

République Algérienne Démocratique et Populaire
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la
Recherche

Scientifique

Université Mouloud Mammeri de Tizi-Ouzou
Département de Génie Mécanique



Mémoire de projet de fin d'études pour l'obtention du
diplôme de
Master Académique Génie Mécanique
Spécialité : Fabrication Mécanique et Productique

Thème

**Conception et réalisation d'une presse à balles
pneumatique**

Réalisé par :

OUADFEL ABDALLAH

SADOK RACHID

Sous la direction de :

Pr: ASMA Farid

Membrés de jury :

Président : MAITRE ASSISTANT TIACHACHAHT SAMIR

Examineur: Dr BELDI MUSTAPHA

Promotion 2020/2021

Remerciements

Notre remerciement s'adresse en premier lieu à Allah le tout puissant pour la volonté, la santé et la patience qu'il nous a donnée durant toutes ces longues années.

Ainsi, nous tenons également à exprimer nos vifs remerciements à notre **Encadreur Professeur ASMA FARID et ALOUI EL-HOCINE** en qualité **co-promoteur** qui nous a apporté une aide précieuse. Nous lui exprimons notre gratitude pour sa grande disponibilité ainsi que pour sa compréhension et les encouragements qu'il nous a apportés...

Nos remerciements au **Responsable de Hall technologie de bejaia**

Monsieur YOUSFI RACHID

pour autoriser de réalisation de projet et le soutien moral et matériel et

Nos remerciements vont aussi à tous nos enseignants qui ont contribué à notre formation et à tous les membres du

Jury qui ont accepté de juger notre travail.

Enfin, nous tenons à exprimer notre reconnaissance à

Tous nos amis et collègues **RABAH RIADH SAMIR NORDINE ZAHIR TAYAB RASSIM SMAIL** pour le soutien moral et l'aide durant la réalisation...

A tous les gens que j'aime.

Remerciement

Dédicace

Je dédie ce modeste travail :

A ma femme LINDA et mes chers enfants laid et Zahra

À mes superbes parents mon adorable maman et mon fantastique

Papa « décidé ; Que Dieu ait son Ame ».

et mes grands-parents qui sont décidé

Mes chers frères.

Mes chères sœurs.

A mes cousines et leurs enfants.

Mes oncles et tentes et leurs enfants.

A tous ceux qui portent mon nom Ouadfel.

*A toute mes amies : A tous les étudiants de master génie
mécanique option fabrication mécanique.*

*À tous mes enseignants de département de Génie Mécanique de bejaia et
Tizi ouazou.*

Merci

OUADFEL ABDALLAH

Dédicace :

Je dédie cet humble travail à :

La mémoire de mon père qui a toujours souhaité de son vivant que j'aie au plus loin dans mes études.

La mémoire de mon frère Amar.

Ma mère qui me comble par ses prières.

Mes très chers frères.

Mes très chères sœurs.

Ma famille.

Mes amis.

Comité du département génie mécanique.

SADOK RACHID

Liste des Tableaux et Figures

Liste des Tableaux :

Chapitre I

Tableau 1 : Capacité de recyclage en Algérie (MATE, 2004) :.....	9
--	---

Chapitre III

Tableau N 2 : Nomenclature de la machine :.....	35
---	----

Chapitre II

Figure II-1 : Différents types de transmission par engrenage :.....	12
Figure II-2 : Différents types de denture des engrenages :.....	13
Figure II-3 : Engrenage a denture droite :.....	14
Figure II-4 : Engrenage a denture Hélicoïdale :	14
Figure II-5 : Engrenage conique a denture droite :.....	16
Figure II-6 : Engrenage conique à denture spirale :.....	16
Figure II-7 : Engrenage conique a denture hypoïdes :.....	17
Figure II-8 : Les engrenages gauches (à vis sans fin) :.....	17
Figure II-9 : Graphe des liaisons :.....	18
Figure II-10 : Utilisation des courroies :.....	18
Figure II-11 : Transmission du mouvement par courroie :.....	18
Figure II-12 : Différents types de montage des courroies :	20
Figure II-13 : Différents types de courroies :.....	20
Figure II-14 : Courroie plate :.....	21
Figure II-15 : Courroie trapézoïdal :.....	21
Figure II-16 : Courroie striée :.....	22
Figure II-17 : Courroie Synchrone :.....	22
Figure II-18 : Transmission par chaîne :.....	22

Liste des Tableaux et Figures

Figure II.20 : Système vis-écrou :.....	24
Figure II.21 : Système bielle-manivelle :.....	24
Figure II.22 : Système pignon-crémaillère :.....	25
Figure II.23 : Système came-galet :.....	26
Figure II.25 : Constitution d'un vérin :.....	27
Figure II.26 : Vérin pneumatique :.....	28
Figure II.27 : Vérin hydraulique :.....	28
Figure II.28 : Vérin électrique :.....	29
Figure II.29 : Constitution d'un vérin simple effet	29
Figure II.30 : Constitution d'un vérin double effet	29
Figure II.31 : Vérin double tige :.....	30
Figure II.32 : Vérin à tige télescopique :.....	31
Figure II.33 : Vérin rotatif :.....	31
Figure II.34 : Vérin sans tige :.....	31

Chapitre III

Figure III-3 : La presse a réalisé	32
Figure III-4 : La chaine cinématique de la presse a balle	33
Figure III-5 : La chaine cinématique de la presse a balle	34
Figure III-38 : Interface graphique de SolidWorks version 2014	38
Figure III-39-a : Support en 2D	39
Figure III-39-b : Support en 3D	39
Figure III-42 : Assemblage :.....	40
Figure III.14 : Vérin pneumatique double effet :.....	40
Figure III.15 : Distributeur 5/2	41
Figure III.16 : Compresseur d'air :.....	41
Figure III-7 : fil électrique	42

Liste des Tableaux et Figures

Figure III-9 : bouton d'arrêt d'urgence	43
Figure III-10 : Le commutateur	44
Figure III-11 : Voyant de signalisation	44
Figure III-16 : Tôles avant découpage	44
Figure III-17 : Meuleuse portative électrique	45
Figure III-19 : Découpage et Pliage de tôle « image dans le hall de technologie de Bejaia »...	45
Figure III-20 : Scies alternatives horizontales	45
Figure III-21 : Découpeuse plasma	47
Figure III-22 : Dessin du porte vérin sous format DXF	48
Figure III-24 : Dessin de la tôle interne de guidage du tamis sous format DXF	48
Figure III-26 : Soudage à l'arc	49
Figure III.20 : Les différents mouvements en fraisage	50
Figure III.21 : Procédé de rainurage « dans l'atelier »	51
Figure III.22 : Procédé de tournage « dans l'atelier »	52
Figure III.24 : Procédé de perçage « dans l'atelier »	52
Figure III-36 : La presse a balle avant la peinture	54
Figure III-37 : La presse a balle après la peinture	54

Sommaire

Remerciements	I
Dédicace.....	II
Liste des figures	VI
Liste des tableaux.....	VI
Introduction1

Chapitre I : Généralités sur les déchets

I .1.Historique	2
I .2.Définitions du déchet	2
I .2.1-Selon PNUD 2009.....	2
I .2.2-Définition juridique	2
I .2.3-Définition économique	2
I .3.Définition des types de déchets.....	3
I .3.1-Déchets spéciaux dangereux	3
I .3.2-Déchets encombrants	3
I .3.3-Déchets d'activités de soins	3
I .3.4-Déchets d'Equipement Electriques et Electroniques	3
I .3.5-Déchets de l'industrie de l'automobile	3
I .3.6-Déchets des Industrie Agro-alimentaires	3
I .3.7-Déchets des huileries	3
I .3.8-Déchets des mines et de l'industrie minière	3
I .3.9-Déchets verts	4
I.4 Classific-ation Algérienne des déchets	4
I .4.1- Déchets ménagers et assimilés	4
I .4.2-Déchets inertes.....	4
I .4.3- Déchets spéciaux.....	4
I .5-La gestion des déchets en Algérie	4
I -5-1-Contexte juridique	5
I .5.2-Fiscalité environnemental en Algérie	6

Sommaire

I.5.3-Acteurs de la gestion des services des déchets	7
I .5.3.1- Secteur public	7
I .5.3.1.1-Au niveau national	7
I. 5.3.1.2-Au niveau régional	7
I .5.3.1.3-Au niveau local	7
I .5.3.2-Secteur privé	8
I .5.3.3- Secteur informel	8
I .5.4- Modes de collecte, d'élimination et de traitement des déchets en Algérie	8
I .5.4.1-Pré-collecte	8
I .5.4.2-Collecte	8
I .5.5-Élimination des déchets.....	8
I .6- Objectifs à respecter pour gérer correctement les déchets	9
I .7-Les démarches préalables à la gestion des déchets dans l'entreprise	10

Chapitre II : Généralités sur les systèmes de transmission mécaniques

II. Introduction	11
II. Les systèmes de transmission mécanique :.....	11
II.1 Définition de la transmission mécanique:.....	11
II.2 Les différent mouvements :.....	11
II.2.1 Mouvement de translation :.....	11
II.2.2 Mouvement de rotation :.....	12
II.2.3 Mouvement hélicoïdal :.....	12
II.3 Distinction entre transmission et transformation du mouvement :.....	12
II.4 Les mécanismes de transmission du mouvement :.....	12
II.1) les engrenages.....	12
II.1.1.1. Classification des engrenages :.....	13
II.1.1.1.1. Roues cylindriques à dentures droites :.....	13
II.1.1.1.2. Roues cylindriques à dentures hélicoïdales :.....	13
II.1.1.1.3. Roues coniques :.....	13
II.1.1.1.4. Engrenage gauche (système roue et vis sans fin) :.....	14
II.1.1.2. Rôle des engrenages.....	14
II.1.1.3. Avantages et inconvénients des systèmes d'engrenages :.....	15
➤ Avantages :.....	15

Sommaire

➤ Inconvénients :.....	15
II.1.1.4. Rapport de transmission :.....	15
II.1.2. Poulies et courroies :.....	15
II.1.2.1. Composition :.....	16
II.1.2.2. Utilisation :.....	16
II.1.2.3. Différents types de courroies :.....	17
II.2.3.1) Courroie Platte :	17
II.2.3.2) Courroie trapézoïdale :	18
II.2.3.3) Courroie striée	18
II.2.3.4) Courroie synchrone ou dentée :	18
1.2.4. Avantages et inconvénients :.....	19
II.2.4) Rapport de transmission :	19
II.1.3.1. Différents types de chaînes :.....	20
II.1.3.1.1. Chaînes à rouleaux :.....	20
II.1.3.1.1.1. Les maillons intérieurs :	20
II.1.3.1.1.2. Les maillons extérieurs :	20
II.1.3.1.2. Chaînes à blocs :	21
1.3.1.3. Chaînes à maillons coudés	21
II.1.3.1.4. Chaînes à mailles jointives :.....	22
II.1.3.2. Avantages et inconvénients :	23
II.1.3.1.2. Avantages	23
II 1.2.2.2. Inconvénients	23
II.1.3.3. Rapport de transmission :.....	23
II.2. Les mécanismes de transformation du mouvement :.....	23
II.2.1. Vis et écrou :	24
II.2.1.1. Avantages et inconvénients :.....	24
II.2.1.1.1. Avantages :.....	24

Sommaire

II.2.1.1.2. Inconvénients :	24
II .2.2. Bielle et manivelle	24
II 2.2.1. Avantages et inconvénients	25
II .2.2.1.1. Avantages	25
II .2.2.1.2. Inconvénients	25
II.2.4. Came et galet :	26
II.2 .4.1. Avantages et inconvénients	26
II 2.4.1.1. Avantages	26
II.2.4.1.2. Inconvénients	26
II.3. Actionneurs :	27
II .3.1. Les vérins	28
II .5.1.1. Caractéristiques et performances d'un vérin	28
II .5.1.2. Classification des vérins	28
Les vérins pneumatiques :	28
Les vérins hydrauliques :	29
Les vérins électriques :	29
II .5.1.2.1. Vérin simple effet (VSE)	29
II .5.1.2.2. Vérin double effet (VDE)	30
II .5.1.3. Principaux vérins particuliers ou spéciaux	30
II .5.1.3.1. Vérin double tige	30
II .5.1.3.2. Vérin à tige télescopique	31
II .5.1.3.3. Vérin rotatif	31
II .5.1.3.4. Vérin sans tige	31

Chapitre III : Présentation et conception de la presse à balle

Définition	31
III.3) Présentation du la presse à balle :	32

Sommaire

III.3.1) chaîne cinématique :	32
III.3.2 Nomenclature :	35
III.2.1) Historique et chronologie :	35
III.2.2) Qu'est-ce que la CAO :	36
III.2.3) Les outils (logiciels) de la CAO :	36
III.2.4) Domaines d'application de la CAO :	36
III.2.5) Les avantages et les inconvénients de la CAO :	37
❖ Avantage :	37
❖ Inconvénients :	38
.	
III.2.6) Aperçus sur le logiciel de CAO SolidWorks :	38
III.2.6.1) Développement de SolidWorks :	38
III.2.6.2) Description logiciel SolidWorks	38
III.2.7) Modélisation géométrique :	39
❖ III Le support :	39
III.3.1) Instruments électrique :	41
III.3.2.1. Vérin pneumatique double effet	41
III.3.2.2. Distributeur	42
III.3.2.1. Constitution d'un distributeur	42
III.3.2.2. Caractéristiques d'un distributeur	42
III.3.2.3. Différents types des distributeurs	42
Distributeur 3/2	43
Distributeur 4/2	43
Distributeur 5/2	43
Distributeur 5/3	43
III.3.2.3. Compresseur d'air	43
III.4.1.2) Fil électrique :	44
III.4.1.4) Bouton d'arrêt d'urgence	44
III.4.1.5) Le Commutateur :	44
III.4.1.6) Voyant de signalisation ou témoin lumineux :	45
III.5) Partie réalisation :	45

Sommaire

III.5.1) Partie découpage :	45
III.5.1.1) Une meuleuse portative électrique :	45
III.5.1.2) Plieuse et découpeuses de tôles manuelle :	46
III.5.1.3) Scies alternatives horizontales	46
III.5.1.4) Le découpage plasma :	47
III.5.2) Partie soudage	48
III.5.2.1) Soudage à l'arc :	49
III.4.2.Parties usinages	49
III.4.2.1. Le fraisage	49
III.4.2.1.1. Le rainurage	51
III.4.2.2. Le tournage	51
III.4.2.3. Le Perçage	52
III.4.2.3.1. Mode d'action	53
a) Le mouvement de rotation (MC)	53
b) Le mouvement de descente (Mf)	
II.5.4) Partie peinture :	53
III.5.4.1) Sous forme liquide traditionnelle, utilisable à froid :	53
III.5.4.2) Sous forme de poudre :	53
III.5.4.3) Elle a les avantages suivants :	54
III.5.4.4) Au titre des inconvénients, on trouve :	54
Conclusion générale :	55

Introduction générale

Introduction générale

La croissance démographique qu'a connue notre planète au siècle dernier a été d'une ampleur sans précédent. Sa population est passée, en cent ans, de quelque 1.7 milliard à 7 milliards, cette très forte augmentation du nombre d'utilisateurs des ressources communes, est combinée à des changements spectaculaires des modes et des volumes, de production et de consommation. C'est-à-dire, on est passé d'une société artisanale à une société de grande consommation « une société industrielle ».

L'activité humaine a, de tout temps, été génératrice de déchets. Ces matières, ou objets, qui n'ont plus d'usage ou de valeur pour ceux qui les possèdent, sous-produits non désirés des chaînes de production industrielles.

Dans une économie de plus en plus mondialisée, l'effondrement local d'un écosystème peut avoir des conséquences planétaires. Nous consacrons beaucoup de temps à nous soucier de nos déficits économiques, alors que ce sont les déficits écologiques qui menacent notre avenir économique à long terme.

Le recyclage est la création de nouvelles matières, ou le renouvellement des matières initiales, par le biais du traitement des déchets, avant cette phase le tri et compactage des déchets restent indispensable, pour satisfaire le rapport : qualité, prix et délais.

L'objectif de notre travail est de réaliser une presse à balles pour réduire le volume des déchets et faciliter leurs stockages avant le recyclage.

Le travail est structuré comme suit :

Introduction générale.

Le premier chapitre est consacré à la présentation des généralités sur les déchets.

Le deuxième chapitre est essentiellement consacré aux généralités sur les systèmes de transmission mécanique.

Le dernier chapitre est dédié à la présentation de la presse à balles, les différentes étapes de réalisation et d'assemblage de tous les éléments constitutifs, les différentes machines et équipements utilisés dans sa fabrication.

Enfin, nous terminerons ce travail par une conclusion générale.

Chapitre I

Généralités sur les déchets

I-1) Historique

Ce qui subsiste des déchets de nos ancêtres préhistoriques fait aujourd'hui le bonheur des archéologues, mais le peuplement humain était alors peu important et l'incidence sur l'environnement probablement très mineure.

Le vrai problème s'est posé un peu plus tard, dans les civilisations antiques. Les Romains, par exemple, mirent en place dans la plupart de leurs villes des systèmes d'égouts.

Les ordures ménagères du moyen-âge étaient simplement jetées hors des maisons, dans la rue, éventuellement dans la rivière. A cette époque elles étaient, dans leur immense majorité, biodégradable, mais elles attiraient en ville toutes sortes de vermines et un cortège de maladies.

Il fallut attendre 1506 pour que la collecte des déchets soit organisée et 1883 pour que l'obligation de déposer les ordures dans des récipients spécialement dédiés soit imposée par le préfet Poubelle. (Wikipédia)

I-2) Définitions du déchet

La notion de déchets peut être définie de différentes manières, selon le domaine et l'intérêt d'étude et parfois l'origine du déchet. Parmi les nombreuses définitions existantes, nous pouvons mentionner :

I-2-1) Selon PNUD 2009 (Programme des Nations Unies pour le Développement)

« Le déchet est considéré comme tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, toute substance, matériau, produit ou plus généralement, tout bien meuble abandonné ou que son détenteur destine à l'abandon »

I-2-2) Définition juridique

Selon la loi N°01-19 du 12 décembre 2001 parue dans le journal officiel Algérien N° 77, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets : « un déchet est tout résidu d'un processus de production, de transformation ou d'utilisation, et plus généralement toute substance, ou produit et tout bien meuble dont le propriétaire ou le détenteur se défait, projette de se défaire, ou dont il a l'obligation de se défaire ou de l'éliminer ».

I-2-3) Définition économique

Un déchet est l'ensemble des biens, matériaux et éléments qui ne possèdent –dans les conditions de lieu et de temps de leurs production- ni valeur marchande, ni état suffisant pour une valorisation éventuelle, compte tenu, soit des connaissances technologiques, soit des données économiques au moment [1].

I-3) Définition des types de déchets

I-3-1) Déchets spéciaux dangereux : tous déchets spéciaux qui, par leurs constituants ou par les caractéristiques des matières nocives qu'ils contiennent, sont susceptibles de nuire à la santé publique et/ou à l'environnement.

I-3-2) Déchets encombrants : tous déchets issus des ménages qui en raison de leur caractère volumineux ne peuvent être collectés dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés.

I-3-3) Déchets d'activités de soins : tous déchets issus des activités de diagnostic, de suivi et de traitement préventif ou curatif, dans les domaines de la médecine humaine et vétérinaire.

I-3-4) Déchets d'Équipement Électriques et Électroniques : Tous déchets provenant des ménages fonctionnant avec une alimentation électrique.

