satisfaire le produit.

Obtient ainsi le diagramme suivant :

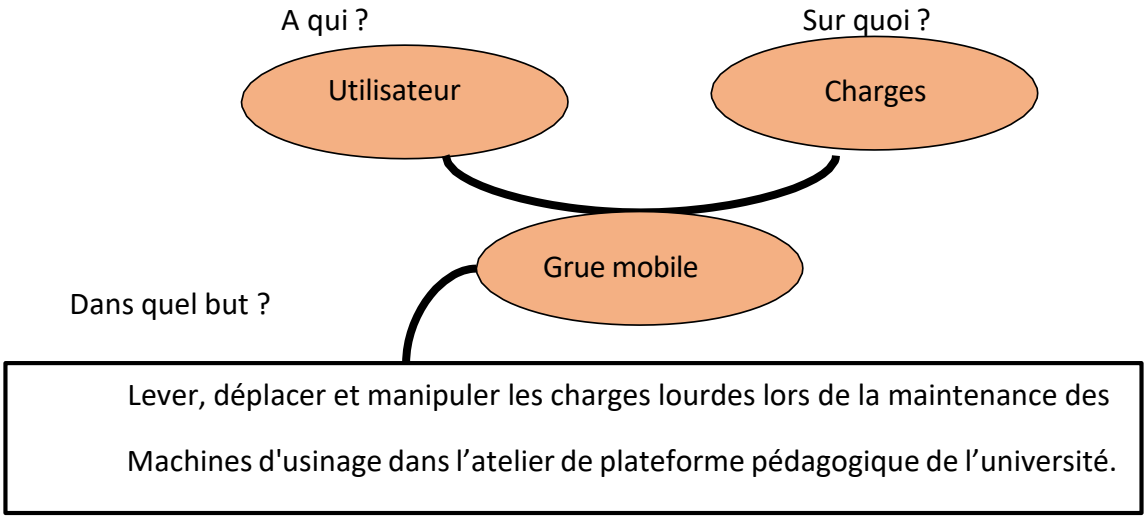


Figure 2. 4: Bête à cornes de la grue mobile.

2.3.2.2.2 Validation du besoin :

La validation du besoin consiste à se poser les trois questions suivantes :

Pourquoi le besoin existe-t-il ? (Raison) :

Parce que c'est fatigant et difficile de lever et déplacer les différentes pièces lourdes des machines d'usinage lors de la maintenance.

Pourquoi le besoin existe-t-il ? (But) :

Pour faciliter le levage et le déplacement des charges lourdes dans l'atelier de plateforme pédagogique de l'université

Qu'est-ce qui pourrait faire évoluer ou disparaître ce besoin ? :

Le monte-charge est nécessaire pour lever et déplacer les charges lourdes, et sans eu ça sera difficile et nécessite un effort énorme, une perte de temps et ça peut impliquer aussi des dommages (chute, blessure…).

2.3.2.2.3 Diagramme de Pieuvre :

Le diagramme de pieuvre est un outil graphique qui permet d'identifier les fonctions principales (FP) et contraintes (FC) d'un produit en représentant ses interactions avec les éléments de son environnement.

Fonctions principales (FP) : c'est pourquoi le produit existe. Une fonction principale relie toujours deux composantes en passant par le produit ;

Fonctions contraintes (FC) : ce qui permet d'adapter le produit à son environnement immédiat. Une fonction complémentaire ne relie le produit qu'à une composante à la fois.

Inventaire systématique du milieu environnant :

- **Milieu physique :**
  - Milieu ambiant (vent, humidité, eau, chaleur, froid, luminosité, poussière, sève).
  - Cep de vigne (forme, dimensions).
- **Milieu technique :** Energie électrique (autonomie, recharge).
- **Milieu humain :** Opérateur (ergonomie, esthétique, poids, bruit, sécurité).
- **Milieu économique :** Critères de qualité (maintenance, coût).[6]
  - **Démarche :**

En prenant notre cas de treuil :

1- On isole le produit

2- On recherche et on place les éléments du milieu extérieur en relation avec le produit

3- On recherche et on place les fonctions de service principales, complémentaires ou contraintes.[6]

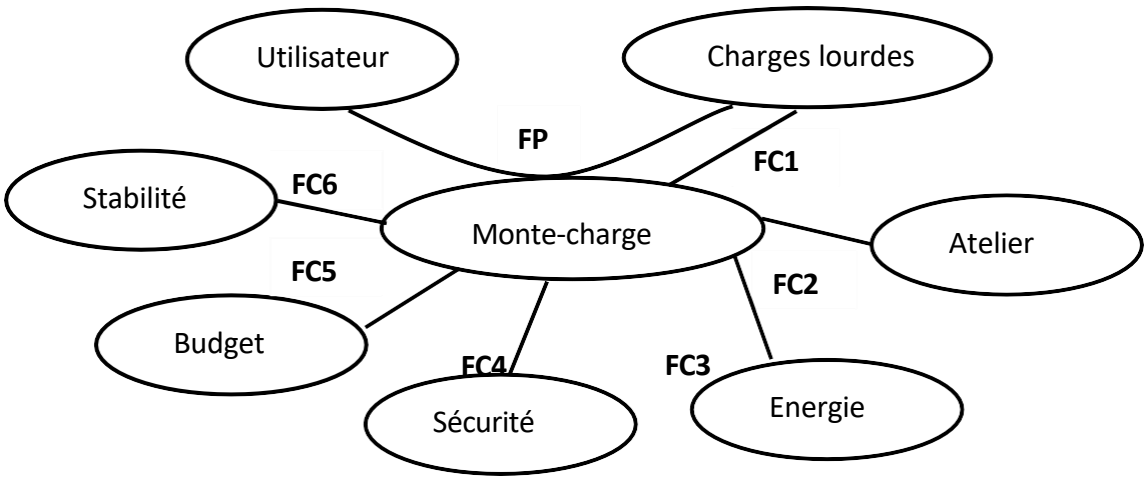


Figure 2. 5: Diagramme pieuvre de la grue mobile.

Formulation des fonctions

FP : Lever et déplacer les charges lourdes.

FC1 : Doit retenir le maximum des charges.

FC2 : Doit être placé dans l'atelier d'université.

FC3 : Doit fournir un minimum d'effort par l'utilisateur.

FC4 : Avoir toutes les mesures de sécurité.

FC5 : Avoir un budget raisonnable.

FC6 : Être stable.

2.3.2.3 Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF) :

Le CdCF, défini par la norme NF X 50-151, est un document qui exprime les besoins du demandeur sous forme de fonctions à remplir et de contraintes à respecter. Chaque fonction est associée à un critère d'évaluation, un niveau attendu et un degré de flexibilité.

Il permet de structurer le besoin et de guider la conception par une démarche à la fois systémique et analytique.[5]

Critère : caractère retenu pour apprécier la manière dont une fonction est remplie ou une contrainte respectée.

Niveau : grandeur repérée dans une échelle adoptée pour le critère considéré.

Tableau 2. 1 : CdCF de la grue mobile.

Repères	Fonctions	Critères	Niveaux
FP	Lever et déplacer les charges lourdes.	Hauteur Position	2m Mobile
FC1	Doit retenir le maximum de charge.	Charges	Capable du levage du trainarddutour250kg.
FC2	Doit être placé dans l'atelier d'université.	Dimensions	Avoir un volume approprié pour éviter L'encombrement.
FC3	Doit fournir un minimum d'effort par l'utilisateur.	La capacité	Possibilité d'utilisation par une seule personne.
FC4	Avoir toutes les mesures de sécurité.	Sécurité	Respecter les conditions d'utilisation.
FC5	Avoir un budget raisonnable.	Le cout	Comparable à la concurrence.
FC6	Être stable.	La stabilité	Être stable.

2.3.2.4 Analyse fonctionnelle interne (AFI) ou analyse fonctionnelle technique :

La norme NF X 50-151 définit l'AFI comme étant la partie de l'analyse fonctionnelle qui contribue à étudier et à formaliser l'architecture du produit en identifiant les fonctions techniques des sous-ensembles ou composants.

L'AFI concerne le produit lui-même, car l'objectif est d'améliorer son fonctionnement ou ses propriétés, de réduire son prix d'achat, son coût d'utilisation et son coût d'entretien. Il s'agit de comprendre l'intérieur de la boite noire pour en comprendre l'architecture, la combinaison des constituants et les fonctions techniques. [5]

L'objectif de l'analyse fonctionnelle interne d'un produit est d'observer une solution existante ou imaginée pour :

- Analyser son organisation (fonctions techniques).
- Observer la réponse aux exigences du CdCf.
- Distinguer ce qui participe directement à la réalisation des services (chaînes fonctionnelles – états). [6]

Plusieurs outils existent pour décrire le point de vue du concepteur afin de faire comprendre le système du point de vue mainteneur, On a choisi la méthode FAST.

2.3.2.5 La méthode FAST :

La méthode FAST (Fonctionnel Analysais System Technique) est une technique de représentation fonctionnelle développée par **Charles W. Bytheway**. Elle permet de structurer la réflexion autour des fonctions à assurer par un système, en les organisant selon leur enchaînement logique.

- **Les fonctions de service :** constituent une relation entre le système et le milieu extérieur.
  Il faut souvent plusieurs fonctions de service pour répondre à un besoin.
- **Les fonctions techniques :** sont internes au produit, elles sont choisies par le constructeur dans le cadre d'une solution, pour assurer une fonction de service.

La méthode s'appuie sur une technique interrogative. En partant d'une fonction principale, elle présente les fonctions dans un enchaînement logique en répondant aux trois questions :

- ❖ **Pourquoi ?** pourquoi une fonction doit-elle être assurée ?
- ❖ **Comment ?** Comment cette fonction doit-elle être assurée ?
- ❖ **Quand ?** Quand cette fonction doit-elle être assurée ? [6]

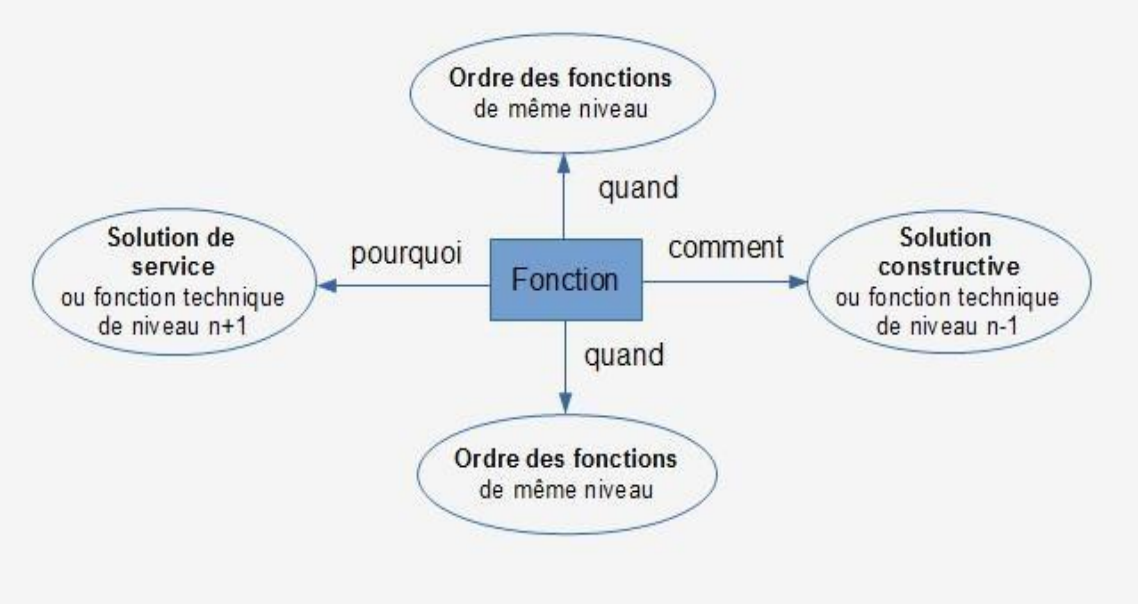


Figure 2. 6: Diagramme FAST.

