

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE

Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche Scientifique

Université 8 mai 1945 -Guelma

Faculté des Sciences et de la Technologie

Département de Génie Electrotechnique et Automatique

Réf :..... /2024



MEMOIRE

Présenté pour l'obtention du diplôme de **MASTER Académique**

Domaine : Science et Technologie

Filière : Electromécanique

Spécialité : Electromécanique

Par : BENMARS Boutheyna et LAHMARI Aymen

Thème

**Dimensionnement et Conception d'une Table
Elévatrice Mobile à deux Ciseaux**

Soutenu publiquement, le 22 /06/2024 devant le jury composé de :

Mr. DJEBALA Abderrazek	Professeur	Univ. Guelma	Président
Mme BENMOHAMED Hanane	MCB	Univ. Guelma	Examineur Principale
Mme CHAABI Lilia	MCB	Univ. Guelma	Examineur
Mme FRIOUI Nadia	MCB	Univ. Guelma	Encadreur

Année Universitaire 2023/2024

Sommaire

INTRODUCTION GENERALE	01
CHAPITRE 01 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage.....	03
CHAPITRE 02 : Tables élévatrices et systèmes de commande.....	27
CHAPITRE 03 : Dimensionnement de la table élévatrice.....	40
CHAPITRE 04 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluidsim du circuit de commande hydraulique.....	70
CONCLUSION GENERALE.....	96

Remerciements

*Avant tout à remercier **miséricordieux tout puissant**, car sans son aide et sa bienveillance, rien de cela n'aura pu être possible*

*Nous tenons aussi à exprimer notre gratitude à madame **FRIOUI Nadia**, notre promiseuse de nous avoir encadré, pour ses précieux conseils, et surtout pour son soutien tout le long de ce travail.*

*Un grand merci, pour monsieur **AZZOUZI Ahmidet**, Directeur de « INNOVATION CENTER Annaba » et monsieur **TADJIN Brahim**, Ingénieur de maintenance à «SCHS Skikda », Pour leur accueil et pour nous avoir accompagnés tout au long de notre parcours de stage pratique à travers de nous fourni de plein d'informations précieuse.*

Enfin, une remercie vont aussi à toutes les personnes qui ont participé de près ou de loin à la réalisation de ce modeste travail.

Aimen et Boutheyna

Dédicaces

Je dédie ce modeste travail à :

La source de notre existence dans cette vie, et la puissance qui nous 'a poussé de faire plus ; nos parents que dieu les protège.

Nos chers frères et sœurs, nos soutiens et nos compagnons dans cette vie.

Nos excellents enseignants et professeurs, tout au long notre parcours universitaire, grâce à qui nous avons atteint cet exploit, en particulier notre chère encadreur madame Frioui Nadia.

Et à tous nos ami(e)s sans exceptions...

Aimen et Boutheyna

Résumé

Dans ce travail, on a présenté les calculs nécessaires partant de l'étude cinématique, calcul des dimensions des éléments constitutants et des efforts développés au niveau de la plate-forme et les bras de ciseaux. Un modèle 3D a été créé sous SolidWorks.

Afin d'assurer la commande automatique de la table, le système hydraulique a été choisi. Le dimensionnement du vérin et de sa position a été déterminé. Le logiciel Fluidsim a été utilisé pour créer et simuler le circuit hydraulique.

Abstract

Scissor lifts are used to transport or lift various objects. In this work, we presented the necessary calculations based on the kinematic study, calculation of the dimensions of the constituent elements and the forces created in the platform and the scissor arms. A 3D model was created in SolidWorks.

In order to ensure automatic control of the table, hydraulic system was chosen. The dimensioning of the cylinder and its position has been determined. The Fluidsim software was used to create and simulate the hydraulic circuit.

ملخص

تستخدم الرافعات المقصية لنقل أو رفع الأشياء المختلفة

في هذا العمل الحسابات اللازمة اعتمادا على الدراسة الحركية وحساب أبعاد العناصر المكونة والقوى المتكونة على مستوى المنصة والأذرع المقصية. تم إنشاء نموذج ثلاثي الأبعاد في SolidWorks

وإن أجل ضمان التحكم الآلي في الطاولة، تم اختيار المكونات الهيدروليكية. وتحديد أبعاد الأسطوانة ووضعها. لإنشاء محاكاة الدائرة الهيدروليكية، تم استخدام برنامج Fluidsim

Table des matières

Sommaire.....	ii
Remerciements	iii
Dédicace.....	iv
Résumé.....	v
Table des matières.....	vi
Liste des tableaux.....	ix
Liste des figures.....	xi
Introduction	1
Contexte.....	1
Objectifs.....	1
Méthodologie.....	1
Résultats	1
Structure du mémoire	1
Chapitre 01 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage.....	3
Introduction.....	3
1.1 Généralités sur la manutention.....	3
1.1.1 Définitions de manutention	3
1.1.2 Types de manutention.....	3
1.1.3 Rôle de manutention.....	5
1.1.4 Conséquences de la manutention.....	6
1.1.5 Les moyens de manutention.....	6
1.1.6 Les risques de manutention.....	6
1.1.7 Mesures de prévention.....	9
1.2 Généralités sur le système de lavage.....	11
1.2.1 Définition de matériel de levage.....	11

1.2.2 Types des appareilles de levage.....	12
1.2.3 Les accessoires de levage.....	21
Conclusion.....	26
Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commande.....	27
Introduction.....	27
2.1 Définition de la table élévatrice.....	27
2.2 Avantages (atouts) de tables élévatrices.....	27
2.2.1 Plateforme stable.....	28
2.2.2 Réglage infini de la hauteur.....	28
2.2.3 Polyvalence.....	28
2.2.4 Mouvement programmable.....	28
2.2.5 Mobilité.....	28
2.2.6 Course de levage verticale importante.....	28
2.2.7 Faible maintenance.....	29
2.3 Domaines d'utilisation de tables élévatrices.....	29
2.3.1 Table de travail et palettisation.....	29
2.3.2 Ligne de production et asservissement des systèmes automatiques...	29
2.3.3 Monte-charge et liaison entre les étages.....	30
2.3.4 Logistique pour le chargement et le déchargement des marchandises.	30
2.3.5 Fonction d'ascenseur de voiture.....	30
2.4 Types de tables élévatrices.....	31
2.4.1 Selon le type technologique.....	31
2.4.2 Selon la mobilité.....	35
2.4.3 Selon la discipline d'énergie.....	36
2.5 Composants des tables élévatrices.....	37
2.5.1 Le châssis.....	38
2.5.2 Les ciseaux	38
2.5.3 Le plateau.....	38
2.5.4 Groupe hydraulique.....	39

2.5.5 Boitier de commande.....	39
2.5.6 Cadre anti pincement.....	39
2.5.7 Béquille de sécurité.....	39
Conclusion.....	39
Chapitre 03 : dimensionnement de la table élévatrice.....	40
Introduction.....	40
3.1 Etude cinématique de la table	40
3.2 Dimensionnement de la table	43
3.2.1 Détermination des longueurs et angles.....	43
3.2.2 Détermination des caractéristiques du vérin.....	48
3.2.3 Choix du moteur.....	53
3.3 Calcul analytique des charges	55
3.3.1 Hauteur maximum.....	55
3.3.2 Hauteur minimum	60
3.4 Calcul des forces agissant sur les bras	64
3.4.1 A hauteur minimale	65
3.4.2 A hauteur maximale.....	67
Conclusion.....	69
Chapitre 04 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluidsim du circuit de commande hydraulique.....	70
Introduction.....	70
4.1 Conception des pièces composantes de la table élévatrice sous SolidWorks.....	70
4.1.1 Choix du logiciel utilisé pour la conception.....	70
4.1.2 Représentation paramétrique des éléments.....	71
4.2 Commande du circuit hydraulique de la table élévatrice.....	83
4.2.1 Constitution du circuit hydraulique.....	82
4.2.2 Schéma du Circuit hydraulique.....	84
4.2.3 Simulation sous Fluidsim.....	86
4.2.4 Résultat de la simulation.....	91

Conclusion.....	95
Conclusion générale.....	96
Références bibliographie.....	94

Liste des tableaux

N°	Intitulé de tableau	Page
Tableau 1.1	Facteurs aggravant la pénibilité de la manutention	07
Tableau 1.2	Type des appareils de levage	12
Tableau 1.3	Présentation de différents types de grues	17
Tableau 3.1	Nomenclature du schéma cinématique de la table élévatrice	41
Tableau 3.2	Liaison	42
Tableau 3.3	Compatibilité des diamètres de vérin	51
Tableau 3.4	Différents types de montage avec leurs facteurs de course k	52
Tableau 3.5	Les caractéristiques techniques du notre moteur	54

Liste des figures

N°	Intitulé de schéma	Page
Figure 1.1	Représentant des exemples de la manutention mécanique	04
Figure 1.2	Représentant des exemples de la manutention manuelle	05
Figure 1.3	Exemples des blessures liés aux accidents de manutention	08
Figure 1.4	Exemples des risques de la manutention mécanique	09
Figure 1.5	Brouette	13
Figure 1.6	Chariot à plateforme	14
Figure 1.7	Diabie de manutention	14
Figure 1.8	Transpalette manuelle	15
Figure 1.9	Système de levage par aspiration	16
Figure 1.10	Pont roulant	18
Figure 1.11	Chariot élévateur	18
Figure 1.12	Table élévatrice	19
Figure 1.13	Pont élévateur	19
Figure 1.14	Treuil	20
Figure 1.15	Crics	20
Figure 1.16	Palan	21
Figure 1.17	Anneau de levage	22
Figure 1.18	Manille de levage	23
Figure 1.19	Mousquetons de levage	23
Figure 1.20	Maillons de levage	24
Figure 1.21	Crochets de levage	24
Figure 1.22	Pièces de rechange de levage	25
Figure 1.23	Poulie	25
Figure 2.1	Types de tables élévatrices selon la technologie	31
Figure 2.2	Table élévatrice à colonnes	32
Figure 2.3	Table élévatrice à ciseau simple	33
Figure 2.4	Table élévatrice à ciseaux double	34
Figure 2.5	Table élévatrice à ciseaux multiples	34
Figure 2.6	Les tables élévatrices stationnaires	35
Figure 2.7	Les tables élévatrices stationnaires	36
Figure 2.8	Table élévatrice hydraulique	36
Figure 2.9	Table élévatrice pneumatique	37
Figure 2.10	Eléments composants de la table élévatrice	37
Figure 3.1	Schéma cinématique de la table élévatrice	40
Figure 3.2	Graphe des liaisons	41
Figure 3.3	Hauteur maximale de la table élévatrice	43
Figure 3.4	Hauteur minimale de la table élévatrice	46
Figure 3.5	Les dimensions d'un vérin	49

Figure 3.6	La sortie de la tige	49
Figure 3.7	La rentrée de la tige	50
Figure 3.8	Moteur électrique triphasé de puissance 3,3 kW	55
Figure 3.9	Table supérieure sous charge concentrée	55
Figure 3.10	Diagramme des efforts tranchants et moment fléchissant dans la hauteur maximal	59
Figure 3.11	Table supérieure sous charge concentrée	60
Figure 3.12	Diagramme des efforts tranchants et moment fléchissant dans la hauteur minimal	64
Figure 4.1	Interface graphique de SolidWorks version 2014	70
Figure 4.2	Interface interne de SolidWorks (plan de travail).	72
Figure 4.3	Modèle 3D (SW)de la plateforme	72
Figure 4.4	Modèle 3D (SW)du bras de ciseau supérieur	73
Figure 4.5	Modèle 3D (SW)du bras de ciseau inférieur	74
Figure 4.6	Modèle 3D (SW)de la table supérieure	75
Figure 4.7	(a) - Modèle 3D (SW) de la roue (b) - vu latérale de la roue	76
Figure 4.8	(a)- modèle 2D (SW)du support avant la fabrication. (b) la position supérieure du support avant le perçage	77
Figure 4.9	Modèle 3D (SW)du support après la fabrication	78
Figure 4.10	Modèle 3D (SW)de Vis à tête hexagonale	78
Figure 4.11	Modèle 3D (SW)du l'écrou hexagonale	79
Figure 4.12	Modèle 3D (SW)de Tige de fixation de vérin	80
Figure 4.13	Modèle 3D (SW)de chape de fixation du vérin	80
Figure 4.14	Modèle 3D (SW)du cylindre de vérin	81
Figure 4.15	Modèle 3D (SW)du piston de vérin	82
Figure 4.16	Modèle 3D (SW) de l'axe pivot	82
Figure 4.17	Position basse de la table élévatrice	84
Figure 4.18	Position ouverte de la table	85
Figure 4.19	Interface du logiciel Fluidsim	86
Figure 4.20	Ouverture d'un nouveau fichier Fluidsim	87
Figure 4.21	Agencement des composants	87
Figure 4.22	Schéma du circuit de puissance	88
Figure 4.23	(a) Configuration du vérin (b) Configuration du vérin (Force)	89
Figure 4.24	Configuration du distributeur 4/3	90
Figure 4.25	Configuration du distributeur	90
Figure 4.26	Etape de la montée de la table	91
Figure 4.27	Position max (la table est ouvert)	92
Figure 4.28	Rentrée de tige	93
Figure 4.29	Rentrée de tige (position min)	94
Figure 4.30	Trajectoire de la position du piston	95

Introduction générale

Introduction générale

Introduction générale

De nos jours, de nombreux systèmes de manutention type table élévatrice sont conçus pour être utilisés à diverses fins dans l'industrie. Ces systèmes peuvent être utilisés dans des applications polyvalentes et dans une gamme de services tels que les travaux de nettoyage, de maintenance et de réparation.

Ces machines permettent aussi aux personnes de soulever des charges à une hauteur désirée et sont aussi utilisés pour donner accès à des zones auparavant inaccessibles, principalement sur des bâtiments ou des chantiers.

Certaines plateformes élévatrices à ciseaux ont été développées pour des applications autres que les équipements industriels. Le projet proposé par Báez et al s'inspire des difficultés qu'éprouvent les personnes handicapées sans membres inférieurs à entrer et sortir d'un fauteuil roulant. Les auteurs proposent un mécanisme à ciseaux pour élever ou abaisser un siège secondaire d'un fauteuil roulant [7].

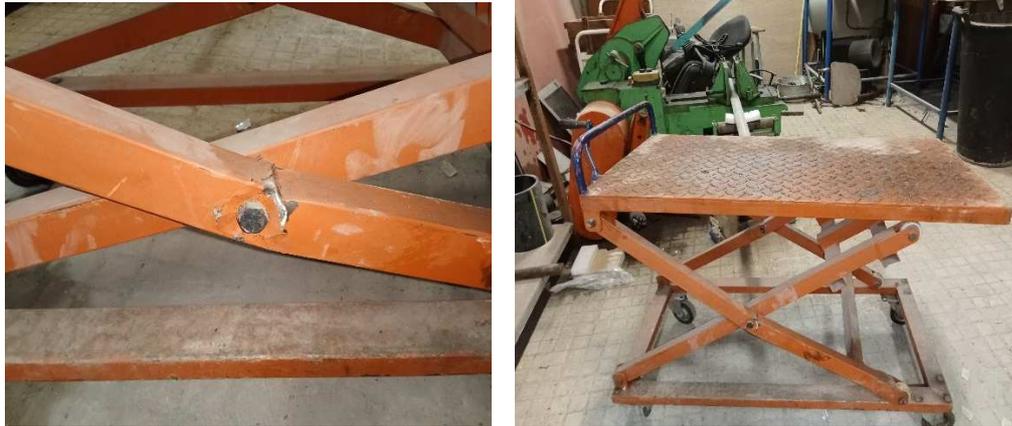
Vue cette importance, beaucoup d'études ont été mené pour étudier ces systèmes allant de l'étude cinématique, dimensionnement, calcul de contraintes, sa commande automatique par des actionneurs mécaniques, électriques, pneumatiques et hydrauliques [9].

L'étude présentée dans notre projet de fin d'étude s'inspire de la table élévatrice se trouvant dans le Hall technologique du département de génie mécanique qui a été détériorée à cause de la surcharge.

Les besoins de cette table au niveau de notre faculté, est accrue puisqu'elle permet de réaliser plusieurs tâches tel que le changement des néons dans les amphes et la bibliothèque centrale, l'entretien de l'étanchéité, les travaux de peinture. Ces travaux doivent être assurés en toute sécurité par des techniciens et ouvriers.

Ces travaux se trouvent à des hauteurs qui peuvent atteindre plus de 4 m.

Introduction générale



Sur la base de cette problématique, le travail a été structuré comme suit :

- Une introduction générale
- Un premier chapitre qui a été consacré aux systèmes de levage ou de manutention en général.
- Un deuxième chapitre qui s'intéresse aux différents types de tables élévatrices et leur système de commande.
- Le troisième chapitre concerne dimensionnement des différents éléments mécaniques qui composent la table élévatrice ainsi que le calcul analytique des efforts et des réactions.
- Le quatrième chapitre présente la conception des différentes pièces de la table élévatrice et l'assemblage de ces pièces en utilisant le SolidWorks, puis a été réalisé le circuit hydraulique sous Fluidsim pour simulation.

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

Introduction :

Le système de manutention est un mécanisme qui permet de déplacer une charge dans n'importe quel parcours désiré par l'utilisateur. Ainsi donc, avoir un système de manutention adéquat à l'environnement ou à l'entreprise permet de gagner du temps. Ils sont très importants et très utiles.

1.1 Généralités sur la manutention :

1.1.1 Définitions de manutention :

La manutention désigne le déplacement mécanique de marchandises dans sa globalité. La manutention est rendue possible grâce à de nombreux équipements qui permettent de faciliter le transport de pièces en garantissant une meilleure sécurité qu'une action manuelle.

1.1.2 Types de manutention :

Nous avons deux types de manutention [16] :

- La manutention mécanique (qui se réalise par l'intermédiaire d'un engin).
- La manutention manuelle (musculaire).

1.1.2.1. Manutention mécanique

Définition : « La manutention mécanique permet d'éviter les risques propres à la manutention manuelle. Elle fait appel à l'utilisation d'appareils de levage et de transport : palans, poulies, transpalettes, chariots automoteurs à conducteur porté » [12].

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage



Figure 1.1 - Représentant des exemples de la manutention mécanique

1.1.2.2. Manutention manuelle

Définition 1 : « On entend par Manutention Manuelle toute opération de transport ou de soutien d'une charge, dont le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement, qui exige l'effort physique d'un ou de plusieurs travailleurs » [16]

Définition 2 : « La manutention manuelle des charges correspond à toute activité qui nécessite le recours à la force humaine pour soulever, transporter, déplacer ou retenir un objet ou une masse. La manutention manuelle peut comporter des risques pour la santé et la sécurité des travailleurs » [16]

Définition 3 : « La manutention manuelle désigne toute opération de transport ou de soutien d'une charge dont le levage, la pose, la poussée, la traction, le port ou le déplacement exigent l'effort physique d'une ou de plusieurs personnes. » [12]

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage



Figure 1.2 - Représentant des exemples de la manutention manuelle

1.1.3 Rôle de manutention :

- Faciliter le travail de l'opérateur
- Réduire les manipulations au maximum
- Utiliser l'espace au maximum
- Adopter les méthodes et matériels de manutention en fonction du nombre et de la constitution des pièces à manutentionner
- Choisir des équipements souples et polyvalents.
- La manutention doit permettre l'acheminement des pièces d'un poste de travail à un autre sur la ligne de production, afin d'assurer l'activité de l'entreprise :
 - Stocker les matières premières aux magasins- introduire ces matières dans la fabrication
 - Alimenter les postes de travail (pendant le processus de fabrication)
 - Retirer le produit fini et le stocker
- Une opération de manutention se décompose en 3 étapes :
 - Saisie et arrimage de la pièce
 - Déplacement
 - Dépose de la pièce à son nouvel emplacement [14]

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.1.4 Conséquences de la manutention :

Même si elle est très bien étudiée, la manutention entraîne :

- Les frais (main d'œuvre, achat de matériels)
- Les pertes de temps (augmente les délais)
- L'augmentation du prix de revient
- La détérioration des produits
- Les accidents
- Le besoin de la zone de stockage (augmentation des surfaces et des taxes)

1.1.5 Les moyens de manutention :

On distingue selon le type de fabrications (fabrications de type série ou unitaire), une succession de manutention discontinue ou continue avec transport au sol ou aérien.

1.1.5.1 Transports au sol (énergie manuelle, électrique ou thermique) :

Les diables, les chariots à bras, les chariots porteurs, les chariots élévateurs, les remorqueurs, les tracteurs, etc.

1.1.5.2 Transports aériens :

Poulie, palan, potences, ponts roulants, monorails ou chemins de roulements, portique, grues, etc. Ces matériels utilisent des moyens de préhension tels que :

Elingues, crochets, cordes, pinces, anneaux ou dispositifs utilisant le magnétisme. Dans certaines entreprises automatisées, l'alimentation et l'évacuation des pièces peut s'effectuer sur des bandes transporteuses [19]

1.1.6 Les risques de manutention :

La plupart des entreprises sont touchées par les tâches de manutention, cependant les accidents du travail sont plus courants dans certains secteurs industriels (comme le BTP, la logistique...) ainsi que dans les secteurs tertiaires (comme les postes d'encaissement et

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

les opérations de mise en rayon dans les Grandes Surfaces de Distribution, le transport des patients dans les établissements de soins...) [18].

Tableau 1.1- Facteurs aggravant la pénibilité de la manutention [18]

Facteurs liés à la charge : <ul style="list-style-type: none">• Poids, taille, forme• Charge située en hauteur ou à déposer en hauteur	Facteurs liés aux locaux de travail : <ul style="list-style-type: none">• Espaces de travail exigu• Sol (encombré en mauvais état, glissant)
Facteur d'ambiance : <ul style="list-style-type: none">• Ambiance froide ou chaude• Intempéries	Facteurs organisationnels : <ul style="list-style-type: none">• Cadence rapide• Gestes répétitifs• Stress

1.1.6.1 Risques de manutention manuelle :

La manutention manuelle est à l'origine de fréquents accidents du dos souvent dus à des postures incorrectes. Elle peut engendrer, tout comme la manutention mécanique, des contusions, des écrasements, des chutes. De plus, les surfaces anguleuses ou rugueuses, les chutes d'objets et les objets projetés sont parmi les principales causes de blessures, de lacérations ou de contusions pendant le travail de manutention manuelle. Le travailleur peut également subir ces blessures s'il tombe ou s'il entre en collision avec des objets [18].

Non seulement les risques d'accidents de travail concernent le dos (Lombosciatiques) mais aussi les membres inférieurs (entorses ...) ou les extrémités (coincement des doigts...) et le vieillissement progressif des structures ostéoarticulaires qui peut aboutir à une inaptitude professionnelle, ce qui, de par leur fréquence et leur impact, tant médical que socioprofessionnel, constitue un problème majeur de santé au travail [19].

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

L'augmentation des accidents et maladies liés aux manutentions s'explique par :

- ✓ Le développement général de l'activité des plateformes logistiques
- ✓ La taille de beaucoup d'entreprises qui ne permet pas une mécanisation voire une robotisation suffisante du stockage et de la manutention.



Figure 1.3 - Exemples des blessures liés aux accidents de manutention.

1.1.6.2 Risques de manutention mécanique

On considère qu'il y a risque mécanique du moment qu'un élément en mouvement - une machine - est susceptible d'entrer en contact avec une partie du corps humain et provoquer une blessure [11].

En outre, on identifie le risque mécanique grâce à la conjonction de trois éléments essentiels : un opérateur, un élément, et un mouvement. Aussi, sur le court et long-terme, les opérateurs sont exposés aux risques suivants [20] :

- Contraintes vertébrales
- Vibrations du corps entier, exposition aux chocs et micro-chocs
- Blessures aux membres : écrasement, cisaillement, happement, coupure ou sectionnement, abrasions, piqûres...
- Traumatismes par contusions, écrasements, chutes, projection de fluides

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

- Le risque mécanique peut donc être lié à des facteurs divers tels que :
 - La forme des engins
 - Leur disposition
 - L'état de marche (immobile/mobile)
 - Leur masse
 - Leur vitesse
 - Le taux d'émission de liquides ou de gaz, etc.



Figure 1.4 - Exemples des risques de la manutention mécanique

1.1.7 Mesures de prévention :

La manutention peut être à l'origine de risques de plusieurs types :

- Déchirures musculaires ou tendineuses, écrasements pieds, mains...
- Accidents dorsolombaires (lumbago, hernie discale, sciatique...)
- Aggravation d'affections cardio-vasculaires
- Maladies professionnelles.

Afin de prendre des mesures appropriées pour adapter au mieux les postes de travail et pour répondre aux exigences réglementaires :

- Le risque aux manutentions manuelles doit être évalué, cette évaluation doit être retranscrite dans le document unique de l'entreprise.

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

- Les mesures de préventions suivantes seront prises sur le plan technique, organisationnel et humain comme suit [20] :

1.1.7.1 Technique :

Plan de travail réglable en fonction de la nature du travail et de la taille de l'opérateur.

Aides mécaniques : engins de transport, chariots élévateurs, treuils, potences, palans, crics, vérins, crochets, ventouses, sangles...

Equipements de protection individuelle : chaussures, gants, casque ... adaptés à l'individu et à la nature du travail à effectuer.

Tenue de travail également adaptée au type de travail et de nuisances.

1.1.7.2 Organisationnel :

- Diminuer le plus possible le poids des charges, leur encombrement, les distances d'élévation, d'abaissement ou de transport.
- Etudier le poste de travail : exigüité, dénivellement, ambiance...
- Eviter les efforts physiques trop fréquents, trop prolongés, impliquant des mouvements de torsion du tronc ou de flexion, par la mise en place d'aides mécaniques ou, à défaut, des accessoires de préhension propres à rendre leur tâche plus sûre et moins pénible.
- Diminuer les cadences imposées par un processus non susceptible d'être modulé par le travailleur, et prévoir des périodes de repos suffisantes.
- Eviter le travail isolé.