I-3-5) Déchets de l'industrie de l'automobile : Tous déchets provenant de l'industrie de l'automobile :

- Les véhicules en fin de vie
- Les accessoires et les -pièces de rechange usagés
- Les pneus
- Les huiles de vidange

I-3-6) Déchets des Industrie Agro-alimentaires :

Tous déchets solides provenant des unités de transformation des produits agricoles en produits industriels :

- Industries de transformation de fruits et légumes (production de semoule, de conserve de légumes,...)
- Les abattoirs et les poissonneries
- Les industries du lait et des produits laitiers (fromageries, yaourts,...)
- Les industries de stockages de produits alimentaires

I-3-7) Déchets des huileries

Les déchets provenant des unités de transformation des olives en huile d'olives :

- Le grignon d'olives
- Les margine.

I-3-8) Déchets des mines et de l'industrie minière

Les déchets provenant de l'exploitation des gisements miniers (extraction de charbon, de pétrole et gaz, de fer,...).

I-3-9) Déchets verts

Ce sont les déchets de jardin (branches d'arbres, tonte des pelouses, feuilles mortes, etc...).

Ils sont biodégradables, mais parfois trop lentement.

I-4) Classification Algérienne des déchets

La loi 01-19 du 12 décembre 2001 distingue 3 classes de déchets [2].

I-4-1) Déchets ménagers et assimilés

Tous déchets issus des ménages ainsi que les déchets similaires provenant des activités industrielles, commerciales, artisanales et autres qui, par leur nature et leur composition, sont assimilables aux déchets ménagers.

I-4-2) Déchets inertes

Tous déchets provenant notamment de l'exploitation des carrières, des mines, des travaux de démolition, de construction ou de rénovation, qui ne subissent aucune modification physique, chimique ou biologique lors de leur mise en décharge, et qui ne sont pas contaminés par des substances dangereuses ou autres éléments générateurs de nuisances, susceptibles de nuire à la santé et/ou à l'environnement.

I-4-3) Déchets spéciaux

Tous déchets issus des activités industrielles, agricoles, de soins, de services et toutes autres activités qui, en raison de leur nature et de la composition des matières qu'ils contiennent, ne peuvent être collectés, transportés et traités dans les mêmes conditions que les déchets ménagers et assimilés et les déchets inertes.

I-5) La gestion des déchets en Algérie

Avec l'apparition de nouvelles habitudes de consommation des populations, l'ensemble des villes algériennes doit faire face au phénomène d'une brusque augmentation des quantités de déchets produites.

L'état de l'environnement en Algérie, durant les années quatre-vingt-dix par les faits saillants suivants : un problème de santé publique ; une saturation des décharges et une augmentation du ratio par tête des déchets produits. Ce constat a conduit le gouvernement à se pencher sérieusement sur la question de la gestion des déchets en adoptant des mesures réglementaires et fiscales à partir de 2001.

La gestion directe est prédominante et l'enfouissement technique des déchets est l'option privilégiée par les pouvoirs publics. La participation du secteur privé reste encore timide et ne semble pas connaître d'amélioration.

L'État reste le premier financeur des grandes infrastructures par les différents fonds (construction des CET, achat des équipements de collecte et de pré-collecte, etc.). Les collectivités locales, notamment les communes, continuent d'être le premier acteur responsable de la collecte des déchets en Algérie.

L'Algérie a fixé des objectifs à l'horizon 2020 dans le domaine de l'aménagement du territoire dans lequel elle intègre le concept du développement durable. Cette nouvelle vision est basée sur la croissance économique, l'équité sociale et la protection de l'environnement. Elle vise l'amélioration de la qualité de vie et du bien-être de la population dans une logique de gestion durable des déchets. Les objectifs nationaux algériens sont la réduction des quantités des déchets produites et l'atténuation de l'impact de leur élimination sur l'environnement.

Dans ce contexte, l'Algérie a élaboré en 2002 un Plan National d'Actions pour l'Environnement et le Développement Durable (PNAE-DD). Celui-ci propose une vision du futur qui engage l'Algérie à investir dans un développement écologiquement durable.

Deux programmes d'action ont été mis en œuvre : le programme national pour la gestion intégrée des déchets ménagers (PROGDEM), élaboré par le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement en 2001 qui se focalise sur une nouvelle stratégie. Les principales actions concernées par PROGDEM sont les suivantes :

- Elaboration et mise en œuvre des plans communaux de gestion des déchets ;
- Aménagement de sites de mise en décharge contrôlée ;
- Promotion des activités de recyclage et de valorisation des déchets ;
- Introduction de nouvelles formes de gestion ;
- Adaptation graduelle de la taxe d'enlèvement des déchets ménagers et amélioration de son taux de recouvrement.
- Sensibilisation, formation et éducation.

Le deuxième programme est le « Plan National de Gestion des déchets spéciaux » PNAGDES institué par la loi 01/19 du 12 décembre 2001, relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des déchets.

I-5-1) -Contexte juridique

En mai 1998, l'Algérie adhère avec réserve à la convention de Bâle qui vise à réduire le volume des déchets dangereux ainsi que le contrôle de leurs mouvements transfrontière. Le 29 avril 1998, l'Algérie a signé le protocole de Kyoto approuvé le 21 mai 2002, ratifié le 28 avril 2004 et entré en vigueur le 16 février 2005.

La loi du 21 décembre 2001 relative à la gestion, au contrôle et à l'élimination des

déchets. Le seul texte existant avant l'adoption de cette loi est le décret n° 84-378 du 15 décembre 1984 fixant les conditions de nettoyage, d'enlèvement et du traitement des déchets solides urbains.

La loi-cadre de 2001 définit tous les types de déchets et désigne la commune comme l'organisme compétent pour assurer le service public d'enlèvement et d'élimination des déchets. Elle prévoit les principes de prévention, de réduction à la source, de tri sélectif, de valorisation, d'information et de sensibilisation.

I-5-2) Fiscalité environnemental en Algérie

La politique algérienne en matière d'écotaxe n'a été instaurée qu'à partir de 1992 via la loi n° 91-25 du 18 décembre 1991 portant loi de finances pour 1992. Elle a institué une taxe sur les activités polluantes ou dangereuses (TAPD).

La loi de finance de 2002 a instauré toute une série de taxes liées à l'environnement :

- Une taxe annuelle, forfaitaire et locale sur le service de l'enlèvement des ordures ménagères (TEOM).
- Taxe d'incitation au déstockage des déchets des activités de soins(TIDDAS): 24000 DA/tonne
- Taxe d'incitation au déstockage des déchets industriels spéciaux(TIDDIS) : 10500DA/tonne
- Taxe relative aux activités polluantes ou dangereuses pour l'environnement (TAPD) :
 - 9000DA pour les installations classées dont l'activité est soumise à déclaration
 - 20000DA pour les installations classées dont l'activité est soumise à autorisation du président d'APC
 - 120000DA pour les installations classées dont l'activité est soumise à autorisation du ministre chargé de l'environnement
- Taxe sur la pollution atmosphérique d'origine industrielle(TPAOI) : elle est multipliée de 1 à 5 fois de la taxe TAPD
- Taxe sur les eaux usées industrielles (TEUI) : la même que TPAOI
- Taxe sur les carburants : de 1 DA par litre d'essence
- Taxe sur le sachet en plastique adopté en 2004 dans le cadre de la loi de finances : 10,5DA/kg
- Les Amendes : liées au non-respect de la réglementation en vigueur en matière environnementale. Elles sont appliquées à l'ensemble des infractions en

rapporte avec les déchets, concerne les personnes physiques (ménages) et les personnes morales (entreprise à caractère industriel) Cependant, la loi de finances complémentaire de 2001 a créé le Fonds National pour l'Environnement et la Dépollution (FNED) alimenté par la TAPD [3].

I-5-3) Acteurs de la gestion des services des déchets

I-5-3-1) Secteur public

I-5-3-1-1) Au niveau national

Actuellement, le Ministère de l'Aménagement du Territoire et de l'Environnement (MATE) est le premier responsable de la politique nationale de l'environnement. Il a été créé à la fin des années 1980.

L'agence nationale des déchets (AND) qui est créée par le décret exécutif n° 02-175 du 20 mai 2002 et placée sous la tutelle du MATE. Elle permet de disposer d'un instrument adéquat pour apporter de l'aide aux collectivités locales en matière de mise en œuvre de la politique nationale des déchets.

L'observatoire national de l'environnement et du développement durable (ONEDD) est créé le 3 avril 2002.

Le conservatoire national des formations à l'environnement (CNFE) a été créé en août 2002. Il bénéficie du statut d'EPIC et assure deux missions principales : la formation des différents intervenants publics ou privés dans le domaine de l'environnement et l'éducation à l'environnement pour le grand public.

I-5-3-1-2) Au niveau régional

Au niveau régional, le service public local de gestion des déchets est sous la responsabilité des Inspections Régionales de l'Environnement et des Directions de l'Environnement des Wilayas.

I-5-3-1-3) Au niveau local

Le niveau local dans cette étude fait référence à deux structures compétentes en matière de service local des déchets : les communes et les groupements de communes ou l'intercommunalité. La réglementation en vigueur rend les communes et les groupements de communes responsables de l'ensemble des déchets produits sur leurs territoires.

I-5-3-2) Secteur privé

La concession représente le mode par lequel le secteur privé formel exerce en matière de collecte. La loi de 2001 prévoit l'ouverture du service public de gestion des déchets urbains à l'investissement privé et à la concession.

I-5-3-3) Secteur informel

Troisième secteur intervenant dans la récupération des déchets en Algérie, le secteur informel constitue une importante activité économique. Ce secteur permet de :

- Valoriser un grand nombre de déchets,
- Réduire les coûts de transport et de collecte pour les collectivités,
- Donner un revenu à de nombreuses personnes,
- Augmenter la capacité des décharges,
- Assurer la matière première pour certaines entreprises.

I-5-4) Modes de collecte, d'élimination et de traitement des déchets en Algérie

I-5-4-1) -Pré-collecte

En Algérie, la pré-collecte revêt diverses manières selon le type d'habitation et l'accessibilité des équipements :

- Les caissons métalliques : La pré-collecte par caisson est plus utilisée au niveau d'une agglomération centre local (ACL) ; capacité de 2 à 2,7 tonnes.
- Poubelles individuelles : les déchets sont mis dans ces poubelles, qui une fois vidées par le service de la collecte sont repris par les riverains.
- Sacs en plastique perdus
- Les bacs roulants : Ces bacs sont nécessaires pour la collecte par camion à benne tasseuse.

I-5-4-2) -Collecte

À l'heure actuelle, il existe en Algérie deux méthodes d'enlèvement des déchets.

- **Le porte à porte**, dans lequel le service de la collecte assure un passage régulier pour l'évacuation des DMA.
- **L'apport volontaire**, dans lequel le générateur assure le transfert des DMA vers un point de regroupement afin qu'ils soient transportés par le service chargé de l'opération vers un lieu d'élimination ou de traitement. Ce mode d'apport est très adapté à l'opération de tri sélectif (MATE, 2003).

I-5-5) Élimination des déchets

En Algérie, l'élimination des déchets ménagers et assimilés par la voie de la mise en

décharges sauvages est le mode le plus utilisé avec un taux de 87 %. Malgré l'existence d'une politique environnementale et d'une réglementation en matière d'élimination des déchets, leur nombre ne cesse d'augmenter. Selon une enquête menée par les services du MATE, plus de 3 130 décharges sauvages ont été recensées sur les 48 wilayas avec une superficie de l'ordre de 4 552.5 ha.

Suite au lancement du PROGDEM, 65 CET ont été enregistrés durant la période allant de 2001 à 2005, 16 ont été achevés, 28 en cours de réalisation et 21 en phase d'études.

Le compostage ne représente que 1 % de l'ensemble des déchets produits en Algérie. Les seules expériences sont celles des wilayas de Blida, Alger, Tlemcen et Tizi-Ouzou. Le coût des déchets traités est estimé à 2 700 DA/tonne, et le coût à la tonne de compost produit est de 5 400 DA/tonne.

En Algérie, l'incinération est appliquée uniquement pour les déchets hospitaliers au sein des hôpitaux.

Valorisation, recyclage : Selon les services du MATE, l'Algérie a la capacité de récupérer une quantité de déchets estimée à 760 000 tonnes par an, ce qui représente 35 milliards de DA, dont le papier représente une partie essentielle dans la possibilité de récupération et de recyclage avec une quantité de 385 000 tonnes par an [4].

Nature des déchets	Quantité en tonnes/an
Papier	385.000
Plastique	130.000
Métaux	100.000
Verre	50.000
Matières diverses	95.000
Total	760.000

Tableau 1 : Capacité de recyclage en Algérie.

1-Objectifs à respecter pour gérer correctement les déchets

- Prévenir ou réduire la production et la nocivité des déchets ;
- Organiser le transport des déchets ;
- Valoriser les déchets par réemploi, recyclage ou toutes action visant à obtenir des matériaux réutilisables ou de l'énergie ;
- Informer le public des effets pour l'environnement et la santé publique ;
- Limiter le stockage définitif aux seuls déchets résiduels, ultimes.

2- Les démarches préalables à la gestion des déchets dans l'entreprise

Bien connaître les déchets de l'entreprise, pour bien gérer ses déchets, il faut dans un premier temps procéder à un inventaire des différents gisements de déchets ; Cette connaissance doit être orientée vers un objectif opérationnel : construire un plan d'action. Elle doit être combinée à une analyse critique de la gestion actuelle et doit permettre d'évaluer la conformité réglementaire et la position de l'entreprise, par rapport à l'optimum technique et économique.

S'informer sur les règles, les techniques, les possibilités locales d'élimination des déchets.

Les contraintes réglementaires, les techniques d'élimination (stockage, collecte, valorisation...) adaptées à chaque type de déchets.

Sensibiliser le personnel à la gestion des déchets

C'est avec la participation de tous que l'entreprise peut réduire et mieux gérer ses déchets. L'ensemble du personnel doit être formé et informé sur les actions à mettre en œuvre et les comportements à proscrire. Il doit également être sensibilisé au coût, tant économique qu'écologique, du traitement des déchets.

➤ Bien gérer les déchets

Les moyens à mettre en œuvre doivent faire l'objet d'une étude préalable comprenant une caractérisation précise des déchets.

Collecte

- Pour les déchets solides, des bacs de récupération peuvent être placés à côté de chaque poste de travail.
- Les déchets liquides doivent être stockés dans des conteneurs clos dont l'étanchéité est régulièrement vérifiée. Ces conteneurs doivent être posés sur des bacs de rétention afin d'éviter tout risque de pollution accidentelle. Les mélanges sont à éviter.

Stockage

- Tous les conteneurs doivent faire l'objet d'un étiquetage indélébile indiquant notamment la catégorie de dangers engendrés par le déchet et signalant, le cas échéant, les interdictions relatives aux manipulations, mélanges, etc.
- L'aire de stockage doit être aérée, protégée des eaux de pluie et éloignée des lieux à risque. Les déchets inflammables ou explosifs ne doivent pas être stockés près d'une source chaude. Pour les déchets solides, le stockage dans des bennes transportables facilite les opérations ultérieures de collecte et de transport, Le site doit être facile d'accès pour les véhicules qui viennent enlever les déchets.

Chapitre II

Généralités sur les systèmes de transmissions mécanique

Introduction

Pour fonctionner, la machine a besoin d'énergie qui peut provenir de différentes sources : électrique, solaire, éolienne, hydraulique, thermique ou nucléaire.

Une transmission est un ensemble d'organes qui permet de transmettre un mouvement, ce mouvement est modifié de manière :

- À transformer un mouvement de rotation et mouvement de translation.
- À augmenter ou à réduire la vitesse de rotation de sortie par rapport à la vitesse d'entrée du mouvement de rotation.
- À augmenter ou réduire le couple de sortie par rapport au couple d'entrée du mouvement de rotation.

Pour assurer une transmission de puissance, on fait appel à des mécanismes de transmission et de transformation du mouvement, sans ces systèmes l'énergie fournie ne pourrait être exploitée pour actionner la machine.

D'autre part tout mécanisme comporte un certain nombre de pièces assemblées les unes avec les autres, dont certaines d'entre elles sont fixes et d'autres sont mobiles. Ces dernières doivent être réunies aux pièces fixes par des assemblages ayant pour but de les guider et limiter leur déplacement. Les assemblages utilisés en fabrication mécanique sont très divers ; ils dépendent en effet de plusieurs facteurs : la nature de la liaison à établir, forme des pièces à réunir, moyens utilisés pour réunir les deux pièces, sens et grandeur des efforts à transmettre ... etc.

Dans ce chapitre nous allons présenter les différents types de mécanismes qui permettent la transmission du mouvement, aussi les différents types d'assemblages mécaniques.

I. Les systèmes de transmission mécanique :

I.1 Définition de la transmission mécanique :

Une transmission est un dispositif mécanique permettant de transmettre, ou convertir, un mouvement d'une pièce à une autre. Cet élément de la chaîne d'énergie a pour fonction l'adaptation du couple et de la vitesse entre l'organe moteur et l'organe entraîné.

I.2 Les différents mouvements :

Les objets qui nous entourent peuvent décrire différents mouvements. Au sein d'un mécanisme, les différentes pièces décrivent des mouvements similaires.

On distingue trois types de mouvements de base :

I.2.1 Mouvement de translation :

Un corps présente un mouvement de translation si tous les points de celui-ci décrivent des trajectoires parallèles. De la position de départ à la position d'arrivée, les vecteurs-position sont tous égaux, parallèles. On a des mouvements de translation verticaux et horizontaux.

I.2.2 Mouvement de rotation :

Un corps présente un mouvement de rotation si un point ou un axe de celui-ci reste fixe. Tous les points du solide en mouvement décrivent des arcs de cercle.

I.2.3 Mouvement hélicoïdal :

Un corps présente un mouvement hélicoïdal si ce mouvement est obtenu par la combinaison d'une rotation autour d'un axe et d'une translation de cet axe.

I.3 Distinction entre transmission et transformation du mouvement :

Dans un mécanisme on distingue un mouvement d'entrée et un mouvement de sortie.

On parle de mécanisme de transmission du mouvement, lorsque le mécanisme sert à transmettre le mouvement du point d'entrée au point de sortie sans modifier la nature (rotation ou translation) du mouvement.

Les mécanismes de transmission peuvent changer la vitesse ou le sens de mouvement mais ne le modifient pas. Par exemple, sur un vélo, le mouvement de rotation des pédales est transmis à la chaîne qui entraîne la roue arrière.

Lorsqu'un mécanisme transforme la nature du mouvement entre le point d'entrée et le point de sortie, on parle de mécanisme de transformation du mouvement. Par exemple, une bielle-manivelle transforme un mouvement de rotation en un mouvement de translation.

I.4 Les mécanismes de transmission du mouvement :

Les transmetteurs de puissances sont des mécanismes qui permettent d'accommoder la puissance en fonction du besoin. Deux modes de transmetteurs sont notés :

- Transmetteurs qui multiplient la puissance surnommés multiplicateur de vitesse.
- Transmetteurs qui réduisent la puissance surnommés réducteurs de vitesse.

Cette fonction de transmission mécanique est assurée par plusieurs types d'organes.

I.4.1 Les engrenages :

Un engrenage est un mécanisme composé de deux roues dentées mobiles autour d'axes de position fixe et dont l'une entraîne l'autre par l'action de dents successivement en contact. On dit, ainsi, que les deux roues sont conjuguées.

Un engrenage est constitué d'un pignon et d'une roue dentée (le terme pignon est réservé pour la roue munie du plus petit nombre de dents). Ce type de système est surtout utile pour transmettre un mouvement de rotation entre des pièces rapprochées.

Une combinaison d'engrenages est appelée « train d'engrenages » [5].