- **Application de diagramme FAST sur le monte-charge :**

On a utilisé la méthode FAST pour choisir des solutions pour construire finalement le produit En appliquant cette méthode on a trouvé le diagramme suivant :

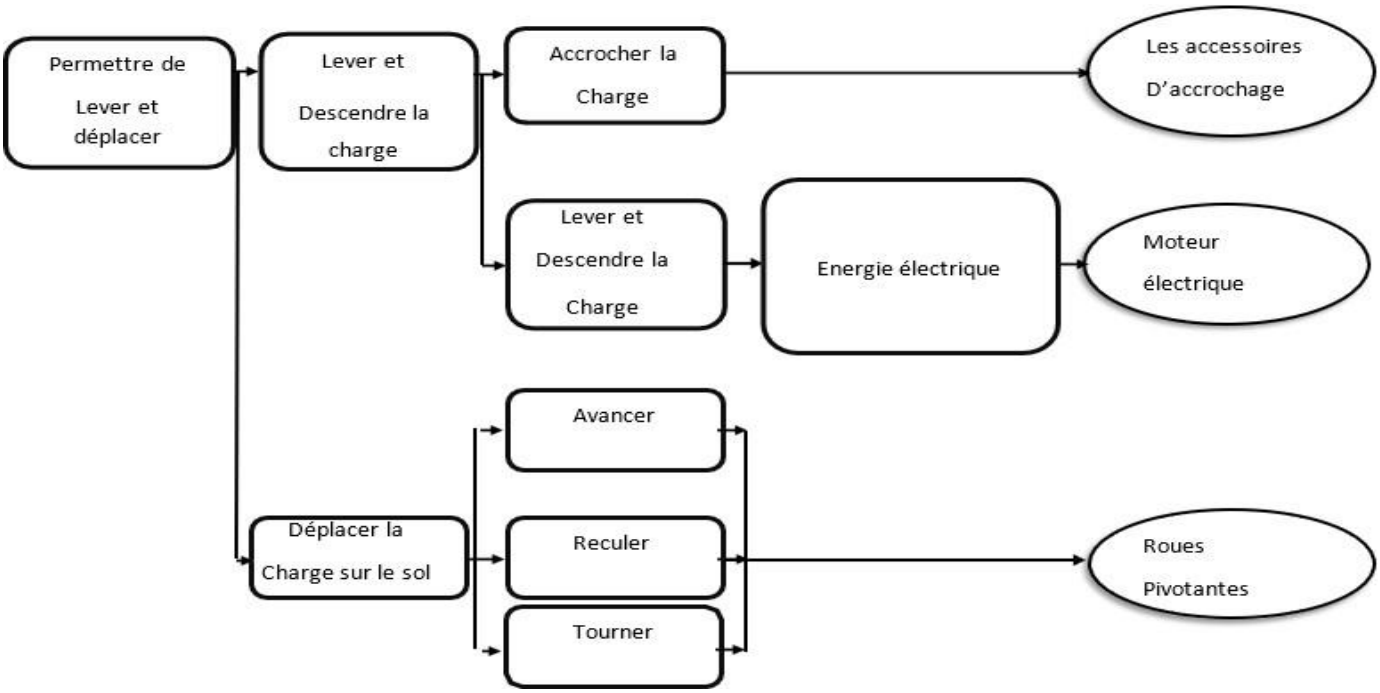


Figure 2. 7: Diagramme FAST de la grue mobile.

2.3.3 Recherche de la solution optimale :

2.3.3.1 La solution optimale :

La recherche de la solution optimale repose directement sur les besoins exprimés dans le Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF), ainsi que sur l'étude préalable réalisée dans le premier chapitre concernant les types d'appareils et engins de manutention existants.

Pour cela, il existe un outil simple, un treuil permet qui permet de réaliser des opérations de levage en toute sécurité.[7]

2.3.3.2 Caractéristiques importantes :

Dans le cadre du choix et de la conception d'un système de levage adapté à un environnement d'atelier, plusieurs caractéristiques techniques sont à prendre en compte. Ces paramètres influencent directement les performances, la sécurité et l'adaptabilité de la grue aux besoins identifiés dans le Cahier des Charges Fonctionnel (CdCF).

Les caractéristiques importantes apprendre en compte sur monte-charge sont :

- Charge maximale autorisée
- Hauteur maximale de levage
- Caractéristiques de la flèche
- Type de châssis
- Options [7]

2.3.3.3 Fonctionnement et utilité :

Un monte-charge motorisé fonctionne grâce à un moteur électrique qui entraîne un tambour rotatif. Ce tambour enroule ou déroule un câble (ou une chaîne), permettant ainsi de soulever, abaisser ou tirer une charge. Le système peut être équipé de freins, de limiteurs de couple, ou de réducteurs pour garantir un mouvement sûr et contrôlé.

Utilité :

Soulever ou déplacer des charges lourdes sans effort humain.

Assurer un levage sécurisé et contrôlé dans des systèmes comme les treuils, grues, palans.

Optimiser la manutention dans les ateliers, chantiers ou entrepôts.[7]

CHAPITRE 3 :

Conception du

Grue mobile

3 Conception du Grue mobile

3.1 INTRODUCTION :

Dans ce chapitre on va présenter les résultats de la conception finale effectuée sur le logiciel SolidWorks : les différentes pièces et l'assemblage final.

Après avoir dimensionné tous les éléments du notre mécanisme (**monte-charge**).

3.2 Introduction au logiciel SOLIDWORKS :

SolidWorks est une application permet de conception mécanique 3D utilisée pour créer des modèles, des assemblages et des dessins techniques.

- Concevoir des pièces en 3D.
- Assembler des pièces.
- Créer des mises en plan 2D.
- Gérer les données de conception.
- Communiquer et collaborer.
- Créer des présentations visuelles.

3.2.1 Fonctionnement :

Le logiciel est un modeleur 3D utilisant la conception paramétrique, dépend sur des fonctions dont les deux principales catégories sont : les fonctions esquissées et les fonctions appliquées.

3.2.1.1 Fonctions esquissées :

Est une forme 3D créée à partir d'une esquisse 2D qui sert de base pour définir sa forme et ses dimensions à travers des opérations comme l'extrusion ou la révolution, balayage, coulissage.

3.2.1.2 Fonctions appliquées :

Est une opération 3D qui modifie une géométrie existante au lieu d'être créée directement à partir d'une nouvelle esquisse 2D. Par exemple, ajouter un congé sur une arête ou créer une coque dans un solide.

3.2.1.2.1 Notions de base :

Le logiciel présente 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Ces fichiers sont en relation, chaque modification à n'importe quel niveau, se répercutée vers tous les fichiers concernés.

3.2.1.2.2 Pièce :

Dans l'environnement Pièce de SolidWorks, la création d'un modèle 3D repose sur l'assemblage de fonctions volumiques liées par des relations géométriques et des opérations d'ajout ou de retrait de matière.

Cette structure est clairement visualisée dans l'arbre de construction.

Parmi les méthodes de création de volume initial, on distingue :

- ✓ L'extrusion : qui consiste à déplacer une section plane selon une direction perpendiculaire à celle-ci. La forme de cette section est définie au préalable dans une esquisse.
- ✓ Révolution. Déplacement d'une section droite autour d'un axe.
- ✓ Balayage. Déplacement d'une section droite le long d'une trajectoire.

En plus de : Congés et chanfreins, nervures, dépouilles, coque, trous normalisés (perçages, mortaises...). Des fonctions d'ordre logiciel comme la répétition linéaire, circulaire, curviligne ou par symétrie...

3.2.1.2.3 Assemblage :

L'assemblage se fait en combinant diverses pièces ou pièces, qui sont combinées par des relations géométriques (coïncidence, tangence, coaxialité...). Le mécanisme assemblé peut être manipulé et ajusté à l'aide de divers outils (déplacement composants, détection de collision ou d'interférence, mesure des jeux, etc.).

3.2.1.2.4 Mise en plan :

Les dessins concernent à la fois les pièces (le dessin d'identification) et l'assemblage (le dessin général des assemblages). Leur principe général est de créer des projections pour obtenir un plan final d'une pièce. On peut estimer mettre 2 fois moins de temps qu'avec un outil DAO (temps de conception et exécution du dessin).

3.2.1.2.5 Relations associés et extensions des fichiers :

Certaines fonctions supplémentaires interagissent avec le logiciel SolidWorks.

- o SolidWorks Simulation.
- o SolidWorks Motion.
- o SolidWorks Toolbox.
- o SolidWorks composer.

3.3 Résultat de la conception finale :



Figure 3. 1 : Résulta finale de la grue d'atelier.

Nous disposons d'une grue mobile utilisée pour le levage de charges lourdes dans les ateliers. Elle est composée d'une structure en acier robuste, équipée de roues pour le déplacement, et d’un palan électrique pour lever et abaisser les équipements facilement et en toute sécurité.

3.3.1 Définition fonctionnelle de chaque pièce :

Bras de levage :

Pièce métallique horizontale qui s'étend depuis la colonne et supporte la poulie et le câble. Permet de positionner la charge à une certaine distance de la structure principale.

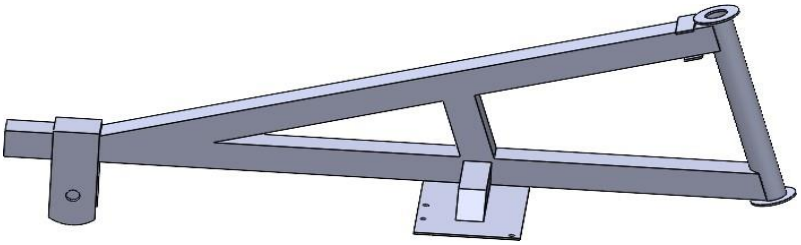


Figure 3. 2: Bras de levage.

Colonne :

Le Colonne sont les fondements sur lesquels repose tout le groupe, et ils constituent un élément essentiel et important de ce système, Structure verticale principale qui supporte le bras et les parties supérieures et répartit le poids sur la base.

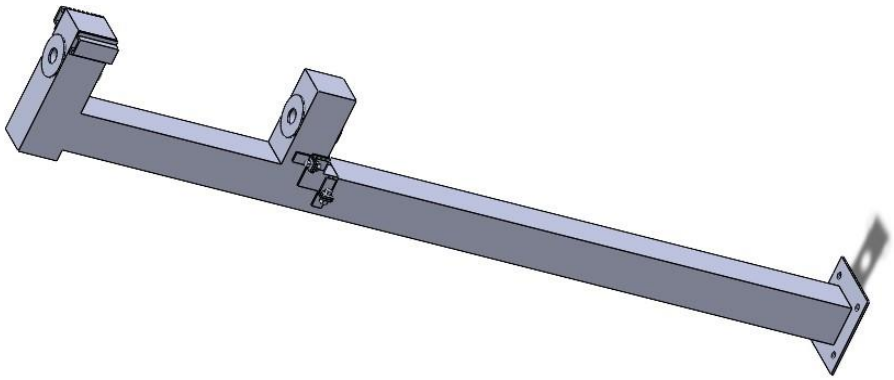


Figure 3. 3: Colonne.

Pilier :

Élément vertical ou incliné renforçant la structure et répartissant la charge entre le bras et la base.

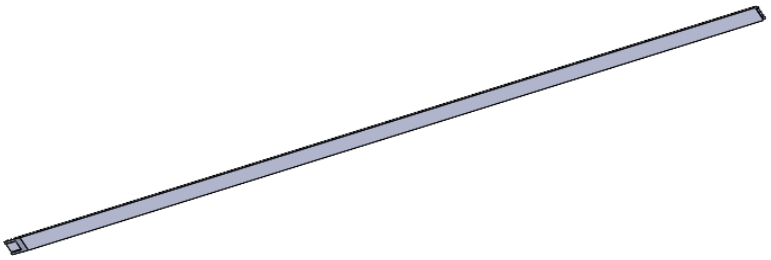


Figure 3. 4: pilier.

La base :

Une base est une structure rigide servant de fondation ou de support pour le montage de composants mécaniques, électroniques ou structurels. Elle garantit la stabilité**,** l'alignement et la distribution des charges à travers la structure.

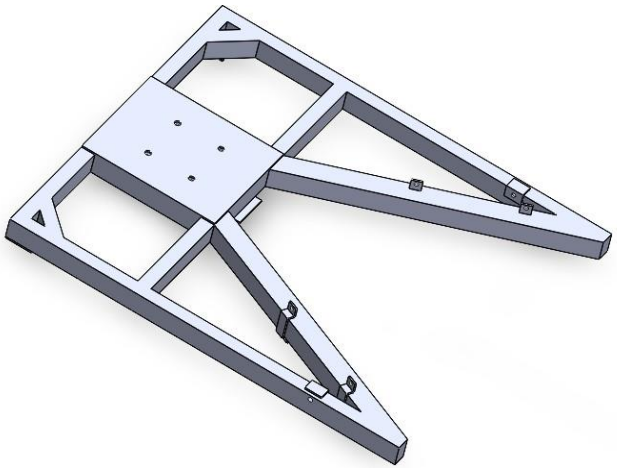


Figure 3. 5: une base.