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.1.7.3 Humain :

Faire bénéficier les travailleurs d'une information sur les risques qu'ils encourent, et d'une formation adéquate relative à l'exécution de ces activités. La formation aux gestes et postures est obligatoire pour tous les salariés qui font de la manutention manuelle, même exceptionnellement.

Au cours de cette formation, qui doit être essentiellement à caractère pratique, les travailleurs sont instruits sur les gestes et postures à adopter pour réaliser en sécurité les manutentions manuelles [21].

Enfin, on préconise des vérifications régulières des machines pour valider leur conformité et détecter toute irrégularité. Seule une personne physique qualifiée ou un organisme agréé sont en mesure d'effectuer ces contrôles.

1.2 Généralités sur le système de levage :

Un système de levage est une méthode technique utilisée pour soulever et/ou déplacer une charge dans un plan vertical. La charge est soulevée et/ou déplacée grâce à un système mécanique représenté par un appareil de levage [05].

Le concept de "Système de levage" dans le domaine du levage et de la manutention englobe divers équipements tels que les grues, les ponts roulants, les crics, les treuils, les chariots élévateurs, les tables élévatrices et d'autres équipements similaires.

1.2.1 Définition de matériel de levage :

« Un matériel de levage est souvent appelé engin de levage, un matériel de levage est utilisé pour la manutention. Il permet de soulever et de déplacer des charges lourdes verticalement et horizontalement. Il s'agit principalement des équipements type grues, ponts roulants, treuils, potences, chariots... Un matériel de manutention permet la manipulation et le déplacement manuel ou mécanique des charges. Les équipements sont hydrauliques ou motorisés » [20].

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.2 Types des appareils de levage :

Tableau 1.2-Types des appareils de levage [13]

Appareil de levage	Mouvement	Dispositifs	
	Vertical	Crics Vérins Palans Treuils	Crochets Elingueurs Chaines Câble...
Appareils de manutention à fonctionnement continu	Horizontal	Vise d'Archimède Transporteurs à rouleau, à inertie, à bande, aériens	
	Mixte	Monorails continus Installation pneumatique	
	Plan incliné	Toboggans Glissières Elévateurs Escaliers mécaniques	
Appareils de manutention à fonctionnement	Vertical	Parcours imposé	Parcours non imposé
		Ascenseur Monte-charges	
	Horizontal	Monorail Cabestans Rouleaux Wagonnets	Roues Diabes Chariots Tracteurs
		Mixte	Ponts roulants Portiques roulants Grues

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.2.1 Appareils manuels :

1.2.2.1.1 Brouette :

La brouette est un chariot généralement à une roue, parfois à deux roues, qui utilise le principe du levier pour mouvoir des charges. Les poignées en assurent la direction. Elle est facile à manœuvrer et demande peu d'entretien.

Lors du transport, le travailleur soulève la charge à l'aide des poignées, puis exerce un effort pour propulser la brouette et la maintenir en mouvement. Il doit de plus maintenir l'équilibre de la charge sur la roue avant.



Figure 1.5 - Brouette

1.2.2.1.2 Chariot à plateforme :

Le chariot à plateforme est un chariot manuel conçu pour transporter divers types de charges. Polyvalent et de construction solide, il est constitué d'une plateforme près du sol, d'un train de roulement à quatre ou six roulettes ainsi que d'une barre permettant d'appliquer la force nécessaire pour le déplacer et le diriger.

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage



Figure 1.6 - Chariot à plateforme

1.2.2.1.3 Diable de manutention :

Le diable est une structure verticale de chariot de manutention équipée de deux ou quatre roues qui fonctionne avec le levier pour déplacer des charges. La direction est assurée par les poignées. Contrairement aux chariots, qui sont chargés de toute la charge, les diables en portent une partie, tandis que le manutentionnaire en porte l'autre partie.

Le diable est composé de deux bras et d'une plateforme connue sous le nom de « bavette » sur laquelle la charge est placée. Il sert à transporter des charges, habituellement plus élevées que larges.



Figure 1.7- Diable de manutention

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.2.1.4 Transpalette manuelle :

Un transpalette manuel est un dispositif de manutention à pied utilisé pour déplacer des charges sur de courtes distances pour un conducteur. Il est conçu spécifiquement pour la configuration habituelle d'une palette. Il est donc nécessaire de « palettiser » les charges (les déposer sur une palette) afin qu'elles puissent être déplacées par le transpalette.

Deux bras de fourche se glissent sous la palette et peuvent s'élever de quelques centimètres du sol, ce qui permet à l'opérateur de soulever et de déplacer les palettes. Étant donné sa taille compacte, il présente l'avantage d'être extrêmement mobile dans les espaces limités.



Figure 1.8 - Transpalette manuelle

1.2.2.1.5 Système de levage par aspiration :

Le levage par aspiration consiste à déplacer verticalement une charge en utilisant le levage et la suspension. On retrouve un tube de levage équipé d'un pivot, d'une tête d'aspiration, d'une ventouse, d'un tube d'acheminement d'air, d'une pompe à vide et d'un filtre constituant son ensemble.

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

La pompe à vide est utilisée pour générer une aspiration dans le tube de levage (tuyau flexible). Une ventouse est positionnée à l'extrémité du tube pour s'adapter à la surface à manipuler et, si l'étanchéité est adéquate, un vide se forme dans le tuyau flexible. Le vide entraîne une contraction du tuyau, ce qui entraîne une levée de la charge. On peut régler le débit d'aspiration et la vitesse de levage ou de descente grâce à une poignée de commande.



Figure 1.9 - Système de levage par aspiration

1.2.2.2 Engins :

1.2.2.2.1 Grues :

Les grues sont des machines puissantes qui ont pour principale fonction de lever et de déplacer des charges. Les grues sont principalement utilisées dans le domaine de la construction, mais également dans les domaines nécessitant la manipulation de charges très lourdes, tels que les quais de déchargement maritimes et les chantiers de construction navale.

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

Tableau1.3-Présentation de différents types de grues

Type de Grue	Fixe	Mobile	Flottante
Définition	Sont des structures de levage montées sur place ou permanentes. C'est le cas des grandes grues à tour, des grues à palan et des ponts roulants.	Sont celles qui sont montées sur roues, sur chenilles ou sur camions. Ces Grues sont toutes pourvues d'un puissant mat, articulé ou fixe, et d'un système de câbles et de crochets.	Est une grue conçue pour se déplacer et travailler sur l'eau. Elle est le plus souvent employée pour la réalisation des ponts.
Figure			

1.2.2.2 Pont roulant :

Un pont à rouleau représente un dispositif de manutention qui facilite le levage et le transfert de charges importantes. Le pont roulant se distingue principalement par sa conception par rapport à la grue, au portique, au semi-portique, à la potence et au monorail. Il est composé de :

1. Une structure en acier horizontale (le « pont » ou quadrilatère) qui se déplace sur deux voies de roulement.
2. Les treuils ou palans suspendus ou montés sont utilisés pour enrayer le ou les câbles ou la chaîne de levage.

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage



Figure 1.10 - Pont roulant

1.2.2.2.3 Chariot élévateur :

Est un Chariot à roulettes dispositif utilisé pour le levage et la manutention de charges dans les usines ou les entrepôts de stockage.

Le transport de produits finis depuis les chaînes de production vers les lieux de stockage, le chargement et le déchargement de camions, de wagons, de navires et d'autres moyens de transport sont ses principales fonctions, bien que sa capacité d'utilisation ouvre la voie à d'autres utilisations.



Figure 1.11- Chariot élévateur

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.2.2.4 Table élévatrice :

Appareil ayant pour but d'élever un véhicule à hauteur d'homme afin d'effectuer des opérations de manutention ou de réparation. Cet appareil ne permet pas le déplacement en charge et l'on ne peut pas accéder sous le véhicule contrairement au pont élévateur fixe ou mobile.



Figure 1.12 - Table élévatrice

1.2.2.2.5 Ponts élévateurs :

Appareil de levage destiné à l'entretien et à la réparation d'un véhicule à hauteur d'homme.



Figure 1.13 - Pont élévateur

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.2.2.6 Le treuil :

Il s'appelle aussi Trois-voies est une mécanique qui permet de réguler l'enroulement et le déroulement d'un câble, d'une chaîne ou de tout autre type de fil conçu pour transporter ou tracter une charge. Le treuil fait partie des huit machines les plus simples.

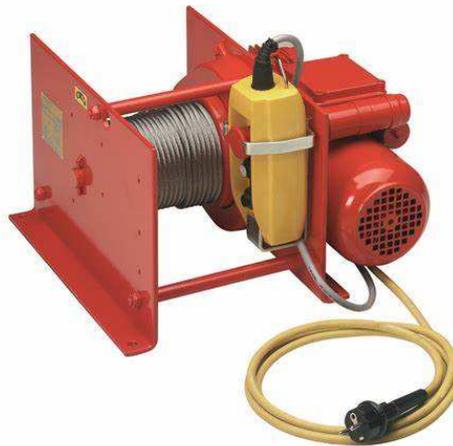


Figure 1.14 -Treuil

1.2.2.2.7 Crics :

Appareil agissant directement par une poussée sous le véhicule, permettant de le soulever partiellement.



Figure 1.15 - Crics

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.2.2.8 Palan :

Le palan est un dispositif de transport composé de deux composants (moufles), l'un étant fixe et l'autre étant mobile.

Il est donc nécessaire d'avoir un point de suspension où la partie fixe sera fixée ; ce point est fourni par un chevalet, mais le plafond ou un autre support peut également être utilisé.



Figure 1.16 - palan

1.2.3 Les accessoires de levage :

Les équipements de levage sont employés en complément des équipements de levage pour toutes les tâches de levage et de manutention.

La sélection des accessoires de levage est habituellement basée sur la charge que l'utilisateur souhaite soulever, les points de fixation, le dispositif d'accrochage, l'environnement dans lequel l'opération est réalisée, ainsi que la configuration des élingues [22].

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.3.1 Définition des accessoires de levage :

« Les accessoires de levage sont définis comme étant des équipements non incorporés à une machine, c'est le cas du chariot élévateur. Les accessoires sont généralement placés entre la machine et la charge afin de permettre d'effectuer l'opération de levage ou de manutention. On retrouve les accessoires de levage sur des élingues, sangle de levage, potence de levage, palonnier de levage et les palans » [22].

1.2.3.2 Présentation des accessoires de levage :

Différents types d'accessoires de levage sont disponibles : les anneaux de levage, les manilles, les mousquetons, les maillons, les crochets de levage, ainsi que les pièces de service. La majorité de ces équipements sont proposés en acier zingué, mais également en version inox en fonction de l'utilisation que vous envisagez d'en faire [16].

1.2.3.2.1 Anneaux de levage :

Les anneaux de levage servent à connecter la charge à la chaîne ou au câble afin de simplifier le processus de levage. Des anneaux de levage masculins et des anneaux de levage féminins sont disponibles.

Les anneaux de levage se distinguent par leur ouverture circulaire qui permet d'incorporer un crochet, un maillon ou autre. Quand un filetage est ajouté à l'œillet, il devient un point de fixation pour les sangles, les chaînes et les câbles.



Figure 1.17-Anneau de levage

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.3.2.2 Manilles de levage :

La famille des accessoires de levage comprend également les manilles de levage. Cet accessoire joue un rôle essentiel dans la plupart des opérations de levage. Le corps de la manille est constitué d'un axe, qui peut être en forme de U ou de rond, et d'un axe.

Des manilles lyres et des manilles rondes sont disponibles. De cette manière, les manilles de levage sont construites à partir d'un étrier et se referment habituellement en utilisant un axe mobile à visser ou à boulonner.



Figure 1.18 - Manille de levage

1.2.3.2.3 Mousquetons de levage :

Ils sont considérés comme des accessoires de levage en forme d'anneaux métalliques et possédant un système d'ouverture facile et sécurisé. Au sein d'un mousqueton, on peut y glisser une corde, un câble ou encore une chaîne. Cet accessoire peut aussi s'utiliser comme point d'attache.



Figure 1.19 - Mousquetons de levage

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.3.2.4 Maillons de levage :

Les maillons sont considérés comme des accessoires de liaison pour le levage, ils font la jonction entre une chaîne, une corde ou un câble de levage et un accessoire de levage destiné à soulever une charge. Les maillons de levage permettent de raccorder, raccourcir ou fixer une chaîne.



Figure 1.20 - Maillons de levage

1.2.3.2.5 Crochet de levage :

Est un outil qui a pour but de soulever et de transporter des charges lourdes avec la meilleure sécurité possible. C'est un composant non négligeable voir obligatoire des équipements de levage comme les grues, les treuils ou les palans par exemple.

Le crochet de levage s'utilise relativement simplement, il est fixé à l'extrémité d'un câble, d'une chaîne ou d'une sangle de levage.



Figure 1.21- Crochets de levage

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

1.2.3.2.6 Pièces de rechange de levage :

Ils ont des éléments non liés à la machine, placés entre la machine et la charge, pour permettre le levage de cette dernière.



Figure 1.22 - Pièces de rechange de levage

1.2.3.2.7 Poulies :

Une poulie est une pièce en forme de roue servant à la transmission du mouvement. Elle est destinée à être utilisée avec une corde ou un câble, la forme de la jante étant adaptée aux cas d'utilisation.



Figure 1.23 – Poulie

Chapitre 1 : Généralités sur la manutention et les techniques de levage

Conclusion :

Les dispositifs de manipulation sont largement répandus à travers le monde, ils sont présents dans presque tous les domaines. Ainsi, les constructeurs continuent de créer de nouveaux appareils et de nouveaux systèmes afin de réaliser cette tâche.

Chapitre 2 : Tables élevatrices et systèmes de commandes

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

Introduction :

Le mécanisme à ciseaux est le plus souvent utilisé dans les plates-formes élévatrices de travail, mais aussi pour crics de voiture et tables de travail. Ils disposent actuellement de plates-formes élévatrices utilisables, par exemple, dans la manutention de charges dans les entrepôts et les expéditions, dans le cas de solutions sans barrières accès aux bâtiments et espaces pour les citoyens à mobilité réduite et également lors du remplacement des ascenseurs.

2.1 Définition de la table élévatrice :

Une table élévatrice est une plate-forme élévatrice souvent utilisée pour la manutention de marchandises et de matériaux dans la fabrication, la vente au détail, l'emballage, la logistique, les lignes de production, la construction et l'industrie alimentaire [12].

2.2 Avantages de tables élévatrices :

Le mécanisme à ciseaux a des applications dans diverses industries en raison de sa conception simple activités humaines. Son avantage est une maintenance facile, une fiabilité élevée et des dimensions compactes [23].

Il existe un besoin constant de lever et de positionner des pièces, des matériaux et des personnes dans l'industrie en particulier et dans les infrastructures de notre société en général.

Le résultat peut varier de la fatigue et d'une faible productivité aux accidents graves de travail si l'on demande aux ouvriers/manutentionnaires d'accomplir telle opération de levage et de positionnement sans l'aide d'un équipement mécanique.

Les blessures liées au levage et au positionnement difficiles, continues et répétitives, telles que les douleurs de dos et le syndrome du canal carpien, font partie de ces deux extrêmes. Pour les raisons suivantes, les tables élévatrices sont la solution idéale pour les problèmes de levage et de positionnement :

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

2.2.1 Plateforme stable :

Les tables élévatrices à ciseaux, à la différence des treuils, des grues ou des manipulateurs, disposent d'une plateforme stable pour le levage et l'abaissement du matériel.

La probabilité de laisser tomber une pièce accidentellement est réduite et le risque de voir une charge suspendue se balancer et causer des blessures au personnel est réduit.

2.2.2 Réglage infini de la hauteur :

Une table élévatrice est conçue pour se déplacer doucement vers le haut ou vers le bas jusqu'à la hauteur désirée et pour maintenir cette hauteur même en cas de panne de courant.

2.2.3 Polyvalence :

Les tables élévatrices peuvent être fournies avec une large gamme d'accessoires, tels que convoyeurs à rouleaux, plateaux tournants, rampes, abatants... ainsi qu'avec des plateformes munies d'installations spéciales telles qu'étaux et autres dispositifs de positionnement automatique.

2.2.4 Mouvement programmable :

Le mouvement peut être programmé, et les tables peuvent être intégrées à des systèmes spéciaux de manutention et des lignes de production.

2.2.5 Mobilité :

Les tables élévatrices peuvent être livrées avec des socles sur roulettes ou avec des châssis de manutention.

2.2.6 Course de levage verticale importante :

Une table élévatrice peut être installée dans une fosse pour atteindre une hauteur d'abaissement de zéro absolu, sur des versions montées au sol ou à hauteur du plancher, ou équipée de plusieurs articulations en ciseaux pour un levage extrêmement haut. La table

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

élévatrice extra-plate est une alternative supplémentaire. La table élévatrice extra-plate peut être installée directement sur le sol en raison de sa faible hauteur en position rétractée.

2.2.7 Faible maintenance :

Les tables élévatrices sont des machines robustes et résistantes, conçues pour des années d'utilisation avec un niveau minimal de maintenance.

2.3 Domaines d'utilisation de tables élévatrices :

Les tables élévatrices peuvent être personnalisées selon les besoins des clients. Cela les rend adaptables à tout contexte commercial et logistique. Ci-dessous, nous examinons les principaux domaines d'application des tables élévatrices [12].

2.3.1 Table de travail et palettisation :

L'une des utilisations les plus simples d'une table élévatrice est celle d'une table de travail. La table est baissée et levée à une certaine hauteur pour permettre aux opérateurs d'effectuer leurs activités dans la bonne position et de la manière la plus confortable possible.

Cela vous permet également d'empiler la marchandise sur la palette de manière plus efficace et plus sûre. Enfin, le réglage en hauteur de la table de travail permet de réduire les accidents du travail liés à une mauvaise posture de l'opérateur et au transport de charges lourdes.

2.3.2 Ligne de production et asservissement des systèmes automatiques :

Une table élévatrice peut également être utilisée à l'intérieur d'une ligne de production pour amener le travailleur à la bonne hauteur et lui permettre d'accomplir ses tâches de la meilleure façon possible ; ou pour transférer, baisser ou lever des composants qui doivent être travaillés avec précision et avec des techniques spécifiques, ou qui doivent

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

être amenés au sol à la fin de la ligne de production, avec une palettisation automatique suivante.

Dans ces cas, donc, la solution de table élévatrice est conçue de manière à s'intégrer parfaitement dans la chaîne de production pour fonctionner en combinaison avec d'autres machines.

2.3.3 Monte-charge et liaison entre les étages :

Le besoin de transporter des matériaux, des outils et des marchandises vers les étages supérieurs d'une usine, d'un entrepôt ou d'un bâtiment est très bien satisfait avec une table élévatrice.

La technologie de levage et d'abaissement, en effet, est bien adaptée à la fonction des monte-charges et permet également d'utiliser au mieux l'espace disponible au sol grâce au système de déplacement présent sous la table.

Enfin, le mouvement hydraulique garantit une large gamme de capacités qui, avec la flexibilité d'installation, satisfont tous les besoins dans les contextes industriels et civils.

2.3.4 Logistique pour le chargement et le déchargement des marchandises :

Dans un contexte logistique, les plates-formes élévatrices permettent de lever et de transporter des marchandises à la hauteur du véhicule qu'ils doivent charger ou décharger.

Elle enterre dans le sol, charge l'opérateur et les véhicules pour le déplacement ; ensuite, grâce aux leviers du ciseau, il lève le plateau supérieur jusqu'à la surface de chargement du camion où un bord de liaison relie les deux surfaces.

2.3.5 Fonction d'ascenseur de voiture :

Ainsi que pour les applications industrielles, les tables élévatrices peuvent également être utilisées dans les secteurs civils et privés. C'est le cas des garages ou parkings qui se développent au niveau inférieur de la rue, à l'abri des intempéries : une table

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

élévatrice permet de recevoir une voiture au niveau de la rue et de la faire descendre automatiquement et en toute sécurité.

2.4 Types de tables élévatrices :

Quasiment tous les espaces de travail peuvent utiliser des tables élévatrices. Trois facteurs principaux doivent être pris en compte pour choisir la bonne table : le type de technologie, la mobilité et la discipline d'énergie.

2.4.1 Selon le type technologique :

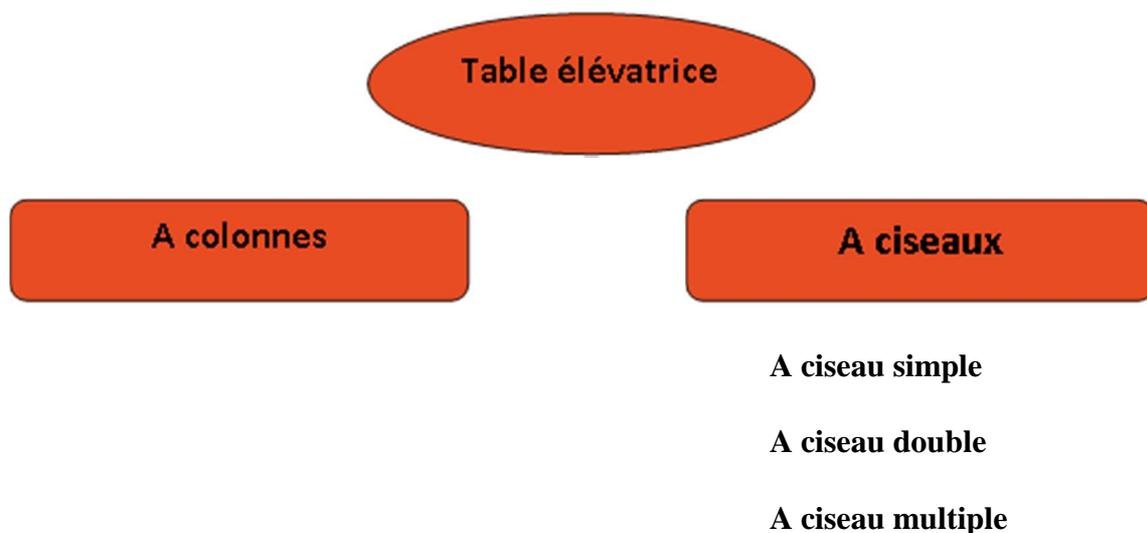


Figure 2.1- Types de tables élévatrices selon la technologie.

2.4.1.1 Table élévatrice à colonnes :

Pour les charges les plus lourdes, les tables élévatrices à colonne sont utilisées. Leur système de colonnes leur permet de soulever des charges très lourdes et volumineuses.

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

- Elles sont spécialement conçues pour servir d'outils de manutention. Elles sont donc adaptées aux tâches de manutention longue, contrairement aux tables élévatrices à ciseaux.
- Elles sont moins stables que les tables à ciseaux.



Figure 2.2- Table élévatrice à colonnes.

2.4.1.2 Table élévatrice à ciseaux :

Ce sont des plateformes conçues pour transporter ou positionner des objets entre des niveaux de hauteur spécifiques. Étant donné qu'ils offrent une bonne stabilité et un accès libre sur les quatre côtés, ils peuvent être utilisés comme un élément supplémentaire dans les processus de production.

- Elles sont stables et robustes par rapport aux tables à colonnes.
- Elles sont adaptées aux travaux verticaux exigeant une certaine précision.

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

2.4.1.2.1 Table élévatrice à ciseau simple :

Ce sont des plates-formes conçues pour transporter ou positionner des marchandises entre des niveaux de hauteur déterminés. Elles offrent une bonne stabilité et un accès libre sur les 4 côtés, ce qui permet leur incorporation en tant qu'élément d'élévation dans les processus de production. Elles peuvent manipuler des charges allant jusqu'à 10 000 kg et leur fabrication peut atteindre une longueur de 5 mètres.



Figure 2.3- Table élévatrice à ciseau simple.

2.4.1.2.2 Table élévatrice à ciseaux double :

Les tables élévatrices à double ciseaux sont composées d'un châssis, d'un mécanisme à double ciseaux et d'une plate-forme. D'autres éléments tels que le profilé de sécurité périphérique sont également incorporés [12].

Elles sont destinées à transporter ou positionner des marchandises entre des niveaux déterminés. Elles peuvent manipuler des charges allant jusqu'à 5 000 kg et sont fabriquées avec une longueur allant jusqu'à 4 mètres. Ce type de table présente une hauteur moyenne en position repliée et, en règle générale, permet une course d'élévation de 1,2 fois leur longueur.

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes



Figure 2.4 - Table élévatrice à ciseaux double.

2.4.1.2.3 Table élévatrice à ciseaux multiples :

La longueur d'une plate-forme conditionne la hauteur d'élévation utile que l'on peut atteindre. Les tables élévatrices à ciseaux multiples sont la solution pour les applications nécessitant une élévation supérieure à celle offerte par les modèles à simple et double ciseaux. Ce type de table est composé d'un châssis, d'un mécanisme à ciseaux, qui peut être à trois ou quatre niveaux, et de la plate-forme supérieure.



Figure 2.5 - Table élévatrice à ciseaux multiples.

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

2.4.2 Selon la mobilité :

2.4.2.1 Les tables élévatrices stationnaires :

Sont des appareils de levage dotés d'une grande plate-forme qui peut être déplacée à différentes hauteurs à l'électricité ou à l'aide d'air comprimé.

Les dispositifs de levage sont installés à des endroits définis dans la production et la fabrication pour soulever des charges jusqu'à 4000 kg à différentes hauteurs, ou pour être utilisés comme tables de travail.



Figure 2.6 - Les tables élévatrices stationnaires.

2.4.2.2 Les tables élévatrices mobiles :

Elles s'adaptent aux tâches nécessitant des déplacements fréquents. Elles sont capables de couvrir une plus grande surface qu'un manipulateur industriel fixe.