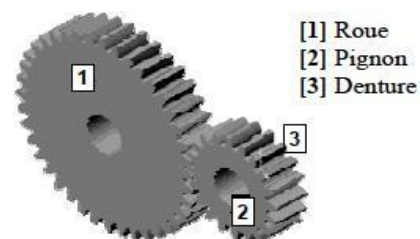


Figure II.1 : Composantes d'un engrenage

1.1.1. Classification des engrenages

Suivant la fonction qu'ils ont à réaliser, les engrenages peuvent avoir différentes formes et différentes caractéristiques de denture. Voici les types d'engrenages les plus en construction mécanique.

1.1.1.1. Roues cylindriques à dentures droites :

Ce sont les engrenages les plus simples, les plus économiques et les plus utilisés dans l'industrie. Dans ce type de roues, les dents sont parallèles à l'axe de rotation des arbres. En effet, il y'a engrenement « couple de dents » par « couple de dents » ce qui entraîne des chocs d'engrènement. Leur utilisation est généralement bruyante et génère des vibrations.

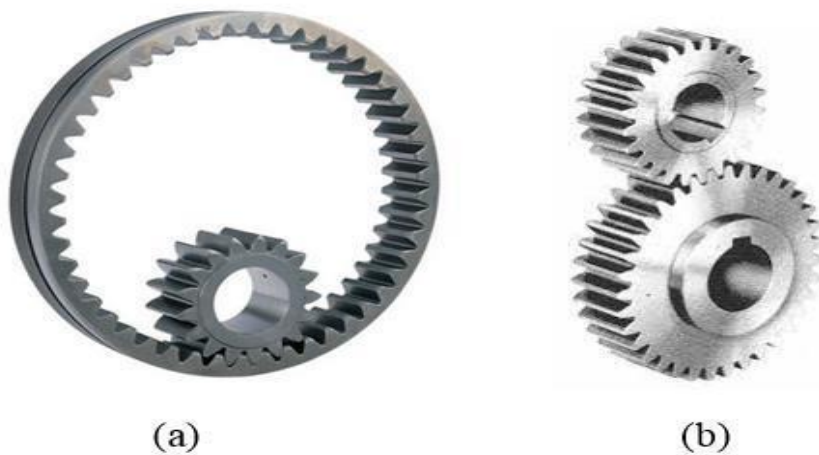


Figure II.2 : Engrenages à dentures droites ; (a) internes, (b) externes.

1.1.1.2. Roues cylindriques à dentures hélicoïdales :

Les engrenages à dentures hélicoïdales permettent une transmission plus souple, plus progressive et moins bruyante que les engrenages à dentures droites. La transmission des efforts est plus importante parce que le nombre de dents en contacts est plus élevé, y compris aux vitesses élevées, ils sont notamment utilisés dans les boîtes de vitesse d'automobiles, les réducteurs et les multiplicateurs de vitesses.



Figure II.3 : Engrenage à dentures hélicoïdales

1.1.1.3. Roues coniques :

Les roues de ces engrenages ne sont pas cylindrées, mais des cônes. Il existe des roues coniques à denture droite, des roues coniques à dents obliques et à dents spirales. Tous ces engrenages servent à transmettre la rotation entre des arbres dont les axes sont concourants, avec un rapport

de vitesse rigoureux. Ceux à dent spirales, c'est-à-dire les dents ont la forme d'un arc de cercle, sont les plus utilisés, car ils sont plus silencieux.



Figure II.4 : Engrenages coniques ; (a) à dentures droites, (b) à denture spirales

1.1.1.4. Engrenage gauche (système roue et vis sans fin) :

C'est un engrenage hélicoïdal dont les axes sont orthogonaux et non concourants. La transmission par ce type d'engrenage donne une solution simple pour les grands rapports de réduction, avec un fonctionnement un peu bruyant. La poussée de la vis est forte surtout si la démultiplication est grande. On utilise alors une butée à bille ou à rouleaux ou encore des roulements à contact oblique pour réaliser la liaison pivot avec le support.



Figure II.5 : Engrenage avec vis sans fin

Lorsque l'inclinaison des filets est faible (vis à un filet), la transmission est irréversible, ce qui signifie que si la vis peut entraîner la roue, la roue ne peut pas en raison de frottement entraîner la vis, ce qui souvent utile, car le réducteur s'oppose à toute rotation commandée par la machine réceptrice tels que les appareils de levage. Dans ce cas, le rendement est faible et de plus le couple de démarrage est beaucoup plus fort que le couple à vitesse de régime. Le rendement est meilleur avec les fortes inclinaisons, à condition que les métaux en présence soient bien choisis et l'exécution des dentures très précises, avec des états de surface très soignés.

Le frottement et le glissement important provoquent un rendement médiocre, mais suffisant dans le cas de faibles puissances.

1.1.2. Rôle des engrenages :

Dans un contexte industriel, il est fréquent que les moteurs disponibles sur le commerce, qu'ils soient électriques, thermiques, pneumatiques ou hydrauliques, ne fournissent pas les couples/vitesses nécessaires au bon fonctionnement des systèmes développés (à moins de

développer son propre moteur, ce qui a de fortes répercussions sur le coût du produit). Il est nécessaire dans ce cas d'adapter la vitesse de rotation et le couple. Ces deux paramètres étant liés l'un à l'autre car à puissance constante, si l'un augmente, l'autre diminue : $P=C\omega$, [6].

1.1.3. Avantages et inconvénients des systèmes d'engrenages [6] :

1.1.3.1. Avantages :

- Transmission de puissances élevées sous fréquences de rotation élevées.
- Transmission à rapport rigoureusement constante (transmission synchrone).
- Transmission parfaitement homocinétique.
- Possibilités de transmissions entre plusieurs arbres.
- Bon rendement général, suivant classe de qualité.
- Durée de vie importante.
- Bonne fiabilité.

1.1.3.2. Inconvénients :

- Nécessite d'un entraxe précis et constant.
- Niveau sonore variable suivant type d'engrenage.
- Transmission des à-coups et vibrations.
- Nécessité d'une lubrification, souvent par fluide.
- Réversibilité possible suivant type d'engrenage.
- Coût très variable suivant d'engrenage et classe de qualité.

1.1.4. Rapport de transmission :

On peut assimiler l'engrènement d'un pignon et d'une roue au roulement sans glissement de deux cercles primitifs l'un sur l'autre.

Le rapport de transmission de l'engrènement ou le rapport des vitesses est alors :

$$r = \frac{W_s}{W_e} = \frac{N_s}{N_e} = \frac{D_e}{D_s} = \frac{Z_e}{Z_s} \dots\dots\dots \text{(II-1)}$$

Où :

W_s, W_e : sont respectivement la vitesse angulaire du pignon et de la

roue, N_s, N_e : sont respectivement la fréquence du pignon et de la roue,

D_s, D_e : sont respectivement le diamètre du pignon et de la

roue,

Z_s, Z_e : sont respectivement les dents du pignon et de la roue,

1.2. Poulies et courroies

Les courroies sont des organes de transmission, au même titre que les engrenages ou les chaînes à rouleaux. Le système à poulies-courroie permet de transmettre un mouvement de rotation à une distance plus ou moins importante. Leur rôle est de transmettre la puissance d'un organe tournant à un autre, c'est-à-dire le produit d'un effort par une vitesse ou un couple [14].

Le principe de fonctionnement des courroies repose sur deux éléments principaux :

1. Une surface de contact, dont l'importance est fonction de son coefficient de frottement, permettant de prélever le couple de la poulie motrice, de le transmettre à l'armature de traction, ensuite, de le restituer aux poulies réceptrices de la transmission.
2. Une armature, capable de transformer l'effort tangentiel prélevé sur la poulie motrice en un effort longitudinal de traction entre les poulies.

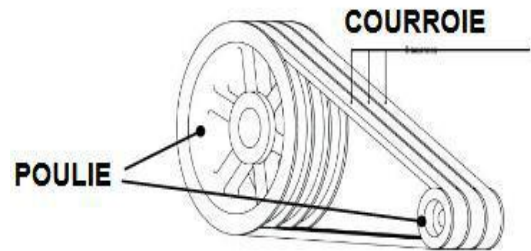


Figure II.6 : Système poulies-courroie

1.2.1. Composition :

Les courroies ne sont généralement pas constituées d'un seul matériau, sauf pour les courroies rondes qui sont généralement en caoutchouc. Elles sont composées : d'une matrice en caoutchouc synthétique et de fibres métalliques ou céramiques qui leur procurent leurs résistances mécaniques à la tension [15].

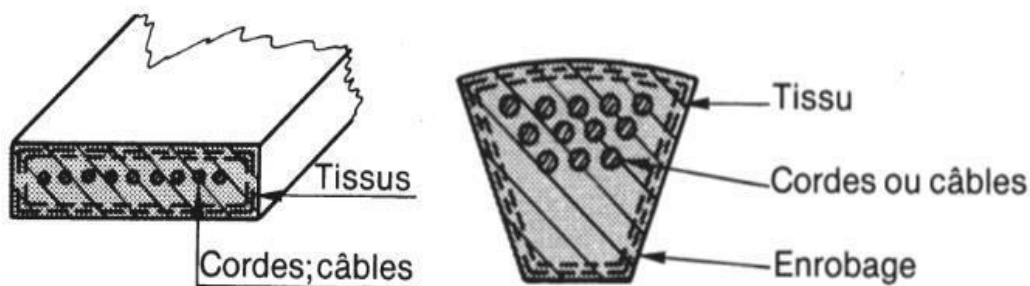


Figure II.7 : Compositions d'une courroie

1.2.2. Utilisation :

La courroie est utilisée avec des poulies, et parfois avec un galet tendeur.

L'entraînement s'effectue :

- Par adhérence pour les courroies plates, rondes, trapézoïdales et striées, ces courroies sont qualifiées d'asynchrones, car le rampement, et éventuellement le patiemment (glissement généralisé), ne permettent pas de garantir la vitesse de sortie.

- Par obstacle pour les courroies crantées, qui sont également qualifiées de synchrones. Ces dernières permettent une transmission de mouvement sans déphasage : par exemple comme les chaînes et les engrenages.

Ce type de transmission à un rendement élevé, de l'ordre de 98%, à l'exception des courroies trapézoïdales dont le rendement est plus faible (de 70 à 96%).

1.2.3. Différents types de courroies [7] :

Il existe deux types de courroies selon leur mode d'installation :

- Les courroies fermées : elles sont conçues pour des systèmes d'entraînement d'accès facile.
- Les courroies ouvertes : elles sont conçues pour des systèmes d'entraînement d'accès difficile, les extrémités étant connectées après mise en place.

On distingue par ailleurs les courroies selon la forme de leur section :

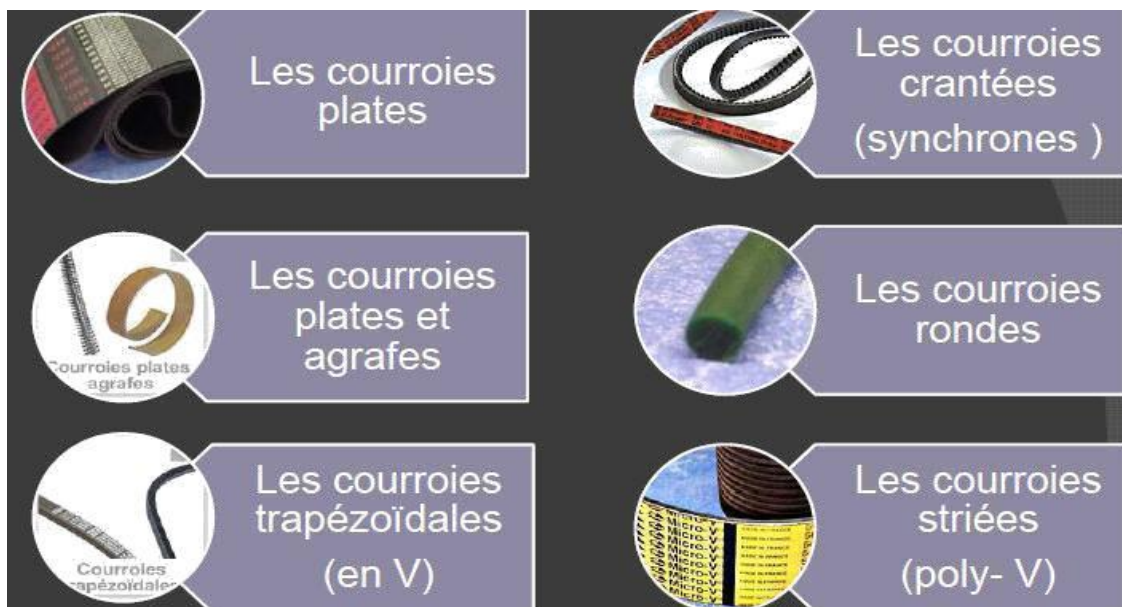


Figure II.8 : Différents types de courroies

1.2.3.1. Courroie Platte :

Bande de section rectangulaire, autrefois en cuir, désormais en matériau composite en élastomère et âme de fibre.



Figure II.9 : Courroie plate

1.2.3.2. Courroie trapézoïdale :

Ce sont les courroies les plus utilisées pour les montages avec charges légères. Les gorges sont assez profondes pour éviter à la courroie de sauter par-dessus les joues. La friction s'effectue uniquement sur les côtes de la courroie grâce à sa forme conique. Elles transmettent une puissance plus élevée que les courroies plates.



Figure II.10 : Courroie trapézoïdale

1.2.3.3. Courroie striée :

La courroie striée est une courroie de transmission de puissance striée dans le sens de la longueur, ce qui augmente énormément la surface de contact entre la poulie et la courroie. Cependant elle fonctionne par adhérence de la denture sur la poulie. Sa structure monobloc permet une répartition homogène de la tension au contact poulie/ courroie.



Figure II.11 : Courroie striée

1.2.3.4. Courroie synchrone ou dentée :

Ces courroies assurent une parfaite synchronisation dans la transmission du mouvement, c'est pourquoi elles sont beaucoup utilisées sur certaines coupes de tondeuses avec des croisements de lames, en automobile pour les distributions, et aussi sur de nombreuses machines industrielles ou agricoles. Ce genre de courroie est indispensable pour éviter tout déphasage entre l'entrée et la sortie. Même bien tendue et sans glissement, une courroie non crantée se décalera par son élasticité. En effet son élongation sera différente entre brin tendu et brin mou et c'est cette différence qui produira le décalage.



Figure II.12 : Courroie synchrone

1.2.4. Avantages et inconvénients [8] :**1.2.4.1. Avantages**

- Pour un arbre moteur d'avoir plusieurs arbres récepteurs.
- Un montage économique et une maintenance aisée.
- Permet d'amortir les vibrations et les chocs de de transmission ce qui augmente la durée de vie des organes moteur et récepteur.
- Transmission silencieuse.
- Grandes vitesses de transmission (de 60 à 100 m/s pour les courroies plates).
- Grand entraxe possible entre les poulies.

1.2.4.2. Inconvénients :

- Durée de vie limitée donc un entretien périodique.
- Couple transmissible faible pour les courroies plates.
- Tension initiale de la courroie nécessaire pour garantir l'adhérence.

1.2.5. Rapport de transmission :

Si on admet que la transmission s'effectue sans glissement et que la courroie est inextensible, alors on peut définir le rapport de transmission par :

$$r = \frac{N_D}{N_d} = \frac{W_D}{W_d} = \frac{d}{D} = \frac{C_d}{C_D} \dots\dots\dots (\text{II-2})$$

Où :

N_d : vitesse de la petite poulie en (**tr/min**) ;

N_D : vitesse de la grande poulie en (**tr/min**) ;

W_d et **W_D** : vitesses en (**rad/s**) ;

d : diamètre d'enroulement petite poulie (**mm**) ;

D : diamètre d'enroulement grand poulie (**mm**) ;

C_d : couple sur la petite poulie en (**N.m**) ;

C_D : couple sur la grande poulie en (**N.m**).

1.3. Chaîne et roues dentées :

Une chaîne est destinée à réaliser une transmission de puissance entre deux arbres à axes parallèles. Généralement la plus petite roue dentée (le plus souvent solidaire de l'arbre moteur) est désignée par pignon, l'autre, solidaire de l'arbre récepteur étant nommé roue.

Les pignons et chaînes permettent de transmettre, par obstacle, sans glissement un mouvement de rotation continu entre deux arbres éloignés et parallèles. Les chaînes sont utilisées pour la transmission de puissance mais aussi en manutention et dans de nombreuses réalisations.



Figure II.13 : Transmission par chaîne

1.3.1. Différents types de chaînes [9] :

1.3.1.1. Chaînes à rouleaux :

Les chaînes à rouleaux sont constituées d'une succession de deux types de maillons différents disposés alternativement : les maillons intérieurs et les maillons extérieurs.



Figure II.14 : Chaîne à rouleaux

1.3.1.1.1. Les maillons intérieurs :

Sont formés de deux plaques dites intérieures en acier, traité ou non, dans lesquelles sont emmanchées deux pièces tubulaires appelées douilles, généralement en acier cémenté.

Selon l'utilisation, il existe plusieurs variantes :

- Dans le cas général, les douilles reçoivent une autre pièce tubulaire libre en rotation appelée rouleau, d'où le nom donné à cette famille de chaînes.
- Lorsque le rouleau a un diamètre supérieur à la largeur des plaques, il est appelé galet et permet à la chaîne de rouler sur une surface dans les applications de manutention ; le galet peut être lisse ou épaulé.
- Lorsque le rouleau est absent, la chaîne est dite à douille.

1.3.1.1.2. Les maillons extérieurs :

Sont formés de deux plaques dites extérieures en acier, traité ou non, reliées par deux axes généralement en acier cémenté ; ils sont rivés ou fixés par tout autre moyen : goupilles, écrous, etc.

Un maillon extérieur spécial dit de jonction permet, le cas échéant, de relier les deux extrémités de la chaîne. Il en existe deux types, autres que le maillon à riber identique aux autres extérieurs de la chaîne :

- Le maillon à axes goupillés ou avec écrous, du même ou tête bêche.
- Le maillon à ressort, dont les extrémités des axes munies d'une gorge reçoivent différents types de clips.



Figure II.15 : Maillons de jonction ; (a) à écrous, (b) à ressort

Les chaînes à rouleaux de précision à pas court sont plus spécialement utilisées dans les transmissions de puissance ou en manutention légère. Pour la manutention lourde ou des applications à faible vitesses, les chaînes ont généralement des pas plus longs et sont souvent équipées de plaques spéciales à attaches ou d'axes creux pour la fixation d'aménagements variés.

1.3.1.2. Chaînes à blocs :

Les chaînes à blocs reçoivent des maillons extérieurs semblables à ceux des chaînes à rouleaux, mais les maillons intérieurs sont constitués de pièces massives.

Ce type de chaîne est généralement utilisé pour exercer un effort important de traction, dans les bancs d'étirage par exemple.



Figure II.16 : Chaîne à blocs

1.3.1.3. Chaînes à maillons coudés :

Les chaînes à maillons coudés sont formées d'un seul type de maillons : les plaques, coudées à mi-longueur, portent une douille à une extrémité et un axe à l'autre.

Ce type de chaîne est principalement utilisé dans les forages pétroliers. Simples ou multiples, ayant ou non des rouleaux, il en existe de nombreuses variantes, principalement celles à maillons monoblocs forgés ou moulés qui trouvent encore des applications en milieu agressif.

Remarque : les maillons coudés sont également utilisés dans les chaînes à rouleaux pour rabouter une chaîne fermée sans fin ayant un nombre impair de pas.