Jambe :

La structure se compose également de deux parties principales, dont les jambes, qui dirigent et supportent les contraintes de charge.

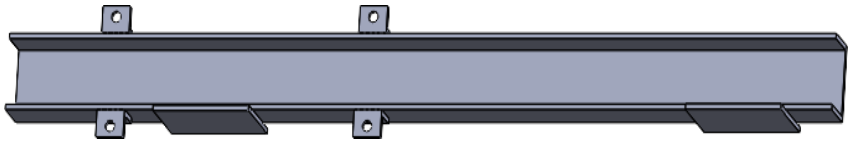


Figure 3. 6: jambe.

Impulsion :

C’est un outil utilisé pour déplacer le chariot élévateur et faciliter son déplacement, surtout lorsqu’il est chargé.

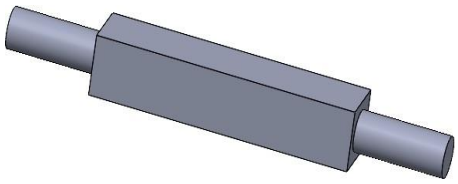


Figure 3. 7: Impulsion.

Moteur :

Un moteur électrique 220V est un appareil motorisé qui sert à tirer ou soulever des charges lourdes à l’aide d’un câble ou d’une sangle, alimenté par le courant électrique domestique (220 volts).

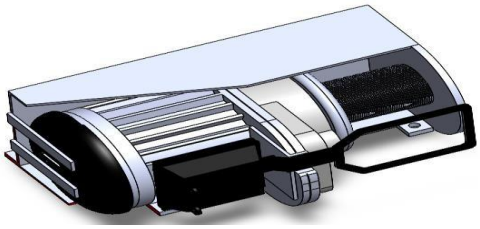


Figure 3. 8: Moteur électrique.[8]

Câble :

Fil métallique robuste utilisé pour transmettre la force de traction ou de levage du moteur à la charge.

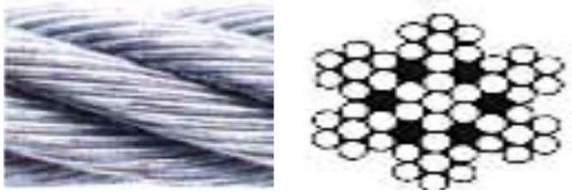


Figure 3. 9: câble

Crochet de levage :

Élément métallique en forme de crochet fixé à l'extrémité du câble, utilisé pour suspendre la charge pendant le levage ou la traction.

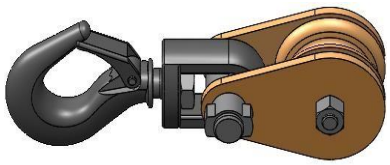


Figure 3. 10: Crochet de lavage.[8]

Poulie :

Roue avec une gorge périphérique utilisée pour guider le câble et réduire la friction lors du changement de direction de la force de traction ou de levage.

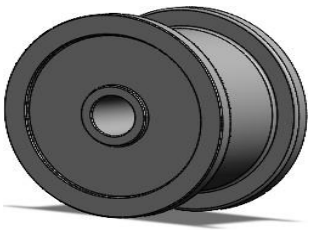


Figure 3. 11: poulie.

Roue :

La grue a été équipée de huit roues afin de garantir sa mobilité pendant le fonctionnement et de résister efficacement aux charges appliquées, Ce sont généralement des roues pivotantes avec freins.

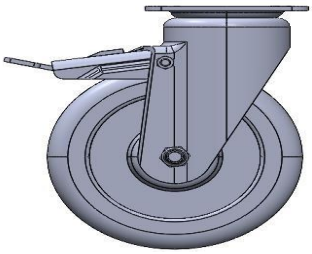


Figure 3. 12: Roue.[8]

Crochet de freinage :

Utilisé pour bloquer le bras et empêcher tout mouvement lorsqu'il n'est pas en fonctionnement. Sert d'élément de sécurité pour protéger l'utilisateur et la machine contre les mouvements inattendus.

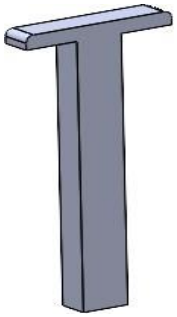
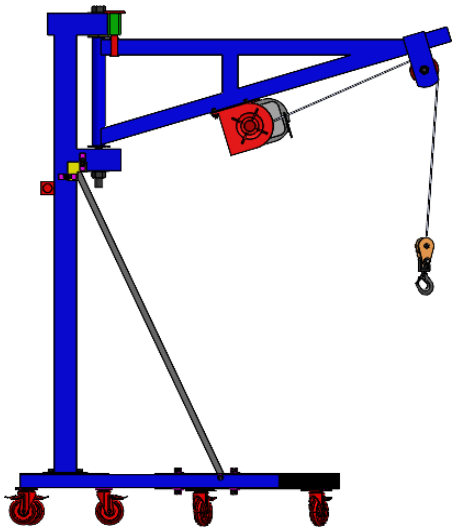
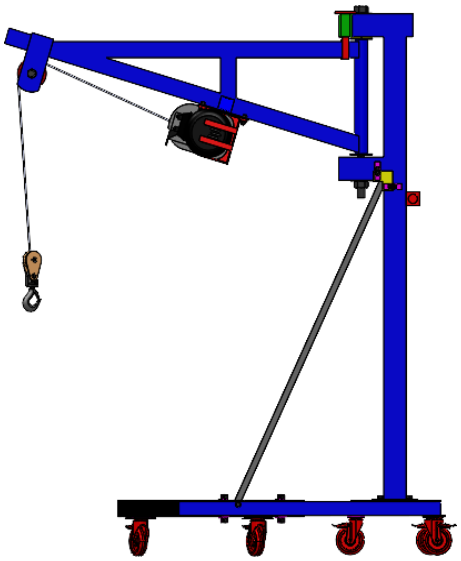


Figure 3. 13: Crochet de freinage.

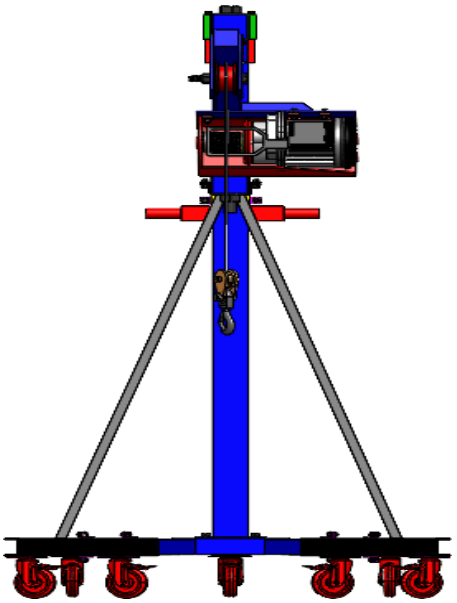
Nous avons maintenant l'assemblage en 3D, représentant la forme suivante ainsi que les six vues différentes selon le système européen.



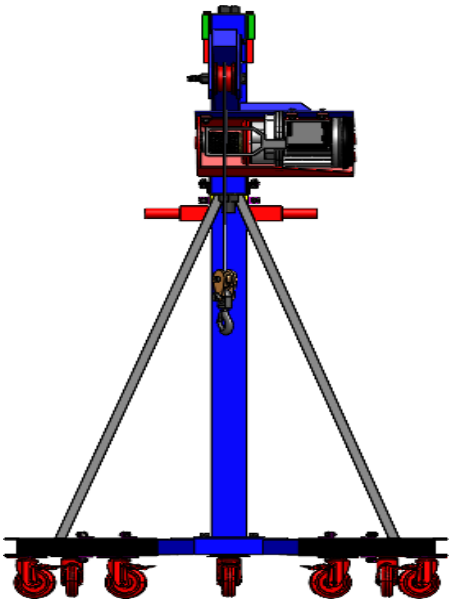
Vue de gauche.



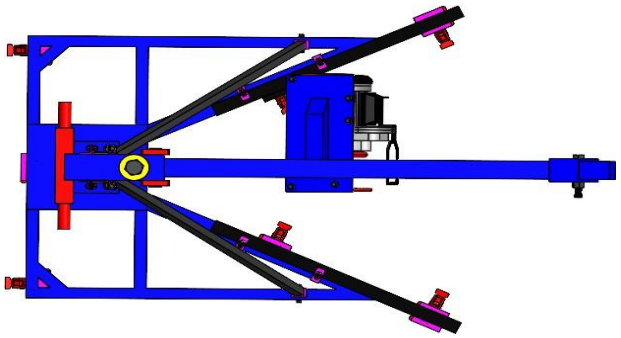
Vue de droit.



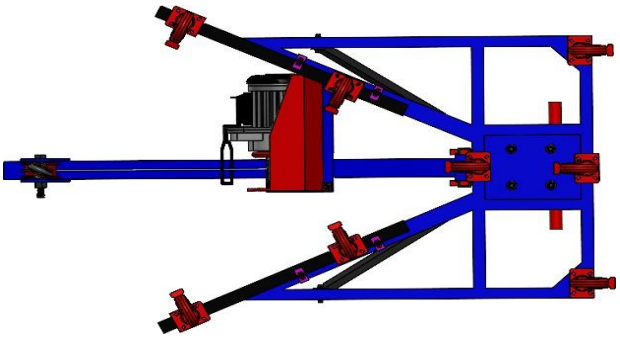
Vue de face.



Vue de derrière.



5) Vue de dessus.



6) Vue de dessous.

Figure 3. 14: Différentes vues de la grue d'atelier.

Nous avons maintenant la vie éclatée qui représente les différentes pièces de monte-charge. Cette représentation permet d'identifier clairement chaque composant de la grue et de mieux comprendre son assemblage.

Elle est essentielle pour le montage, la maintenance ainsi que pour toute opération de réparation. Chaque pièce est nommée avec précision afin de faciliter son repérage dans la phase de fabrication ou de vérification.

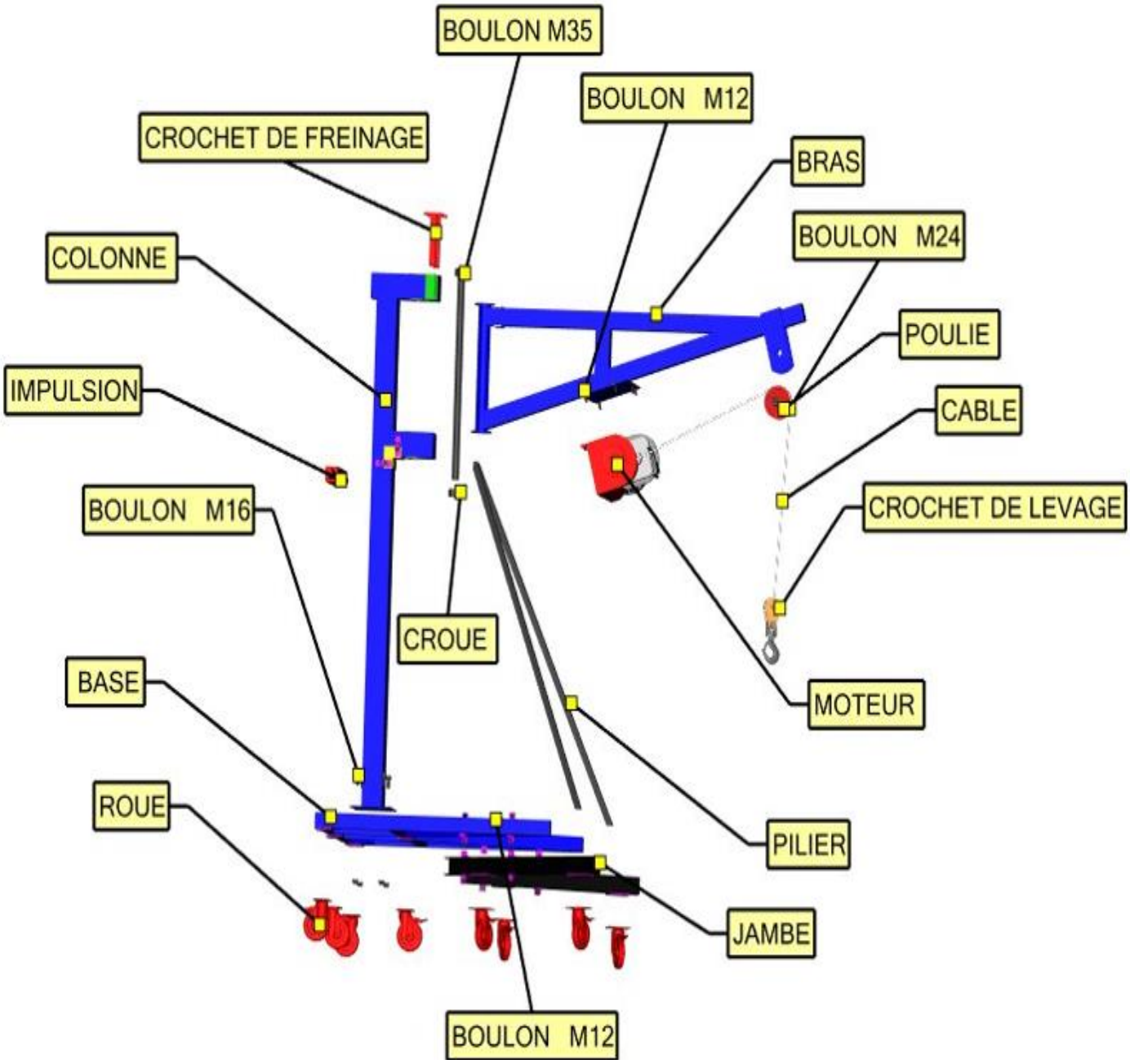


Figure 3. 15: Vue éclatée de la grue d'atelier.