Sont principalement utilisées partout où il existe un besoin de soulever, d'assembler ou de transporter et dans toutes les situations dans lesquelles une hauteur de travail ajustable est requise.

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes



Figure 2.7- Les tables élévatrices stationnaires.

2.4.3 Selon la discipline d'énergie :

2.4.3.1 Table élévatrice hydraulique :

Une table élévatrice hydraulique est un dispositif de levage qui utilise un mécanisme hydraulique pour soulever et abaisser des charges. Elle est souvent utilisée dans les environnements industriels pour manipuler des matériaux lourds.

Le mouvement d'élévation est assuré par un vérin hydraulique ; il est manuel pour les faibles charges. La course du vérin est amplifiée par des ciseaux, en application du principe de levier.



Figure 2.8 - Table élévatrice hydraulique.

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

2.4.3.2 Table élévatrice pneumatique :

Elles fonctionnent à l'air comprimé, adaptées aux environnements où l'électricité représente un risque.



Figure 2.9 - Table élévatrice pneumatique.

2.5 Composants des tables élévatrices :



Figure 2.10 - Eléments composants de la table élévatrice.

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

2.5.1. Le châssis :

Le châssis est la partie inférieure de la table élévatrice, sa base. C'est l'élément qui assure la stabilité au sol. Il est de préférence à ancrer au sol mais peut être simplement posé ou inséré dans une fosse prévue à cet effet (afin d'obtenir un niveau de la plateforme aligné avec le sol pour chargement / déchargement).

Dans la version "mobile" de la table élévatrice, le châssis est doté de galets et/ou roues pivotantes, ou encore d'une embase palettisable (rehausse) afin de permettre le déplacement de la table élévatrice à l'aide d'un transpalette ou aussi permettre le passage des longerons de gerbeur pour déposer une charge.

2.5.2 Les ciseaux :

Les ciseaux sont la partie principale de la table élévatrice. En effet, ce sont eux qui assurent le mouvement vertical de la table élévatrice par leur déploiement (une fois mû par un ou plusieurs vérins).

Le nombre de ciseaux varie en fonction des dimensions de la table ainsi que de sa course. Une table "standard" dite "simple ciseaux" est composée de 2 ciseaux parallèles. La table peut aussi être "multi ciseaux" : verticaux pour une plus grande course, ou horizontaux pour un plus grand plateau.

Les ciseaux sont mis en mouvement grâce à des vérins hydrauliques alimenté par un groupe électrohydraulique, ils sont équipés d'un dispositif de valve anti-retour. Cette valve empêche la descente soudaine du plateau en cas de rupture hydraulique.

2.5.3 Le plateau :

Aussi appelé la "plateforme", correspond à la partie supérieure de la table élévatrice, et c'est sur ce dernier que la charge est posée. Sur la plupart des tables élévatrices, le plateau est en tôle pleine.

Cependant, ce plateau peut aussi être équipé de diverses options, permettant d'adapter la table élévatrice à une utilisation spécifique de manutention. Parmi ces adaptations, on retrouve souvent le plateau rotatif, la plateforme basculante (Tilt) ou encore

Chapitre 2 : Tables élévatrices et systèmes de commandes

l'intégration d'un convoyeur à rouleaux, de garde-corps, de guides latéraux ou angulaires, d'une surface antidérapante... La table élévatrice peut aussi être déclinée en version "extra plate".

2.5.4 Groupe hydraulique :

Le groupe hydraulique est contrôlé par le boîtier de commande et permet la mise en action des vérins hydrauliques pour faire monter et descendre la table. L'ensemble comprend : Une carte de gestion électrique (de base 380V triphasé) un moteur, un réservoir d'huile et une pompe hydraulique. La descente est généralement obtenue par l'action d'une électrovanne (solénoïde) qui autorise le retour de l'huile dans le réservoir – dispositif « simple effet ».

2.5.5 Boîtier de commande :

Le boîtier de commande permet de contrôler les mouvements de la table (montée, descente) ainsi que les éventuels éléments ajoutés en option (rotation, basculement, rouleaux motorisés etc.). Au minima le boîtier de commande comprend un poussoir « montée » un poussoir « décente » et un arrêt coup de poing.

2.5.6 Cadre anti pincement :

Le cadre anti-pincement est un profil généralement en aluminium, suspendu en périphérie sous la plateforme, il comprend aussi des contacteurs qui en cas de collision avec un obstacle arrête « net » le mouvement de descente de la table.

2.5.7 Béquille de sécurité :

La béquille de sécurité permet de verrouiller mécaniquement le plateau de la table en hauteur afin de pouvoir effectuer les opérations de maintenance en toute sécurité.

Conclusion :

Dans ce chapitre a été abordé les différents types de table élévatrice, dont le mécanisme de commande est mécanique, électrique, pneumatique e hydraulique. Et sur la commande hydraulique que notre choix est fixé.

Chapitre 3 :
dimensionnement de la table
élevatrice

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

Introduction

Dans ce chapitre, nous allons évaluer la taille des divers éléments qui composent cette table élévatrice. Par la suite, nous évaluons l'ensemble des efforts tranchants et des moments de flexion que la table subit par rapport à la charge située.

Ainsi, ce chapitre vise à :

- Identifier les liaisons mécaniques entre les différents éléments de la table élévatrice pour déterminer les pièces requises pour sa fabrication.
- Calculer les dimensions des composants (les pièces) de la table.
- Calculer l'effort nécessaire au vérin pour soulever la charge spécifique.
- Identifier les efforts auxquels ces éléments sont confrontés.

3.1 Étude cinématique de la table :

➤ Schéma cinématique 2D de la table à étudier

Grâce au schéma cinématique en deux dimensions de la table élévatrice, nous pouvons repérer les principales liaisons entre les différents éléments de la table afin de mieux appréhender son concept :

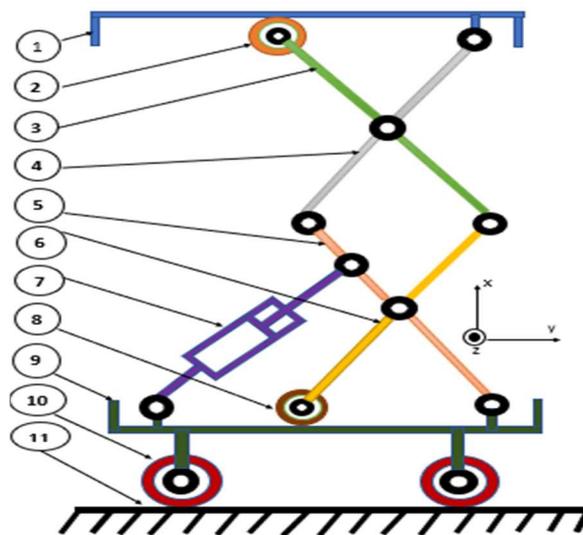


Figure 3.1 - Schéma cinématique de la table élévatrice.

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

Tableau 3.1- Nomenclature du schéma cinématique de la table élévatrice.

N°	Désignation
01	Table supérieure
02	Rouleaux
03	Bras
04	Bras
05	Bras
06	Bras
07	Vérin Hydraulique
08	Rouleaux
09	Table inférieure
10	Roues de table élévatrice
11	Sol

➤ Graphe et tableau des liaisons

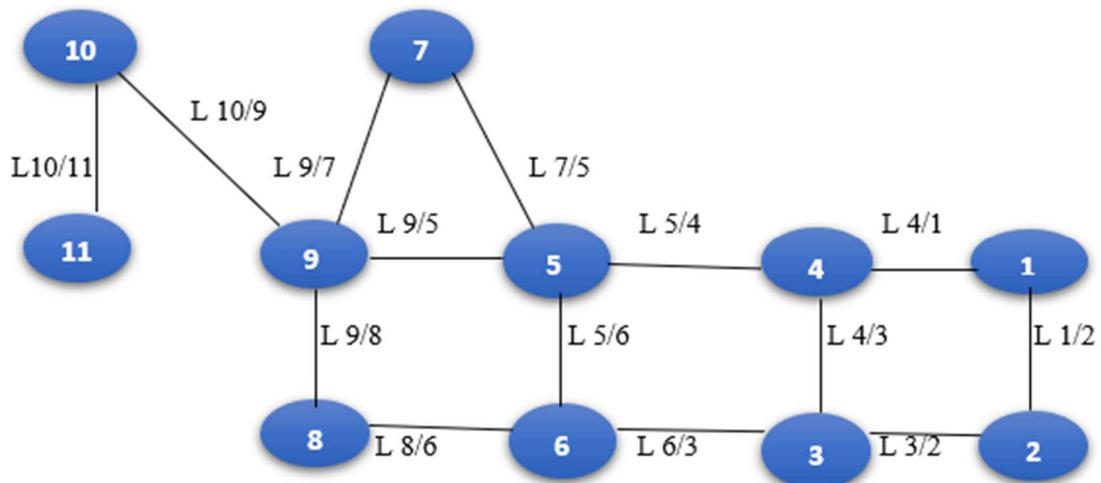


Figure 3.2 - Graphe des liaisons

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

Tableau 3.2 – Liaison.

Liaison	Type	Axe
L 10/11	Glissière / Pivot	$\vec{Y}, \vec{Z} / \vec{x}$
L 10/9	Pivot	\vec{Z}
L 9/7	Pivot	\vec{Z}
L 7/5	Pivot	\vec{Z}
L 9/8	Glissière	\vec{Y}
L 9/5	Pivot	\vec{Z}
L 5/4	Pivot	\vec{Z}
L 4/1	Pivot	\vec{Z}
L 8/6	Pivot	\vec{Z}
L 6/3	Pivot	\vec{Z}
L 5/6	Pivot	\vec{Z}
L 4/3	Pivot	\vec{Z}
L 3/2	Pivot	\vec{Z}
L 1/2	Glissière	\vec{Y}

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

3.2 Dimensionnement de la table :

3.2.1 Détermination des longueurs et des angles :

Afin de déterminer les distances entre les appuis, il est nécessaire de déterminer les longueurs et les angles des éléments de la table élévatrice.

A) Hauteur maximum :

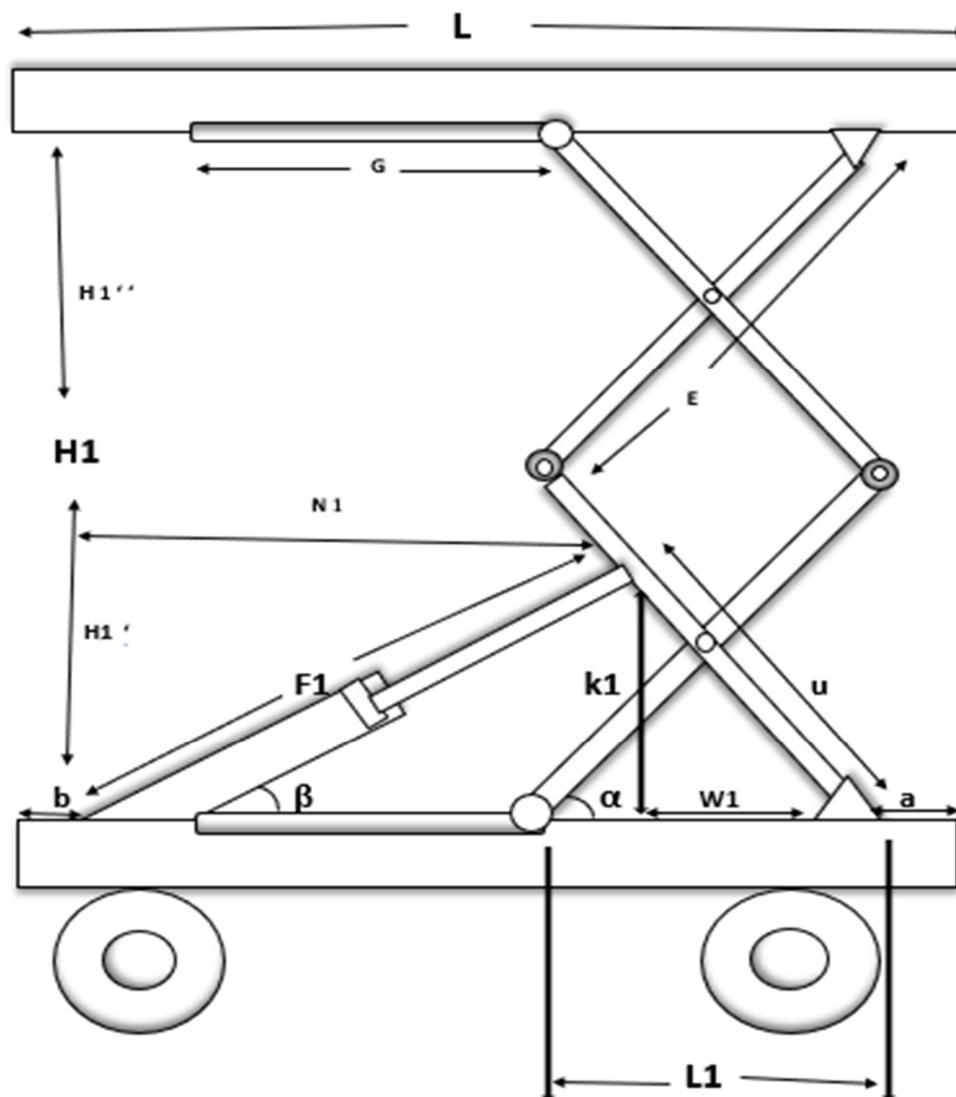


Figure 3.3 - Hauteur maximale de la table élévatrice.

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

➤ Calcul de la longueur du bras de ciseau dans la position maximale

$$L = 3500 \text{ mm}$$

$$L_1 = 1000 \text{ mm}$$

$$H_1 = 4000 \text{ mm}$$

$$H_1' = H_1'' = \frac{H_1}{2} = \frac{4000}{2} = 2000 \text{ mm}$$

Le théorème de Pythagore nous permet de calculer la longueur du ciseau la position maximum notée (E) :

$$E = \sqrt{H_1'^2 + L_1^2} = \sqrt{2000^2 + 1000^2}$$

$$E = \sqrt{5000000} = 2236,067 \text{ mm}$$

Donc pour soulever à une distance $H_1 = 2000 \text{ mm}$ il faut avoir des bras de :

$$2236,067 \approx 2236 \text{ mm}$$

➤ Calcul F1

On utilise le théorème de Thalès :

$$\frac{u}{E} = \frac{W_1}{L_1} = \frac{K_1}{H_1'}$$

On propose que :

- La fixation du vérin se fait dans le dernier quart de la tige [1]

$$\text{Donc : } u = 1677,057 \approx 1677 \text{ mm}$$

$$\text{Et on a aussi } a = b = 150 \text{ mm}$$

$$\frac{1677}{2236} = \frac{W_1}{1000} = \frac{K_1}{2000}$$

$$W_1 = \frac{1677 \cdot 1000}{2236} = 750 \text{ mm}$$

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

$$K1 = \frac{1677 \cdot 2000}{2236} = 1500 \text{ mm}$$

$$N1 = L - (b + a + w1) = 3500 - (150 + 150 + 750) \\ = 3500 - 1050 = 2450 \text{ mm}$$

Alors :

$$F1 = \sqrt{N1^2 + K1^2} = \sqrt{2450^2 + 1500^2} = 2872,71 \text{ mm}$$

La longueur du vérin pour la hauteur maximale (tige sortante) sera : **2872,71 mm**

➤ **Calcul des angles α et β :**

- **L'angle α (entre le bras et la table inférieure) :**

$$\text{Sin}\alpha = \frac{H1'}{E} = \frac{2000}{2236} = 0,894$$

$$\alpha = \text{arc sin} (0,894) = \text{sin}^{-1}(0,894) = 63,38^\circ$$

Donc : **$\alpha=63,38^\circ$**

- **L'angle β (entre le vérin et la table inférieure):**

$$\text{Sin}\beta = \frac{K1}{F1} = \frac{1500}{2872,71} = 0,522$$

$$\beta = \text{arc sin} (0,522) = \text{sin}^{-1} (0,522) = 31,46^\circ$$

Donc : **$\beta= 31,46^\circ$**

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

B) Hauteur minimum :

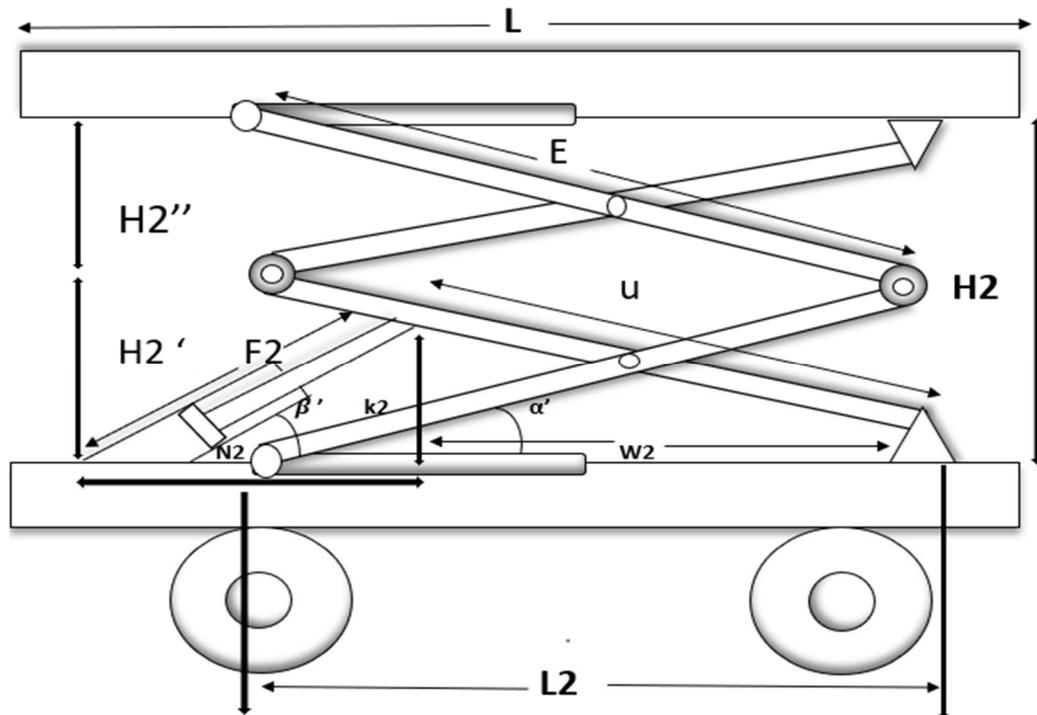


Figure 3.4 - Hauteur minimale de la table élévatrice.

➤ Calcul de la longueur L_2 :

On a les données suivantes :

$$L = 3500 \text{ mm}$$

$$E = 2236,067 \text{ mm}$$

$$H_2 = 600 \text{ mm}$$

$$H_2' = H_2'' = \frac{H_2}{2} = \frac{600}{2} = 300 \text{ mm}$$

Le théorème de Pythagore nous permet de calculer la longueur L_2 :

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

$$L2 = \sqrt{E^2 - H2'^2} = \sqrt{2236^2 - 300^2}$$

$$L2 = \sqrt{4909696} = \mathbf{2215,78mm} \approx 2216mm$$

Donc la longueur L2 = **2215,78 mm**

➤ Calcul de F1 :

La longueur u de fixation du vérin et les longueurs a et b restent les mêmes

On utilise le théorème de Thalès :

$$\frac{u}{E} = \frac{W2}{L2} = \frac{K2}{H2'}$$

$$\frac{1677}{2236} = \frac{W2}{2215,78} = \frac{K2}{300}$$

$$W2 = \frac{1677 * 2215,78}{2236} = \mathbf{1661,83 \text{ mm}}$$

$$K2 = \frac{1677 * 300}{2236} = \mathbf{225 \text{ mm}}$$

$$N2 = L - (b + a + w2) = 3500 - (150 + 150 + 1661,83)$$

$$= 3500 - 1961,83 = \mathbf{1538,17mm}$$

Alors :

$$F2 = \sqrt{N2^2 + K2^2} = \sqrt{1538,17^2 + 225^2} = \mathbf{1554,53mm}$$

Donc la longueur de vérin dans la hauteur minimale (tige rentrée) est : **1554,53 mm**

➤ Calcul des angles α' et β' :

- L'angle α' :

$$\text{Sin } \alpha' = \frac{H2'}{E} = \frac{300}{2236} = \mathbf{0,134}$$

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

$$\alpha' = \arcsin = \sin^{-1}(0,134) = 7,7^\circ$$

Donc : $\alpha' = 7,7^\circ$

- **L'angle β' :**

$$\sin\beta' = \frac{K2}{F2} = \frac{225}{1554,53} = 0,144$$

$$\beta' = \arcsin (0,144) = \sin^{-1} (0,144) = 8,27^\circ$$

Donc : $\beta' = 8,27^\circ$

d) Calcul (la longueur du rail) G :

$$G = L2 - L1 = 2215,78 - 1000 = 1215,78 \text{ mm}$$

3.2.2 Détermination des caractéristiques du vérin :

Le vérin hydraulique (ou actionneur hydraulique) est un actionneur mécanique utilisé pour donner une course unidirectionnelle.

3.2.2.1 La course du vérin

La course est sélectionnée selon le déplacement à effectuer. Il est nécessaire que la longueur de course du vérin soit au moins égale à la course désirée (la fin de la course se fera en butant sur les fonds du vérin ou sur des butées extérieures). D'après le vérin sélectionné, la course sera soit standard (imposée par le constructeur) soit spéciale (effectuée à la demande).

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

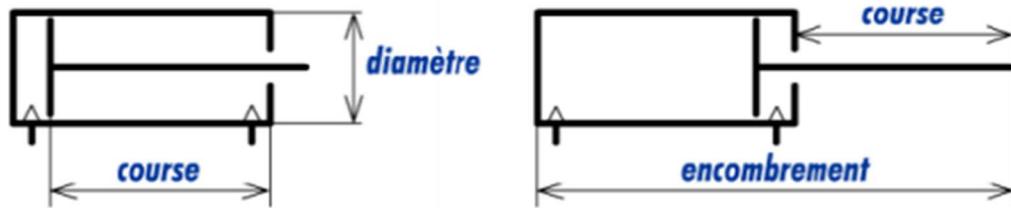


Figure 3.5 - Les dimensions d'un vérin.

Dans notre cas la course est calculée par

$$C = F1 - F2 = 2872,71 - 1551,57 = 1321,14 \text{ mm}$$

3.2.2.2 Calcul des Diamètres du piston et de la tige :

✓ Diamètre du piston :

Le diamètre du piston est directement lié à l'énergie axiale générée par le vérin.

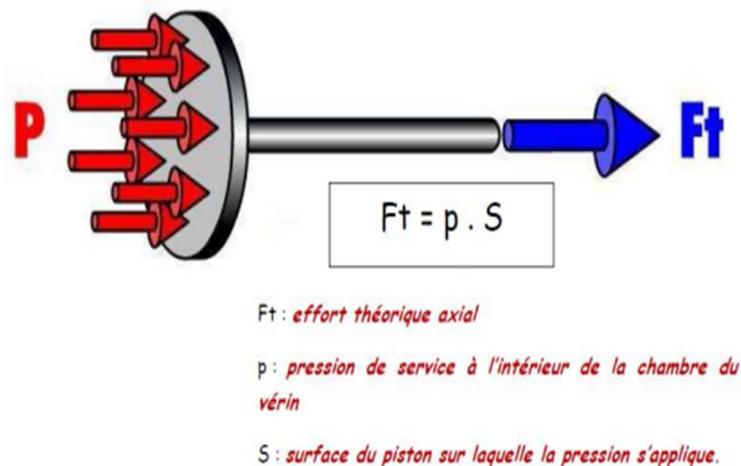


Figure 3.6 - la sortie de la tige.

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

Pour calculer l'effort que doit développer le vérin on doit prendre en considération la charge à soulever qui est de trois ouvriers, dont le poids de chacun est de 100 kg, plus la masse de la table supérieure.

La masse de la table supérieure :

$m_{table} = \text{longueur} \times \text{largeur} \times \text{épaisseur} \times \text{densité du l'acier}$

$$= 350 \text{ cm} \times 100 \text{ cm} \times 5 \text{ cm} \times 7,85 \text{ gr/cm}^3 [25]$$

$$= 1373,75 \text{ kg}$$

$$m_{ouvrr} = 100 \times 3 = 300 \text{ kg}$$

$$m_{totale} = m_{table} + m_{ouvrr} = 1373,75 + 300 = 1673,75 \text{ kg}$$

Donc l'effort théorique est :

$$F = m_{totale} \times g = 1673,75 \times 9,83 = 16452,96 \text{ N} \approx 16453 \text{ N} = 1645,3 \text{ daN}$$

Avec une pression de service $P = 20 \text{ bars}$ ()

Calcule du diamètre du piston nécessaire pour supporter l'effort :

$$S = \frac{F}{P} = \frac{\pi d^2}{4}; \quad d = \sqrt{\frac{4 \times F}{\pi \times P}}$$

$$d = \sqrt{\frac{4 \times 1645,3}{\pi \times 20}} = \sqrt{104,79} = 10,23 \text{ cm} = 102,3 \text{ mm}$$

b) Détermination du diamètre de la tige :

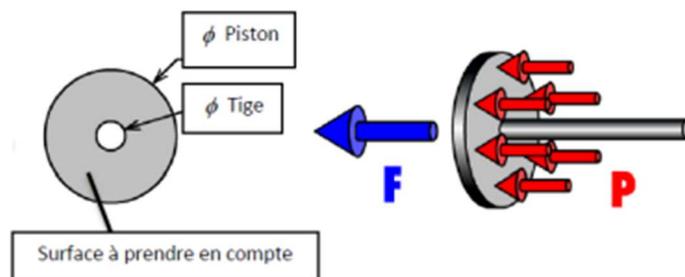


Figure 3.7- la rentrée de la tige.