Figure II.17 : Chaîne à maillons coudés

1.3.1.4. Chaînes à mailles jointives :

Les chaînes à mailles jointives ne sont constituées que de plaques s'articulant sur des axes, permettant d'obtenir une très haute résistance à la rupture. Elles sont donc robustes, sûres et puissantes pour le transport des charges.

Les domaines d'application typiques des chaînes à mailles jointives sont les chariots élévateurs, les transpalettes, les transbordeurs de conteneurs, les nacelles, les machines-outils ainsi que les applications dans les aciéries.



Figure II.18 : Chaîne à mailles jointives

Ces chaînes sont principalement utilisées en levage où la charge est appliquée à leur extrémité à l'aide d'une chape et par construction, ne peuvent engrener sur un pignon, sauf dans les deux variantes particulières suivantes :

- Les chaînes à axes débordants l'engrènement et le passage des efforts se faisant par les extrémités des axes.
- Les chaînes Galle, dont l'axe épaulé, appelé fuseau, réserve une portion centrale sans plaque pour l'engrènement.



Figure II.19 : Chaîne Galle

Parmi ces quatre familles de chaînes, les chaînes à rouleaux et à mailles jointives sont les plus utilisées.

1.3.2. Avantages et inconvénients :

1.3.2.1. Avantages :

- Rapport de vitesse précis (absence de glissement- synchronisation).
- Rendement élevé (jusqu'à 98 %).
- Bonne durée de vie (environ 15 000 heures).
- Montage simple et entretien facile (par rapport aux engrenages).
- Conditions d'utilisation plus difficiles (par rapport à une courroie).
- Possibilité d'entraîner plusieurs arbres simultanément.

1.3.2.2. Inconvénients :

- Niveau sonore élevé (par rapport à une courroie).
- Absence d'amortissement des chocs (fatigue).
- Nécessité de lubrification.
- Masse linéique élevée.

1.3.3. Rapport de transmission :

$$r = \frac{N2}{N1} = \frac{\omega1}{\omega2} = \frac{Z1}{Z2} = \frac{C1}{C2} = \frac{D1}{D2}$$

Où ;

N1 : vitesse de rotation de l'arbre moteur en **tr/ min** ;

N2 : vitesse de rotation de l'arbre récepteur en **tr/ min** ;

Z1 : nombre de dents de la roue motrice ;

Z2 : nombre de dents de la roue réceptrice.

2. Les mécanismes de transformation du mouvement :

La transformation du mouvement est une fonction mécanique complexe qui consiste à transmettre un mouvement d'une pièce à une autre, tout en modifiant sa nature. Le type de mouvement change, soit d'un mouvement de rotation à un mouvement de translation ou inversement.

Dans certains objets techniques, le mouvement d'une pièce provoque celui d'autres pièces. Toutefois, le type de mouvement de l'organe moteur change lorsqu'il est transmis à l'organe récepteur. Ainsi, un mouvement de translation de l'organe moteur peut provoquer un mouvement de rotation chez l'organe récepteur, l'inverse est aussi possible. Parmi les systèmes de transformation du mouvement, on retrouve les systèmes suivants [10] :

2.1. Vis et écrou :

Le système à vis et écrou permet de transformer un mouvement de rotation en un mouvement de translation en combinant les mouvements d'une vis et d'un écrou.

Il existe deux types de systèmes à vis et écrou. Dans certains systèmes, c'est la vis qui joue le rôle d'organe moteur. Dans ce cas, le mouvement de rotation de la vis se transforme en mouvement de translation pour l'écrou. Dans d'autres systèmes, c'est plutôt l'écrou qui constitue l'organe moteur. Dans ce cas, le mouvement de rotation de l'écrou se transforme en mouvement de translation pour la vis. Ce mécanisme est généralement irréversible.

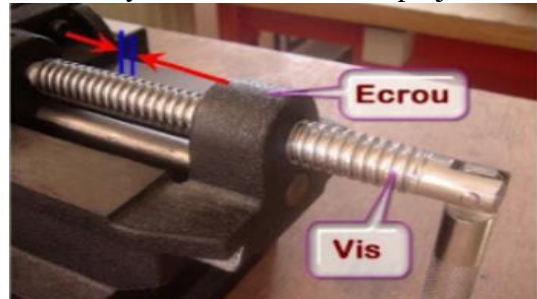


Figure II.20 : Système vis-écrou

2.1.1. Avantages et inconvénients :

2.1.1.1. Avantages

- Ce mécanisme permet d'exercer des forces et des pressions importantes.
- Il permet aussi des ajustements fins.

2.1.1.2. Inconvénients

- Ce mécanisme génère beaucoup de frottement.
- Sa fragilité peut entraîner des problèmes de guidage.
- Le système est lent à moins d'avoir un pas de vis important.

2.2. Bielle et manivelle :

Le système à bielle et manivelle transforme un mouvement de rotation en mouvement de translation alternatif (mouvement de va-et-vient rectiligne) et vice versa.

Dans ce système, la bielle est la tige rigide liée par une liaison pivot à ses deux extrémités alors que la partie manivelle représente la pièce sur laquelle on peut appliquer un mouvement de rotation. Le contact entre la bielle et la manivelle est essentiel afin que le mouvement puisse être transmis dans le système. Le mouvement est généralement initié par la rotation de la manivelle qui transmet un mouvement de translation alternatif à la bielle. Toutefois, la bielle peut aussi jouer le rôle d'organe moteur dans certains systèmes. Il s'agit donc d'un système réversible puisque l'organe moteur peut être à la fois la bielle et la manivelle.

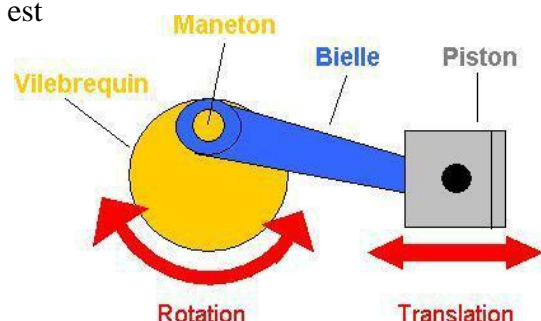


Figure II.21 : Système bielle-manivelle

2.2.1. Avantages et inconvénients :

2.2.1.1. Avantages

- Ce mécanisme peut fonctionner à grande vitesse.

2.2.1.2. Inconvénients

- Il y a beaucoup de frottement dû aux nombreuses articulations de ce système, il faut alors beaucoup de lubrification.
-

2.3. Pignon et crémaillère :

Le système à pignon et crémaillère transforme le mouvement de rotation du pignon en un mouvement de translation de la crémaillère ou vice versa.

Ce système comprend une roue dentée qu'on appelle pignon, et une tige dentée qu'on appelle crémaillère. Lorsque le pignon tourne, ses dents s'engrènent dans les dents de la crémaillère et entraînent cette dernière dans un mouvement de translation. À l'inverse, si l'on fait bouger la crémaillère, les dents de la crémaillère s'engrèneront dans les dents du pignon qui subira alors un mouvement de rotation. Il s'agit donc d'un système réversible.



Figure II.22 : Système pignon-crémaillère

2.3.1. Avantages et inconvénients :

2.3.1.1. Avantages

- Il n'y a aucun glissement lors de la transformation de ce mouvement.
- La force de ce système est relativement grande.

2.3.1.2. Inconvénients

- Les engrenages qui sont utilisés peuvent nécessiter une lubrification importante.
- Ce mécanisme nécessite un ajustement précis à cause des dents entre la roue et la crémaillère.
- Il y a beaucoup d'usure.
- Ce n'est pas un mouvement cyclique, c'est un mouvement fini on doit s'arrêter lorsqu'on est rendu au bout de la crémaillère.

2.4. Came et galet :

Le système à came et galet, appelé aussi système à came et à tige-poussoir ou encore tige guidée. Permet de transformer le mouvement de rotation de la came en un mouvement de translation alternatif (de va-et-vient) de la tige-poussoir.

On appelle came une roue qui a la forme d'un œuf. La came peut aussi être un disque de forme irrégulière ou un disque dont le pivot est décentré, dans ce cas, on parle d'excentrique. On appelle tige-poussoir ou tige guidée la tige qui est appuyée sur la came. Lorsque la came tourne, la tige-poussoir effectue un mouvement de translation alternatif (mouvement de va-et-vient rectiligne). Ce système est irréversible puisqu'il ne peut être actionné que par la came.

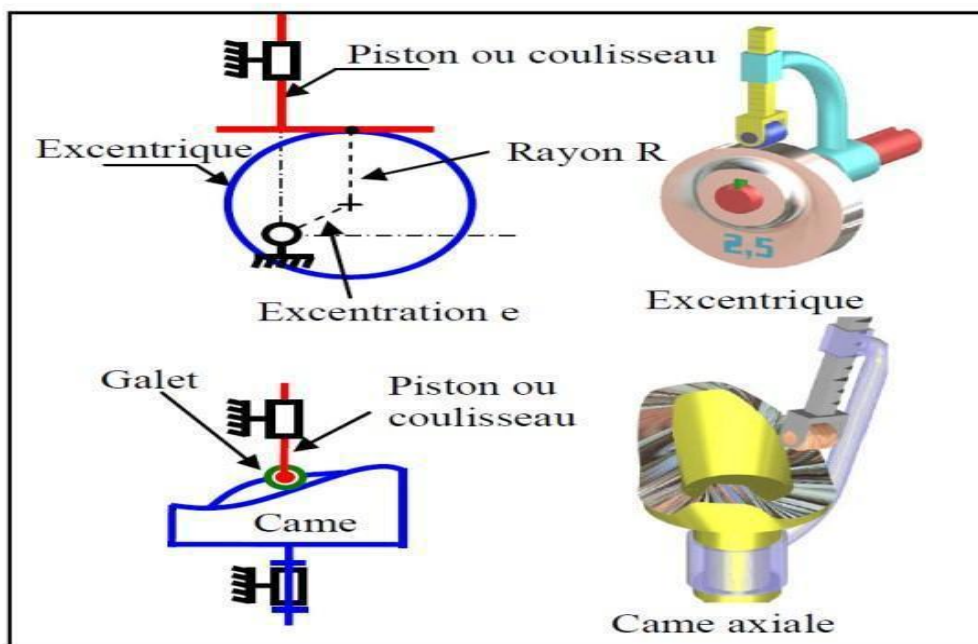


Figure II.23 : Système came-galet

2.4.1. Avantages et inconvénients :

2.4.1.1. Avantages :

- On peut configurer la came de façon à faire varier le déplacement de la tige d'un mouvement de translation à un autre.
- Il n'y a aucun glissement, le rapport de vitesse est constant.
- Ce système permet une réduction considérable de la vitesse.

2.4.1.2. Inconvénients :

- La tige doit être guidée en translation.
- Il faut généralement un ressort de rappel pour permettre à la tige de s'appuyer continuellement sur la came.
- Le risque de vibrations importantes est présent si la came tourne à grande vitesse.

3. Actionneurs :

Les sources d'énergie sont souvent utilisées pour engendrer un mouvement mécanique.

Un actionneur est donc utilisé pour transformer l'énergie provenant de la source en énergie mécanique.

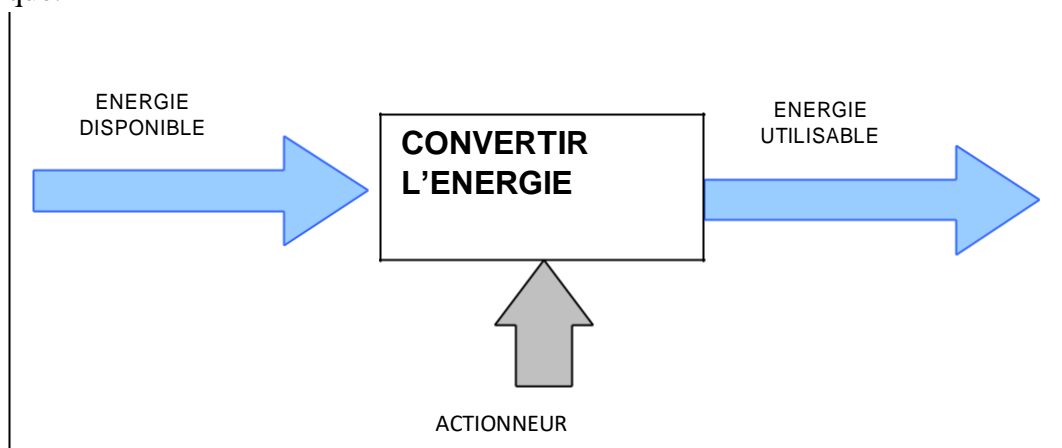


Figure II.24 : Représentation fonctionnelle d'un actionneur

On distingue trois types d'alimentations pour les actionneurs : l'actionneur pneumatique qui utilise de l'air comprimé, l'actionneur hydraulique qui utilise de l'huile sous pression, et l'actionneur électrique.

Parmi les actionneurs on retrouve principalement les vérins, moteurs etc. Dans notre travail nous allons nous intéresser seulement aux vérins.

3.1. Les vérins :

Un vérin permet de transformer une énergie pneumatique, hydraulique ou électrique en énergie mécanique de translation.

Les vérins sont constitués d'un cylindre, fermé aux deux extrémités, à l'intérieur duquel coulisse un ensemble tige piston. On distingue donc deux chambres :

- La chambre arrière est la partie du cylindre ne contenant pas la tige de vérin.
- La chambre avant est la partie du cylindre contenant la tige de vérin [11].

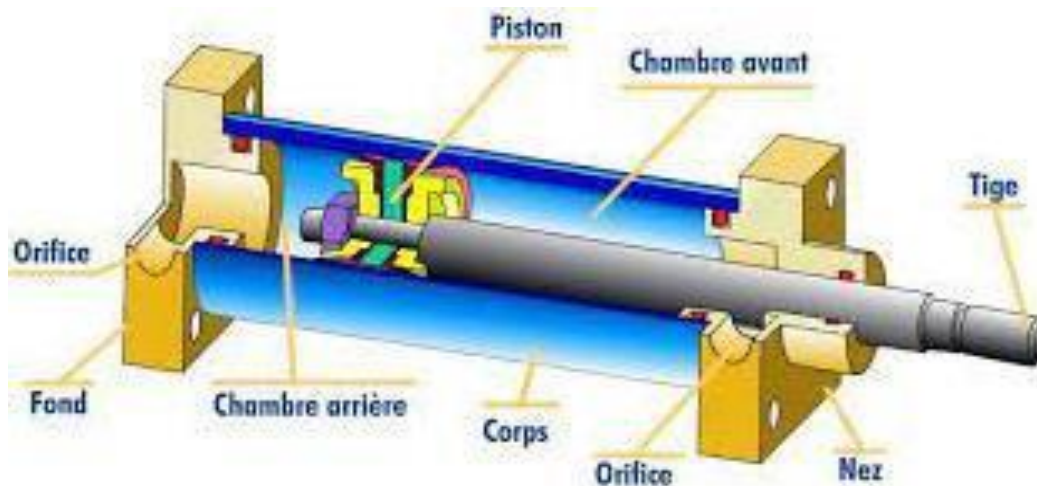


Figure II.25 : Constitution d'un vérin

3.1.1. Caractéristiques et performances d'un vérin :

Le fonctionnement d'un vérin dépend des caractéristiques suivantes :

- Le diamètre du piston en **mm**.
- La course de la tige en **mm**.
- La pression d'alimentation en **bar**.

3.1.2. Classification des vérins

La classification des vérins tient compte de la nature du fluide, pneumatique ou hydraulique, et du mode d'action de la tige, simple effet ou double effet [19].

On trouve trois technologies de vérin :

- **Les vérins pneumatiques :**
Ils utilisent de l'air comprimé entre 2 et 10 bars. Très simple à mettre en œuvre, ils sont souvent utilisés dans les systèmes automatisés.



Figure II.26 : Vérin pneumatique

- **Les vérins hydrauliques** : ils utilisent de l'huile sous pression entre 160 et 350 bars. Plus coûteux, ils développent des efforts beaucoup plus importants, des vitesses de tige plus précises.



Figure II.27 : Vérin hydraulique

- **Les vérins électriques** : ils utilisent de l'énergie électrique entre 12 et 230 V. C'est un moteur électrique qui entraîne la tige en translation avec un système vis-écrou. Ils sont beaucoup plus utilisés dans les applications domestiques.



Figure II.28 : Vérin électrique

3.1.2.1. Vérin simple effet (VSE) :

Le vérin simple effet effectue un travail dans un seul sens. Il permet soit de pousser soit de tirer une charge, exclusivement.

L'arrivée de la pression ne se fait que sur un seul orifice d'alimentation et ne développe un effort que dans une seule direction. La course de retour à vide est réalisée par la détente d'un ressort de rappel incorporé dans le corps du vérin.

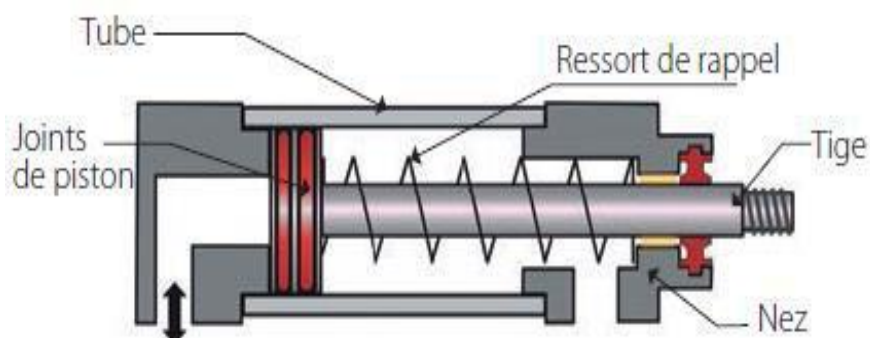


Figure II.29 : Constitution d'un vérin simple effet

Le vérin revient à sa position initiale en cas de coupure de l'alimentation. Il est économique, consomme peu de fluide, mais possède une course réduite. On l'utilise souvent dans des fonctions de serrage, d'éjection ou de levage.

3.1.2.2. Vérin double effet (VDE) :

Le vérin double effet à deux alimentations possibles : soit par la chambre arrière (côté fond), soit par la chambre avant (côté tige), il a deux directions de travail et comporte deux orifices d'alimentation. Lors de l'alimentation en pression de la chambre arrière le piston se déplace vers l'avant et lors de l'alimentation en pression de la chambre avant le piston se déplace vers l'arrière. Dans un vérin double effet les chambres se trouvent donc alternativement mises à la pression et à l'échappement.

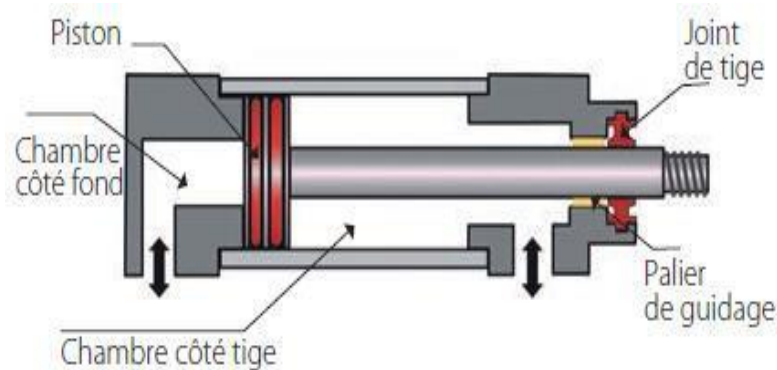


Figure II.30 : Constitution d'un vérin double effet

En cas de coupure de l'alimentation le vérin reste dans sa position. Il est plus coûteux, mais aussi plus facile à régler en vitesse. Il est très utilisé dans l'industrie.