CHAPITRE 4 :

Etude cinématique
et simulation

4 Etude cinématique et Simulation

4.1 Etude cinématique :

4.1.1 Schéma cinématique :

Le schéma cinématique permet de donner une représentation simplifiée d'un mécanisme, à l'aide des symboles afin de faciliter :

- L'analyse de son fonctionnement et de son architecture ;
- L'étude des différents mouvements.

Les principales étapes de la réalisation d'un schéma cinématique sont :

- Détermination des classes d'équivalence.
- Détermination des liaisons.
- Réalisation du graph des liaisons.
- Tracé du schéma cinématique.

4.1.2 Détermination des classes d'équivalence :

` Une classe d'équivalence est un groupe des pièces fixes les unes par rapport aux autres. Donc, on définit les classes d'équivalences suivant :

- Classe 1 : Base
- Classe 2 : colonne
- Classe 3 : bras
- Classe 4 : La charge.

Détermination des liaisons :

Cette étape nous permet d'identifier les liaisons géométriques entre les classes d'équivalences :

Tableau 4. 1 : Liaisons géométriques entre les classes d'équivalences.

Etude	Et	Nb de ddl	Nom de liaison
Base	**Colonne**	**0**	**Encastrement**
Colonne	**Bras**	**1**	**Pivot**
Base	**Roues**	**1**	**Glissière**
Bras	**Moteur**	**0**	**Encastrement**
Tirants	**Colonne**	**0**	**Encastrement**

4.1.3 Réalisation du graph des liaisons :

Ou graph de structure, est un outil indispensable pour la résolution des mécanismes, il permet d'élaborer des stratégies de résolution des mécanismes.

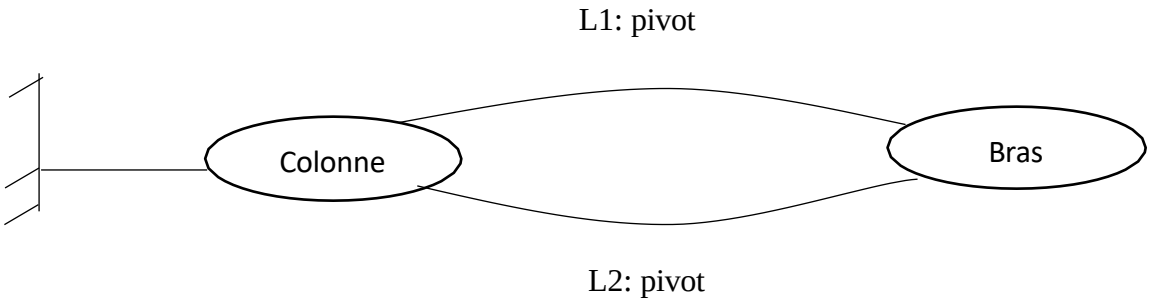


Figure 4. 1: Graph des liaisons de la grue mobile.

Liaison équivalent :

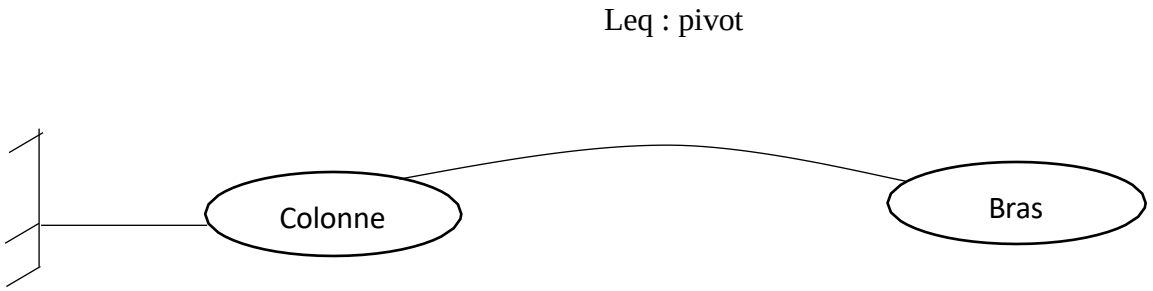


Figure 4. 2: Graph des liaison équivalent.

4.1.4 Tracé du schéma cinématique :

Finalement on obtient le schéma cinématique suivant :

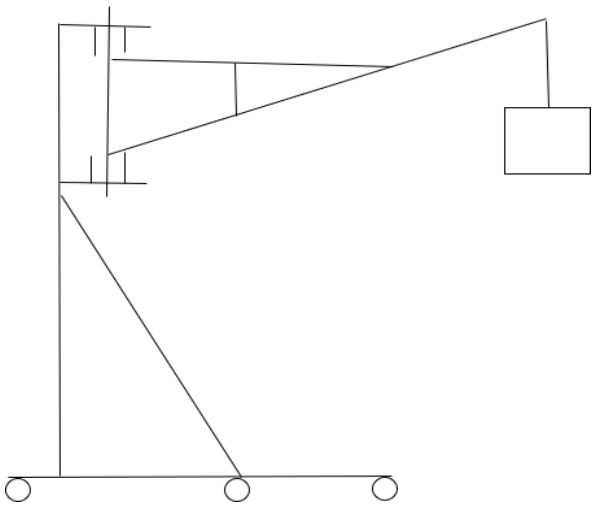


Figure 4. 3: Schéma cinématique de la grue mobile.

4.2 SIMULATION :

4.2.1 Statique :

4.2.1.1 Introduction :

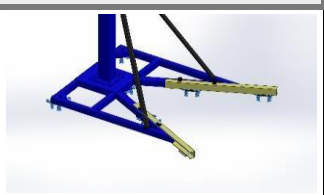
Ce chapitre présente une étude numérique approfondie d'un treuil mécanique en utilisant le module de simulation de SolidWorks. L'objectif est d'évaluer la performance structurelle de l'assemblage via la méthode des éléments finis (MEF), en mettant en évidence la répartition des contraintes, les déformations et les zones critiques sous chargement statique. Cette observation confirme la pertinence du modèle étudié et soutient la décision de poursuivre avec cette conception pour une mise en production.

Modèle du monte-charge étudié :



L'image suivante montre le modèle 3D du treuil analysé. Il s'agit d'un assemblage complexe constitué de composants en acier, modélisé sous SolidWorks.

Chargements et conditions aux limites :

Nom du déplacement imposé	Image du déplacement imposé	Détails du déplacement imposé
Fixe-2		**Entités : 1 arête(s), 6 face(s)** **Type : Géométrie fixe**

Forces résultantes

Composants	X	Y	Z	Résultante
Force de réaction(N)	-0,00231934	12 000	0,000366211	12 000
Moment de réaction (N.m)	0	0	0	0

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		**Entités : 3 face(s)** **Référence : Arête< 1 >** **Type : Force** **Valeurs : ---; ---; 4 000 N**

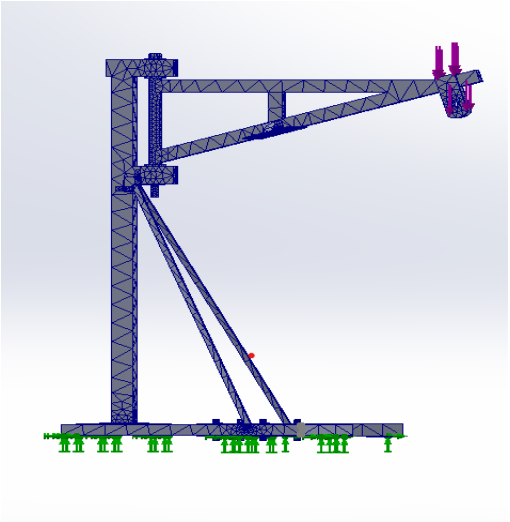
Propriétés des matériaux :

Le tableau suivant résume les propriétés mécaniques de l'acier utilisé dans le modèle étudié.

Matériaux : AISI 1045 Acier étiré à froid

Propriété	Valeur
Densité	7850 kg/m³
Module d'élasticité (E)	2.05×10^{11} N/m²
Coefficient de Poisson	0.29
Limite d'élasticité	530 MPa
Résistance à la traction	700 MPa
Module de cisaillement (G)	8×10^{10} N/m²

Maillage du modèle :



Le maillage est généré à l'aide de la méthode « Blended curvature-based ». Un maillage de qualité garantit des résultats de simulation précis et fiables.

Forces résultantes :

Forces de réaction :

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	-0,00231934	12 000	0,000366211	12 000

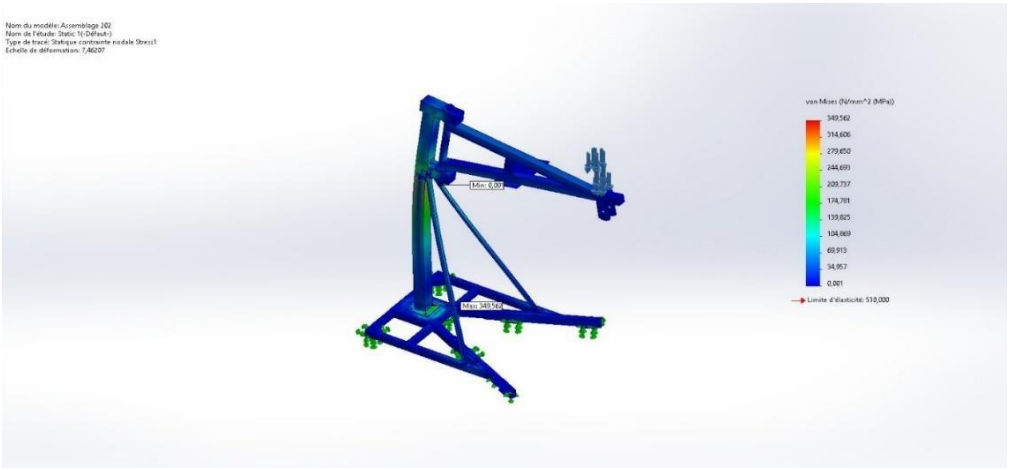
Moments de réaction :

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N.m	0	0	0	0

Les efforts mécaniques et les conditions aux limites sont appliqués de manière à simuler les contraintes réelles d'utilisation. Les liaisons sont considérées comme entièrement liées, sans frottement.