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

Tableau 3.3- Compatibilité des diamètres de vérin [26].

Diamètre de piston (mm)	Diamètre d'alésage du vérin (mm)																
	32		40		50		63		80		100		125		160		
	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	(1)	(2)	
Diamètre de la tige (mm)	16	22	28	36	45	56	70	90	100								

Selon le tableau précédent, le diamètre du piston ($D = 102,3 \text{ mm}$) a été déterminé, ce qui correspond à une tige de 70 mm de diamètre.

c) Calcul de la longueur libre du flambage (L) [4].

$$L = C \times K$$

On choisit le **K** approprié, dans notre cas, on considère une articulation arrière. Selon le tableau ci-dessous (tableau. 3) le facteur de course est $K = 2$. Pour déterminer la longueur libre de flambage, nous utilisons la méthode suivante.

$$L = \text{course} \times K$$

$$L = 1321,14 \times 2 = 2642,28 \text{ mm.}$$

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

Tableau 3.4 - Différents type de montage avec leurs facteurs de course k [27].

Désignation	Extrémité de tige	Type de montage	facteur de course K
Articulations arrière	Articulation guidée		2
	Filetage guidé		1,5
	Filetage non guidé		4
Tourillons Intermédiaires (placés sur le 1/3 avant du corps)	Articulation guidée		1,5
	Filetage guidé		1
	Filetage non guidé		3
Tourillons avant	Articulation guidée		1
	Articulation non guidée		2
Equerres	Articulation guidée		0.7
	Filetage guidé		0.5
	Filetage non guidé		2

d) Calcul du débit de la pompe :

Le débit de la pompe est donné par la formule suivante :

$$Q = V \times S \quad \text{Avec } S: \text{section du piston.}$$

On estime un temps d'élévation $T = 20$ s et pour une course de la tige du vérin $C = 1321,14$ mm, on calcul la vitesse de sortie ou rentré de la tige par la formule suivante

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

$$v = \frac{C}{T} = \frac{1321,14}{20} = 66,057 \text{ mm/s}$$

On détermine la section du vérin par la formule suivante

$$S = \frac{\pi d^2}{4} = \frac{3,14 \times 102,3^2}{4} = 8215,25 \text{ mm}^2$$

$$\text{Donc : } Q = V \times S = 66,057 \times 8215,25 = 542674,76 \text{ mm}^3 \cdot \text{s}^{-1}$$

$$\begin{aligned} \text{En litre par minute sera : } Q &= 542674,76 \times 6 \cdot 10^{-5} \text{ L/min} \\ &= 32,56 \text{ L/min} \end{aligned}$$

3.2.3 Choix du moteur :

La table élévatrice est employée afin de soulever les travailleurs à des hauteurs variées afin de réaliser certaines tâches en fonction des caractéristiques techniques suivantes :

- Capacité d'élévation jusqu'à 30 kg + la masse de table supérieure 1373,75kg

$$\text{Donc } m_{\text{totale}} = 1673,75 \text{ kg}$$

- Course jusqu'à 1321,14 mm
- Dimension de la plateforme jusqu'à 3500 mm x 1000 mm x 50 mm
- Hauteur de levage 4000 mm
- Temps de montée 0.2 m/s

$$\text{D'où } F = m \times g ; 1673,75 \times 9.83 = 16452,96 \approx 16453 \text{ N}$$

$$\text{Donc } P = F \times V ; 16453 \times 0,2 = 3290,6 \text{ W} = 3,29 \text{ KW} \approx 3,3 \text{ KW}$$

Donc La pompe à entraîner requiert une puissance de 3,3 KW et un nombre de tours 2830 tr/min

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

Tableau 3.5 - Les caractéristiques techniques du notre moteur [17].

Type de moteur	Moteur électrique triphasé 3kW / 4cv (CEMER)	Diamètre d'arbre	Arbre claveté de 24× 50mm et la clavette inclus par moteur
Puissance	3,3Kw	Rendement	Standard IE1
Vitesse	2830 tr/min ≈ 3000tr/min	Couleur de moteur	RAL 7022
Fixation	A pattes (B3)	Protection	IP55
Finition	Aluminium	Fréquence	50H1Z
Hauteur d'axe	90 mm	Courant nominale	6,1 A
Tension d'alimentation	Triphasé 230/400 v	Bruit	61 DB
Poids	18,5 kg	Indice protection	IP55
Couplage	230v Tringle / 400v étoile	Installation	À l'intérieur / l'extérieur

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice



Figure 3.8 - Moteur électrique triphasé de puissance 3,3Kw.

3.3 Calcul analytique des charges

L'analyse statique de l'équilibre du système a été réalisée en tenant compte des forces de chargement et des réactions sur la plateforme supérieure. Afin d'obtenir les forces au niveau des articulations, le diagramme de corps libres des systèmes a été dessiné. Les poids des composants de la table sont négligés. L'angle entre le bras et la plaque de base est l'angle β , alors que α est l'angle entre le cylindre hydraulique et la plaque de base.

3.3.1 Hauteur maximum :

Nous modélisons les efforts sur la table en ce schéma suivant :

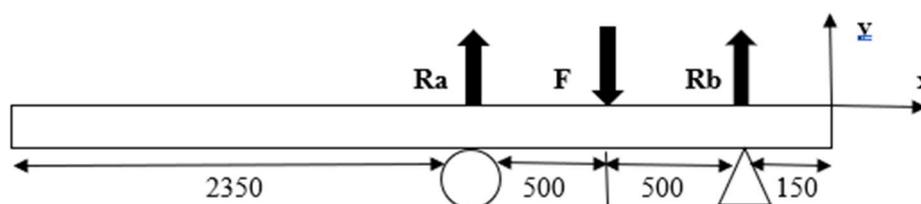


Figure 3.9 – table supérieure sous charge concentrée (hauteur max).

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

3.3.1.1. Calcul des réactions au niveau des appuis :

$$\sum \vec{F}_{ext} ; \quad \vec{R}_a + \vec{F} + \vec{R}_b = \vec{0}$$

$$\|\vec{F}\| = m \times g = 300 \times 9,8 = 2940 \text{ N} = 294 \text{ daN}$$

(Nous n'avons utilisé que la charge sur la table c'est-à-dire le poids des ouvriers)

$$R_a + R_b - F = 0$$

$$- R_a + F = R_b; \sum M_{f/b} = 0$$

$$R_a \times 1000 - F \times 500 = 0$$

$$R_a = \frac{F \times 500}{1000} = 1470 \text{ N}$$

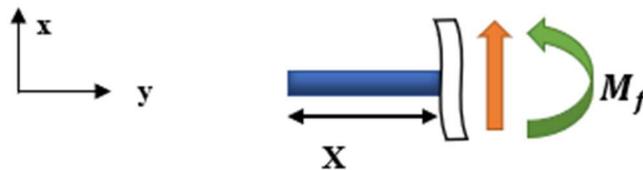
$$\text{Donc : } R_a = R_b = \frac{F}{2} = \frac{2940}{2} = 1470 \text{ N}$$

3.3.1.2 Calcul des efforts tranchants et du moment fléchissant

Tronçon 01 :

$$0 \leq x \leq 2350$$

$$T = 0 \text{ N}$$

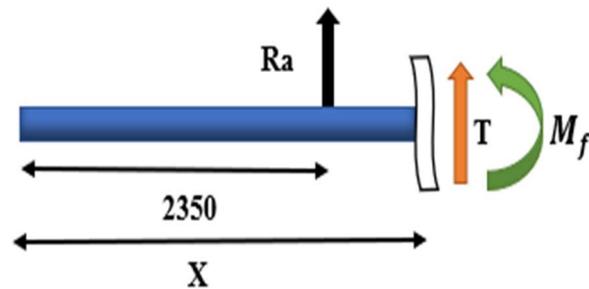


Tronçon 02 :

$$2350 \leq x \leq 2850$$

$$T = R_a = 1470 \text{ N}$$

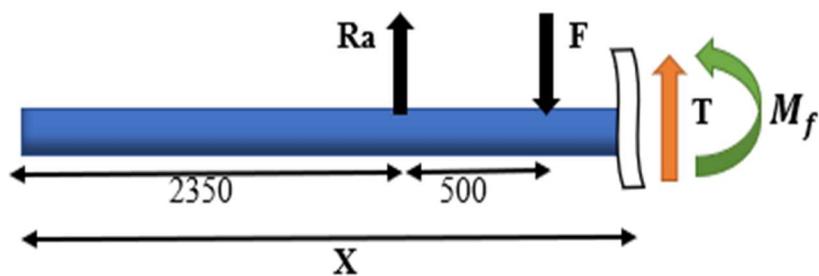
Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice



Tronçon 03 :

$$2850 \leq x \leq 3350$$

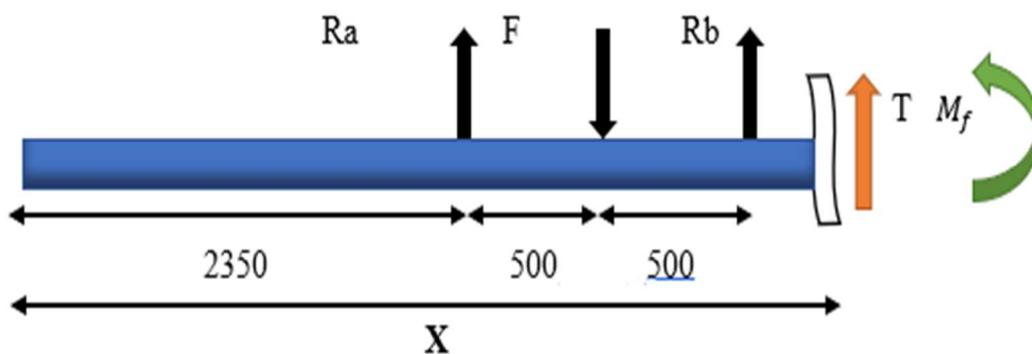
$$T = R_a - F = 1470 - 2940 = -1470$$



Tronçon 04 :

$$3350 \leq x \leq 3500$$

$$T = R_a - F + R_b = 1470 - 2940 + 1470 = 0 \text{ N}$$



Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

3.3.1.3 Calcul des moments de flexions :

Tronçon 01 :

$$0 \leq x \leq 2350 ; \quad M_f = 0 \text{ N.mm}$$

Tronçon 02 :

$$2350 \leq x \leq 2850 ; \quad T = +Ra$$

$$M_f = -Ra (X - 2350)$$

$$X = 2350 ; \quad M_f = -Ra \times 0 = 0 \text{ N.mm}$$

$$\begin{aligned} X = 2850 ; \quad M_f &= -Ra \times (2850 - 2350) \\ &= -1470 \times 500 = -735000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

Tronçon 03 :

$$2850 \leq x \leq 3350 ; \quad T = +Ra - F$$

$$M_f = -Ra (X - 2350) + F (X - 2850)$$

$$\begin{aligned} X = 2850 ; \quad M_f &= -Ra (2850 - 2350) + F (2850 - 2850) \\ &= -1470 (500) + 2940 (0) \\ &= -735000 \text{ N.mm} \end{aligned}$$

$$X = 3350 ; \quad M_f = -Ra (3350 - 2350) + F (3350 - 2850)$$

$$\begin{aligned} &= -1470 (1000) + 2940 (500) \\ &= -1470000 + 1470000 \end{aligned}$$

$$= 0 \text{ N.mm}$$

Tronçon 04 :

$$3350 \leq x \leq 3500 ; \quad T = +Ra - F + Rb$$

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

$$M_f = -Ra (X - 2350) + F (X - 2850) - Rb (x - 3350)$$

$$\begin{aligned} X = 3350 \quad ; \quad M_f &= - Ra (3350 - 2350) + F (3350 - 2850) - Rb (3350 - 3350) \\ &= - 1470 (1000) + 2940 (500) - 1470 (0) \\ &= -1470000 + 1470000 - 0 \\ &= \mathbf{0 \text{ N.mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X = 3500 \quad ; \quad M_f &= - Ra (3500 - 2350) + F (3500 - 2850) - Rb (3500 - 3350) \\ &= - 1470 (1150) + 2940 (650) - 1470 (150) \\ &= -1690500 + 1911000 - 220500 \\ &= \mathbf{0 \text{ N.mm}} \end{aligned}$$

3. 3.1.4 Diagramme des efforts tranchants et moment fléchissant :

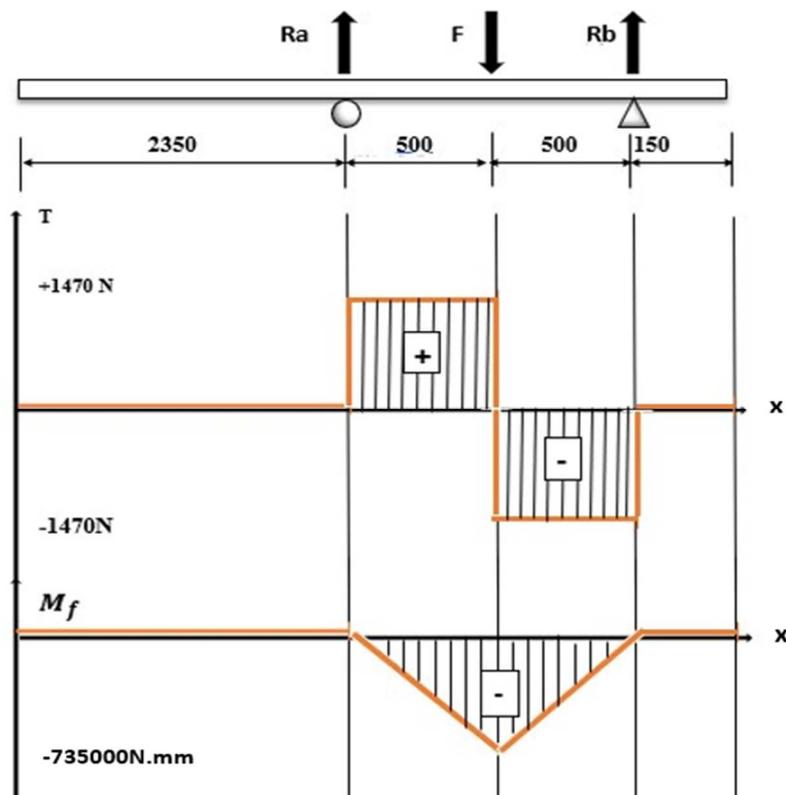


Figure 3.10 - Diagramme des efforts tranchants et moment fléchissant dans la hauteur maximale.

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

3.3.2 Hauteur minimum :

Nous représentons les efforts sur la table selon le schéma ci-dessous :

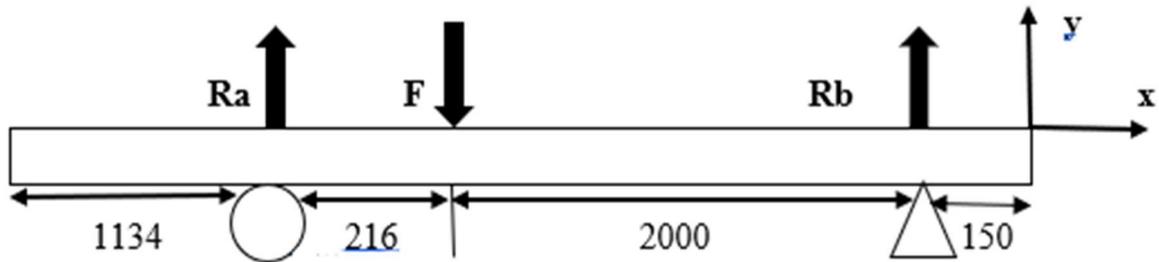


Figure 3.11 – table supérieure sous charge concentrée (hauteur min).

3.3.2.1 Calcul des réactions au niveau des appuis :

$$\sum \vec{F}_{ext} ; \quad \vec{R}_a + \vec{F} + \vec{R}_b = \vec{0}$$

$$\|\vec{F}\| = m \times g = 300 \times 9,8 = 2940 \text{ N} = 294 \text{ dan}$$

(Nous n'avons utilisé que la charge sur la table c'est-à-dire le poids des ouvriers)

$$R_a + R_b - F = 0$$

$$- R_a + F = R_b;$$

Le moment par rapport à b.

$$\sum \frac{M_f}{b} = 0$$

$$R_a \times 2216 - F \times 2000 = 0$$

$$R_a = \frac{F \times 2000}{2216} = 2653,43 \text{ N} = 265,34 \text{ dan}$$

$$\text{Donc : } R_b = F - R_a = 2940 - 2653,34 = 286,57 \text{ N}$$

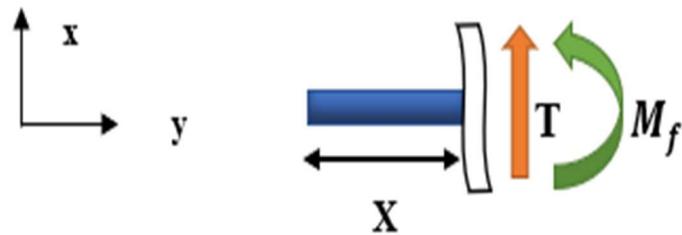
Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

3.3.2.2 Calcul des efforts tranchants dans chaque tronçon :

Tronçon 01 :

$$0 \leq x \leq 1134$$

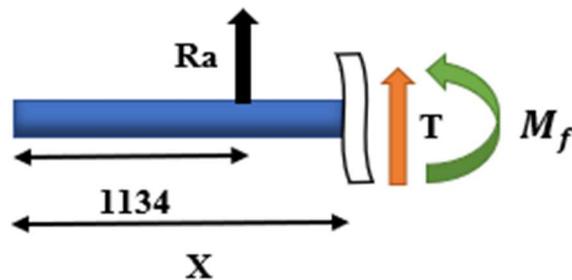
$$T = 0 \text{ N}$$



Tronçon 02 :

$$1134 \leq x \leq 1350$$

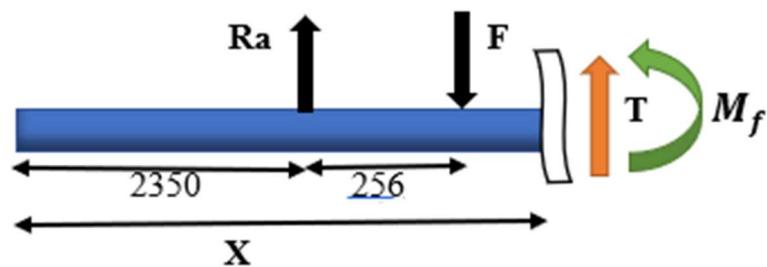
$$T = R_a = 2653,43 \text{ N}$$



Tronçon 03 :

$$1350 \leq x \leq 3350$$

$$T = R_a - F = 2653,43 - 2940 = -333,62 \text{ N}$$

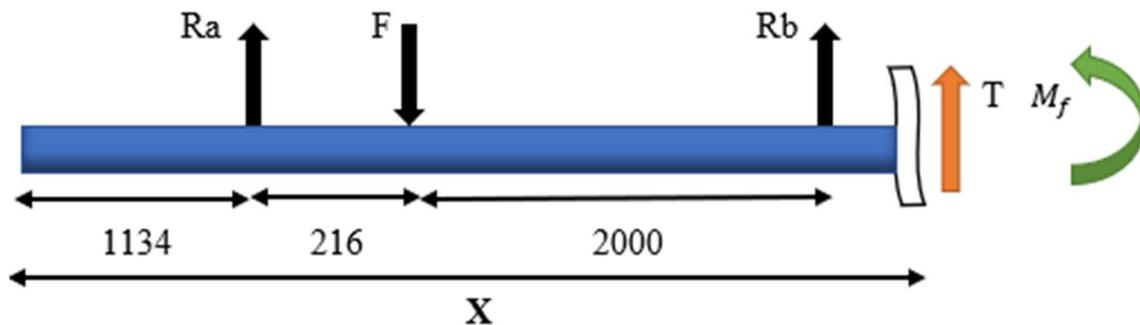


Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

Tronçon 04 :

$$3350 \leq x \leq 3500$$

$$T = R_a - F + R_b = 2653,43 - 2940 + 286,57 = 0 \text{ N}$$



3.3.2.3 Calcul les moments de flexions :

Tronçon 01 :

$$0 \leq x \leq 1134 ; \quad M_f = 0 \text{ N.mm}$$

Tronçon 02 :

$$1134 \leq x \leq 1350 ; \quad T = +R_a$$

$$M_f = -R_a (X - 1134)$$

$$X = 1134 \quad ; \quad M_f = -R_a \times 0 = 0 \text{ N.mm}$$

$$X = 1350 \quad ; \quad M_f = -R_a \times (1350 - 1134)$$

$$= -2653,34 \times 1350 - 1134 = -573121,44 \text{ N.mm}$$

Tronçon 03 :

$$1350 \leq x \leq 3350 ; \quad T = +R_a - F$$

$$M_f = -R_a (X - 1134) + F (X - 1350)$$

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

$$\begin{aligned} X = 1350 \quad ; \quad M_f &= - Ra (1350 - 1134) + F (1350 - 1350) \\ &= - 2653,38 (216) + 2940 (0) \\ &= \mathbf{-573130,08 \text{ N.mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X = 3350 \quad ; \quad M_f &= - Ra (3350 - 1134) + F (3350 - 1350) \\ &= -2606,38 (2216) + 2940 (2000) \\ &= -5775738,08 + 5880000 \approx \mathbf{0 \text{ N.mm}} \end{aligned}$$

Tronçon 04 :

$$3350 \leq x \leq 3500 ; \quad T = + Ra - F + Rb$$

$$M_f = -Ra (X - 1134) + F (X - 1350) - Rb (x - 3350)$$

$$\begin{aligned} X = 3350 \quad ; \quad M_f &= - Ra (3350 - 1134) + F (3350 - 1350) - Rb (3350 - 3350) \\ &= - 2606,6 (2216) + 2940 (2000) - 333,62 (0) \\ &= -5776225,6 + 5879993,28 - 0 \\ &= \mathbf{0 \text{ N.mm}} \end{aligned}$$

$$\begin{aligned} X = 3500 \quad ; \quad M_f &= - Ra (3500 - 1134) + F (3500 - 1350) - Rb (3500 - 3350) \\ &= - 2606,38 (2366,) + 2940 (2150) - 333,62 (150) \\ &= -6166695,08 + 6321000 - 50043 = \mathbf{104261,92 \text{ N.mm}} \end{aligned}$$

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

3.3.2.4 Diagramme des efforts tranchants et moment fléchissant :

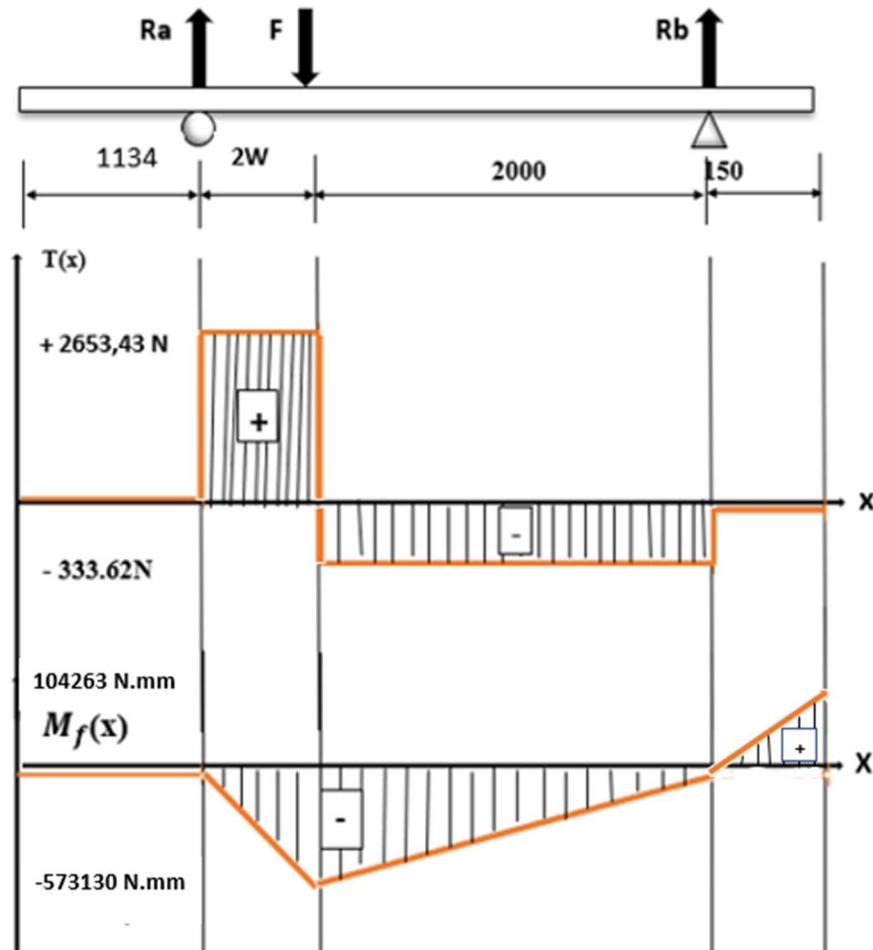


Figure 3.12 - Diagramme des efforts tranchants et moment fléchissant dans la hauteur minimale.

3.4 Calcul des forces agissant sur les bras [9] :

Bras à ciseaux : Il y a au total 2 paires de bras à ciseaux utilisés dans le modèle pour la hauteur requise, c'est-à-dire qu'il y a un total de 4 bras à ciseaux utilisés, donc chaque maillon aura des forces différentes agissant sur chaque maillon.

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

3.4.1 A hauteur minimale :

Le bras (1) est retiré du ciseau afin de mesurer les différentes réactions qui l'affecte.

Calculer la charge R_B et R_A : ($R_B = R_A$)

R_b et R_a représentent les réactions aux appuis.