L'utilisation d'un amortisseur de fin de course est indispensable lorsque les vitesses ou les cadences sont élevées pour dissiper l'énergie en fin de course. L'objectif de l'amortissement est de limiter la vitesse d'une masse réduite en mouvement, dont le centre de gravité se trouve sur l'axe du vérin, à une valeur telle que le vérin et la machine dans laquelle est incorporé le vérin ne subissent aucun préjudice.

Principaux vérins particuliers ou spéciaux :

Les fabricants proposent une grande variété de vérins spéciaux, on cite les plus couramment utilisés.

3.1.2.3. Vérin double tige :

Ce type de vérin absorbe mieux les forces latérales grâce au double palier de la tige.



Figure II.31 : Vérin double tige

3.1.2.4. Vérin à tige télescopique :

Simple effet et généralement hydraulique, il permet des courses importantes tout en conservant une longueur repliée raisonnable.



Figure II.32 : Vérin à tige télescopique

3.1.2.5. Vérin rotatif :

L'énergie du fluide est transformée en mouvement de rotation ; par exemple, vérin double effet entraînant un système pignon crémaillère. L'angle de rotation peut varier entre 90 et 360°. Les amortissements sont possibles.



Figure II.33 : Vérin rotatif

3.1.2.6. Vérin sans tige :

Double effet pneumatique, il est deux fois moins encombrant qu'un vérin classique à tige. Dans ce type y'a pas de rotation de la tige, les vitesses de déplacement pouvant être élevées, de très grandes courses possibles jusqu'à plus de 7m, les efforts et les vitesses sont identiques dans les deux sens.



Figure II.34 : Vérin sans tige

Conclusion :

Tous ces systèmes mécaniques peuvent être utilisés dans les équipements industriels. Le choix du meilleur système doit se faire en fonction de critères tels que le budget, l'espace disponible, le mouvement à transmettre, la vitesse recherchée, la force nécessaire et plusieurs autres.

Les systèmes de transmissions mécaniques doivent être inspectés fréquemment et entretenus périodiquement pour un fonctionnement meilleur.

Chapitre III

Présentation et conception de la presse a balles

Le présent chapitre est une partie primordiale dans ce modeste travail, car elle est consacrée à la présentation des différentes phases de fabrication de la presse à balle ainsi sa conception avec le logiciel de conception mécanique SolidWorks.

Depuis quelques années nous remarquons, que la qualité de l'air et de la terre se détériore en raison de certains paramètres, dont notamment la pollution et l'accroissement du nombre de déchets. C'est pour cela qu'actuellement, de nombreux pays cherchent des alternatives pour pallier à ce problème, c'est ainsi, qu'apparaît la notion de développement durable, avec par exemple sur le plan énergétique, l'apparition des éoliennes ou de la géothermie. Cependant l'aspect du développement durable que nous avons choisi d'étudier est le recyclage en fabricant une presse à balle pour presser et réduire le volume des déchets.

III.1.1) Définition :

La presse à balles est une machine dont la fonction principale est de compacter les déchets. Dans la ligne de ces types de machines, elle reste la plus performante. Avec un mode de fonctionnement simple, des avantages considérables, les industriels ne peuvent être que séduits par cette machine. Elle est d'ailleurs incontournable dans certaines activités et ceci à cause de la quantité de déchets. Les balles compressées peuvent atteindre 2 tonnes et sont de forme parallélépipédique.

Qu'il soit du type vertical ou horizontal, cet outil peut comprimer des cartons, des papiers, du plastique, du tissu et même des fûts. Si vous avez moins d'espace extérieur dans votre entreprise, ceci n'est pas un souci, car la presse à balle n'est pas encombrante et n'a besoin que très peu d'espace. Pour les déchets, elle va vous faire gagner encore plus d'espace, car une fois compressée, les déchets seront réduits jusqu'à 80 %.

Quand les déchets sont en balle, vous verrez les coûts liés à leur transport diminuer considérablement. Ces balles peuvent aussi être revendues auprès des récupérateurs s'il s'agit de déchets composés principalement de carton et de papier.

Avoir une presse à balle dans votre entreprise vous permettra d'augmenter le niveau de propreté. Ce dispositif gardera les résidus proprement, ce qui réduira également les risques d'incendie.

III.1.2) Présentation de la presse à balles :

Elle sera utilisée pour compacter les déchets ménager et industriel, de distinctes matières et formes, on cite les papiers, plastiques, canettes en aluminium et bouteilles en plastique.



Figure III-1 : la presse a balle d'olives réalisé.

III.1.3) chaine cinématique :

Tout mécanisme est composé de plusieurs sous-ensembles reliés entre eux par une ou plusieurs liaisons et pour mieux comprendre il faut établir un schéma cinématique qui doit représenter le plus fidèlement possible les relations entre les différents groupes de pièces.

ci-suivant la chaîne cinématique de notre presse :

✚ Cas de compactage :

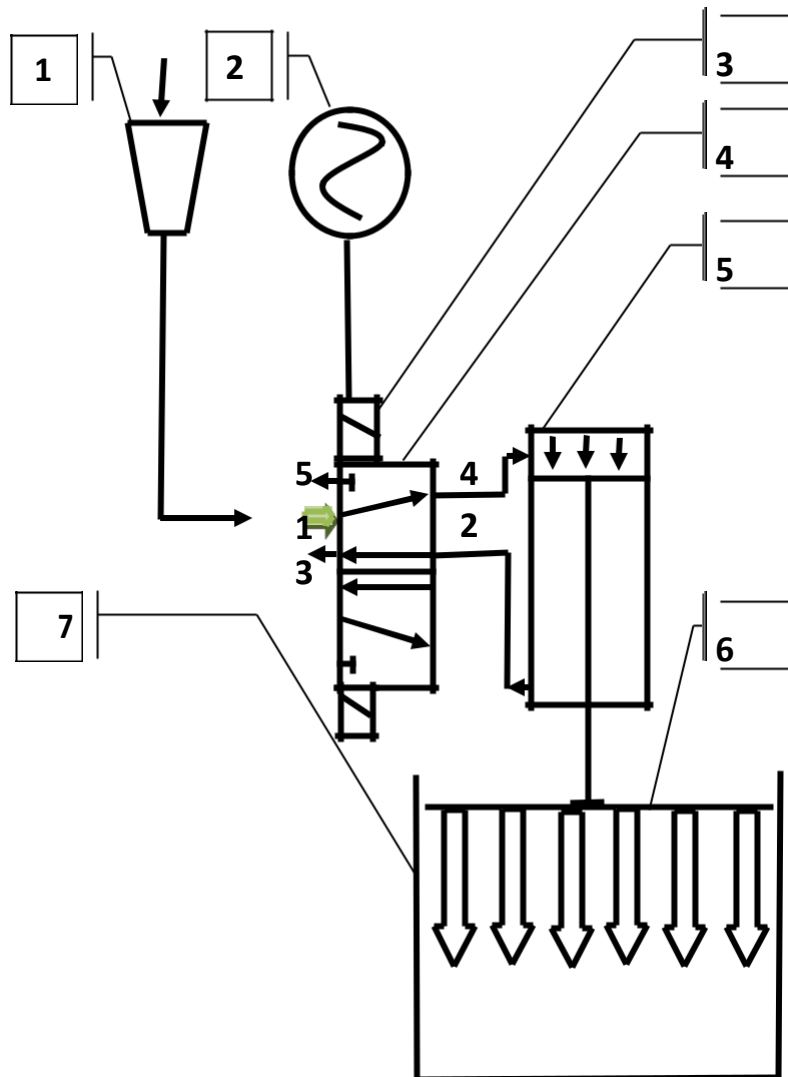


Figure III-2 : La chaîne cinématique de la presse a balle

Dans cette position, le tiroir du distributeur occupe une position précise, la pression arrive par l'orifice 1 qui se dirige vers l'orifice 4, sous l'action de l'air comprimé, la tige de vérin sort, la chambre avant se vide par l'orifice 2 et l'air se dirige vers L'échappement 3. La tige du vérin engendre un mouvement de translation du plateau de compactage 6, ce dernier compact les déchets dans la chambre de compactage 7.

✚ Cas d'arrêt :

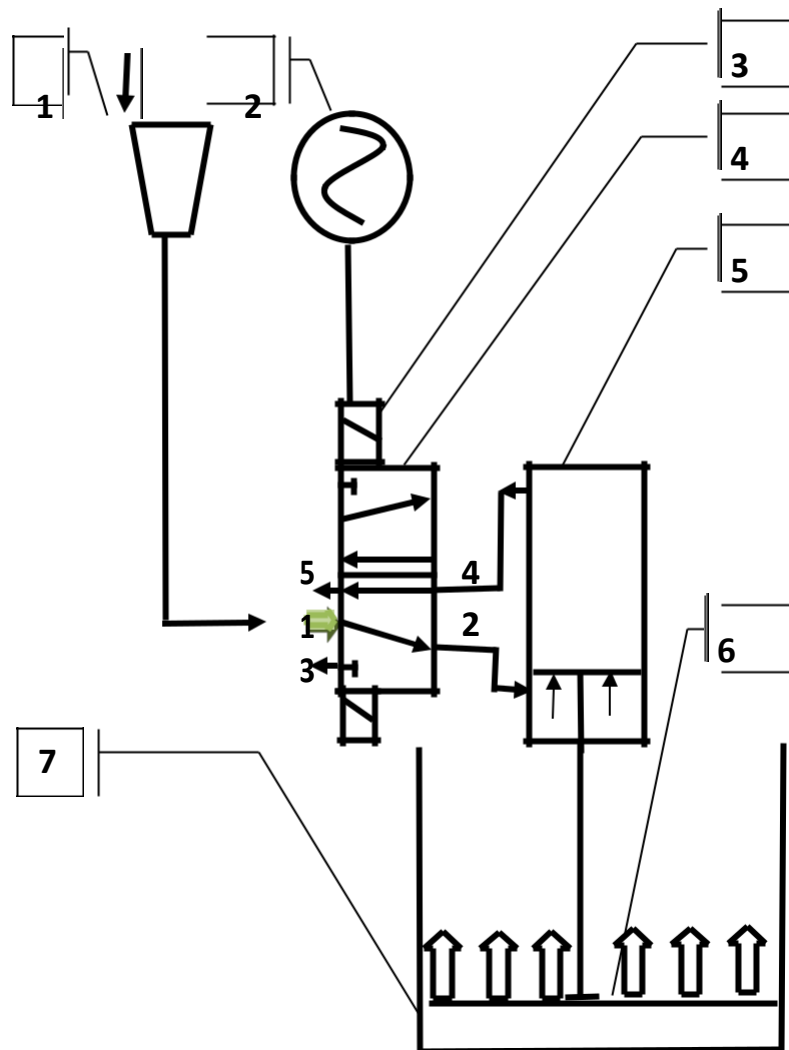


Figure III-3 : La chaîne cinématique de la presse a balle

Par une action sur le pilotage, le tiroir va partir sur la gauche, ce déplacement interne modifie le passage de l'air comprimé, la pression arrive toujours par l'orifice 1 mais cette fois est dirigée vers l'orifice 2, sous l'air comprimé le vérin rentre, la chambre arrière se vide par l'orifice 4 et l'air se dirige vers l'échappement 5. et le plateau de compactage se dirige vers la haute « position arrêt ».

III.1.4 Nomenclature :

Nombre	Désignation
1	Compresseur d'air
2	Source électrique
3	Bobine électrique du distributeur
4	Distributeur 5/2
5	Vérin double effet
6	Plateau de compactage
7	Chambre de compactage

Tableau N 1 : Nomenclature de la machine**III.2.1) Historique et chronologie :**

La CAO est née aux Etats-Unis à la fin des années 1950, quand Général Motors et le "Massachusetts Institute of technology" ont imaginé de dialoguer avec un ordinateur autrement qu'avec des cartes perforées, des bandes magnétiques ou des rubans de papier perforé.

Vers les années 1965, les premières idées d'utilisation de ce nouvel outil ont été de s'en servir pour la définition et le contrôle de pièces de carrosseries.

Vers 1970, un certain nombre de travaux portant sur les techniques de représentation et de manipulation de formes complexes, dans lesquelles l'objet est constitué de surfaces, ont abouti.

Enfin, au début des années 1980, les bureaux d'études mécaniques ont commencé à s'équiper de moyens de CAO, là encore grâce à une avancée notable des logiciels, du matériel et des prix : en effet, il a été possible d'utiliser de nouveaux outils mathématiques, permettant l'accès aux propriétés de masse des pièces modélisées (centre de gravité, moment d'inertie, etc.) qui intéressent fortement le mécanicien.

III.2.2) Qu'est-ce que la CAO :

La CAO (Conception Assistée par Ordinateur) peut être définie comme étant l'ensemble des outils logiciels et les techniques informatiques qui permettent d'aider le concepteur dans la conception et la mise au point d'un produit. Un système de CAO permet de représenter et d'étudier le fonctionnement d'un objet sans l'avoir fabriqué réellement, c'est à dire en virtuel [11].

III.2.3) Les outils (logiciels) de la CAO :

Parmi les outils de CAO connus, nous citons :

- CATIA "France "
- Abacus "Suisse"
- Auto CAD" Amérique"
- Rhinocéros " Brazil"
- Soli Works "Amérique et France"

III.2.4) Domaines d'application de la CAO :

De nombreux domaines d'ingénierie font appel à la CAO, nous avons essayé de faire ici un résumé des plus importants domaines d'applications de la CAO pour voir l'ampleur que prend cette dernière, avec ses outils associés (DAO, FAO.....)[12].

- Acoustique : Etudes sur la propagation et réflexion du bruit,...etc.
- Automatique : Essentiellement description et simulation des systèmes continus et discrets et de processus.
- Chimie : Conception et représentation 3D de grosses molécules comme les protéines.

Electronique : Conception et simulation de circuits intégrés, circuits imprimés, assemblage de cartes électroniques,...etc.

- Hydraulique : Modélisation et calcul des écoulements, pressions (champ scalaire), vitesses (champ vectoriel),.....etc.
- Mécanique : La CAO revêt beaucoup de formes dans ce domaine, la conception et le dessin de pièces mécaniques, la modélisation par la méthode des éléments finis, entre autres, pour le calcul de pressions, déplacements, forces....etc. •Mécanique des fluides : Etude des phénomènes de pollution thermique,...etc.
- Thermique : Etude concernant la diffusion de la chaleur, la modélisation par des

méthodes numériques pour le calcul des températures,...etc. •Génie Civil : Dessin et conception de bâtiments et de constructions diverses, calcul de résistance des matériaux, calcul de structures,etc.

- Génie électrique : Conception des machines électriques (moteurs, transformateurs, contacteurs,...), modélisation de phénomènes électromagnétiques (calcul du champ magnétique ou électrique) par des méthodes numériques tels que la méthode des éléments finis, étude des vibrations mécaniques (phénomène couplé en mécanique et en magnétique), simulation et conception des circuits en électronique de puissance, simulation des réseaux électriques,...etc.

III.2.5) Les avantages et les inconvénients de la CAO :

❖ **Avantage :**

- Une fois que la conception d'une pièce est effectuée, son dessin peut être visualisé sous tous les angles et à toutes les échelles. Il peut être exploité dans des simulations et des maquettes virtuelles, réutilisé à volonté, etc.
- Amélioration de la « justesse » des plans. Quand on modifie un tracé, il est facile de modifier la cote en même temps ;
- Gain de temps appréciable pour la constitution des plans de détails ;
- « Remontage sur plan » du mécanisme à partir des dessins de définition ;
- Stockage de toutes les données pertinentes pour le projet sur un serveur informatique unique ;
- Incorporation des systèmes d'experts (imitation des connaissances des Experts, ingénieurs) ;
- Système intégré pour le calcul du coût de fabrication de la conception ;
- Partage des données de conception, accessibilité et travail collaboratif.

❖ **Inconvénients :**

- Coût du matériel ;
- Coût des formations.

III.2.6) Aperçus sur le logiciel de CAO SolidWorks :

III.2.6.1) Développement de SolidWorks :

En 1993, trois ingénieurs de B.T.C ont créé un logiciel de CAO de la génération des modeleurs 3D. Le développement de ce logiciel a nécessité trois années, et sa venue en Europe

date de 1996. Dix mises à jour depuis ont participé à l'évolution de ce produit. C'est un produit qui a été écrit et optimisé pour l'environnement Windows.

En juillet 1997, DASSAULT SYSTEM rachète la société qui est détentrice de la licence du produit et l'intègre dans l'univers DASSAULT [13].

III.2.6.2) Description du logiciel SolidWorks :

Le logiciel de conception mécanique SolidWorks est un outil de conception et de modélisation volumique paramétré, basé sur des fonctions, qui tire parti des fonctionnalités de Windows, connu pour sa convivialité. Nous pouvons créer des modèles volumiques 3D entièrement intégrés avec ou sans contraintes tout en utilisant des relations automatiques ou définies par l'utilisateur pour saisir l'intention de conception.

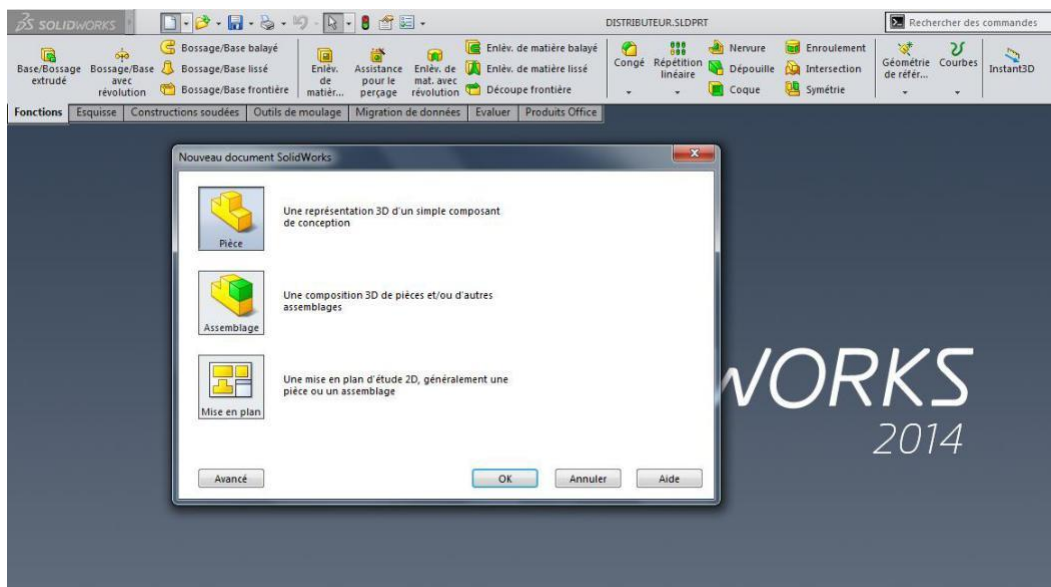


Figure III-4 : Interface graphique de SolidWorks version 2014

III.2.7) Modélisation géométrique :

La modélisation géométrique des pièces du moulin avec le logiciel Solidworks passe par 3 étapes :

- Création des pièces en model de 2D (2 Dimensions) ;
- Création des pièces en model de 3D (3 Dimensions) ;

- Assemblage des pièces.
- La mise en plan.