Contraintes de Von Mises :

Nom	Type	Min	Max
Stress1	VON : contrainte de von Mises	0,001N/mm^2 (MPa) Noeud : 11627	349,562N/mm^2 (MPa) Noeud: 22513

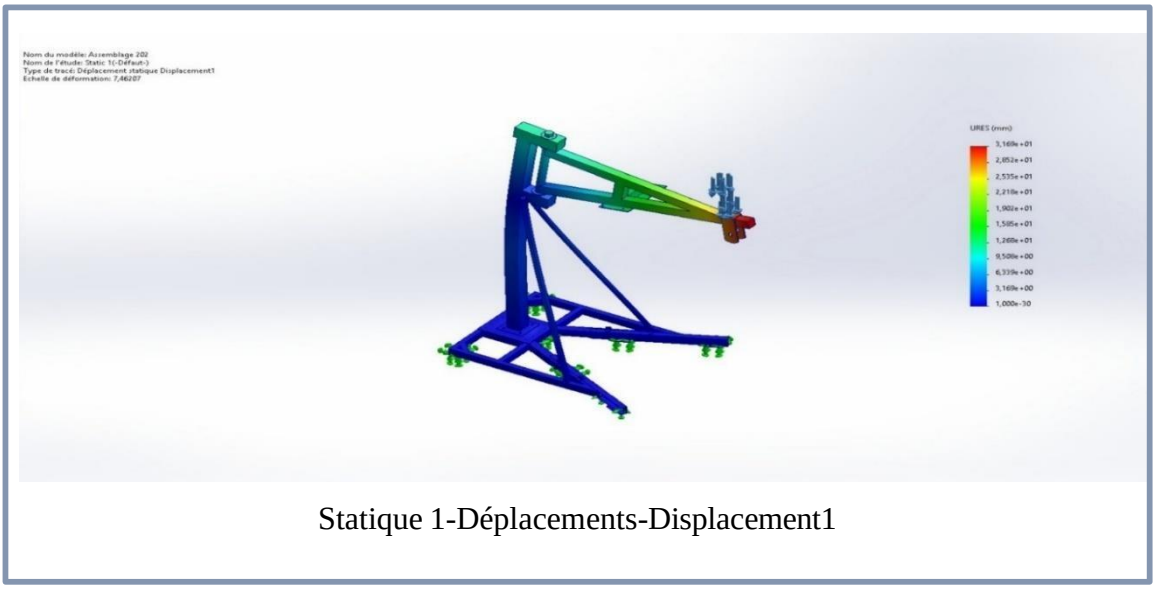


Statique 1-Contraintes-Stress1

Les contraintes de Von Mises permettent d'identifier les zones potentiellement critiques. Les résultats montrent que la majorité des pièces restent en dessous de la limite élastique.

Déplacements :

Nom	Type	Min	Max
Displacement 1	URES : Déplacement résultant	0,000e+00mm Noeud : 5706	3,169e+01mm Noeud : 11912



Statique 1-Déplacements-Displacement1

Le modèle présente des déplacements conformes à ce qui est attendu pour les charges appliquées. Les zones les plus déformées sont représentées ci-dessous.

Déformations :

Nom	Type	Min	Max
Strain1	ESTRN : Déformation équivalente	5,900e-09 Elément : 4655	1,120e-03 Elément: 10148



Statique 1-Déformations-Strain1

L'image montre les résultats de la déformation équivalente sous un chargement statique appliqué sur la structure du système de levage. Les valeurs de déformation varient entre et, indiquant une réponse mécanique raisonnable du système. La zone présentant la déformation maximale se situe au niveau du bras supérieur, ce qui est cohérent avec la localisation des charges appliquées. Ainsi, on peut conclure que la structure fonctionne dans le domaine élastique et qu'elle reste conforme aux exigences de résistance et de sécurité**.**

Cas 02

Dans ce cas, nous appliquons les mêmes étapes précédentes, mais la position du bras diffère de sorte qu'il tourne selon un angle de 90˚.



On va trouver les résultats suivants :

Forces résultantes :

Forces de réaction :

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N	-0,00390625	12 000	0,00170898	12 000

Moments de réaction :

Ensemble de sélections	Unités	Somme X	Somme Y	Somme Z	Résultante
Modèle entier	N.m	0	0	0	0

Contraintes de Von Mises :

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VON : contrainte de von Mises	7,313e+02N/m^2 Noeud: 11346	3,528e+08N/m^2 Noeud: 12554



Statique 2 -Contraintes-Contraintes1

Dans ce cas aussi, Les résultats montrent que la majorité des pièces restent en dessous de la limite élastique.

Déplacements :

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES : Déplacement résultant	0,000e+00mm Noeud : 5596	3,494e+01mm Noeud: 11846



Statique 2 -Déplacements-Déplacements1

L'analyse statique montre un déplacement maximal de 34,94 mm au niveau du crochet, soit le point le plus sollicité.

Les zones bleues (près de 0 mm) indiquent une bonne rigidité au niveau de la base.

La déformation suit une distribution cohérente, avec un gradient régulier du bas vers le bras de levage. Cela confirme une conception globalement stable, malgré une flexibilité notable au niveau du bras supérieur**.**

Déformation :

	Type	Min	Max
Déformations1	ESTRN : Déformation équivalente	4,299e-09 Elément : 4131	1,097e-03 Elément : 11240



Statique 2 Déformations-Déformations1

La déformation maximale atteinte est de 1,097e-03, située dans un élément du bras supérieur. Les valeurs faibles observées indiquent une bonne résistance globale de la structure. Les zones critiques restent localisées et ne présentent pas de déformation excessive. Cela confirme que le dimensionnement est mécaniquement cohérent pour une utilisation statique

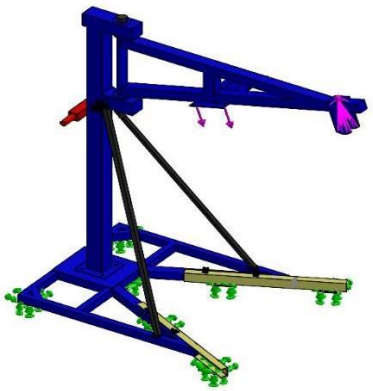
Comparaison entre les deux études :

Paramètre	Statique 1	Statique 2	Différence	Observation
Contraintes max (MPa)	349.6	352.8	3.24	
Déplacement max (mm)	31.69	34.94	3.25	
Déformation max	0.00112	0.001097	2.3e-05	

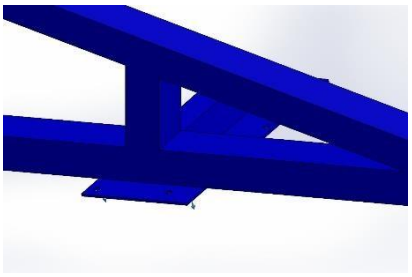
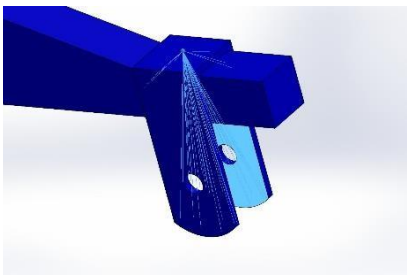
On constate une très légère hausse de la contrainte et du déplacement maximal dans l'étude Statique 2, probablement liée à un maillage un peu moins dense. Cependant, la qualité géométrique du maillage y est meilleure comme le montre le ratio d'aspect plus bas. Le facteur de sécurité reste dans une zone sûre pour les deux cas.

Dynamique :

Dans ce cas d'étude on va remplacer la charge par une masse, et on va ajouter une force de 20N au lieu de moteur.

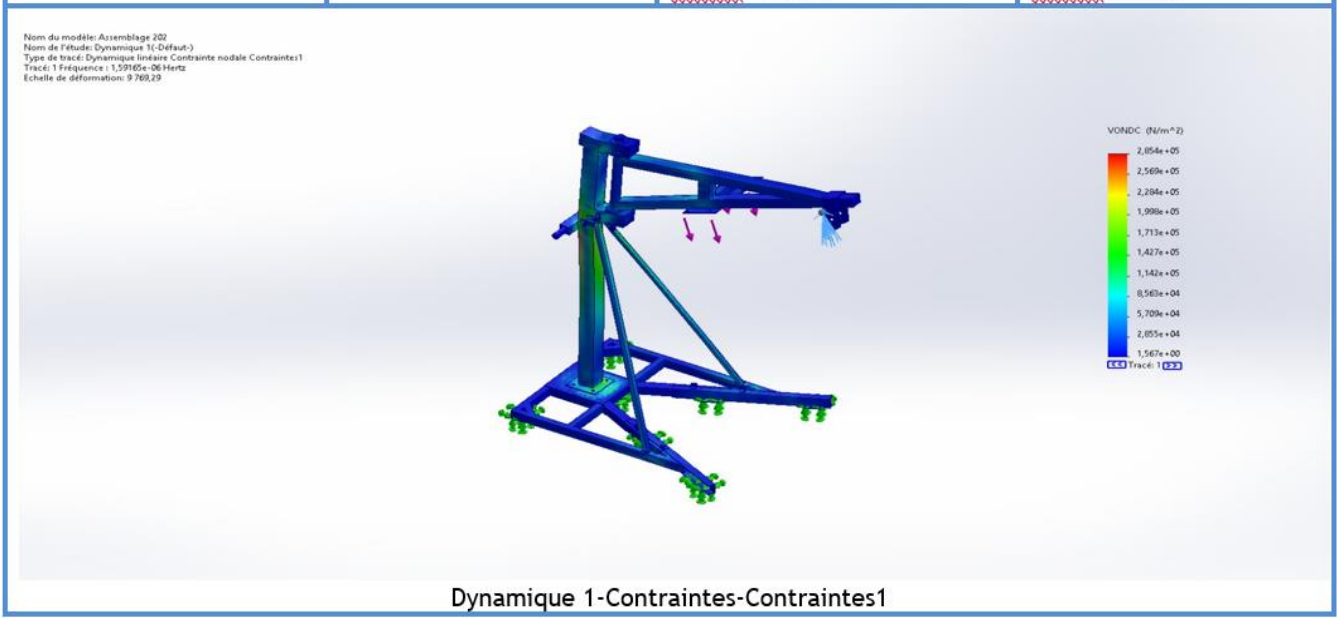


Chargements et conditions aux limites :

Nom du chargement	Image du chargement	Détails du chargement
Force-1		**Entités:** 1 face(s) **Type:** Force normale **Valeur:** -20 N
Chargement/ Masse à distance (connexion rigide) -1		**Entités:** 2 face(s) **Type:** Chargement/Masse (connexion rigide) **Système de coordonnées:** Coordonnées cartésiennes globales **Force Valeurs:** ---; ---; --- N **Moment Valeurs:** ---; ---; --- N.m **Coordonnées de référence:** 500 500 850 mm **Masse à distance:** 400 kg **Moment d'inertie:** 0;0;0;0;0;0 kg.m^2 **Composants transférés:** NA

Contraintes de Von Mises :

Nom	Type	Min	Max
Contraintes1	VONDC : von Mises	1,567e+00N/m^2 Noeud: 21064	2,854e+05N/m^2 Noeud: 21386



Dynamique 1-Contraintes-Contraintes1

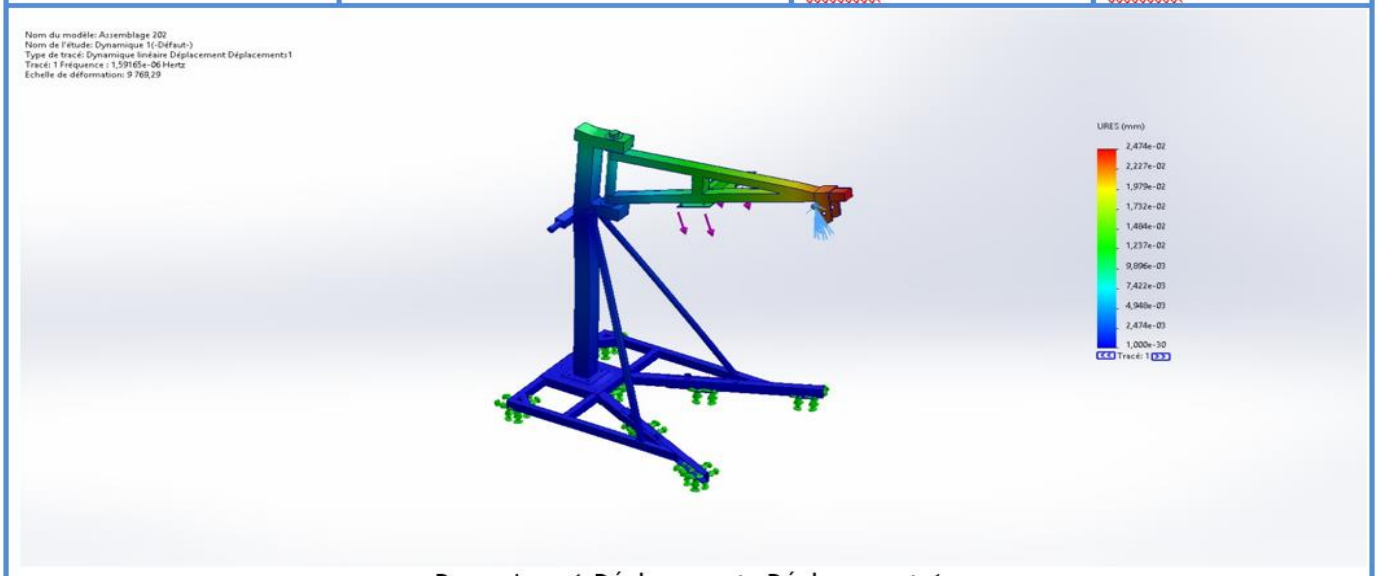
L'analyse statique montre un déplacement maximal de 34,94 mm au niveau du crochet, soit le point le plus sollicité.