- R_{b1} : la charge de plate-forme supérieure + les 3 ouvriers

$$R_{b1} = m \times g = (1373,75 + 300) \times 9,83 = 16452,96 \text{ N}$$

- R_{b2} : le poids du bras de ciseau supérieur

La masse du bras de ciseaux $M_c = 7\text{cm} \times 4\text{cm} \times 223,6\text{cm} \times 7,85 \text{ gr} / \text{cm}^3 = 49,14 \text{ kg}$

Le poids est calculé à partir de la formule

$$R_{b2} = M_c \times g = 49,14 \times 9,83 = 483,11 \text{ N}$$

R_E : Réaction du 2ème bras sur le premier bras.

R_{cx} et R_{cy} : Réactions du sol sur le ciseau au point C.

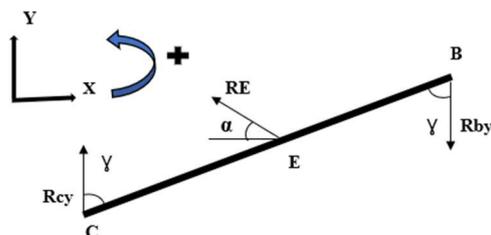
- R_V : La force appliquée à la tige fixée aux bras de ciseaux

$$R_V = F = 16453 \text{ N}$$

$$\alpha = 7,7^\circ$$

$$\beta = 8,27^\circ$$

$$\gamma = 82,3^\circ$$



Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

Avec : $E_b = E_c = 1118 \text{ mm}$.

En appliquant la somme des forces :

$$\Sigma_{F/y} = -R_{by} + R_E \times \sin \alpha + R_{cy} = 0 \quad \dots\dots\dots (01)$$

$$\Sigma_{M/c} = 0 \quad \dots\dots\dots (03)$$

$$- R_{by} \times \sin \gamma \times 2236 + R_E \times 1118 = 0$$

$$\text{Donc : } R_E = \frac{R_{by} \times \sin \gamma \times 2236}{1118} = \frac{16936 \times \sin 82,3 \times 2236}{1118}$$

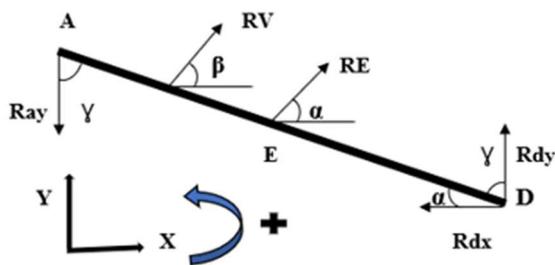
$$R_E = 33566,58 \text{ N}$$

On remplace dans l'équation (1) on trouve :

$$R_{Cy} = R_{by} - R_E \times \sin \alpha = 16936 - 33566,58 \times \sin 7,7$$

$$= 12438,55 \text{ N}$$

- Il est retiré du ciseau le bras (2) afin de mesurer les différentes réactions qui l'affectent.



Avec : $E_A = E_D = 1118 \text{ mm}$.

En appliquant la somme des forces :

$$\Sigma_{F/y} = -R_{ay} + R_E \times \sin \alpha + R_V \times \sin \beta + R_{dy} = 0 \quad \dots\dots\dots (01)$$

$$\Sigma_{F/x} = -R_{dx} + R_E \times \cos \alpha + R_V \times \cos \beta = 0 \quad \dots\dots\dots (02)$$

$$\Sigma_{M/D} = 0 \quad \dots\dots\dots (03)$$

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

$$R_{ay} \times \sin \gamma \times 2236 - R_E \times 1118 - R_V \times 1677 = 0$$

$$R_{dx} = -R_E \times \cos \alpha - R_V \times \cos \beta$$

$$= -33566,58 \times \cos 7,7 - 16453 \times \cos 8,27$$

$$= -33263,91 - 16281,9 = 49848,48 \text{ N}$$

$$R_{dy} = + R_{ay} - R_E \times \sin \alpha - R_V \times \sin \beta$$

$$= 16936 - 33566,58 \times \sin 7,7 - 16453 \times \sin 8,27$$

$$= 16936 - 4497,45 - 2366,56 = 10071,99 \text{ N}$$

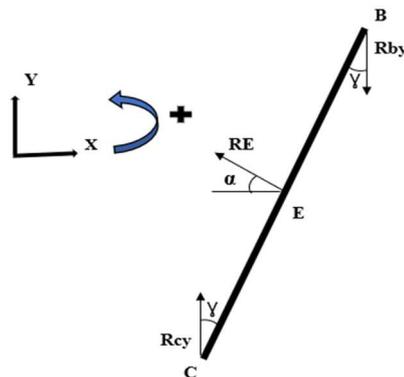
3.4.2 La hauteur maximale :

R_{Cx} et R_{Cy} : Réactions du sol sur le ciseau au point C.

$$\alpha = 63,38^\circ$$

$$\beta = 31,46^\circ$$

$$\gamma = 26,62^\circ$$



Avec : $E_b = E_C = 1118 \text{ mm}$.

En appliquant la somme des forces :

$$\Sigma_{F/y} = -R_{by} + R_E \times \sin \alpha + R_{cy} = 0 \dots\dots\dots (01)$$

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

$$\Sigma_{M/c} = 0 \dots\dots\dots (03)$$

$$- R_{by} \times \sin \gamma \times 2236 + R_E \times 1118 = 0$$

$$\text{Donc : } R_E = \frac{R_{By} \times \sin \gamma \times 2236}{1118} = \frac{16936 \times \sin 26,62 \times 2236}{1118}$$

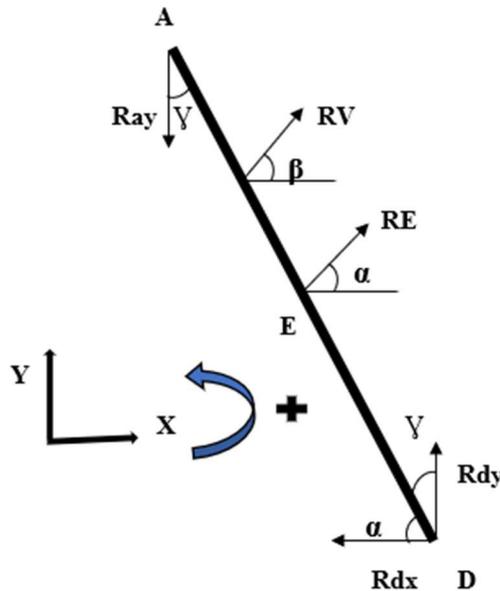
$$R_E = 15177,06 \text{ N}$$

On remplace dans l'équation (1) on trouve :

$$R_{Cy} = R_{by} - R_E \times \sin \alpha = 16936 - 15177,06 \times \sin 63,38$$

$$= 16936 - 13568,25 = 3367,75 \text{ N}$$

- On isole le bras (2) du ciseau pour calculer les différentes réactions agissant sur lui.



Avec : EA = ED = 1118 mm.

En appliquant la somme des forces :

Chapitre 3 : dimensionnement de la table élévatrice

$$\Sigma_{F/y} = -R_{ay} + R_E \times \sin \alpha + R_V \times \sin \beta + R_{dy} = 0 \quad \dots\dots\dots (01)$$

$$\Sigma_{F/x} = -R_{dx} + R_E \times \cos \alpha + R_V \times \cos \beta = 0 \quad \dots\dots\dots (02)$$

$$\Sigma_{M/D} = 0 \quad \dots\dots\dots (03)$$

$$R_{ay} \times \sin \gamma \times 2236 - R_E \times 1118 - R_V \times 1677 = 0$$

$$R_{dx} = -R_E \times \cos \alpha - R_V \times \cos \beta$$

$$= -15177,06 \times \cos 63,38 - 16453 \times \cos 31,46$$

$$= -6800,40 - 14034,48 = -20834,88 \text{ N}$$

$$R_{dy} = + R_{ay} - R_E \times \sin \alpha - R_V \times \sin \beta$$

$$= 16936 \times \sin 63,38 - 16453 \times \sin 31,46$$

$$= 15140,74 - 8586,87$$

$$= \mathbf{6553,87 \text{ N}}$$

Conclusion

Les résultats obtenus dans ce chapitre ont été résumés comme suit [] :

- La table élévatrice à ciseaux est dotée d'un vérin hydraulique à double effet avec une course de 1321,14 mm et un diamètre de vérin de Ø102,3 mm afin d'ouvrir et de fermer le système en toute sécurité. De plus, la pression de service maximale de la pompe a été déterminée à environ 20 bars.
- Le moteur électrique a été sélectionné pour ce système selon le calcul de la puissance du moteur à 3.3 kW.
- Afin de transporter la charge dans le système en toute sécurité, un calcul analytique des charges et des réactions a été réalisé.

**Chapitre 4 : Conception de la
table élévatrice mobile et
simulation sous Fluid-Sim du
circuit de commande
hydraulique**

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

Introduction

Dans ce chapitre sera exposée la partie importante de notre travail, en exposant les étapes du design de la table élévatrice mobile sous SolidWorks, et la simulation du circuit hydraulique. [3]

4.1 Conception des pièces composantes de la table élévatrice sous SolidWorks :

4.1.1 Choix du logiciel utilisé pour la conception :

Il est important de noter qu'il existe un grand nombre de logiciels de conception et de calculs assistés par ordinateur disponibles sur le marché. On retrouve principalement NASTRAN, CATIA, ABAQUS et SolidWorks.

Dans notre cas, Nous allons utiliser le logiciel SolidWorks pour la conception de tous les composants de la table élévatrice tout en prenant en considération les calculs faites dans le chapitre 3.

L'exploitation du logiciel qui contient trois catégories de documents, la pièce, l'assemblage et la mise en plan, nous a permis de faire le design de la table.

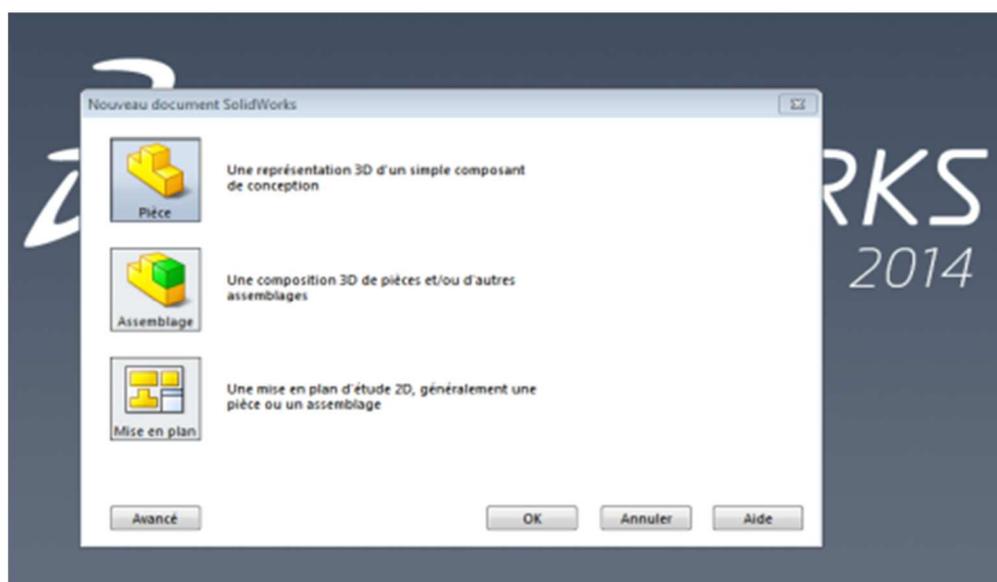


Figure 4.1- Interface graphique de SolidWorks version 2014.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

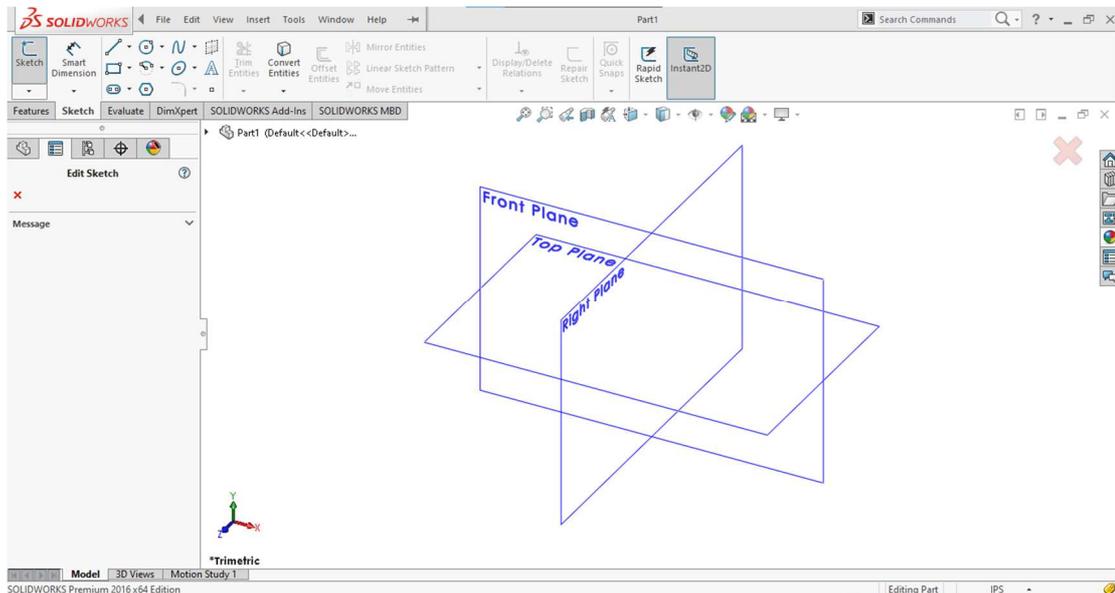


Figure 4.2- Interface interne de SolidWorks (plan de travail).

4.1.2 Représentation paramétrique des éléments :

4.1.2.1 Table supérieure :

La plate-forme supérieure soulevait de lourdes pièces à travailler, situées en haut de la table élévatrice.

Nous avons créé un parallélépipède d'une longueur de 3500 mm, d'une largeur de 1000 et d'une épaisseur de 50 mm, et ses deux bords latéraux mesurant 100 mm de hauteur. Ensuite, nous y avons percé deux trous d'un diamètre de 30 mm chacun, puis nous avons réalisé deux rainures de longueur 1279,23 mm et de largeur 30 mm. Ces rainures assurent le mouvement relatif des galets.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

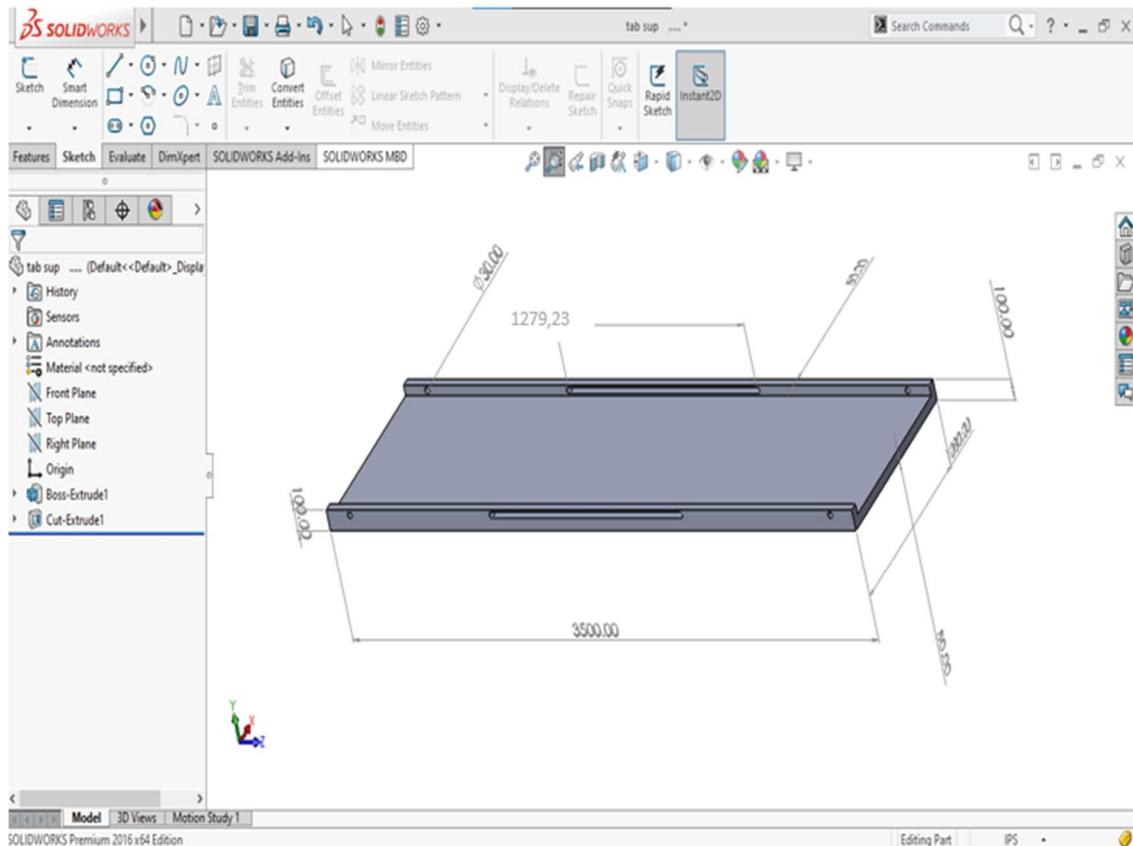


Figure 4.3 -Modèle 3D (SW)de la plateforme.

4.1.2.2 Bras de ciseau supérieur

Il s'agit d'un parallélépipède d'une longueur de 2236 mm, d'une largeur de 70 mm et d'une épaisseur de 40 mm. Il comporte trois trous, deux aux extrémités et un au milieu, chacun de diamètre 30 mm et nous avons retiré la matière des deux extrémités et lui avons donné une forme convexe.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

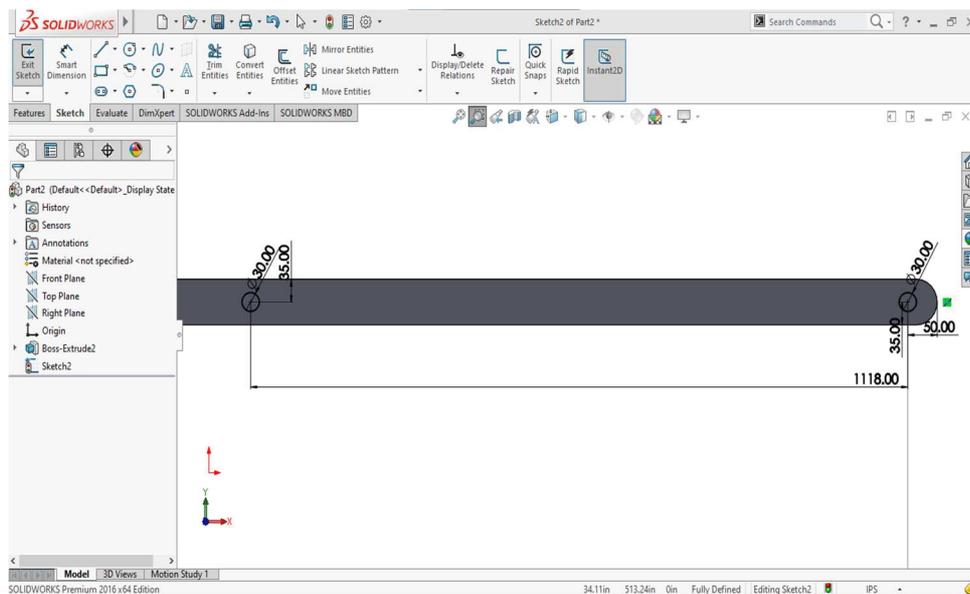
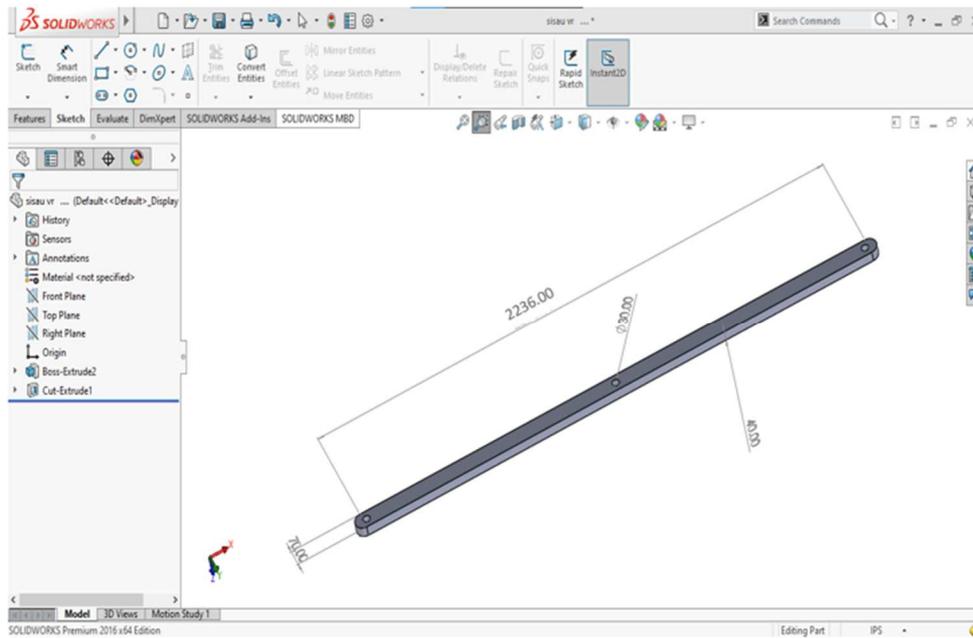


Figure 4.4 - Modèle 3D (SW) du bras de ciseau supérieur.

4.1.2.3 Bras de ciseau inférieur

Le même design que le bras de ciseau supérieur, avec l'ajout d'un quatrième trou dans le dernier quart de ciseau pour fixer la tige du vérin.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

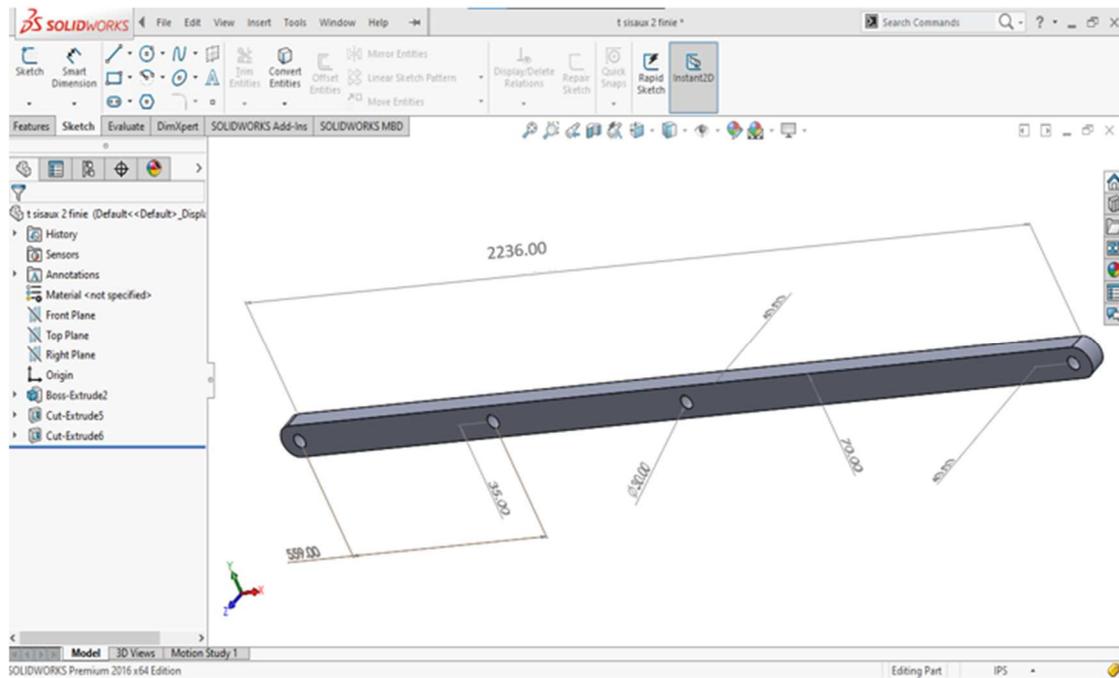


Figure 4.5 - Modèle 3D (SW) du bras de ciseau inférieur.