❖ Pièces En 2D Et 3D :

Les figures (III-5-a) et (III-5-b) représentent les pièces en forme de 2D et 3D :

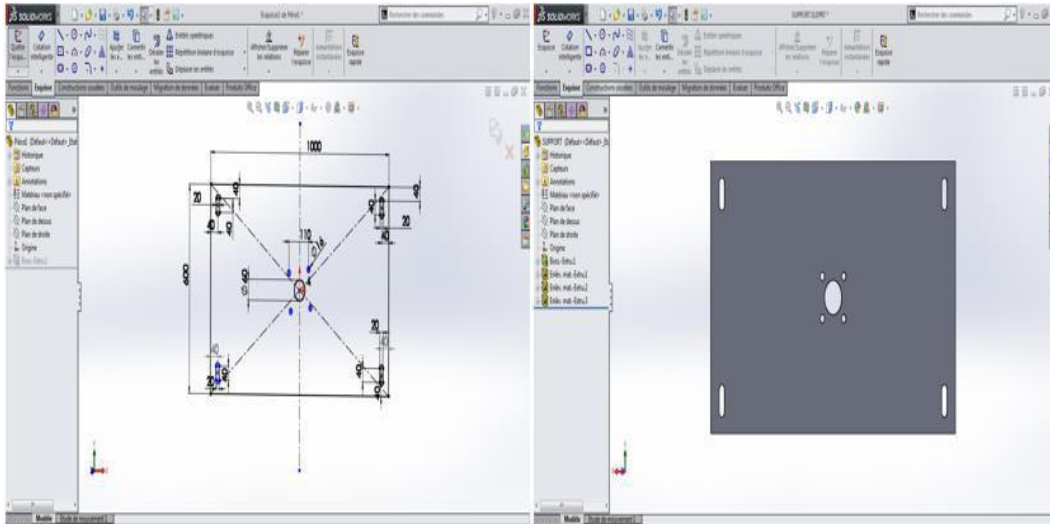


Figure III-5-a : Support en 2D

Figure III-5-b : Support en 3D

Le fonctionnement du logiciel SolidWorks est donné par les étapes suivantes :

➤ La pièce :

Elle est l'objet 3D monobloc, la modélisation d'une telle entité dépendra de la culture de l'utilisateur, c'est la réunion d'un ensemble de fonctions volumiques avec des relations d'antériorité, des géométries, cette organisation est rappelée sur l'arbre de construction. Chaque ligne est associée à une fonction qu'on peut renommer à sa guise. Parmi les fonctions génératrices on trouve :

➤ L'extrusion

Déplacement d'une section droite dans une direction perpendiculaire à la section. La section est définie dans une esquisse qui apparait alors dans l'arbre de création comme élément générateur de la fonction. Cette esquisse contient l'ensemble des spécifications géométriques (cotation) nécessaires à la complète définition de la section. Cet ensemble de cotes auquel il faut ajouter la (ou les) longueur d'extrusion constitue l'ensemble des paramètres de la fonction,

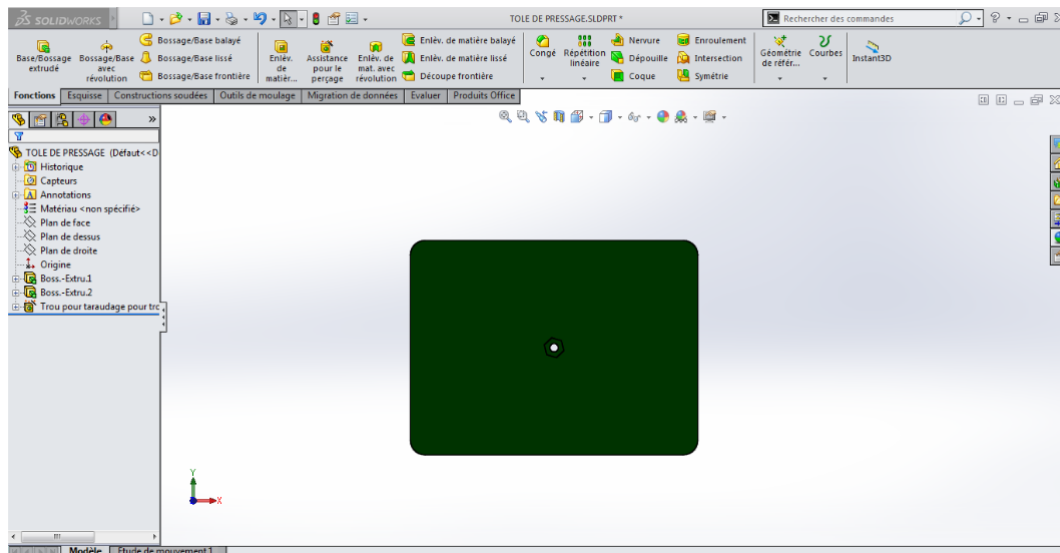


Figure III.6 : Extrusion d'un rectangle

➤ L'assemblage :

Il est obtenu par la juxtaposition de pièces. La mise en position des pièces est définie par un ensemble de contraintes d'assemblage associant, deux entités respectives par une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxial ite...). Dans une certaine mesure, ces associations de contraintes s'apparentent aux liaisons mécaniques entre les pièces.

Le mécanisme monté, s'il possède encore des mobilités, peut être manipulé virtuellement.

On peut alors aisément procéder à des réglages à l'aide des différents outils disponibles (déplacement composants, détection de collision, mesure des jeux, etc.).

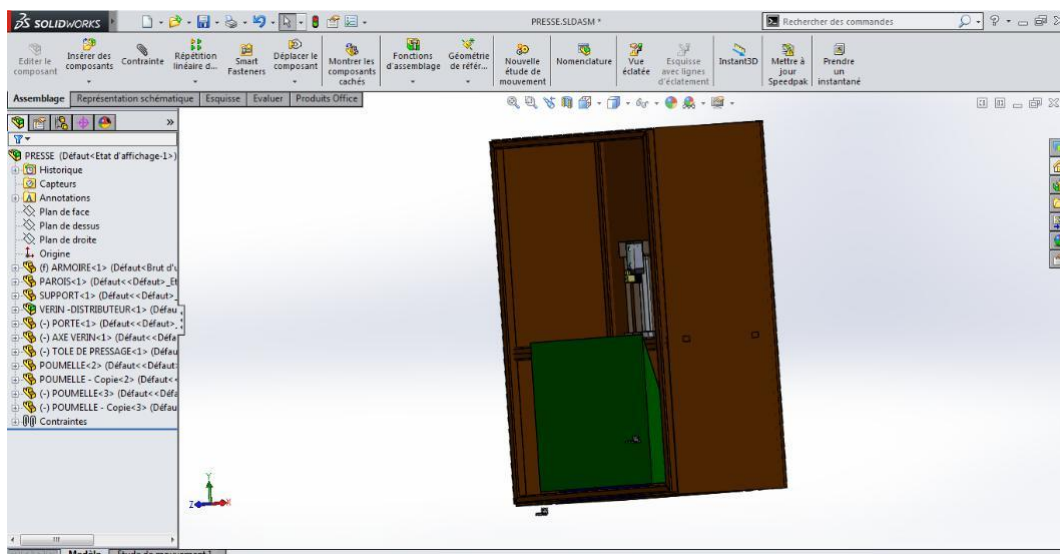


Figure III.7 : Assemblage de la presse a balle

➤ La mise en plan :

C'est un dessin de définition établi avec SOLIDWORKS. Il concerne à la fois les pièces (dessin de définition) ou les assemblages (dessin d'ensemble). Pour aboutir à un plan fini d'une pièce, on peut estimer de mettre deux fois de temps qu'avec un outil CAO (temps de conception et exécution du dessin).

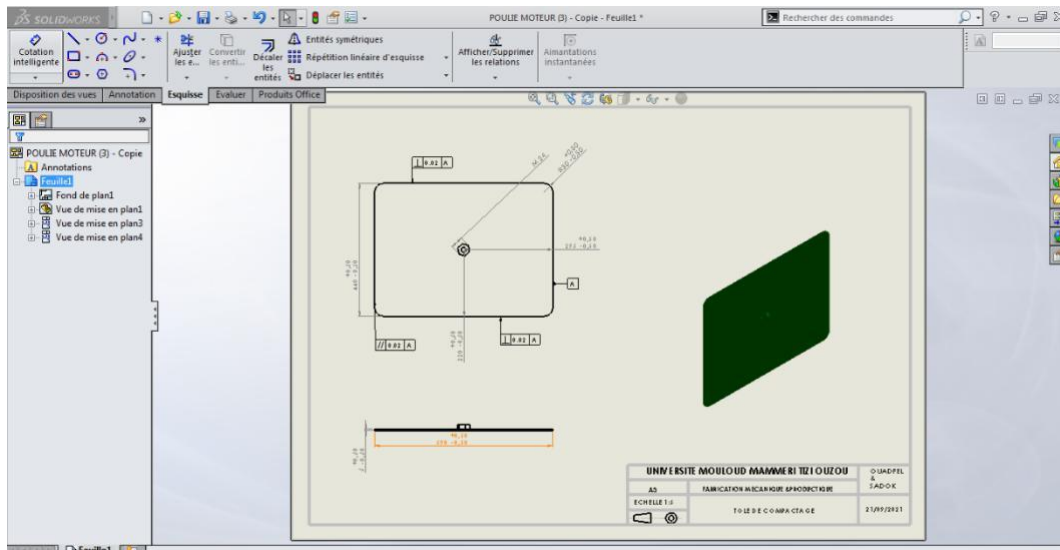


Figure III.8 : Mise en plan de la tôle de compactage

III.3) Instruments électrique :

III.3.1) Vérin pneumatique double effet

Le vérin est l'élément récepteur de l'énergie dans un circuit pneumatique, c'est un actionneur qui permet de transformer l'énergie de l'air comprimé en un travail mécanique.

Un vérin double effet à deux directions de travail. Il comporte deux orifices d'alimentation et la pression est appliquée alternativement de chaque côté du piston ce qui entraîne son déplacement dans un sens puis dans l'autre.

Lors de l'alimentation en pression de la chambre arrière, le piston se déplace vers l'avant, celui-ci pousse l'air de la chambre avant. Lors de l'alimentation en pression de la chambre avant, le piston se déplace vers l'arrière, celui-ci pousse l'air de la chambre arrière.



Figure III.9 : Vérin pneumatique double effet

III.3.2) Distributeur

Appelé aussi pré actionneur, Ils ont pour fonction essentiel de distribuer le fluide dans des canalisations qui aboutissent aux chambres des vérins. Le distributeur comporte un coulisseau, ou tiroir qui se déplace dans le corps du distributeur. Il permet de fermer ou d'ouvrir les orifices par où circule l'air (orifice 2 et 4).

Les distributeurs jouent un rôle très important dans les circuits de commande et de distribution de l'air. Ils permettent le contrôle des modes de marches et d'arrêts, ils sont les pré actionneurs pour les mouvements des actionneurs linéaires et rotatifs. Le distributeur est l'élément de la chaîne de transmission d'énergie utilisé pour commuter et contrôler la circulation des fluides sous pression.



Figure III.10 : Distributeur 5/2

III.3.2.1) Constitution d'un distributeur

Le distributeur est constitué de 3 parties :

- Le corps ;
- Le tiroir ;
- Les éléments de commande.

III.3.2.2) Caractéristiques d'un distributeur

Un distributeur se caractérise par :

- Le nombre d'orifices ;
- Le nombre de positions ;
- La nature de la commande (manuelle, mécanique, électrique) ;
- Le débit et la pression maximale admissible.

III.3.2.3) Différents types des distributeurs

La taille et le type des distributeurs dépendent du vérin :

- Si le vérin est à simple effet et ne comporte donc qu'un seul orifice à alimenter, on utilise un distributeur ne comporte qu'un seul orifice de sortie :

Distributeur 3/2 à trois orifices (pression, sortie, échappement) et à deux positions.

- Si le vérin est à double effet et comporte donc deux orifices sur lesquels il faut alterner les états de pression et d'échappement, on utilise un distributeur comportant deux orifices de sortie. Deux possibilités sont offertes :
- **Distributeur 4/2** à quatre orifices (pression, sortie1, sortie2 échappement) et à deux positions.
- **Distributeur 5/2** à cinq orifices (pression, sortie1, sortie2, échappement1, échappement2) et à deux positions.

Dans les cas particuliers où il est nécessaire d'immobiliser ou de mettre hors énergie le vérin double effet, on utilise un **distributeur 5/3** (cinq orifices, trois positions) à centre fermé ou à centre ouvert.

Pour notre cas, nous avons utilisé un distributeur 5/2 avec commande électrique.

III.3.3) Compresseur d'air

Le Compresseur est le générateur de fluide (air comprimé) qui alimente le réseau d'utilisation, c'est un organe destiné à augmenter la pression d'un gaz, et donc son énergie.

On distingue deux grandes familles de compresseurs :

- Compresseur volumétrique : (alternatif ou rotatif) ;
- Compresseur dynamique : (centrifuge ou axial).



Figure III.11 : Compresseur d'air

III.3.4) Fil électrique :

Est un composant électrotechnique servant au transport de l'électricité, afin de transmettre de l'énergie et de l'information, il est constitué d'un matériau conducteur, monobrin ou multibrin, souvent entouré d'une enveloppe isolante (plastique, Téflon...), l'intérieur du fil électrique est appelée l'« âme » du fil.

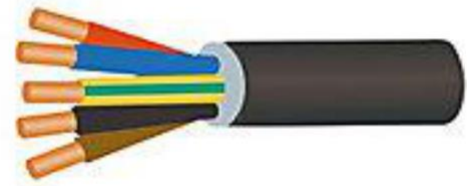


Figure III-12 : fil électrique

III.3.5) Bouton d'arrêt d'urgence

Du fait de son action immédiate, l'arrêt d'urgence permet de protéger ou d'empêcher l'aggravation de situation en cas d'incident grave non détecté par les systèmes de sécurité de l'automate.



Figure III-13 : bouton d'arrêt d'urgence

III.3.6) Le Commutateur :

Appareil destiné à couper, à rétablir, à inverser le sens du courant électrique, ainsi qu'à le distribuer à volonté dans différents circuits.

Un interrupteur assure la commande manuelle de l'ouverture et la fermeture d'un circuit électrique. Il ne joue aucun rôle de protection et par conséquent, est toujours associé à un appareil de protection, tel que fusible ou disjoncteur.



Figure III-14 : Le commutateur

III.3.7) Voyant de signalisation ou témoin lumineux :

Voyant de signalisation ou voyant lumineux, sous 220V (230V) et ces dénominations définissent un composant muni d'une petite ampoule néon, en série avec une résistance.

Sa connexion se fait grâce à ses sorties fils ou cosses. Sa fonction est généralement le signalement lumineux de la mise sous tension de l'application, appareil électroménager par exemple.



Figure III-15 : Voyant de signalisation

III.4) Partie réalisation :

Cette partie est la partie la plus vitale de notre travail, elle est composée de plusieurs parties « partie usinage ; partie découpage, partie soudage et partie peinture".

III.4.1) Partie découpage :

Dans cette partie nous avons utilisé plusieurs méthodes de découpage de tôles et ferronnerie.

III.4.1.1) Une meuleuse portative électrique: Une machine entraînant en rotation un outil meule pour usiner par tronçonnage, ébavurage, meulage, surfacage d'une pièce dans divers matériaux (métal, pierre, béton, etc.).



Figure III-16 : Tôles avant découpage



Figure III-17 : Meuleuse portative électrique

III.4.1.2) Plieuse et découpeuses de tôles manuelle :

Les machines de tôleries telles que les Plieuse et découpeuses de tôles manuelle travaillent et donnent une forme précise à des plaques de tôle. La tôle est le plus souvent produite à partir d'acier inoxydable ou d'aluminium.



Figure III-18 : découpage de tôle au hall de technologie Bejaia



Figure III-19 : Pliage de tôle au hall de Technologie de Bejaia

à la coupe de matériaux de forte section par mouvements de va-et-vient. Elle convient principalement pour découper les métaux ou le bois. Cette machine en fonte peut être de poids et taille imposants. La scie alternative existe en trois technologies : manuelle, automatique et semi-automatique.



Figure III-20 : Scies alternatives

III.4.1.4) Le découpage plasma :

La découpe au plasma peut convenir pour différents métaux durs sur de plus larges épaisseurs que le laser (jusqu'à 15 cm selon les matériaux). Beaucoup plus rapide également, elle est néanmoins moins précise et offre une qualité de bordure moindre que les autres

méthodes de découpe. Les équipements sont plutôt coûteux, et il ne faudra pas oublié d'investir en plus pour la sécurité (protections et locaux aménagés avec ventilation), mais la vitesse d'exécution et la productivité de la machine rentabilise très vite l'investissement. Comme la découpe laser, les réglages varient en fonction du matériau.



Figure III-21 : Découpeuse plasma

Pendant le découpage de certaines pièces nous avons fait appel à la prestation de service, d'une découpeuse plasma, nous avons été obligé de leurs fournir nos dessins de pièces en format DXF (est un format de fichier utilisé pour la visualisation des données graphiques et est supporté par presque tous les logiciels graphiques et aussi pour lier des objets DXF à des attributs externes). Dont nous avons réalisé les pièces en format Solidworks puis on les a enregistrés sous format DXF. Ci-dessous nous vous présentant les schémas des pièces découpées en découpeuse plasma en format DXF.

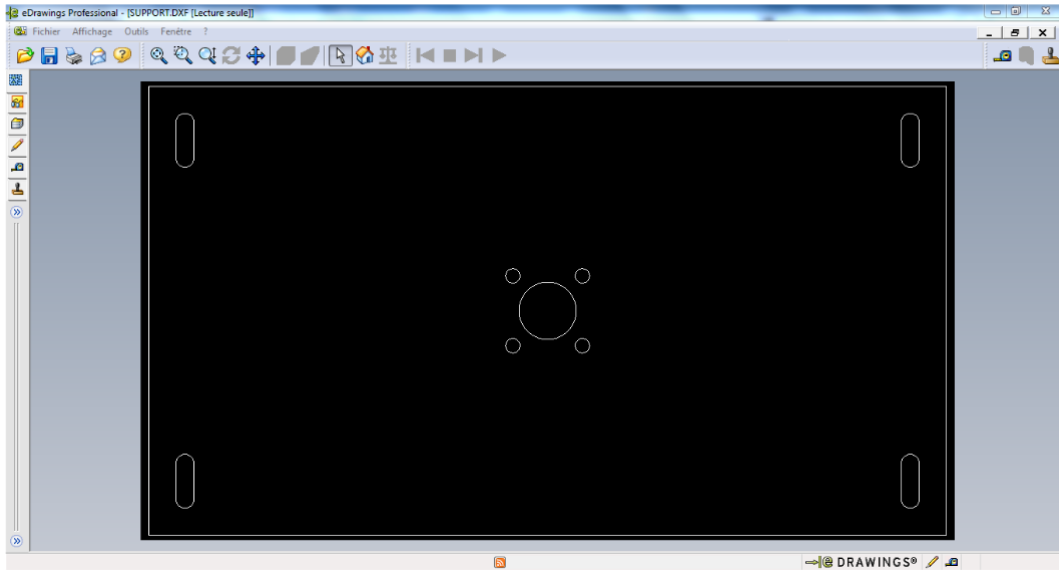


Figure III-22 : Dessin du support vérin sous format DXF.