Les zones bleues (près de 0 mm) indiquent une bonne rigidité au niveau de la base.

La déformation suit une distribution cohérente, avec un gradient régulier du bas vers le bras de levage. Cela confirme une conception globalement stable, malgré une flexibilité notable au niveau du bras supérieur.

Déplacement :

Nom	Type	Min	Max
Déplacements1	URES : Déplacement	0,000e+00mm Noeud: 21115	2,474e-02mm Noeud: 11803



Dynamique 1-Déplacements-Déplacements1

Cette image montre une simulation dynamique linéaire d'un système de levage sous SolidWorks.

Elle représente les déplacements (en mm) causés par une excitation à une fréquence de 1,59 Hz. Les couleurs indiquent l'amplitude des déplacements : faible (bleu) à élevé (rouge). La déformation est amplifiée visuellement (échelle 9769,29) pour une meilleure lecture.

Mode de vibration (extrait) :

Mode No	Fréquence (Hertz)	Direction X	Direction Y	Direction Z
1	**2,3252**	**0,034859**	**1,9938e-06**	**0,71364**
2	**4,9573**	**0,12673**	**0,61684**	**0,0059892**
3	**18,277**	**0,69192**	**0,13735**	**0,035093**

Mode No	Fréquence (Hertz)	Direction X	Direction Y	Direction Z
4	**37,113**	**0,005442**	**4,6336e-05**	**0,08717**
5	**64,038**	**0,00079526**	**9,5725e-06**	**0,012022**
6	**65,835**	**0,001202**	**0,0016189**	**0,00039425**
7	**70,834**	**0,00022767**	**7,4821e-06**	**0,0043733**
8	**74,475**	**0,0024104**	**7,3081e-07**	**4,5568e-05**
9	**88,102**	**0,00012428**	**8,4702e-05**	**0,00018772**
10	**98,669**	**0,00055689**	**3,6088e-05**	**0,015759**
11	**132,17**	**0,00046759**	**0,04103**	**0,00014056**
12	**178,49**	**1,3259e-05**	**0,00053014**	**1,9765e-05**
13	**180,72**	**4,9508e-06**	**0,0073153**	**4,1767e-05**
14	**186,23**	**5,454e-05**	**0,0010543**	**0,0016556**
15	**194,37**	**0,0033922**	**0,032246**	**4,9145e-05**
		Somme X = 0,86819	**Somme Y = 0,83817**	**Somme Z = 0,87658**

Ce tableau présente les modes de vibration d'une structure, avec leurs fréquences (en Hz) et leurs amplitudes dans les directions X, Y et Z. Les valeurs montrent comment la structure vibre différemment selon chaque mode. Les sommes en bas indiquent l'accumulation des amplitudes pour chaque direction, révélant une répartition relativement équilibrée entre les trois axes. Cela suggère que la structure est sollicitée de manière similaire dans toutes les directions.

4.2.2 Critère de choix :

4.2.2.1 Choix de moteur :

Données de base :

- Force (F) = 4000 N
- Hauteur (h) = 2 m
- Levage vertical = pas de frottements inclinés
- Vitesse = 0.05m/s

- Rendement du système (η) ≈ 0.8 (80%)
- Temps Estimé pour 2m = 2 / 0.05 = 40 seconds

On a P=F·v

- F : (4000 N)
- v : Vitesse vertical

Étape 1 : Calcul de la puissance (Watt)

- Formule **:** P = (F × v) / η

Application :

- P = (4000 × 0.05) / 0.8 = 250 Watts.

Donc il te faut un moteur d'au moins 300 W pour être tranquille (prévoir une marge de sécurité). [9]



Figure 4. 4 : Electric winch 220v.

4.2.2.2 CHOIX DES CABLES :

Données du système :

Paramètre	Valeur
Type de système	Système de levage mobile avec moteur électrique
Charge maximale	4000 N
Hauteur de levage	2 mètres
Moteur utilisé	Moteur électrique monophasé 220V
Matériau du câble	Acier carbone galvanisé
Facteur de sécurité	5

Calculs de dimensionnement :

Force de rupture nécessaire (F_r) :

- F_u=4000N

- $F_r=F_u\times F_s$
- $F_r=4000\times5=20000N$

Section minimale du câble(S) :

Résistance à la traction du matériau : R=1770MPa $=1.77\times10^9N/m^2$

- $S=F_r/R = 20000/1.77\times10^9 \approx 1.129\times10^{-5}m^2 = 11.3mm^2$

Diamètre minimum du câble(d) :

- $d = \sqrt{(\frac{4S}{\Pi})} = \sqrt{(4\times11.30/\Pi)} \approx 4$ mm

Diamètre recommandé : 5 mm (marge de sécurité supplémentaire)

Choix du type de câble :

Le type retenu est :

- **6x19** : 6 torons, chacun composé de 19 fils
- **Galvanisé** : résistance accrue à la corrosion
- **Bonne flexibilité** : idéal pour poulies

Spécifications techniques : [10]

Caractéristique	Valeur
Diamètre	5 mm
Charge de rupture minimale	≥ 35 KN
Normes	EN 12385/DIN 3055
Utilisation recommandée	Levage verticale de charge modérée

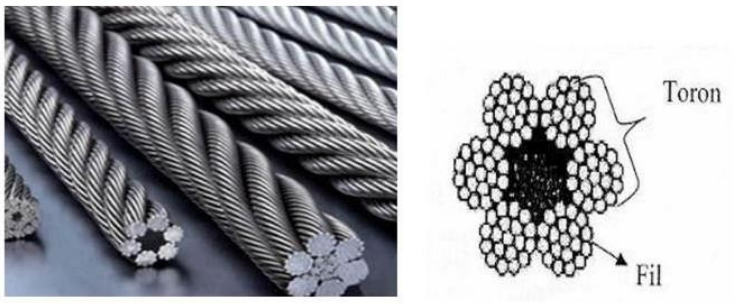


Figure 4. 5: le câble 6x19.

4.2.3 Choix des roues :

Données du problème :

- Charge maximale à lever : F=4000 N
- Hauteur de levage : h=2 m
- Nombre des roues : 8

- Poids propre de la grue : Pg=50 kg
- Accélération gravitationnelle : g=9.81 m/s
- Facteur de sécurité dynamique : S=1.25

Méthode de calcul :

Conversion de la charge maximale en masse(m) :

- $m = f /g = 4000/9.81 \approx 407.75kg$

Masse totale supportée (charge + structure) :

- $m_t = 407.75+50=457.75kg$

Poids total(F_t) :

- $F_t= m_t \times g =457.75\times9.81 \approx 449O.5N$

Application du facteur de sécurité :

- $F_s = 4490.5\times1.25 \approx 5613.12N$

Répartition de la charge sur les 8 roues :

- Fr = 5613.12/8 ≈702N

Sélection du type de roue :

Pour garantir la sécurité, la stabilité et une bonne maniabilité de la grue dans l'atelier, les critères suivants sont recommandés pour chaque roue :

- Charge admissible minimal : ≥ 700 N
- Diamètre recommandé : ≥ 100 mm (facilite le roulement sur sol irrégulier)

Type de roue :

- **Matériau** : Polyuréthane ou caoutchouc thermoplastique (TPR) avec noyau métallique
- **Roues pivotantes avec frein** : roues (de préférence aux extrémités)
- **Roulements** : à billes pour un déplacement fluide
- **Fixation** : par platine ou goujon selon le châssis [11]

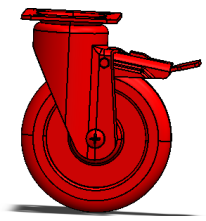


Figure 4. 6: la roue.

4.2.4 Choix de poulie :

Basé sur les données précédentes

✓Calcul du diamètre minimum de la poulie

Le diamètre minimal D_m de la poulie est déterminé selon le diamètre du câble d par la relation suivante (norme mécanique) :

$D_m \geq 20 \times d = 100mm$

Nombre de gorge :

Le système étant basé sur un seul câble, un simple enrouleur à gorge est nécessaire. [12]

Caractéristique	Valeur conseillée
Type de poulie	Poulie fixe à simple gorge
Diamètre	≥ 100 mm
Matériau	Fonte, acier zingué ou plastique renforcé
Mode de fixation	Sur support Où axe

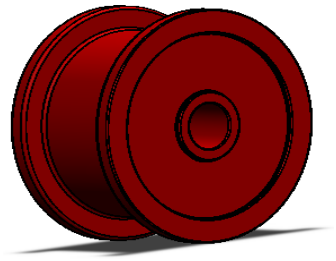


Figure 4. 7: poulie.

4.2.5 Choix de crochet :

Capacité de charge nominale (CMU – Charge Maximale Utile) Le crochet doit supporter la charge utile avec un coefficient de sécurité(k).

- CMU ≥ P× k

  P=4000 N

- K=1,5 à 2 (selon les normes de sécurité)

➢ CMU≥4000×2=8000N=800kg

Choisir un crochet certifié pour ≥ 800 kg

Critère	Recommandation
Forme	Crochet à œil ou à émerillon
Sécurité	Avec linguet de sécurité (verrouillage)
Matériau	Acier forgé ou alliage haute résistance
Certification	Conforme à la norme EN 1677 ou ISO 7597
Fixation	Par émerillon ou chape sous la poulie

Critère finale de choix :[13]

Élément	Choix recommandé
CMU	≥ 800 kg
Type	Crochet forgé avec linguet de sécurité
Fixation	Par œil ou chape
Norme	EN 1677 ou équivalent
Matériau	Acier allié haute résistance



Figure 4. 8 : crochet.

4.2.6 Choix de boulon en cisaillement (à travers une poulie) :

Pour garantir la sécurité du montage, il faut choisir un boulon qui résiste à l'effort de cisaillement appliqué par la poulie.

On applique Loi de la contrainte de cisaillement admissible :

- $\tau \leq \tau adm$ avec $\tau = f/s$

Dans ce cas le boulon a été cisaillé dans deux plans (double shear).

- $\tau = f/2s$ avec $f = 4000N$ et $s=(\pi \cdot d^2/4) \times 2 =(\pi \cdot d^2/2)$

On remplace s par sa valeur :

- $f/(\pi \cdot d^2/2) \leq \tau adm \rightarrow 2f/(\pi \cdot d^2) \leq \tau adm \rightarrow d^2 \geq 2f/(\pi \times \tau adm) \rightarrow d \geq \sqrt{2f/(\pi \times \tau adm)}$

On utilise le matériau d'Acier **inoxydable austénitique X10CrNiS18-9** de module de cisaillement G ≈ **77 GPa**

- $\tau adm = R_e / (\sqrt{3} \times F_s) \rightarrow F_s=2, R_e =190Mpa \rightarrow \tau adm=54.84$ Mpa

R_e : limite d'élasticité. F_s : facteur de sécurité.

On trouve $d \geq 12.2mm$ donc il faut choisi un boulon de diamètre 13mm et supérieure à 13mm.

CONCLUSION GENERALE

Conclusion Générale

Ce travail de mémoire a porté sur l'étude et la conception d'un système de levage, un élément essentiel dans de nombreux secteurs industriels tels que la construction, la logistique ou encore la manutention. L'objectif principal était de redimensionner un système fiable, sécurisé et optimisé en termes de performance mécanique et énergétique.

À travers les différentes étapes de ce projet, nous avons procédé à une analyse des besoins fonctionnels, étudié les différentes configurations mécaniques possibles, Nous avons également pris en compte les normes de sécurité, les aspects liés à la maintenance et à l'ergonomie.

Les résultats obtenus montrent que le système conçu est capable de répondre aux attentes, tout en garantissant un bon équilibre entre robustesse, coût, et efficacité. Des simulations ont validé la faisabilité du concept, bien que des améliorations restent envisageables, notamment en intégrant davantage de solutions innovantes telles que l'automatisation intelligente ou l'utilisation de matériaux composites pour alléger la structure.

Enfin, ce travail ouvre la voie à de futures perspectives de recherche, notamment l'optimisation de la commande du système, l'intégration de capteurs intelligents pour le contrôle en temps réel, ainsi que l'étude de l'impact environnemental du système tout au long de son cycle de vie.

Références Bibliographiques

Référence Bibliographie

[1] **Université de Tiaret. (s.d.).** Classification des appareils de levage et de manutention [PDF]. Université de Tiaret.