4.1.2.4 Table inférieure :

Même design que la table supérieure avec l'ajout de quatre plaques rectangulaires sous la table pour fixer les roues. Chaque plaque mesure 350mm de long, 228mm de large et 10mm d'épaisseur.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

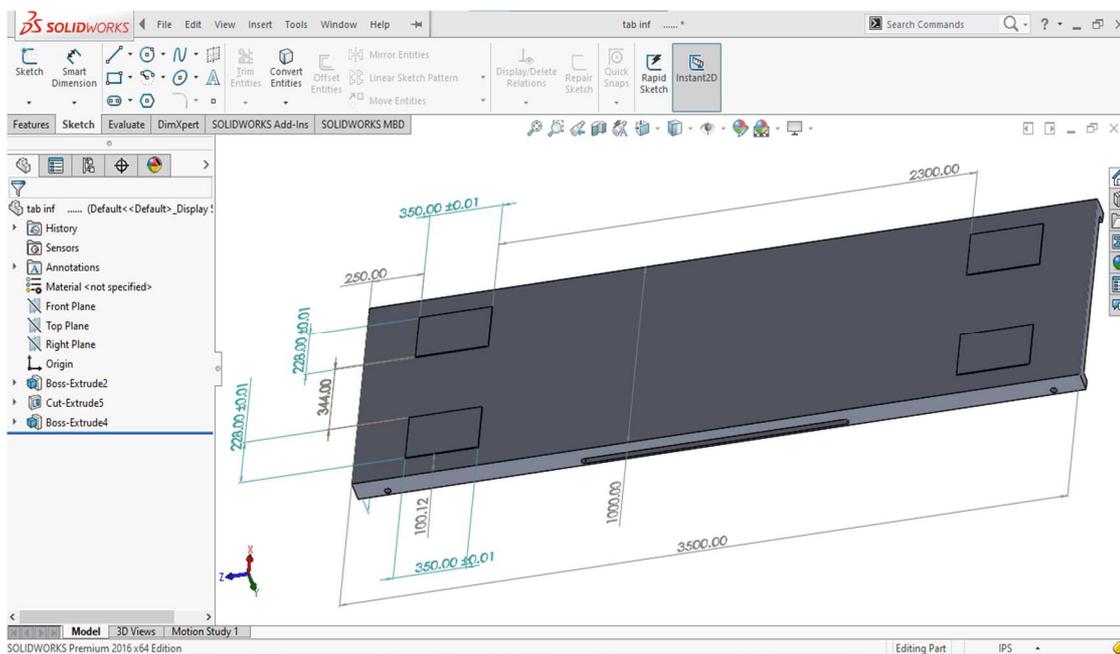
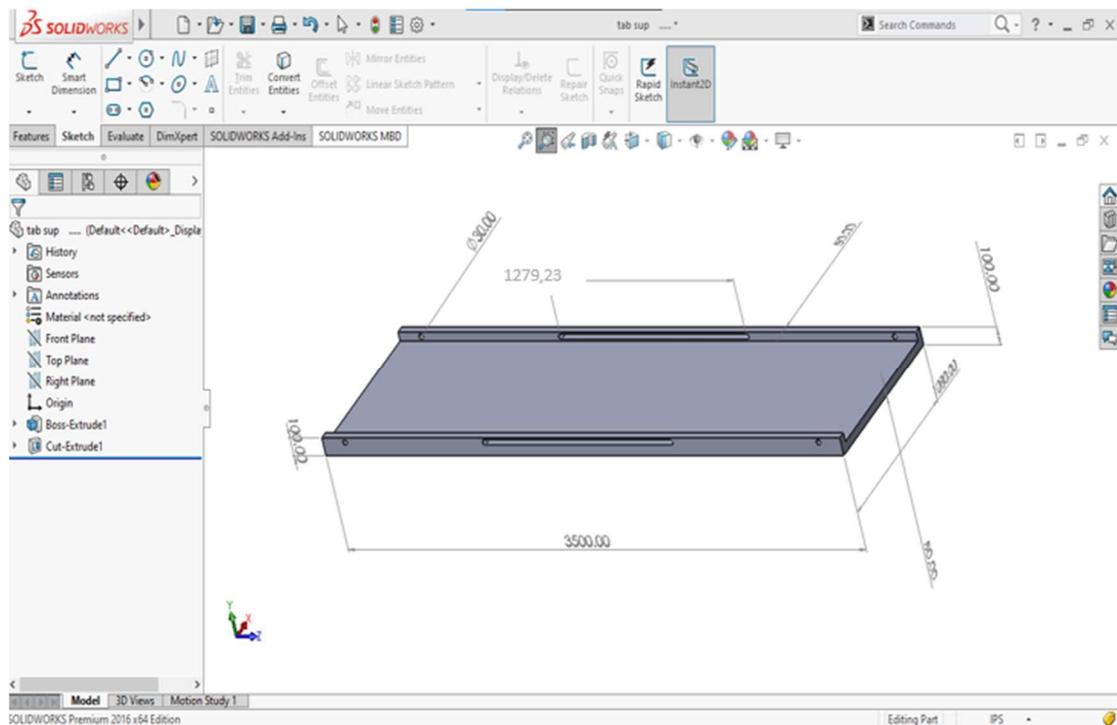


Figure 4.6- Modèle 3D (SW) de la table supérieure.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

4.1.2.5 Les roues :

Il s'agit d'un cylindre de diamètre extérieur de 400 mm et d'une hauteur de 200 mm, avec un trou de diamètre 40 mm en son milieu pour la fixation.

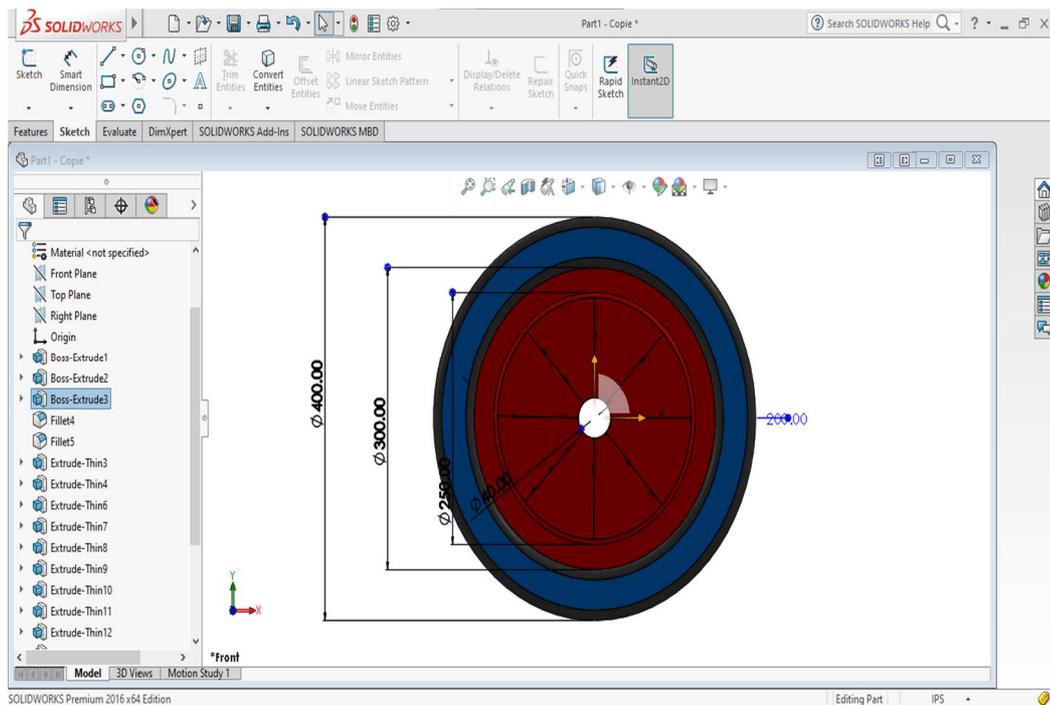


Figure 4.7 -(a) - Modèle 3D (SW) de la roue.

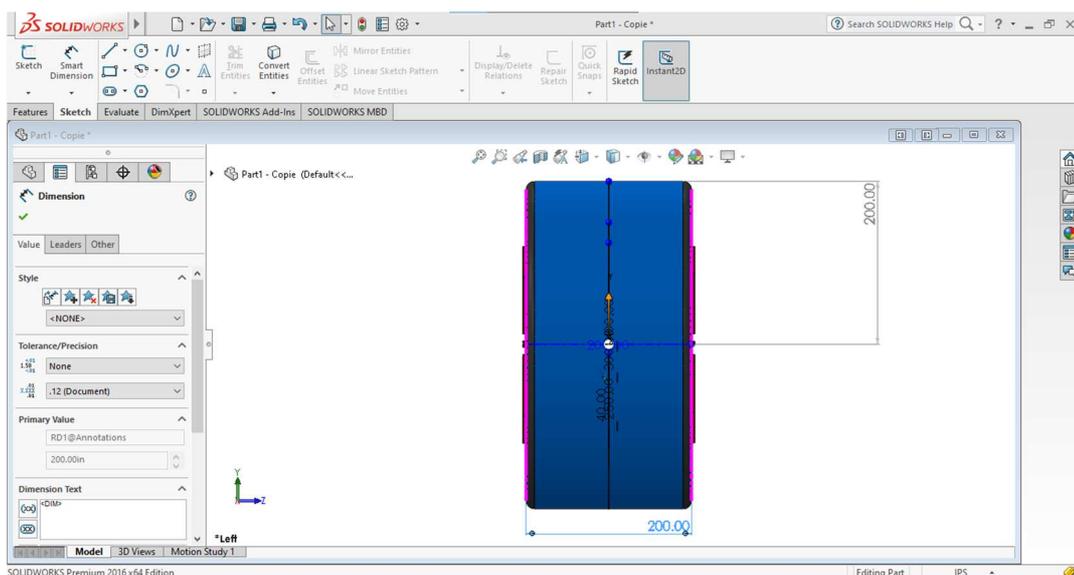


Figure 4.7-(b)- vu latérale de la roue.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

4.1.2.6 Support de roue :

Il s'agit d'une base rectangulaire de 350 mm de long, 228 mm de large et 10 mm d'épaisseur. Ses côtés s'élèvent en forme de triangle de 305 mm. Il comporte 6 trous, 4 sur la face supérieure et 2 sur les côtés pour une bonne fixation.

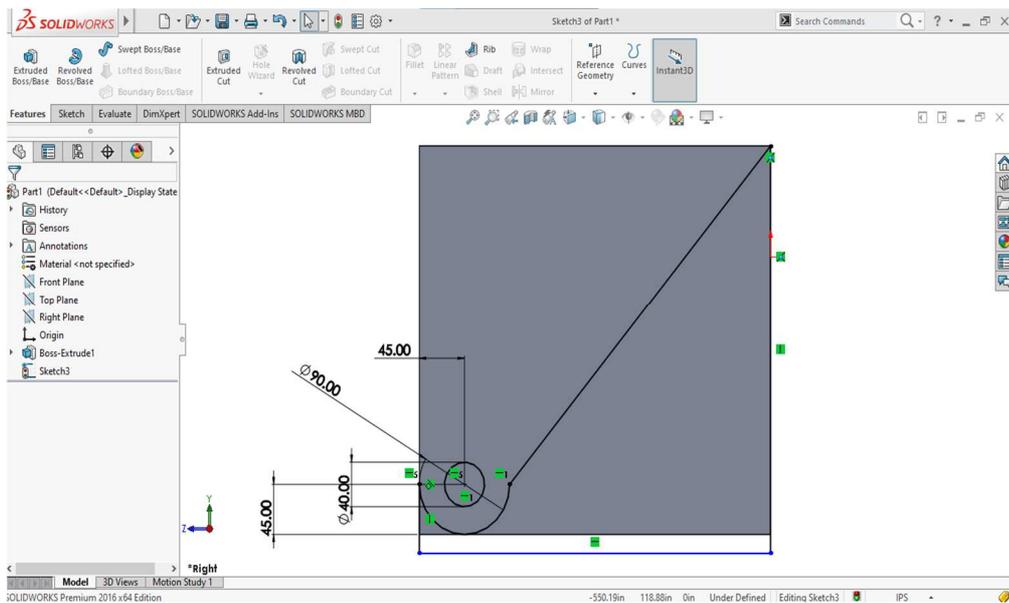


Figure 4.8 - (a)- modèle 2D (SW)du support avant la fabrication.

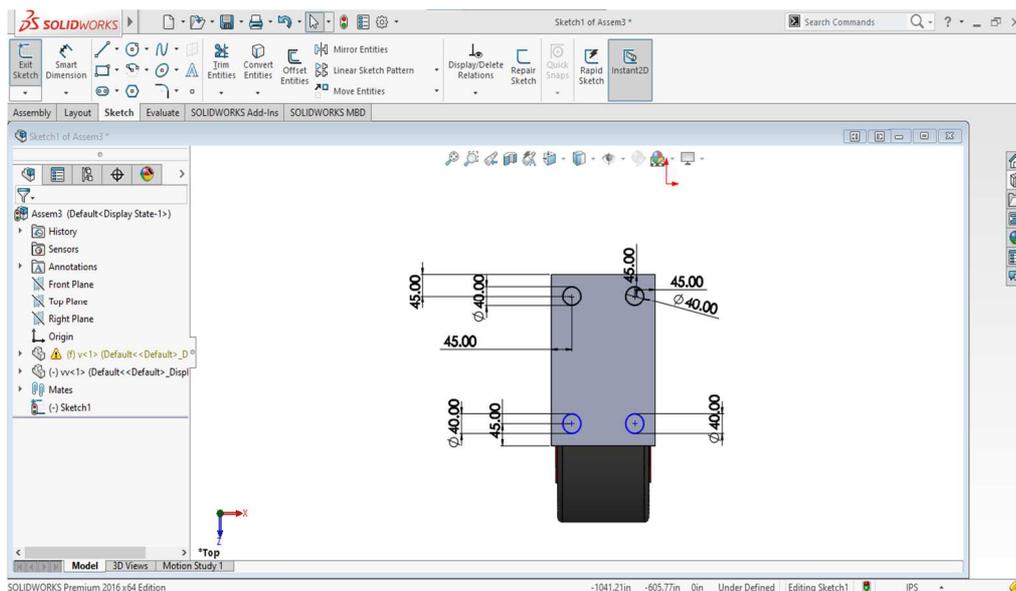


Figure 4.8 - (b) la position supérieure du support avant le perçage.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

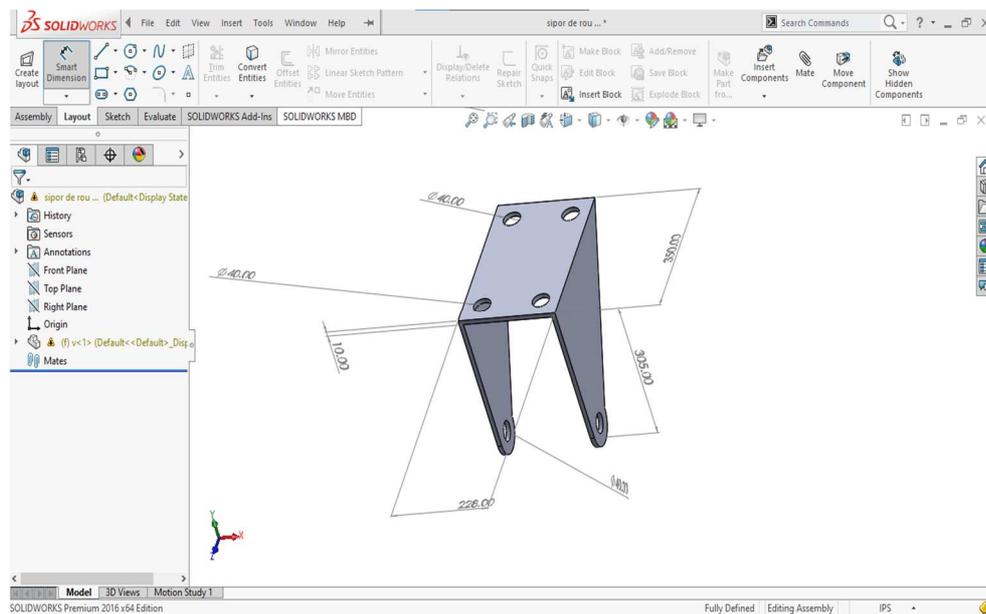


Figure 4.9 -Modèle 3D (SW)du support après la fabrication.

4.1.2.7 Le boulon :

- Lavis :

C'est un cylindre de diamètre 40mm et d'une longueur de 220 mm, et sa tête est un hexagone d'un diamètre de 60 mm.

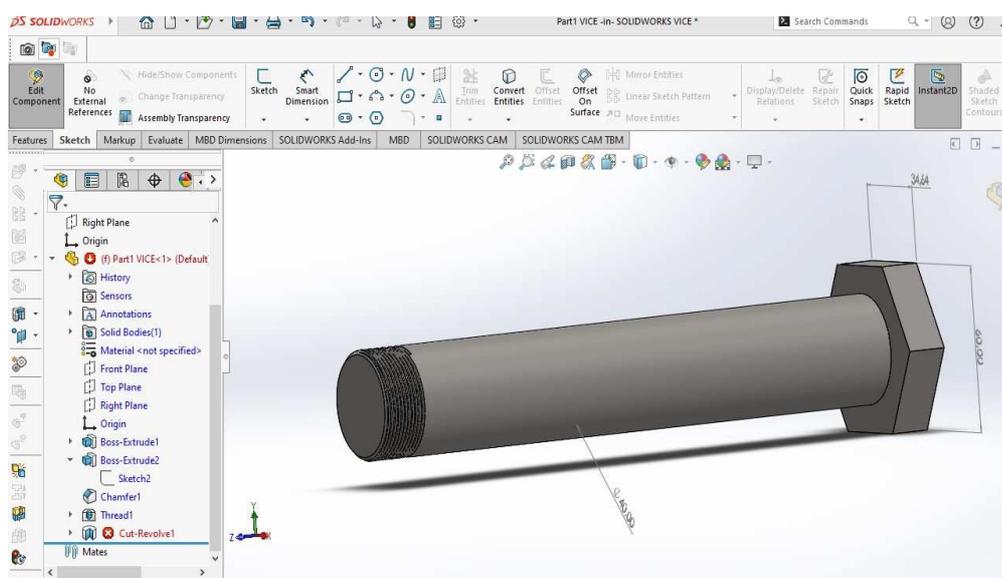


Figure 4.10 -Modèle 3D (SW)de Vis à tête hexagonale.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

- **L'écrou :**

Il s'agit d'un corps hexagonal d'une épaisseur de 10 mm et d'un diamètre de 60 mm, et il y a un trou d'un diamètre de 40 mm.

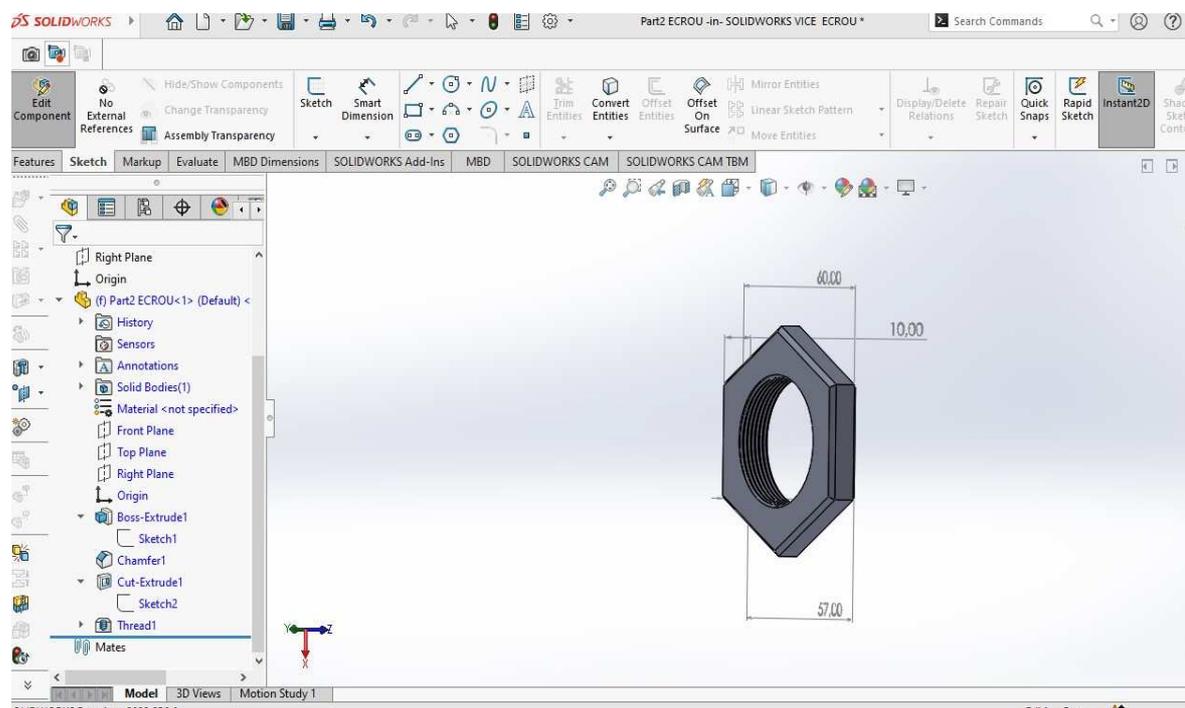


Figure 4.21 - Modèle 3D (SW) du l'écrou hexagonale.

4.1.2.8 Table supérieure Tige de fixation de vérin :

C'est un cylindre d'une longueur de 1000 mm et d'un diamètre de 30 mm. Ses bords sont également un cercle, son diamètre est également de 40 mm et son épaisseur est également de 10 mm.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

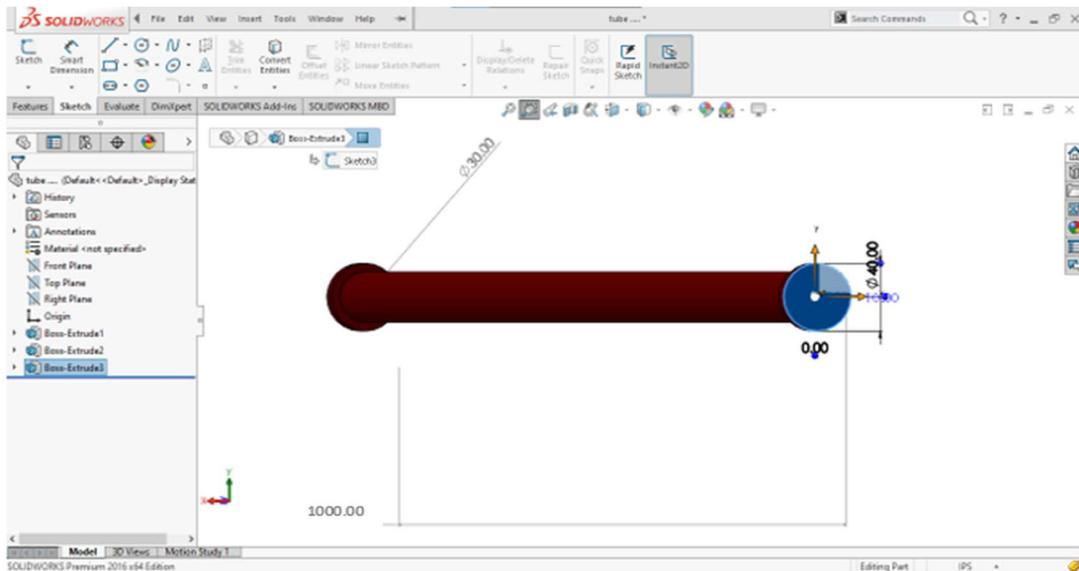


Figure 4.32- Modèle 3D (SW) de Tige de fixation de vérin.

4.1.2.8 Table supérieure Chape de fixation de vérin :

Il s'agit d'un parallélépipède d'une longueur de 100 mm, d'une largeur de 76 mm et d'une épaisseur de 40 mm. Sa tête est un demi-cercle d'un diamètre de 76 mm et comporte un trou qui représente la surface de contact entre le prisme. Tige et la roue, d'un diamètre de 30 mm.

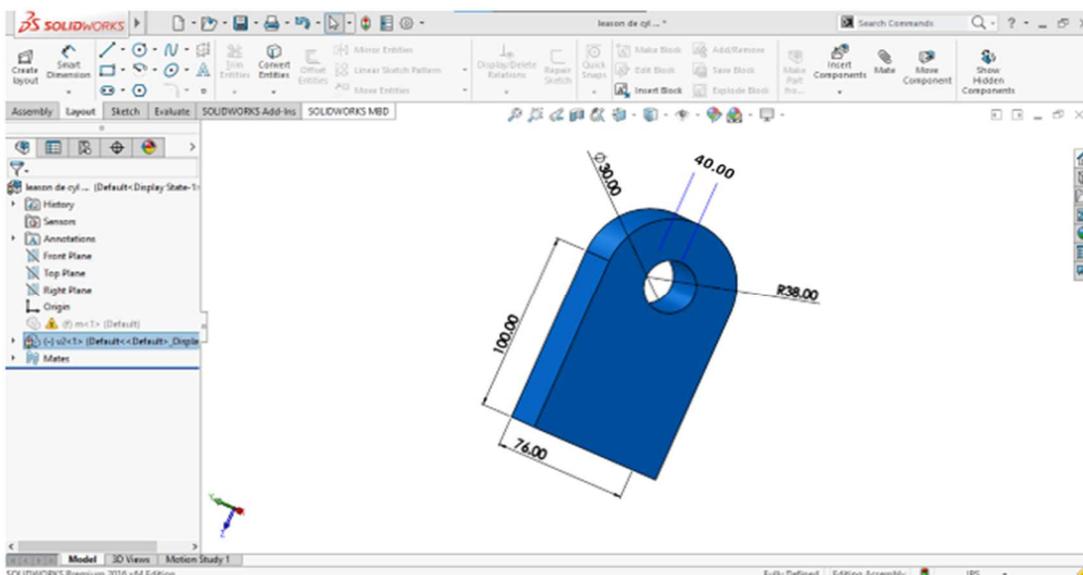


Figure 4.43- Modèle 3D (SW) de chape de fixation du vérin.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

4.1.2.9 Le vérin :

C'est un assemblage du cylindre et du piston, sa longueur lorsqu'il est ouvert est de 2872,71 mm et lorsqu'il est fermé, il est de 1554,53 et sa longueur est de 1321 mm.

4.1.2.10 Le cylindre :

C'est un cylindre d'une longueur de 1400 mm, d'un diamètre extérieur de 120 mm et d'un diamètre intérieur de 102 mm. Sa tête est un cercle d'un diamètre de 140 mm et d'une épaisseur de 20 mm.