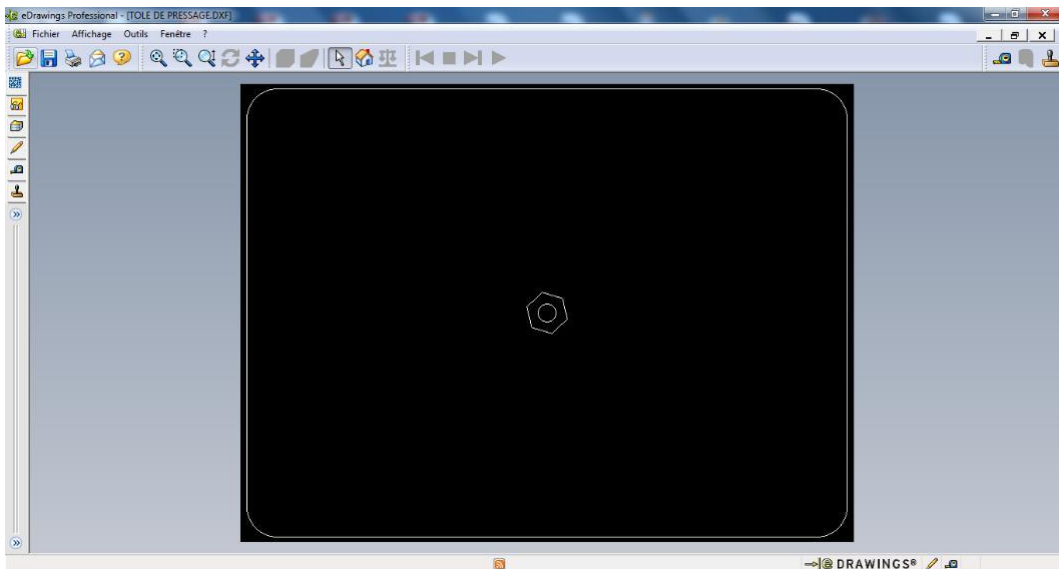


Figure III-23 : Dessin de la tôle de compactage sous format DXF

III.4.2) Partie soudage : Le soudage est un procédé d'assemblage permanent, il a pour objet d'assurer la continuité de la matière à assembler. Dans le cas des métaux, cette continuité est réalisée à l'échelle de l'édifice atomique. En dehors du cas idéal où les forces interatomiques et la diffusion assurent lentement le soudage des pièces métalliques mises entièrement en contact suivant des surfaces parfaitement compatibles et exemptes de toute pollution, il est nécessaire de faire intervenir une énergie d'activation pour réaliser rapidement la continuité recherchée [9].

Le soudage à l'arc à l'électrode enrobée, soudage manuel ou soudage à la baguette, est l'un des procédés de soudage les plus utilisés.

Lorsque l'on approche l'électrode enrobée des pièces à assembler, il se crée un arc électrique qui dégage un fort pouvoir calorifique qui provoque la fusion de l'électrode.



Figure III-24 : Soudage à l'arc

III.4.3) Parties usinage

L'usinage est une technique de fabrication de pièces par enlèvement de matière. Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de façon à donner à la pièce brute la forme et les dimensions voulues, à l'aide d'une machine-outil, par cette technique on obtient des pièces d'une grande précision.

Lors de l'usinage d'une pièce, l'enlèvement de matière est réalisé par la conjonction de deux mouvements relatifs entre la pièce et l'outil : le mouvement de coupe (vitesse de coupe) et le mouvement d'avance (vitesse d'avance).

Il existe deux manières de générer la surface recherchée : par travail de forme ou par travail d'enveloppe. Dans le cas du travail de forme c'est la forme de l'arête tranchante de l'outil qui conditionne la surface obtenue. Dans le cas du travail d'enveloppe, c'est la conjonction des mouvements de coupe et d'avance qui définit la surface finale.

Durant la fabrication de notre table élévatrice nous avons utilisé plusieurs machines : fraiseuse universelle, tour parallèle et perceuse à colonne.

III.4.3.1) Le fraisage

Le fraisage est un procédé d'usinage, permettant l'obtention de formes géométriques qui peuvent être :

- Des surfaces géométriques simples (principalement des plans).
- Des associations de surfaces géométriques simples (rainure, épaulement...).

Ces usinages sont réalisés à partir de la combinaison de deux mouvements :

- Un mouvement de rotation de l'outil (fraise) appelé mouvement de coupe (M_c), il s'exprime en tour/minute : c'est la fréquence de rotation (n).
- Un déplacement rectiligne de la pièce appelé mouvement d'avance (M_a), Il s'exprime en millimètre/minute : c'est la vitesse d'avance.

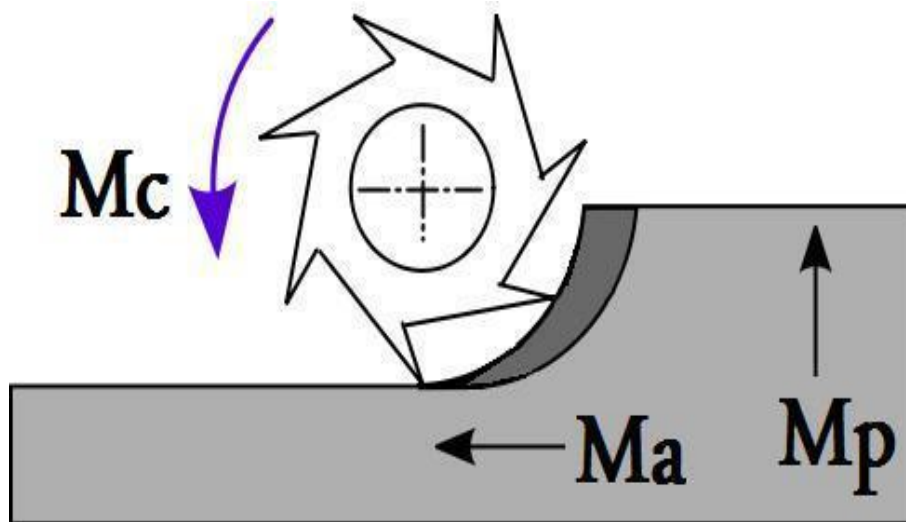


Figure III.25 : Les différents mouvements en fraisage

III.4.3.2) Le rainurage

La rainure est une petite entaille faite en long sur l'épaisseur d'une pièce mécanique, pour y assembler une autre pièce, ou pour servir à une coulisse. Assembler à languettes et rainures des cloisons, des planchers.



Figure III.26 : Procédé de rainurage « dans l'atelier »

III.4.3.3) Le tournage

Le tournage est un procédé d'usinage permettant l'obtention des surfaces de révolution intérieures et extérieures, des surfaces planes ainsi que d'autres surfaces telles que celle obtenues par filetage.

Pour engendrer une surface de révolution sur un tour parallèle, il faut appliquer à la pièce et à l'outil deux mouvements conjugués :

- **À la pièce :** Un mouvement circulaire donné par sa rotation, il prend le nom de mouvement de coupe et désigné par M_c .
- **À l'outil :** Un mouvement généralement rectiligne uniforme lent généré par sa translation, il permet le mouvement d'avance et désigné par M_a ou M_f .

Pour que l'outil produise une surface par enlèvement de copeau, un réglage de position est nécessaire par un troisième mouvement, appelé mouvement de pénétration ou prise de passe et désigné par M_p .



Figure III.27 : Procédé de tournage « dans l'atelier »

III.4.3.4) Le Perçage

Le perçage consiste à exécuter des surfaces cylindriques intérieures à l'aide d'outils rotatifs. L'outil de coupe, appelé foret, est animé d'un mouvement de rotation continu et d'un mouvement de déplacement longitudinal, c'est une opération par enlèvement de matière.

Le trou peut traverser la pièce de part en part, on l'appelle trou débouchant ou bien ne pas la traverser, c'est alors un trou borgne.



Figure III.28 : Procédé de perçage « dans l'atelier »

III.4.2.3.1. Mode d'action

C'est la combinaison de deux mouvements que l'on peut faire varier :

a) Le mouvement de rotation (MC) : L'outil tourne sur lui-même, c'est la vitesse de rotation en tour par minute (Tr /min).

b) Le mouvement de descente (Mf) : L'outil pénètre dans la matière, c'est l'avance en mètre par minute (m/min).

Les perçages réalisés dans notre projet sont obtenus à l'aide d'une perceuse à colonne, avec des forets de différents diamètres.

III.5) Partie peinture :

Il existe différentes façons de peindre des pièces de métal, et parmi celles-ci, la peinture époxy métal est une des plus répandues, finition appliquée par thermo laquage, robuste et stable, elle donne un excellent rendu.

La peinture époxy métal existe sous deux formes que nous allons vous présenter :

III.5.1) Sous forme liquide traditionnelle, utilisable à froid :

Diluée par un solvant, additionné d'un durcisseur, la peinture époxy métal est facile à utiliser, mais il faut savoir que ces produits sont nocifs pour l'environnement et que leur utilisation est encadrée.

III.5.2) Sous forme de poudre :

Il s'agit d'un produit neutre, à base de résine polyester, destiné à recouvrir des pièces en métal pour les décorer et les protéger grâce à un effet « barrière ».

Elle est appliquée par un phénomène électrostatique, la transformation se fait par une cuisson à 180°C, qui lui confère des qualités de dureté et de résistance optimales aux ultra-violets.

Elle existe dans de nombreuses couleurs et permet donc d'accorder la teinte de vos objets, meubles ou menuiseries métalliques à votre décoration.

Elle peut être vernie pour renforcer sa résistance et sa durée de vie est de 7 à 15 ans si elle est exposée aux intempéries.

III.5.3) Elle a les avantages suivants :

Une grande résistance aux impacts, aux rayures et à bon nombre de produits chimiques ;

Un fort pouvoir couvrant ;

Un très bel aspect lisse (effet miroir), avec une large palette de couleurs.

III.5.4) Au titre des inconvénients, on trouve :

Elle nécessite une vraie technicité pour son application.

Elle a des temps de séchage très longs.

Sa toxicité fait recommander une aération continue pendant son application et son séchage.



Figure III-29 : La presse à balle avant la peinture



Figure III-30 : La presse à balle après la peinture

Conclusion générale

Conclusion générale

L'étude bibliographique réalisée a montré que le recyclage des déchets est un domaine de recherche très large et approfondi, soit du point de vue théorique ou expérimentale. Au cours de ce travail nous avons essayé de fournir un maximum d'informations sur le recyclage des déchets, les systèmes de transmissions mécanique et les méthodes de fabrications et d'usinage. Ces informations peuvent être utilisées dans le cas d'une éventuelle étude de fabrication ou de réalisation d'une presse à balles.

Dans ce travail, nous avons exposé toutes les étapes suivies pour la fabrication de la presse à balles à savoir : la conception, l'usinage au niveau du hall de technologie de Bejaia et d'Oued Aissi, le découpage, le soudage, le montage, la peinture, les instruments, le choix des matériaux et des dimensions.

Durant ce travail nous avons pu mettre en pratique nos connaissances acquises pendant le cursus universitaire, surmonté les différentes difficultés rencontrées pendant la fabrication.

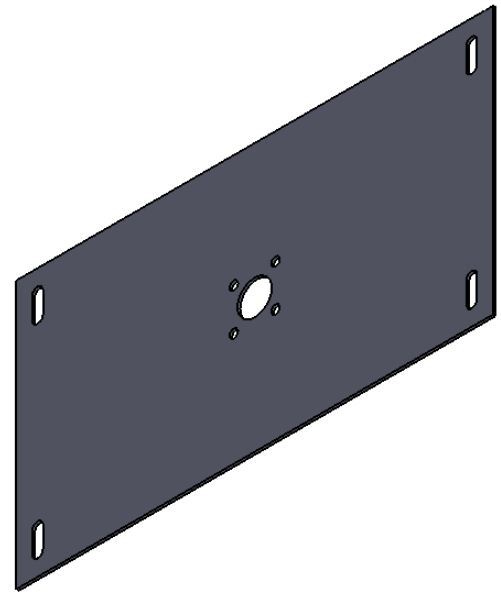
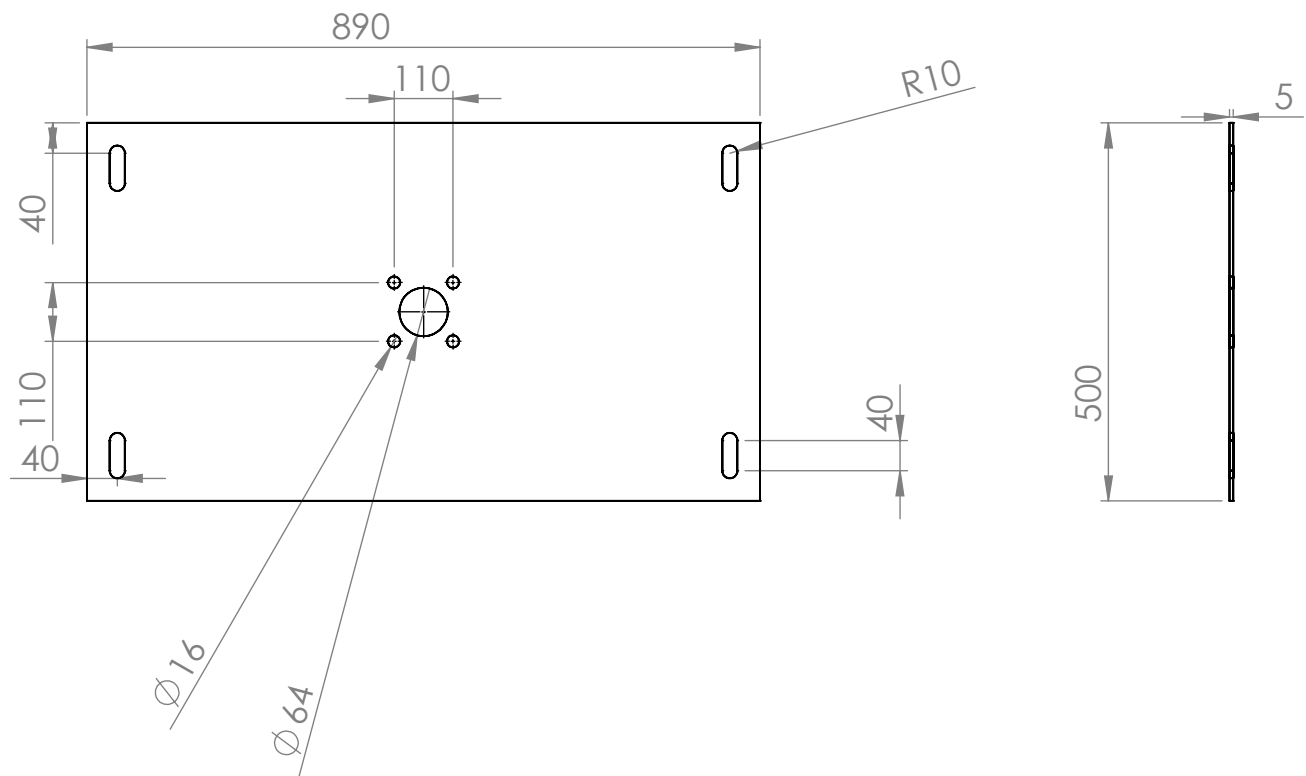
Enfin, nous espérons que ce travail servira aux prochaines promotions d'étudiants et à tous ceux qui s'intéressent au domaine de fabrication mécanique.

Références bibliographiques

Bibliographie

- [1]: Koller E., 2004 « Traitement des pollutions industrielles : eau, air, déchets, sols, Boues » Ed. DUNO, 2^{ème} édition. Paris.
- [2]: Agence Nationale des Déchets [www.and.dz]. Avril 2016.
- [3] : Rebah M., 2005 « Les risques écologiques en Algérie », Ed. APIC, Algérie.
- [4] : ADEME., 1999 ; Typologie des déchets.
- [5] Georges Henriot, Traité théorique et pratique des engrenages-Tome 1 ET TOME 2».
- [6] JEAN-LOUIS FANCHON, Guide des sciences et technologies industrielles (édition isabelle ANNBIEQUE /PARIS GONIDOU 2003).
- [7] ROUBA Chaabane, Mémoire de Magister en Génie Mécanique sur définition analytique des surfaces de denture et comportement sous charge des engrenages spiro-conique présentée le 05juin 2008.
- [8] Jean-Louis Fanchon, Guide des sciences et technologies industrielles, Nathan/Afnor 2011 « Transmissions par courroies et par chaînes », p.373-386
- [9] Soudage à l'arc, C.E.R. ENSAM Angers-Laboratoire Industriel de Déformation Plastique ; www.angers.ensam.fr
- [10] R. VARISELLAZ Soudage : Eléments de conception de réalisation (Duodi 1987).
- [11] Patrick BLAIN, Technique de l'ingénieur « CAO et méthodologie de conception » document B 2 810.
- [12] Borhen LOUHICHI, thèse « Intégration CAO/Calcul par reconstruction du modèle CAO à partir des résultats éléments finis », 2008
- [13] www.SolidWorks.com.
- [14] Pierre Blazy, El-Aid Djdid, fragmentation –Technologie, technique de l'ingenieur,A5060,pp 5-11-19 (2007

Annexes



UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI TIZI OUZOU

A4

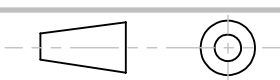
FABRICATION MECANIQUE & PRODUCTIQUE

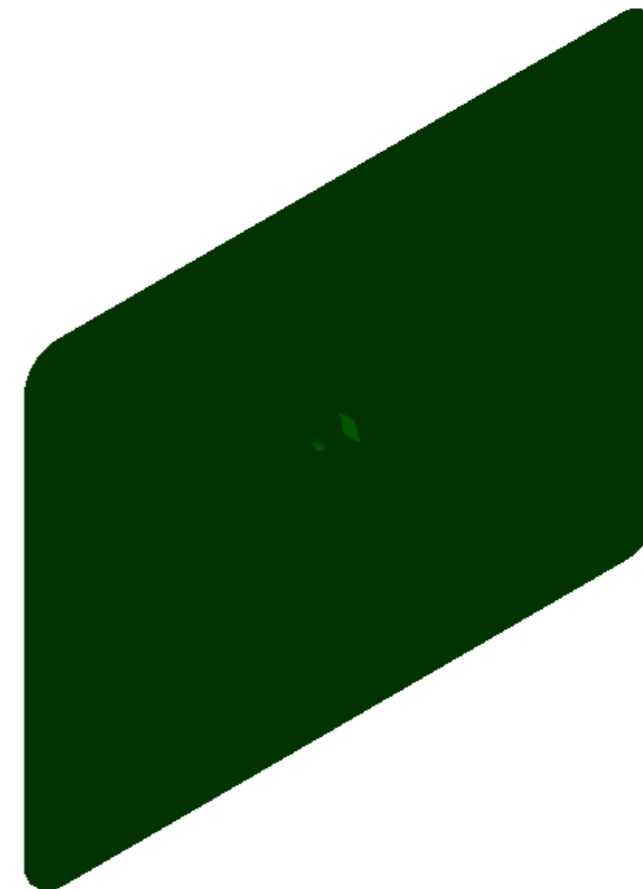
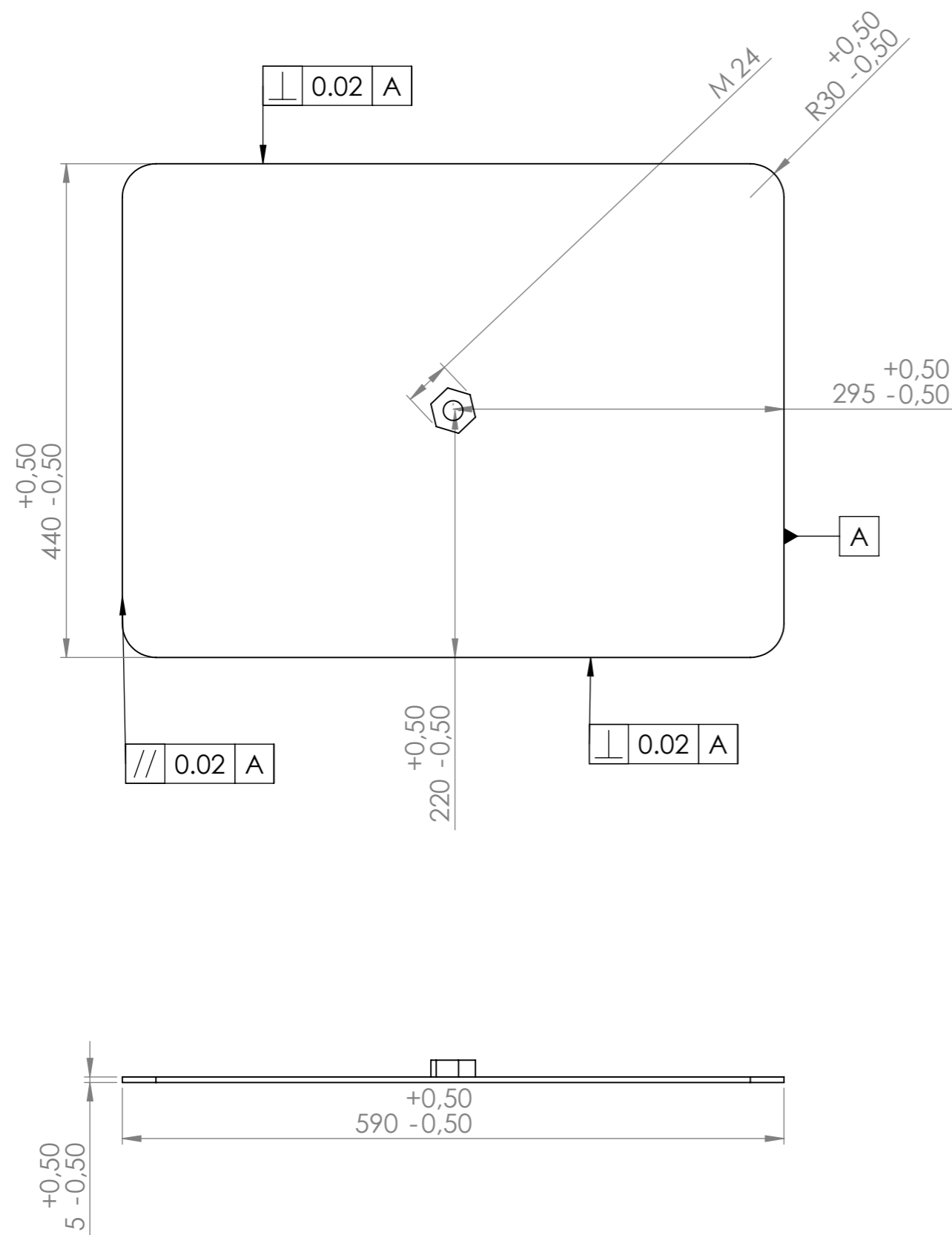
OUADFEL.A
SADOK.R