[2] ENS Paris-Saclay. (s.d.). Chèvre, grue, derrick, … : petite histoire des engins de levage [PDF]. Ministère de l'Éducation nationale, de la Jeunesse et des Sports. https://sti.eduscol.education.fr/sites/eduscol.education.fr.sti/files/ressources/pedagogiques/12240/12240- chevre-grue-derrick-petite-histoire-des-engins-de-levage-ensps.pdf

[3] Manutan. (2024, 21 août). Quels sont les différents types d'appareils de levage ? Manutan. https://www.manutan.fr/blog/general/appareil-levage-differents-equipements-manutention/ http://dspace.univ-tiaret.dz/bitstream/123456789/11797/2/2_Contenu_Chap%2001%20%282%29.pdf

[4] "Votre spécialiste en manutention et levage pour les pros et particuliers - Materiel- manutention.com". Disponible sur : https://materiel-manutention.com/ (Consulté le : 10/12/2021).

[5] L. Gueraiche, "Conception des systèmes mécaniques", Cours en ligne pour Master 1- Construction mécanique, Université de Jijel, 2021. Disponible sur : http://elearning.univ- jijel.dz/course/view.php?id=1367 (Consulté le : 10/12/2021).

[6] Jackadit,"Analyse fonctionnelle externe". Disponible sur : http://jackadit.com/index.php?p=ecoconception2 (Consulté le : 10/12/2021).

[7] Mano Mano, "Comment choisir sa grue d'atelier". Disponible sur : https://www.manomano.fr/conseil/comment-choisir-sa-grue-d-atelier-2685 (Consulté le : 10/12/2021).

[8] GRABCAD Community. (s.d.). Electric Winch 220V. Consulté le 27 mai 2025, sur GrabCAD: https://grabcad.com/library/electric-winch-220v-1

[9] WEG. (2021). W50 – Moteur électrique triphasé : Catalogue technique – Marché CEI [PDF]. https://www.hslengrg.com/wp-content/uploads/2021/03/W50_PDF.pdf

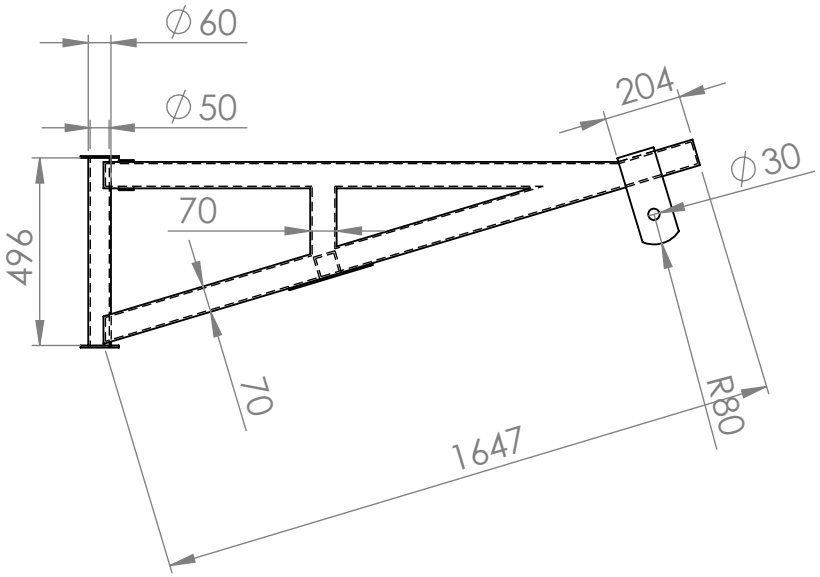
[10] Lemmens Câbles et Accessoires. (2020). Catalogue technique : Câbles et accessoires de levage [PDF]. Lemmens. https://www.lemmens-cables.be/media/pdf/Catalogue_2020/01_Cables_et_Accessoires_2020_Web.pdf

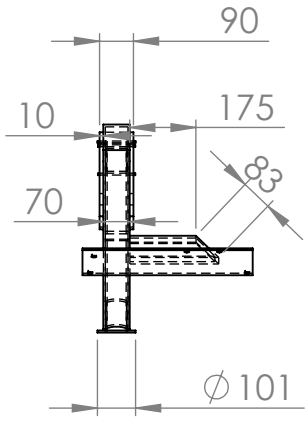
[11] Elesa S.p.A. (n.d.). Catalogue RE – Roues industrielles et roulettes techniques. Retrieved from https://www.elesa.com/static/sfogliabili/files/RE13_FRA_WEB.pdf

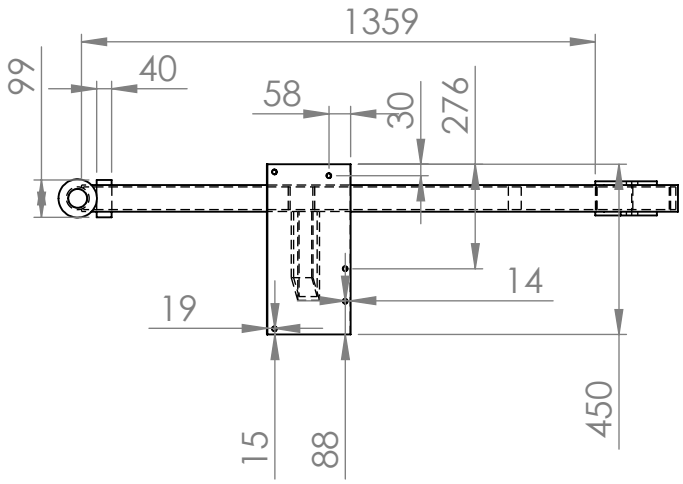
[12] GOSAN S.A. (2019). General Catalogue – Lifting & Handling Components. Retrieved from https://gosan.net/wp-content/uploads/2020/12/CATALOGO-GOSAN-INGLES-2019.pdf

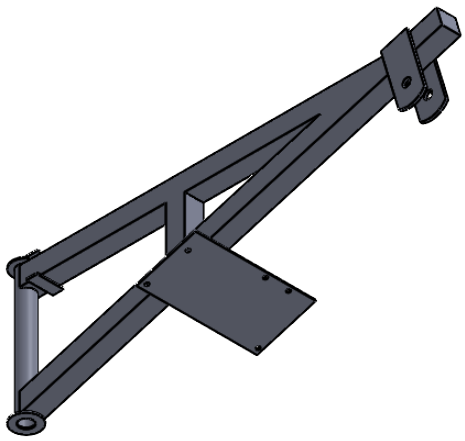
[13] Columbus McKinnon Corporation. RG3415 - Rigging Product Catalog. https://www.cmco.com/globalassets/pdfs/rg3415_-rigging-product-catalog-web.pdf

ANNEXE

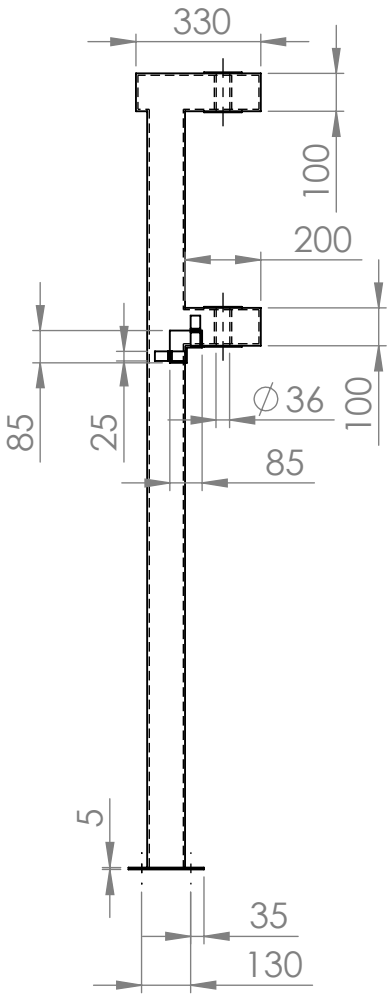


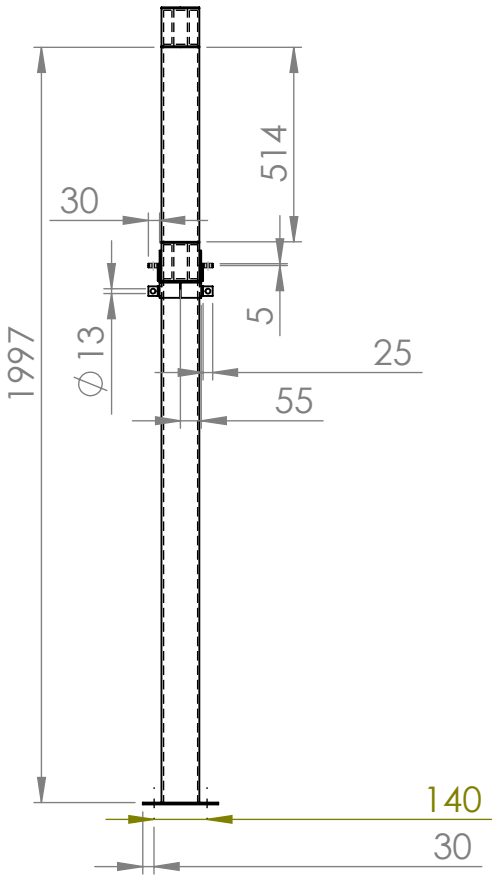


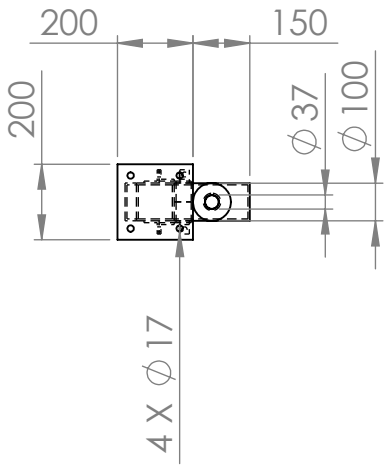


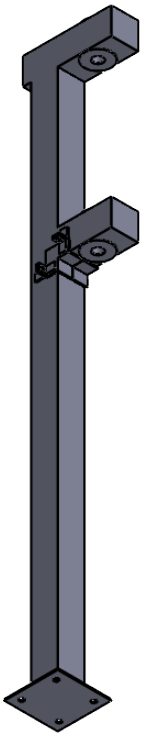


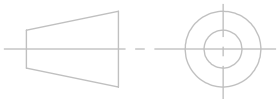
MATIERE:	BRAS DE LEVAGE	AYOUB BERRAF RIDA MOUSSAOUI
		GRUE D'ATELIER
A4 CM	UNIVERSITY YAHYA FARES DE MEDEA Faculté technologie	ECHELLE:

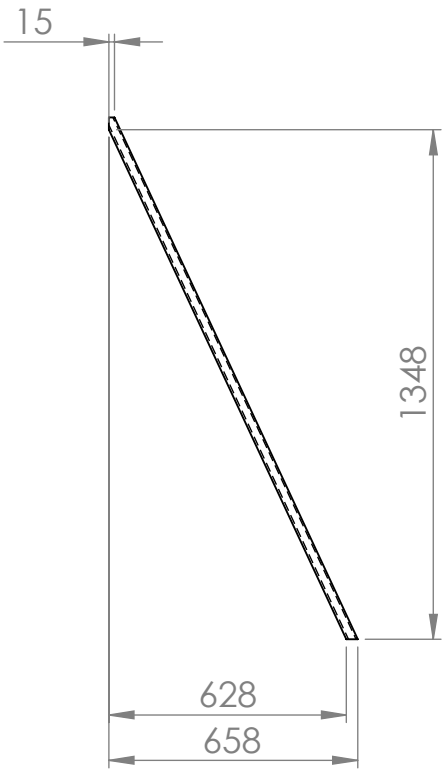


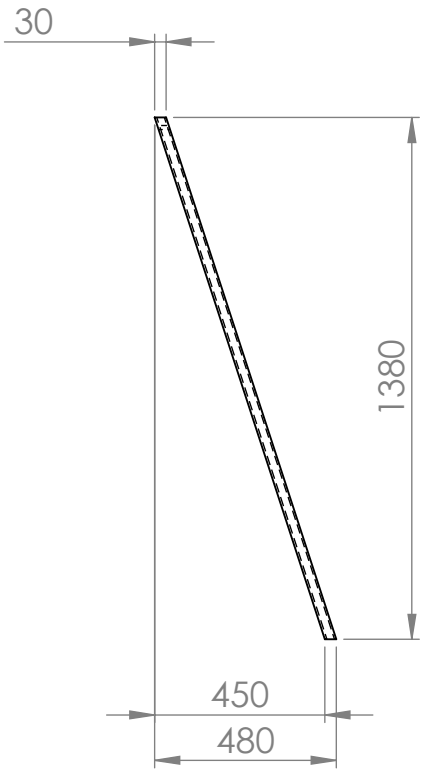


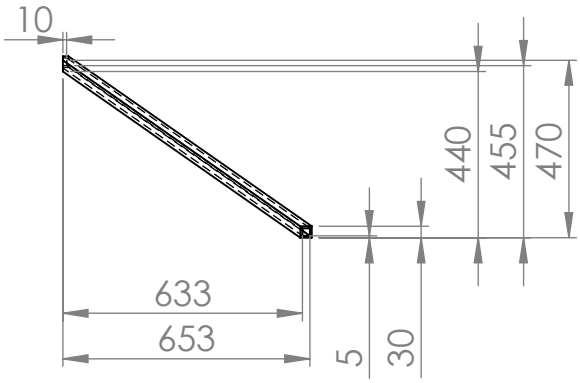




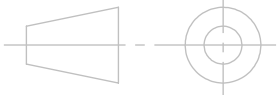
MATIERE: AISI 1045 acier étiré à froid	COLONNE	AYOUB BERRAF RIDA MOUSSAOUI
		GRUE D'ATELIER
A4 CM	UNIVERSITY YAHYA FARES DE MEDEA Faculté technologie	ECHELLE: 1:2