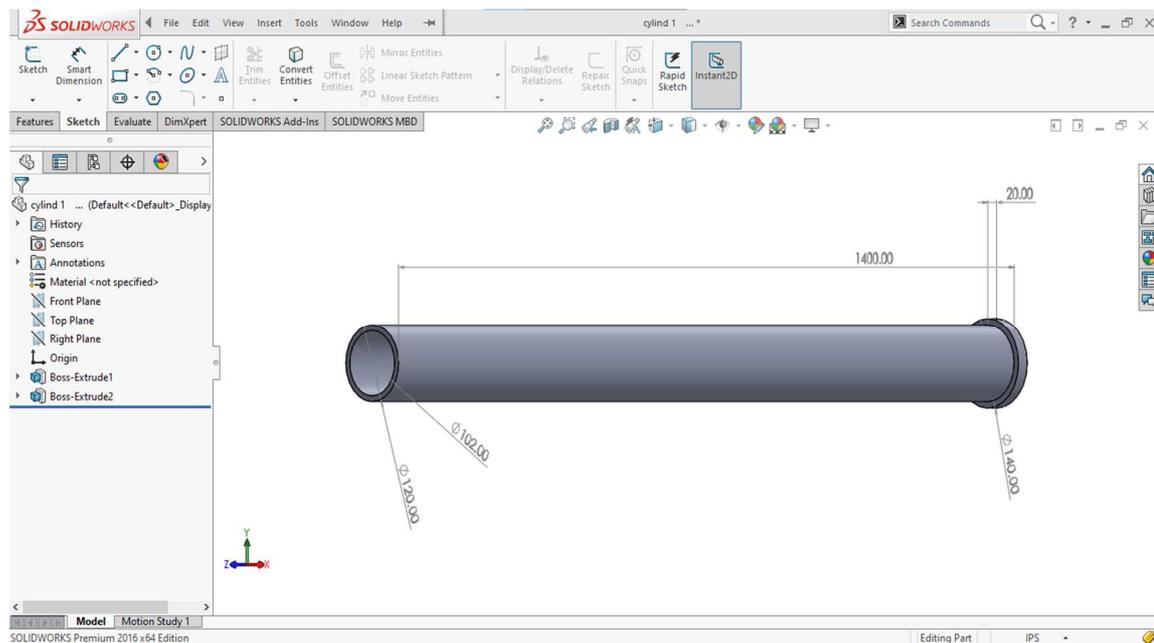


Figure 4.54 - Modèle 3D (SW) du cylindre de vérin.

4.1.2.11 Le piston :

C'est un cylindre d'une longueur de 1273mm, d'un diamètre de 70 mm, et un de ses bords s'élevant de 50 mm et d'une épaisseur de 20mm.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

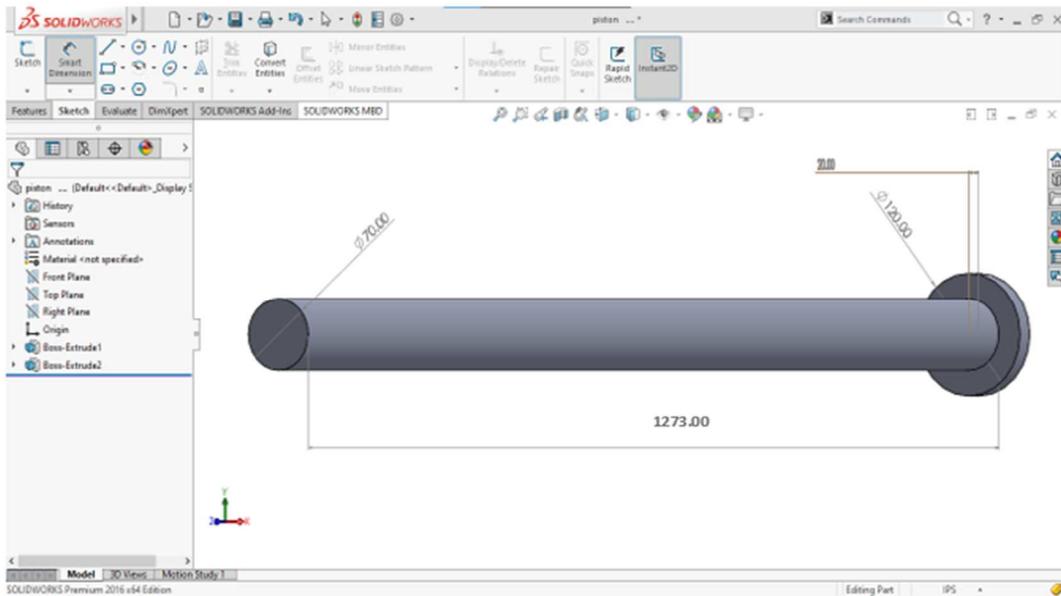


Figure 4.65 -Modèle 3D (SW)du piston de vérin.

4.1.2.12 Axe pivot

Il s'agit d'un cylindre d'une longueur de 90 mm et d'un diamètre de 40 mm. Ses côtés s'élèvent en forme circulaire de 10 mm, et l'épaisseur de chaque côté est également de 10 mm. Sa fonction est de faciliter le déplacement des ciseaux sur la table afin qu'ils puissent monter et descendre en douceur.

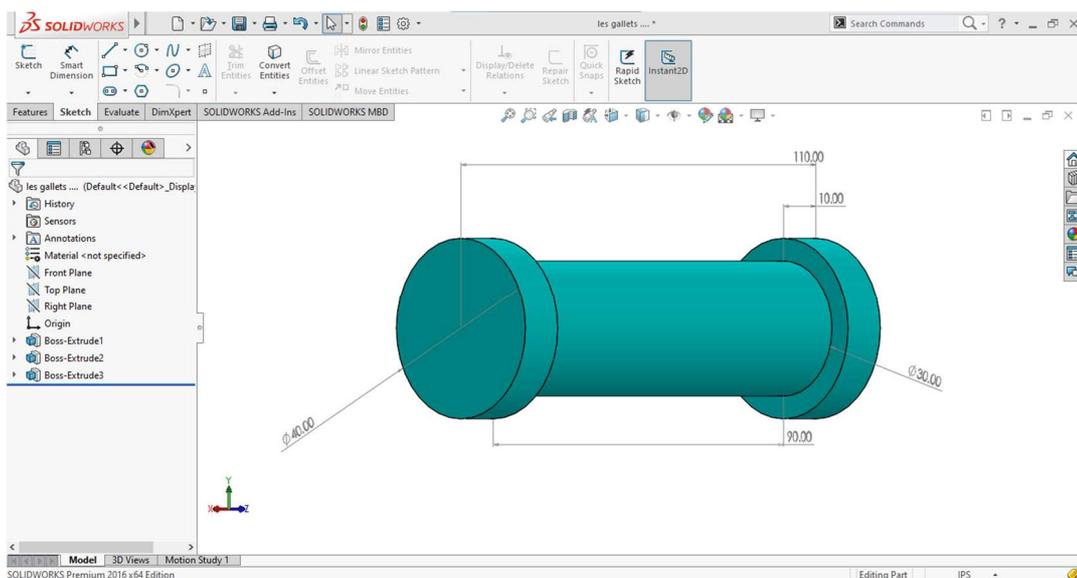


Figure 4.76 - Modèle 3D (SW) de l'axe pivot.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

4.2 Commande du circuit hydraulique de la table élévatrice :

Le vérin hydraulique utilisé pour le levage est un composant qui est chargé de fournir la force nécessaire pour élever et abaisser la plate-forme élévatrice. Le vérin hydraulique est essentiellement un actionneur linéaire qui convertit la pression hydraulique en force mécanique.

4.2.1 Constitution du circuit hydraulique :

Les composants principaux d'un système hydraulique :

- ✓ **Réservoir hydraulique** : transparent pour une vérification facile du niveau d'huile, il permet le stockage de l'huile hydraulique, évacuation de la chaleur de l'huile, et séparation de l'air et d'huile.
- ✓ **Filtre** : les filtres hydrauliques sont utilisés pour garder les huiles minérales et synthétiques, pures et propres.
- ✓ **Pompe hydraulique** : permet de faire circuler le fluide à travers le circuit hydraulique, la pompe va aspirer le fluide du réservoir puis va le transmettre aux autres composants du circuit hydraulique.
- ✓ **Moteur électrique** : machine électrique qui transforme l'énergie électrique en énergie mécanique, la pompe hydraulique est entraînée par le moteur électrique.
- ✓ **Régulateur de pression** : joue le rôle de limiter la pression de refoulement et de protéger la pompe dans un circuit hydraulique.
- ✓ **Régulateur de débit** : permet de limiter ou réduire la vitesse du débit dans un circuit hydraulique.
- ✓ **Distributeur hydraulique** : les distributeurs sont des robinets directionnels qui dirigent le fluide selon les besoins du circuit hydraulique.
- ✓ **Vérin hydraulique** : le rôle des vérins est de transformer l'énergie de pression du système hydraulique en force mécanique utile.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

4.2.2 Schéma du Circuit hydraulique :

Dans un mécanisme élévateur à ciseaux, le vérin hydraulique est généralement situé près de la base de l'élévateur et relié aux bras à ciseaux via des points de pivot. Lorsque le fluide hydraulique est pompé dans le cylindre, il s'étend et écarte les bras en ciseaux, ce qui fait monter la plate-forme élévatrice. Inversement, lorsque le fluide hydraulique est libéré du vérin, les bras en ciseaux se rétractent et la plate-forme élévatrice s'abaisse.

➤ La fermeture de la table (position basse) :

Dans cette phase ; le liquide est acheminé vers la chambre coté tige du vérin à travers le distributeur ; celui-ci exerce une pression sur la chambre coté tige (chambre rouge sous pression) le poussant vers l'arrière, cela a pour effet de rétracter la tige de piston ; ramenant ainsi la table vers la position basse :

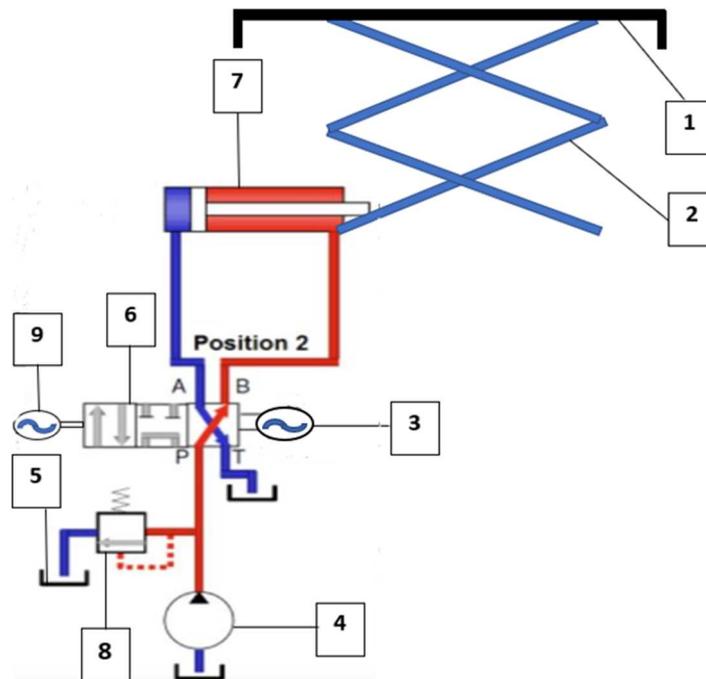


Figure 4.87 - Position basse de la table élévatrice

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

➤ L'ouverture de la table (position haute) :

La position haute de la table est assurée par la sortie de la tige du vérin : Dans cette phase ; le liquide est acheminé vers la chambre du vérin à travers le distributeur ; celui-ci exerce une pression sur le fond du piston le poussant vers l'avant : cela donne l'extension de la tige liée au bras de la table ; ramenant ainsi la table vers le haut :

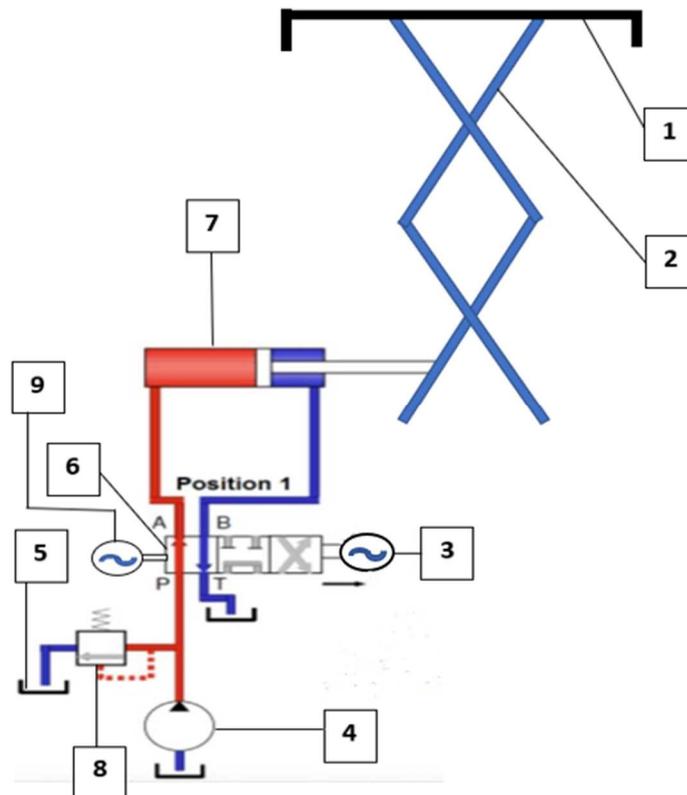


Figure 4.98 - Position ouverte de la table.

Nomenclature :

- | | |
|-----------------------|----------------------------------|
| 1 Plateau de la table | 6 Distributeur 4/3 |
| 2 Ciseaux de la table | 7 Vérin hydraulique double effet |
| 3 Source électrique | 8 Élément de pression |
| 4 Pompe hydraulique | 9 Source électrique |
| 5 Réservoir | |

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

4.2.3 Simulation sous Fluidsim :

4.2.3.1 Présentation du logiciel :

Fluidsim est un logiciel de simulation utilisé par les automaticiens. Il peut être utilisé pour simuler des circuits hydrauliques, pneumatiques, électropneumatiques et électrohydrauliques, en temps réel. L'une des caractéristiques les plus importantes de Fluidsim est sa corrélation avec la fonctionnalité CAO et la simulation.

Fluidsim permet d'une part, les dessins de plans schématiques des fluides satisfaisants aux normes allemandes (normes DIN) ; d'autre part il est en mesure – à la base de la description des composants physiques – de réaliser une simulation expressive des montages décrits.

L'interface d'utilisation est intuitive et simple à manipuler. Le principal avantage est que le circuit hydraulique ou pneumatique et le circuit électrique peuvent être modélisés et simulés en même temps. Par exemple, si l'utilisateur clique sur un bouton électrique, le relais ou l'électroaimant de vanne associé sera alimenté, en même temps qu'il entraînera une vanne ou un moteur hydraulique.

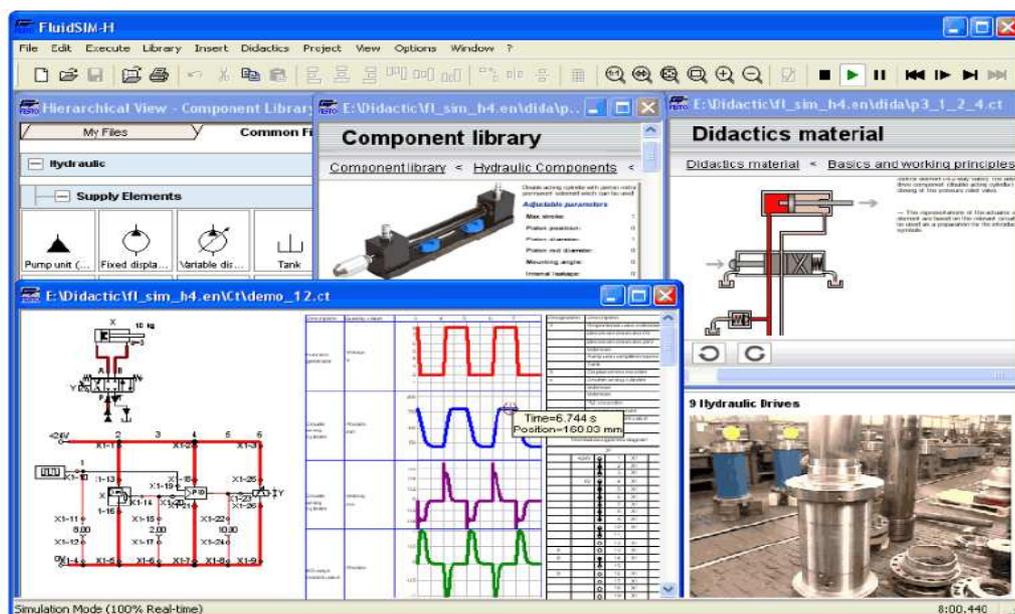


Figure 4.109- Interface du logiciel Fluidsim.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

4.2.3.2 Création de circuits :

Créez une zone de dessin vide en cliquant sur l'icône nouvelle ou sous le menu Fichier cliquez sur Nouveau pour ouvrir une nouvelle la fenêtre. La fenêtre suivante apparaît comme dans la figure 2.

Cette section contient une introduction au concept de Fluidsim de création de schémas de circuit.

> Créez une zone de dessin en ouvrant une nouvelle fenêtre  avec  ou Fichier Nouveau :

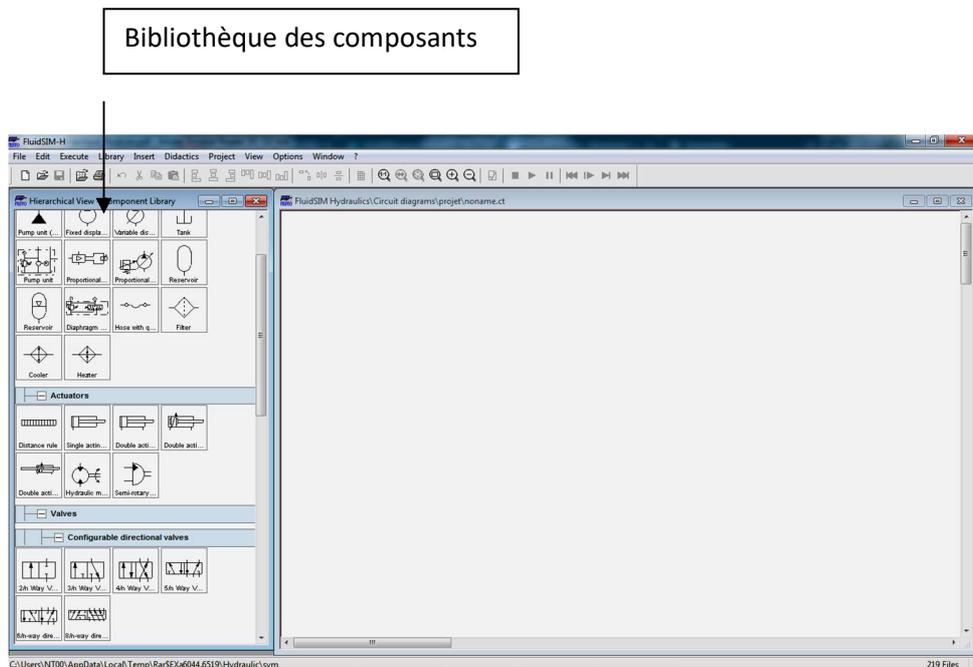


Figure 4.20- Ouverture d'un nouveau fichier Fluidsim.

Le groupe complet des composants hydrauliques s'ouvre. Les barres de défilements permettent de se déplacer vers la gauche et la droite ou vers le haut et le bas dans la bibliothèque de composants.

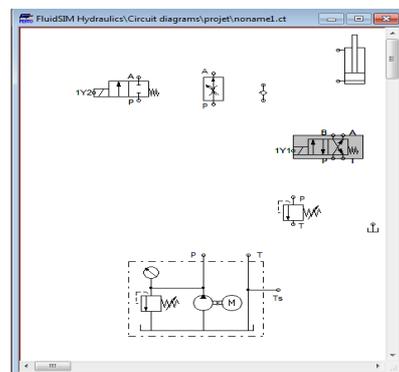


Figure 4.21- Agencement des composants

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

Avec la souris, on peut placer au moyen d'un « glisser-déposer » les composants de la bibliothèque sur la zone de dessin : figure 4.20

Agencement des composants à peu près comme suit :

Fluidsim pose automatiquement les conduites entre les raccords choisis. Le pointeur de la souris se transforme en panneau d'interdiction, si aucune conduite n'est posée entre deux raccords.

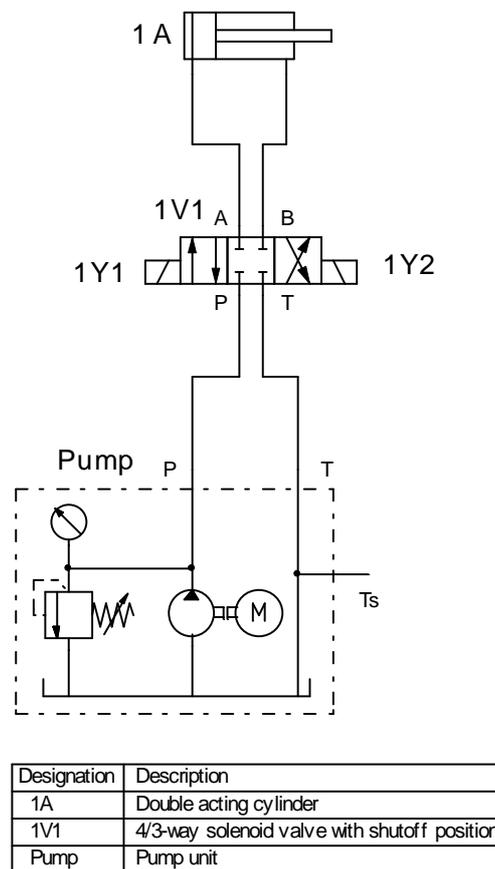


Figure 4.22– Schéma du circuit de puissance

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

4.2.3.2. Configuration des éléments :

Après avoir calculé les paramètres des composants, l'étape suivante consiste à saisir les données dans le Fluidsim®, pour simuler le mouvement. Les paramètres d'entrés pour le vérin double effet, distributeur et l'unité de pompe sont donnés dans la figure 4.23 -4.25.

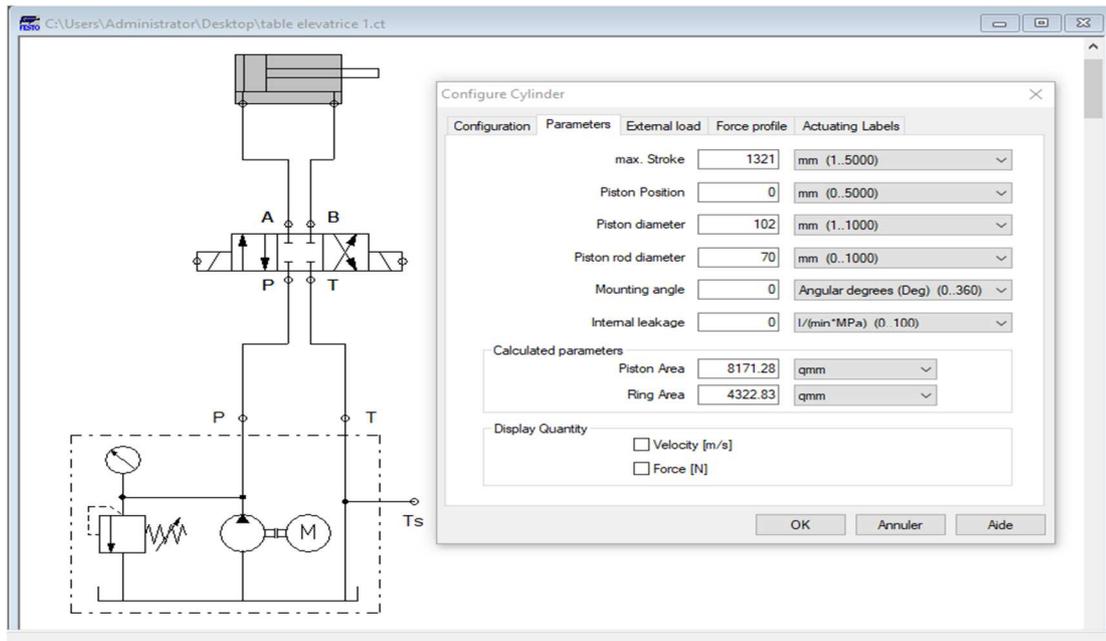


Figure 4.23 - (a) Configuration du vérin.

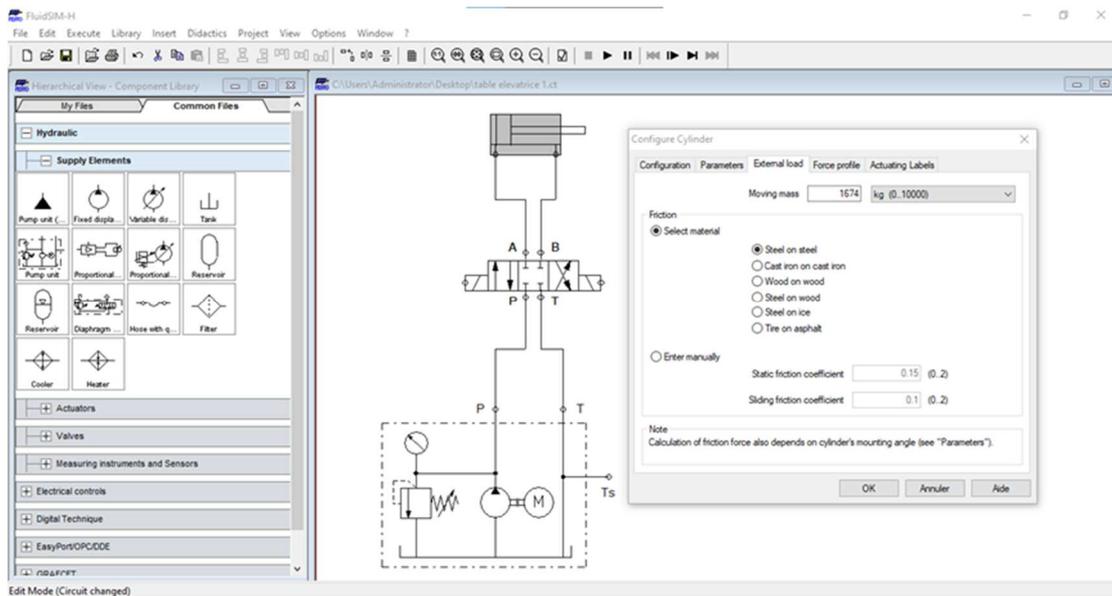


Figure 4.23 - (b) Configuration du vérin (Force).

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

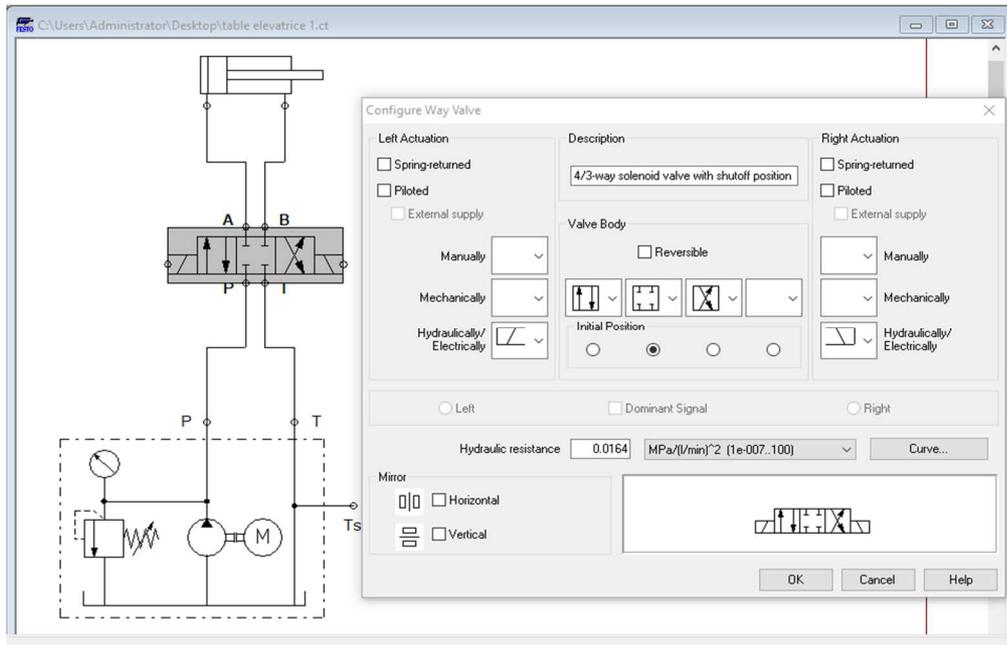


Figure 4.24 - Configuration du distributeur 4/3.

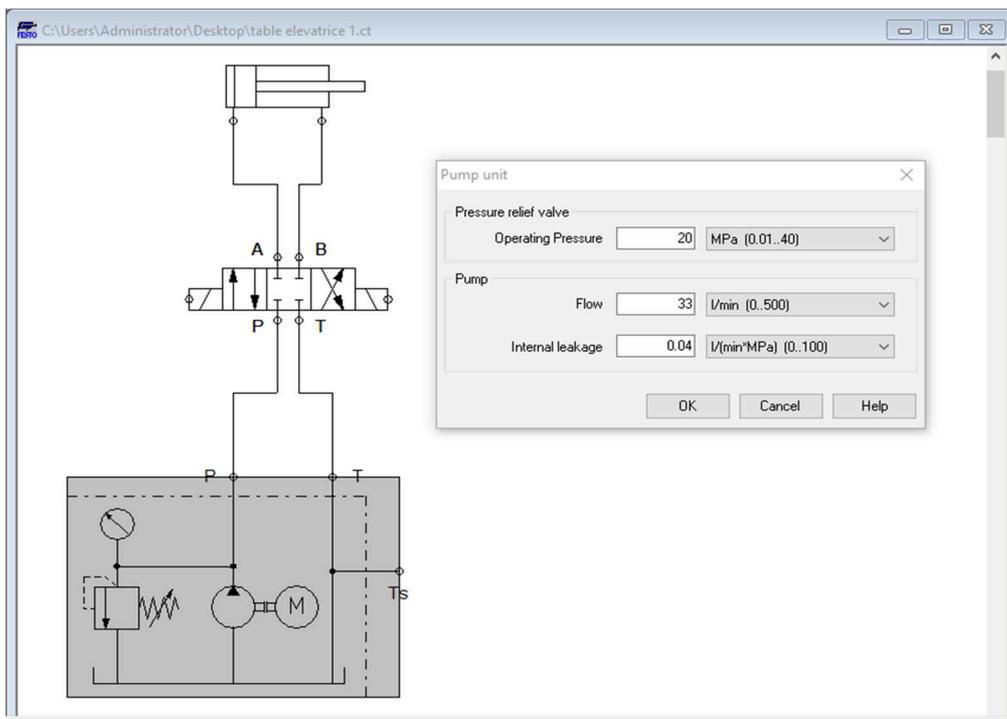


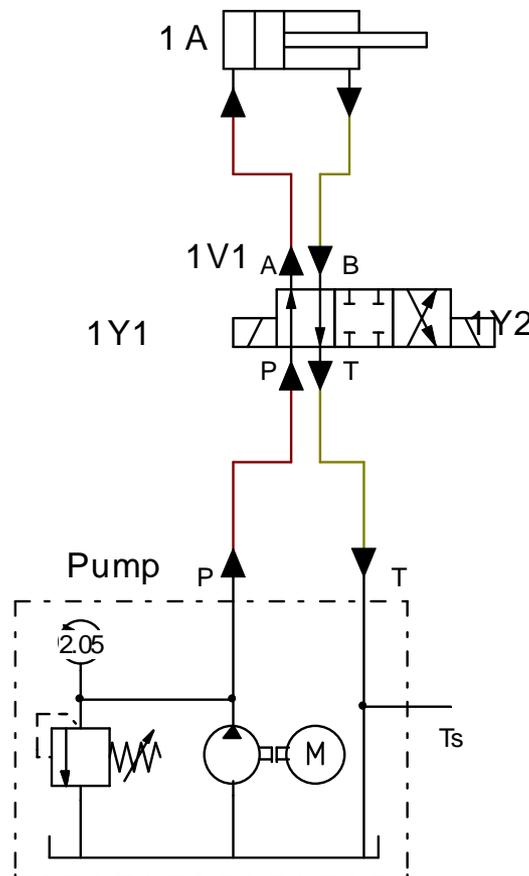
Figure 4.25 - Configuration du distributeur

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

4.2.4 Résultat de la simulation :

La figure ci-dessous présente la simulation en appuyant sur le bouton de simulation et la simulation commence quand l'électrovanne 1Y1 est activée, comme il le montre les figures 4.26 et 4.9 Dans le circuit de puissance les conduites sous haute pression sont représentées en marron et les conduites sous faible pression sont représentées en mauve.

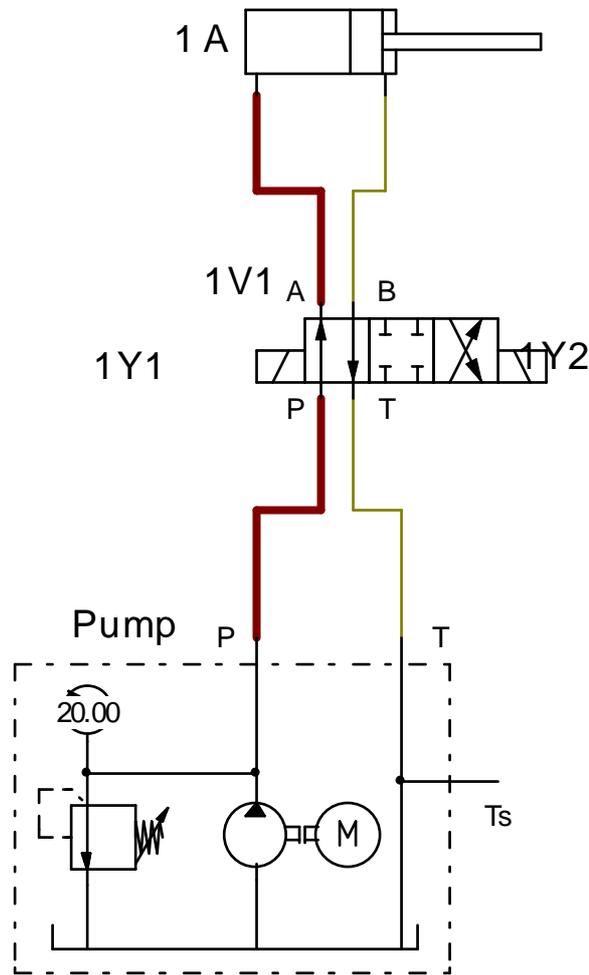
□ Sortie de la tige (montée de la table) :



Designation	Description
1A	Double acting cylinder
1V1	4/3-way solenoid valve with shutoff position
Pump	Pump unit
	Distance rule

Figure 4.26 - Etape de la montée de la table.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

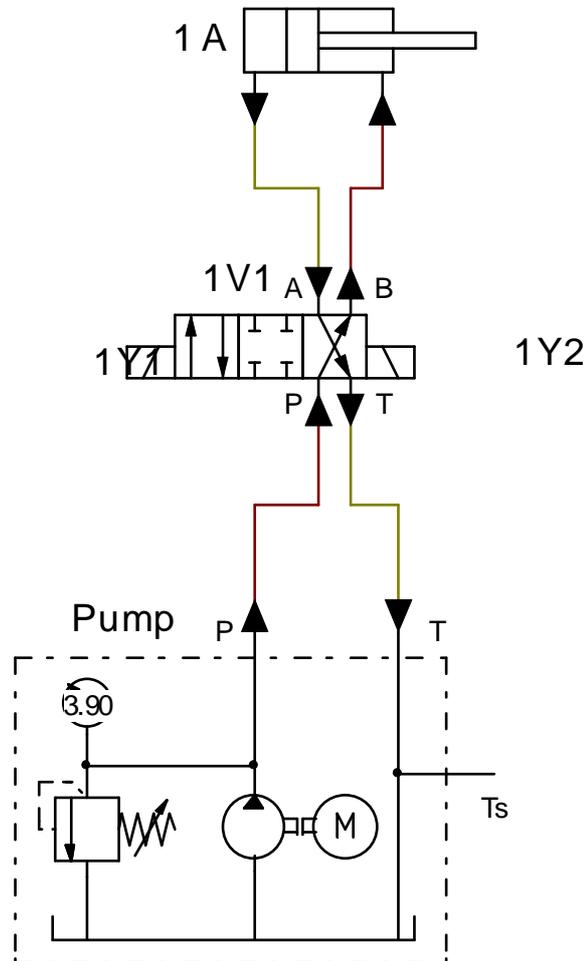


Designation	Description
1A	Double acting cylinder
1V1	4/3-way solenoid valve with shutoff position
Pump	Pump unit
	Distance rule

Figure 4.27 -Position max (la table est ouvert).

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

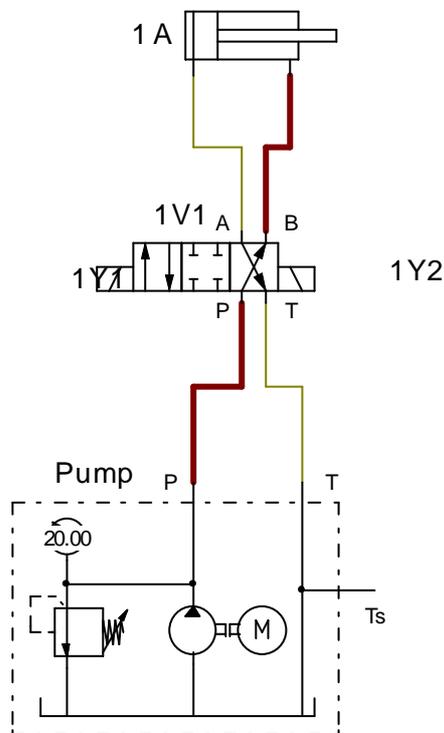
□ Rentrée de tige :



Designation	Description
1A	Double acting cylinder
1V1	4/3-way solenoid valve with shutoff position
Pump	Pump unit
	Distance rule

Figure 4.28 -Rentrée de tige.

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique



Designation	Description
1A	Double acting cylinder
1V1	4/3-way solenoid valve with shutoff position
Pump	Pump unit
	Distance rule

Figure 4.29 – Rentrée de tige (position min).

□ Diagramme d'état

Dans la figure ci-dessous représentant le diagramme d'état du circuit, l'axe des x indique le temps de fonctionnement du cylindre pour atteindre la course désirée, tandis que l'axe y indique la distance parcourue par le piston. la tige du vérin se trouve à une position initiale puis se déplace sur une course rapide pendant 20 secondes, puis effectue une course de travail jusqu'à atteindre la distance désirée.

L'allure du graphe est linéaire, indiquant la position du vérin lorsque la rampe est montante signifient que la tige sort. La rampe descendante indique que la position du vérin est en descente. La partie constante représente le temps de maintien (position max de la table).

Chapitre 4 : Conception de la table élévatrice mobile et simulation sous Fluid-Sim du circuit de commande hydraulique

Ce diagramme d'état permet d'évaluer le temps mis par le vérin dans sa course (sortie et rentrée de tige). Cela aide le concepteur à concevoir un système hydraulique rigoureux.

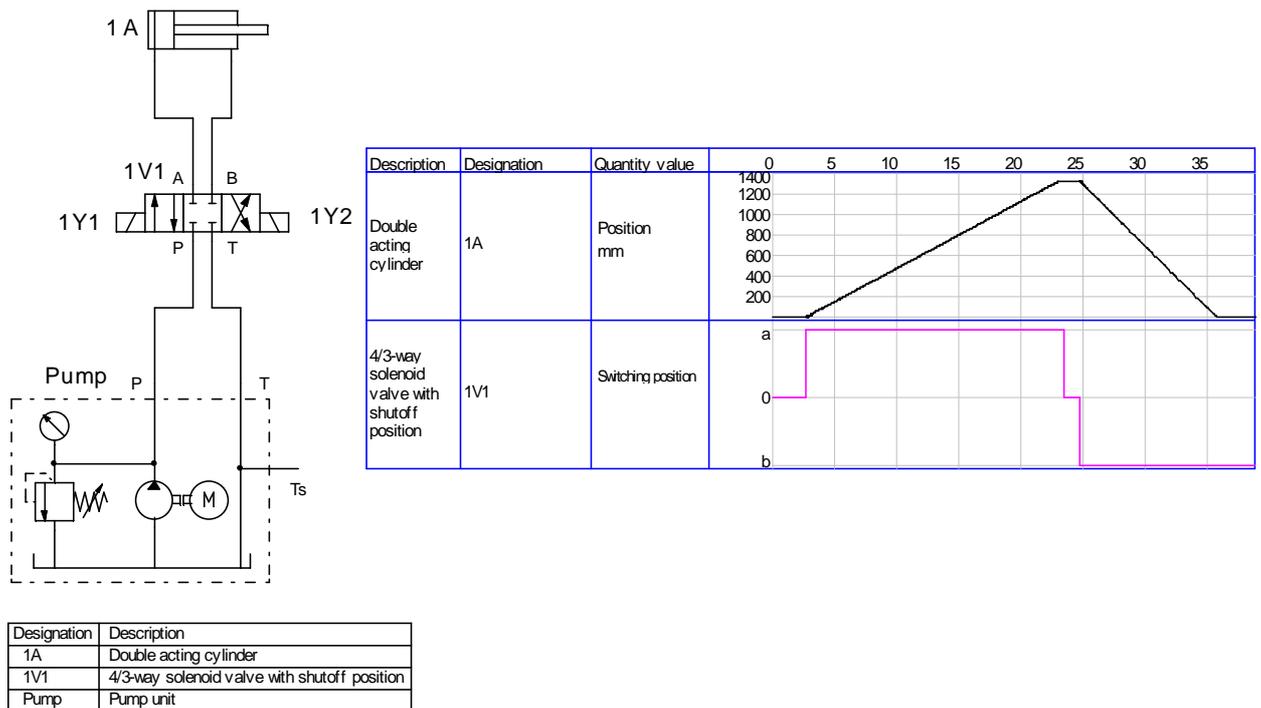


Figure 4.11 -Trajectoire de la position du piston.

Conclusion

Dans ce chapitre a été présentée la modélisation de la table sous SolidWorks ainsi que la simulation sous Fluidsim. Le choix des composants hydrauliques a été fait selon les calculs des pressions et du débit. Un schéma du circuit hydraulique de puissance a été proposé.

Fluidsim permet le tracé du diagramme d'état qui enregistre les variables d'état des principaux composants et les représente sous forme graphique. Dans notre cas, nous nous sommes intéressés uniquement à la course du vérin.

Conclusion générale

Conclusion générale

Conclusion générale

Les tables élévatrices sont des outils essentiels pour améliorer l'efficacité et la sécurité dans la manutention industrielle. Elles permettent de soulever des charges lourdes de manière ergonomique, elles préviennent les blessures des travailleurs et augmentent la productivité des opérations.

Le besoin de cet équipement dans notre faculté est devenu primordiale, du fait des travaux de maintenance à réaliser. D'où venez l'idée de l'étude de cette table.

Pour réaliser cette idée, on a présenté des généralités sur les systèmes de manutention et leurs différents types puis on a considéré le cas particulier des tables élévatrices mobiles où nous avons présenté les différents types de commandes, électriques, pneumatiques et hydrauliques.

Le travail a été commencé par le dimensionnement des pièces constituant la table. Le dimensionnement du vérin a été déterminé sur la base des calculs de sa course (différence entre position haute et basse de la table élévatrice), ainsi que sa position et son orientation par rapport à la plateforme inférieure. Puis nous avons étudié les forces de réactions au niveau des appuis lors de l'étude de la plateforme sous charge concentré et les efforts au niveau des bras de ciseaux. Ce calcul est nécessaire pour déterminer l'effort que doit développer le vérin afin d'assurer la montée et la descente de la table.

La conception paramétrique sous SolidWorks nous a permis d'esquisser rapidement l'idée, d'expérimenter des fonctions et de cotes afin de produire le modèle et faire l'assemblage de toutes les pièces. L'utilisation de SolidWorks offre la possibilité de choisir la configuration optimale.

Les tables élévatrices exigent le contrôle de la vitesse de montée et de descente, ceci est assuré par un vérin double effet dont la course est 1321,14mm le diamètre du piston est 102,3mm travaillant sous une pression de 20 bars. La pompe sélectionnée débite un débit de 32,56 L/min Le moteur électrique choisi a une puissance de 3,3 kW.

Les éléments tels que le vérin, pompe, moteur électrique et d'autres composants nécessaires forment le circuit hydraulique. Pour garantir la prévention des erreurs ainsi

Conclusion générale

qu'une augmentation de l'efficacité et de la qualité, on a conçu le circuit sous Fluid-Sim on leur donnant vie par simulation.

Après avoir terminé ce projet, nous avons acquis des compétences et des connaissances dans la création des modèles 3D sous SolidWorks et la schématisation et simulation des circuits hydrauliques sous Fluidsim.

Enfin tout travail mérite d'être suivi et terminé, dans notre cas de futurs travaux doivent être accomplis, notamment le calcul des contraintes. Celles-ci de compléter les informations et les données nécessaires à la fabrication de la table.

Références bibliographiques

Références bibliographiques :

Livre, Ouvrages collectifs /Article d'actes de conférence, monographie et revues :

[1] Anh-Tuan Dang et Thi Thanh Nga Nguyen « Investigation on the Design of Double-Stage Scissor Lifts Based On Parametric Dimension Technique » Machines (MDPI), VETNAM, 2023.

[2] Cornel Ciupan, Emilia Ciupan, and Emanuela Pop, « Algorithm for designing a hydraulic scissor lifting platform », Université technique de Cluj-Napoca, ROUMANIE, 2019.

[3] Daniel J. Gonzalez¹ ET H. Harry Asadal, « Design and Analysis of 6-DOF Triple Scissor Extender Robots with Applications in Aircraft Assembly », le Laboratoire d'Arbeloff pour les systèmes et technologies de l'information au Département de mécanique Ingénierie, USA, 2020.

[4] Doli Rani et Nitin Agarwal, « Design and Fabrication of Hydraulic Scissor Lift », Département de la Faculté de Génie Mécanique, INDE, 2015.

[5] François-Xavier Artrait « Accessoires de levage memento de l'élingueur » ED 6178, _ Institut National de Recherche et de Sécurité (INRS), PARIS, 2014.

[6] Georgy Olenin « Design of hydraulic scissors lifting platform », Université des sciences appliquées de Saimaa-Faculté de technologie, Lappeenranta-Programme d'études en génie mécanique et technologie de production, FINLANDE, 2016.

[07] Lino MF Costa¹, Fernando Carreira¹ and Mário JGC Mendes « Automatic Control System for an Oil-Hydraulic Actuator of a Scissor Lift », Global Journal of Engineering Sciences, Portugal. 2022

[8] N Rašović¹, A Vučina¹ et M Obad¹, « Stress analysis of lifting table using finite element method », IOP Conf. Series: Materials Science and Engineering 659, IOP Publishing, IRMES, 2019.

[9] Puneet Channi et Jay Prakash Tripathi « Design and Analysis of Hydraulic Scissor Lift Using PTC CREO Simulate » Department of Mechanical Engineering, Université de Patiala (IJRSEM), INDE, 2021.

[10] R.Srinivasamoorthy, C. Arul Selvam, R.Venkatramana, T. Jaikrishna, M.Lokesh, « Design and Analysis of Trestle Hydraulic Jack », Revue Internationale de Recherche Innovante en Technologie, INDE, 2022.

[11] Stéphane Bernier, Isabelle Decornois, Anne-Marie Freyria, Jean-Pierre Lomberget, « La prévention des risques liés aux manutentions manuelles et mécaniques », Centre national de la recherche scientifique, PARIS, 2003.

Rapport et travaux universitaires :

[12] ABDELLI Salim et BALA Tarik, « Etude de conception et dimensionnement d'une table élévatrice à vis sans fin pour un atelier de maintenance », Mémoire Présenté pour l'obtention du diplôme de MASTER, (Spécialité : Construction Mécanique), Université Abderrahmane Mira, BEJAIA, 2017-2018.

[13] BAYAR Houssem Edine, AYOUNI Rami, KHALIFA Achref « Etude et conception d'une table élévatrice » Ecole polytechnique, TUNISIE, 2017-2018.

[14] BOUTCHICHA Khaled & BOUDERRADJI Amar : Conception et réalisation d'une cintreuse pour les chaînes métalliques, Mémoire de fin d'études en vue de l'obtention du diplôme de : MASTER En Génie Mécanique (Option : Technique de Production Industrielle), Université Mohamed Boudiaf, MSILA, 2021.

[15] DERRAR Abdelaziz et BOUHADJLA Said, « Etude et simulation d'une installation hydraulique industrielle », Projet de fin d'études pour l'obtention du diplôme de Master en Technologie, (Spécialité : Electromécanique), Université Belhadj Bouchaib, AIN-TEMOUCHENT, 2020-2021.

[16] GALLEZE Tarek et YOUNSI Yacine : Conception et réalisation d'une table élévatrice mobile, Mémoire de projet de fin d'étude pour l'obtention du diplôme de Master

académique Génie mécanique, (Spécialité : Fabrication mécanique et productique), Université Mouloud Mammeri, TIZI-OUZOU, 2021.

[17] VACLAV Grygarik « Mécanisme de ciseaux de plateforme de levage » Thèse de baccalauréat, Université technique de BRNO Faculté d'Ingénierie Mécanique Institut de l'Automobile ET du Transport Ingénierie, TCHEQUE, 2011-2012.

Documents web :

[18] <https://www.officiel-prevention.com/dossier/protections-collectives-organisation-ergonomie/manutentions/les-risques-lies-aux-manutentions>

[19] <https://www.mabeo-direct.com/document/A-731472-mabeo-experts-manutention-risques-et-solutions-mecaniques>

[20] <https://www.rollsrpides.com/les-deux-principaux-types-de-manutention/>

[21] <https://www.sante-securite-paca.org/a/634/risques-lies-aux-manutentions/>

[22] <https://www.levagemanutention.com/blog/accessoires-levage-part1/>

[23] <https://translyft.com/fr/materiel-de-levage/quest-ce-quun-eleveur-%C3%A0-ciseaux.>

[24] <https://www.telescopic-cylinder.com/news/metal-weight-calculation-formula-38779275.html>

[25] http://www.groupeisf.net/technologie_indus/hydraulique/sym_normes.

[26] <https://images.app.goo.gl/qsGp2HNeGQ9Z3UfC7>

[27] <https://elearning.centreunivmila.dz/a2024/mod/resource/view.php?id=33950>

[28] <https://www.mobil.fr//media/project/wep/mobil/mobilfr/industrial/technical-topics/tt-hydraulic-efficiency-fr.pdf>

[29] <https://www.emdistribution.fr/moteurelectrique triphase3000trmin/2599-moteur-electrique-triphas-cemer-b3-3-kw-3000-tr-min-230v-400v-ha-90-ie1-aluminium.html>

Entretiens :

[30] M AZZOUZI Ahmidet, « le responsable de l'établissement et l'administration d'accueil », institution de formation et conseils en Energie, Industrie et Inérgerie INNOVATION CENTER, Annaba, de 04/02/2024 à 07/03/2024.

[31] M TADJIN Brahim, « Ingénieur de maintenance », La société des ciments de HDJAR-SOUD (SCHS), Skikda, de 04/02/2024 à 05/03/2024.