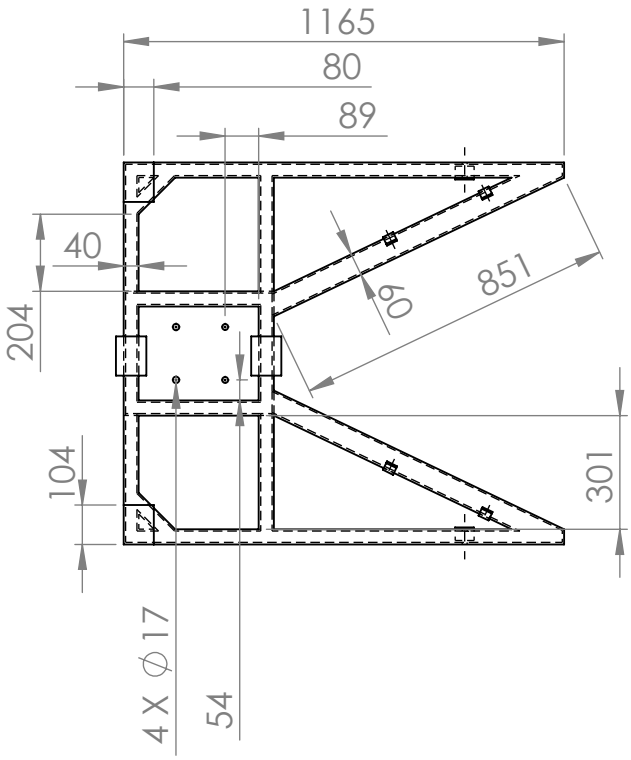


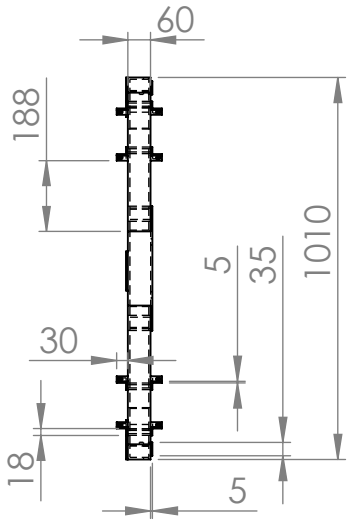


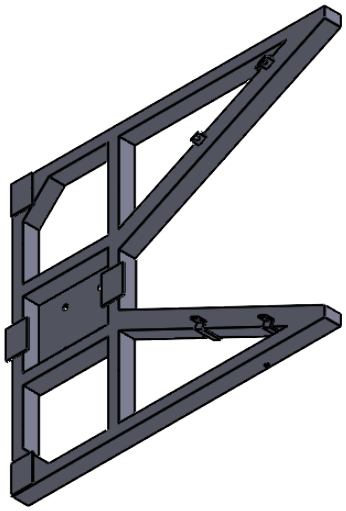


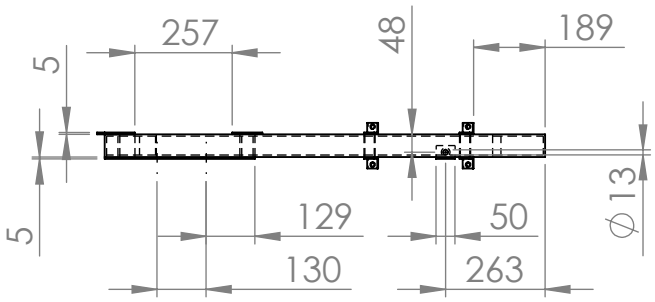


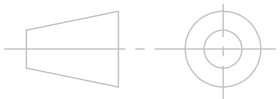
MATIERE: AISI 1045 acier étiré à froid	PILIER	AYOUB BERRAF RIDA MOUSSAOUI
		GRUE D'ATELIER
A4 CM	UNIVERSITY YAHYA FARES MEDEA faculté de technologie	ECHELLE:1:2

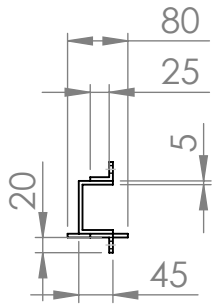


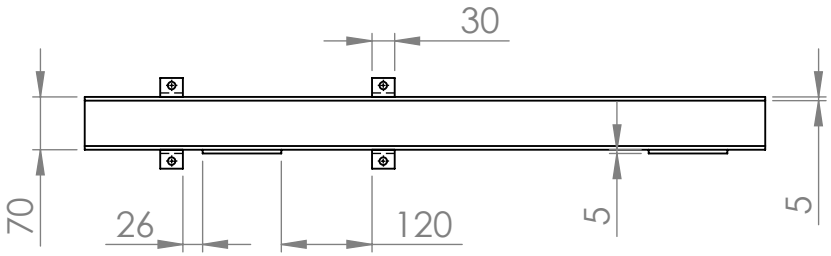


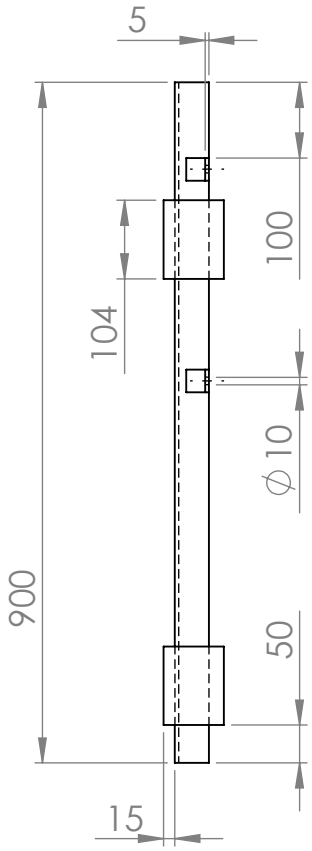


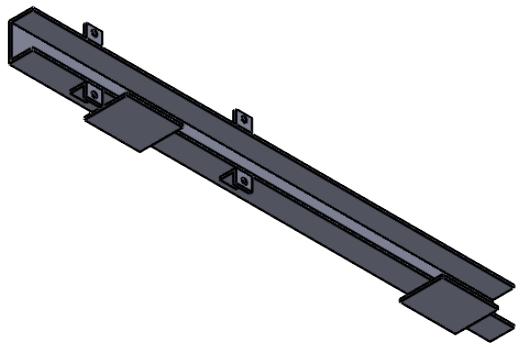


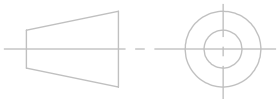
MATIERE: AISI 1045 acier étiré à froid	BASE	AYOUB BERRAF RIDA MOUSSAOUI
		GRUE D'ATELIER
A4 CM	UNIVERSITY YAHYA FARES DE MEDEA Faculté technologie	ECHELLE:1:2

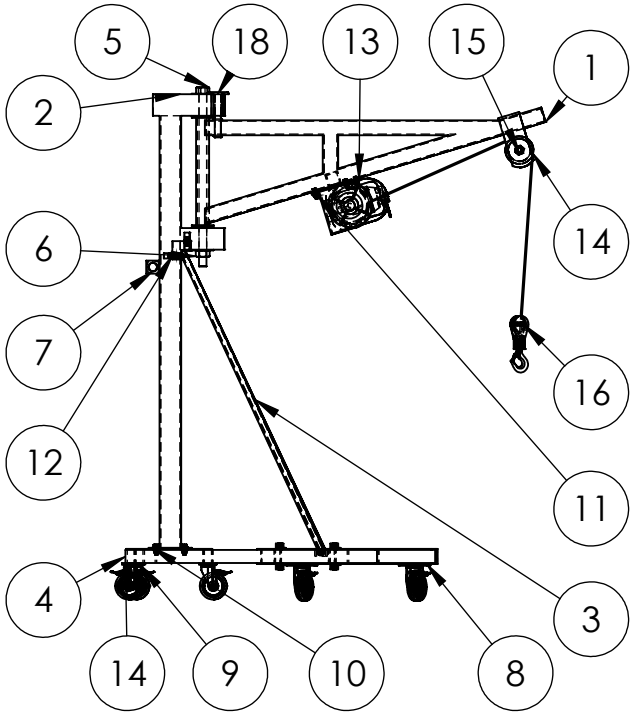


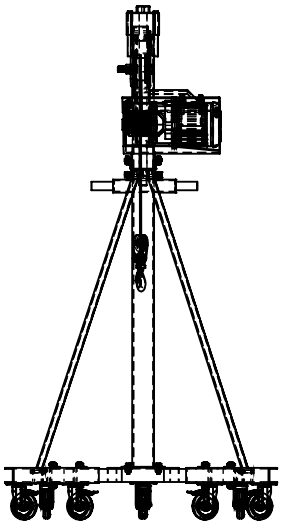


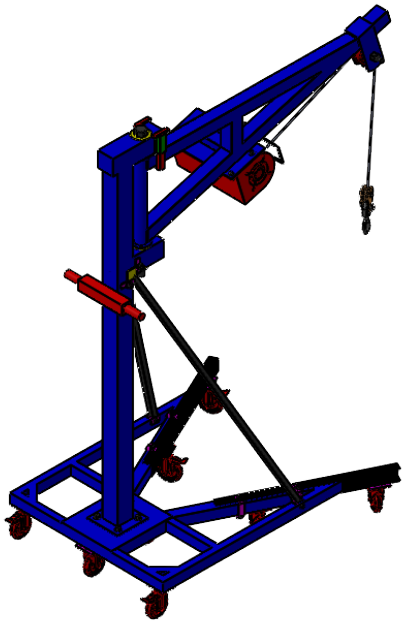


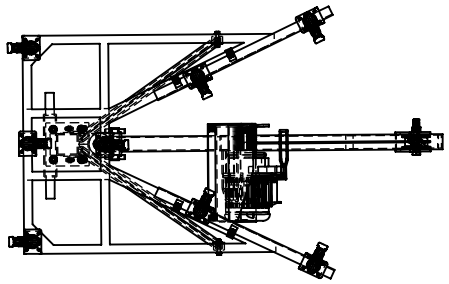


MATIERE: AISI 1045 acier étiré à froid	JAMBE	AYOUB BERRAF RIDA MOUSSAOUI
		GRUE D'ATELIER
A4 CM	UNIVERSITY YAHYA FARES DE MEDEA Faculté technologie	ECHELLE:1:1









NU. DE PIECE	No. ARTICLE	MATIERE	QTE
1	BRAS	AISI 1045 a.é.à.f	1
2	COLONNE	AISI 1045 a.é.à.f	1
3	PILIER	AISI 1045 a.é.à.f	2
4	BASE	AISI 1045 a.é.à.f	1
5	BOULON M35		1
6	CROUE		1
7	IMPULSION	AISI 1045 a.é.à.f	1
8	JAMBE	AISI 1045 a.é.à.f	2
9	ROUE		8
10	BOULON M16	ISO - 4161	4
11	BOULON M12	ISO - 4161	11
12	BOULON M10	ISO - 4161	8
13	MOTEUR		
14	POULIE		1
15	BOULON M24	ISO - 4034	1
16	CROCHTE DE LEVAGE		
17	CABLE		1
18	CROCHET DE FREINAGE	AISI 1045 a.é.à.f	2

MATIERE:		AYOUB BERRAF RIDA MOUSSAOUI
		GRUE D'ATELIER
A3 CM	UNIVERSITY YAHYA FARES DE MEDE Faculté technologie	ECHELLE:1:35