ECHELLE 1:1

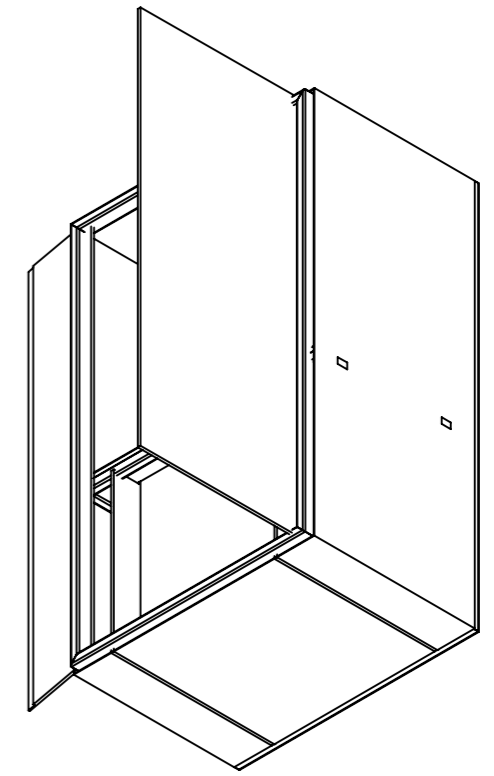
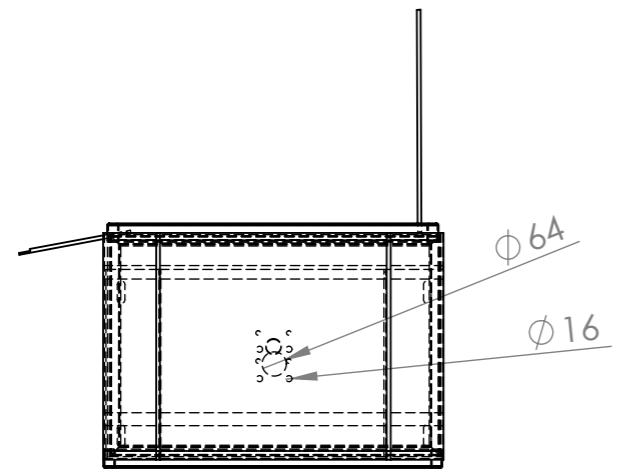
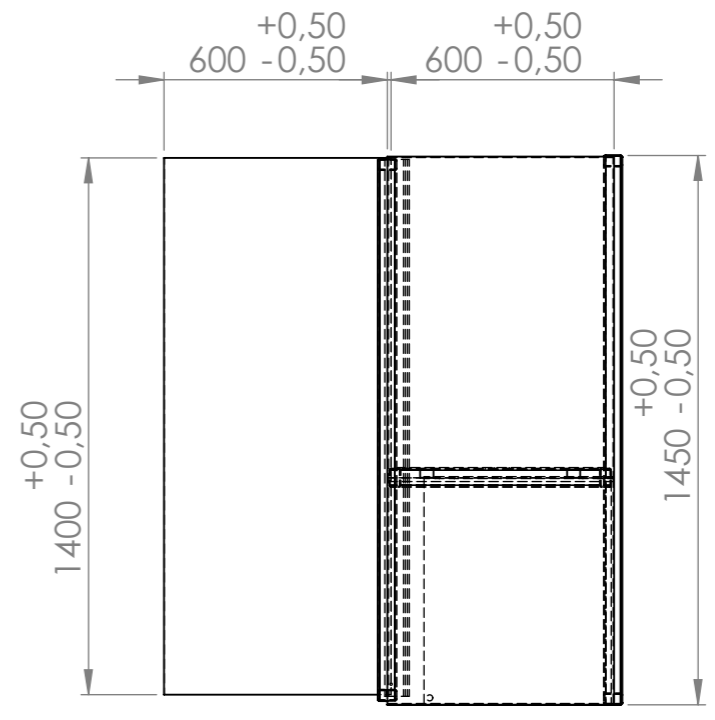
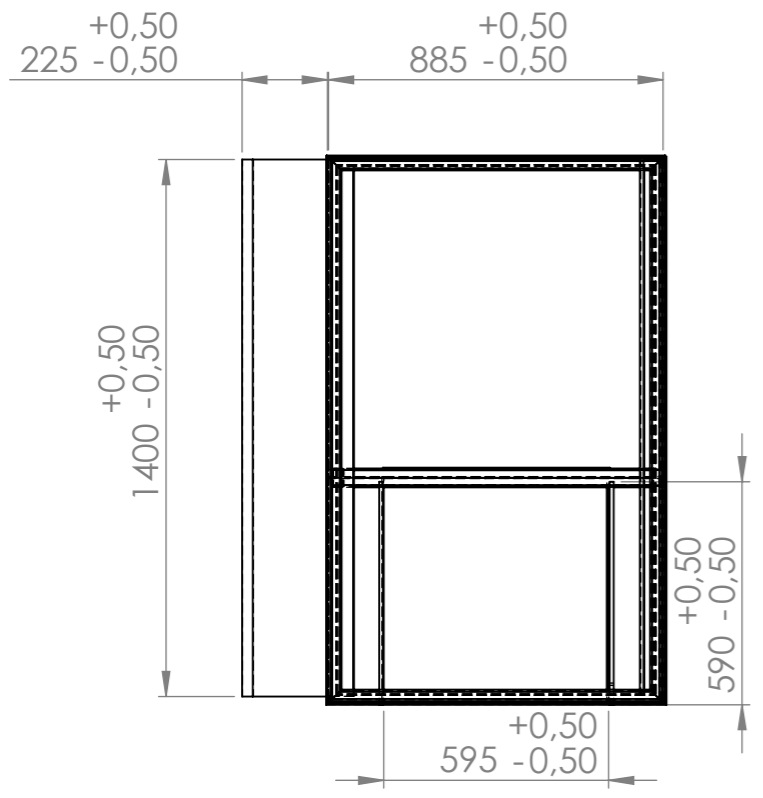
GALET

21/12/2021

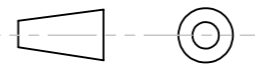


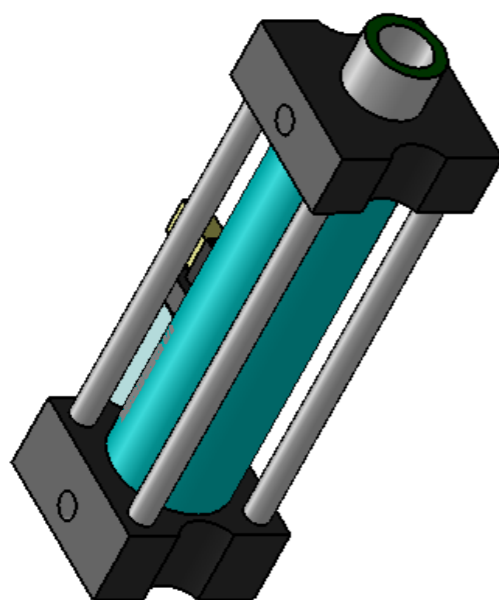
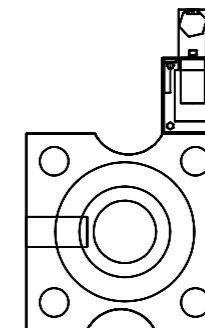
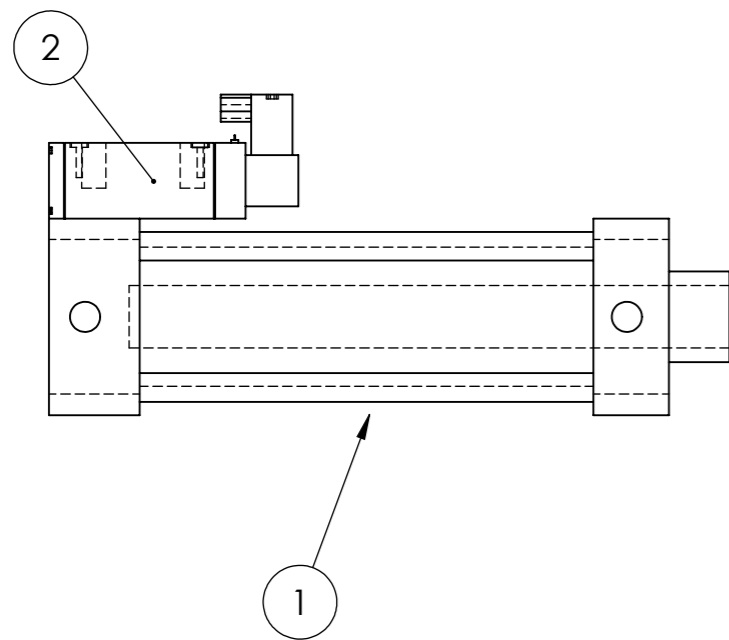


UNIVERSITE MOULUD MAMMERI TIZI OUZOU		OUADFEL & SADOK
A3	FABRICATION MECANIQUE & PRODUCTIQUE	
ECHELLE 1:5	TOLE DE COMPACTAGE	21/09/2021
 		



UNIVERSITE MOULUD MAMMERI TIZI OUZOU		OUADFEL & SADOK
A3	FABRICATION MECANIQUE & PRODUCTIQUE	
ECHELLE 1:5		21/09/2021
LA CARCASSE		





No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
2	DISTRIBUTEUR 5/2		1
1	VERIN DOUBLE EFFET		1

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI TIZI OUZOU

A3

FABRICATION MECANIQUE & PRODUCTIQUE

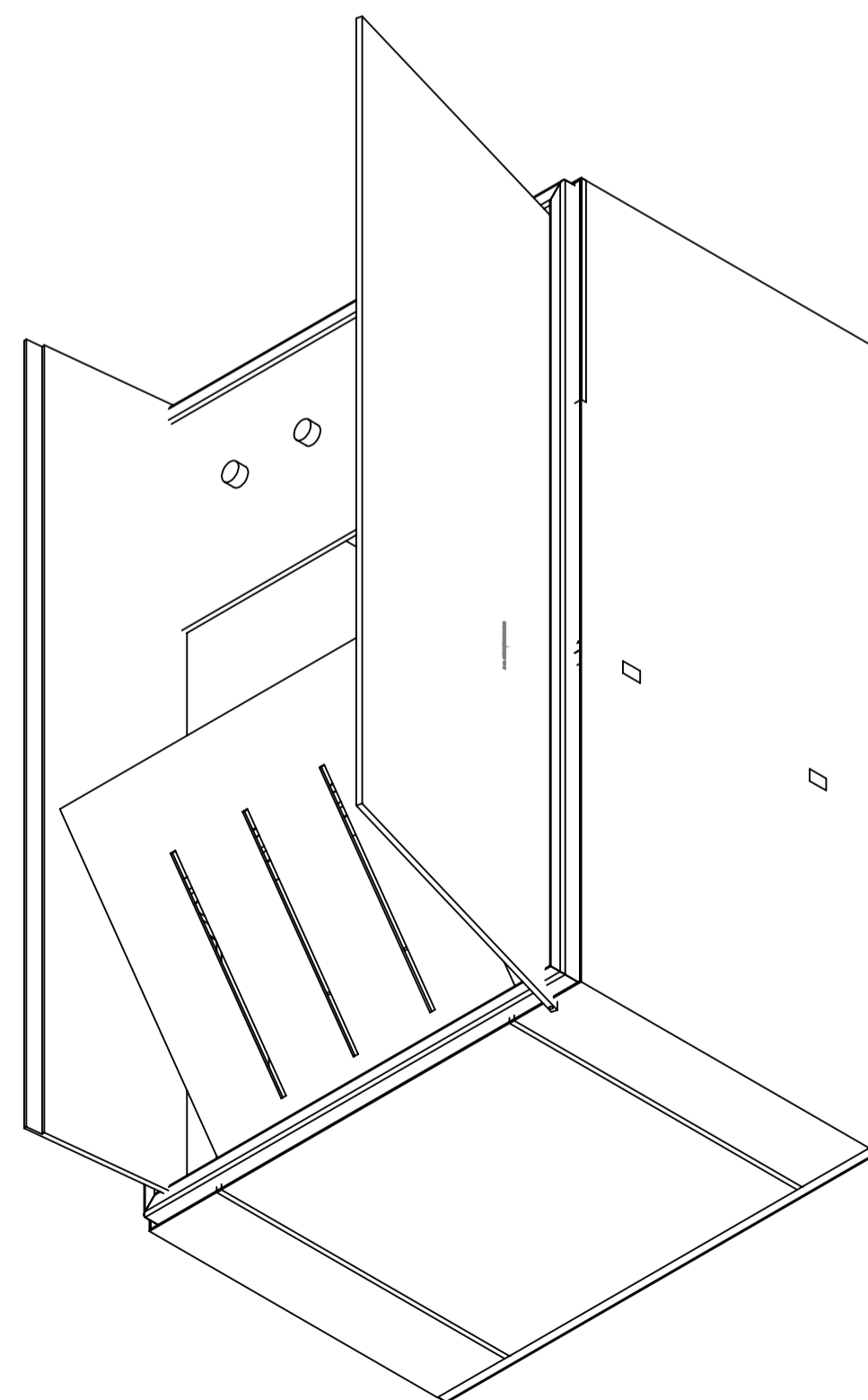
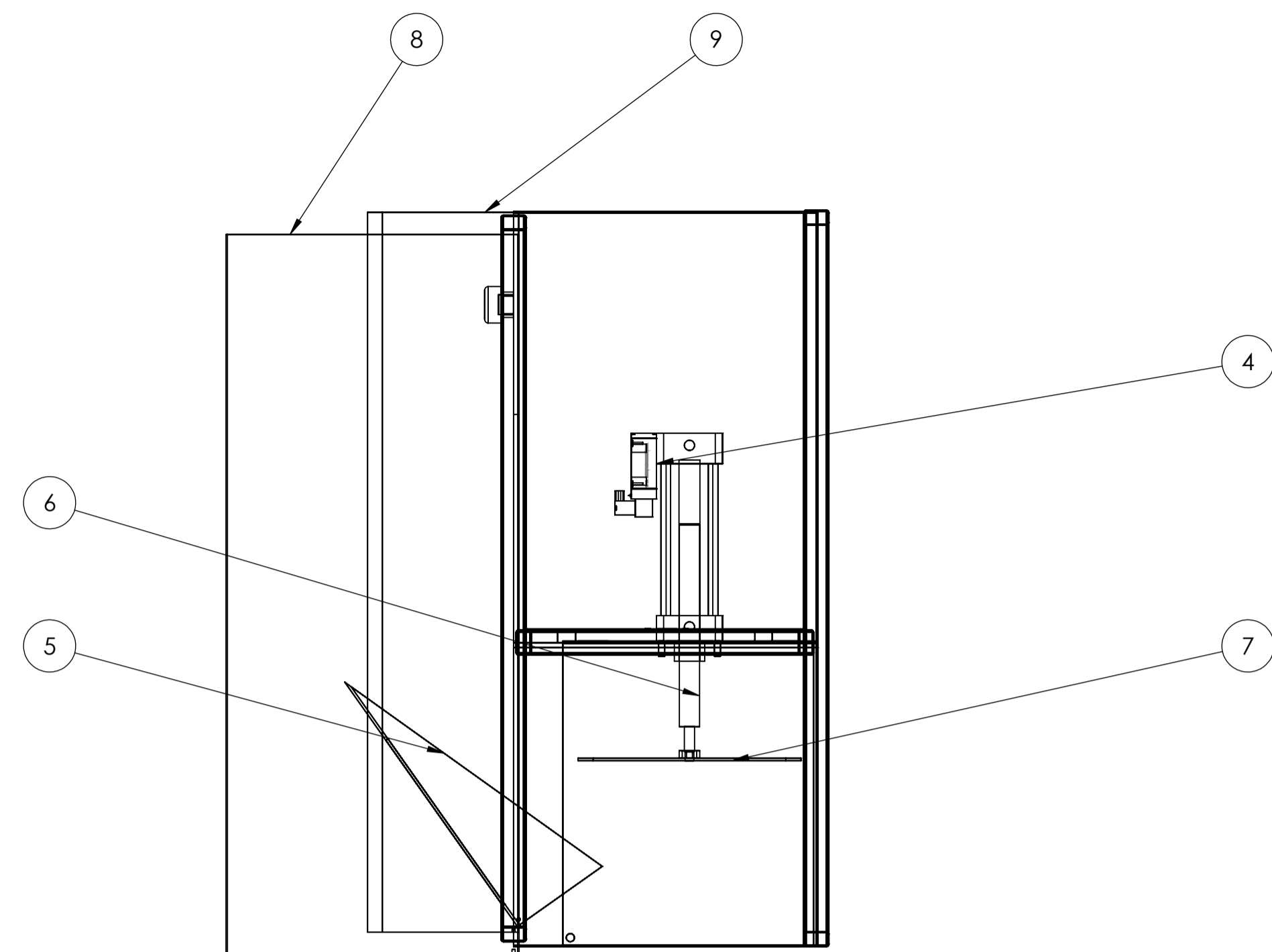
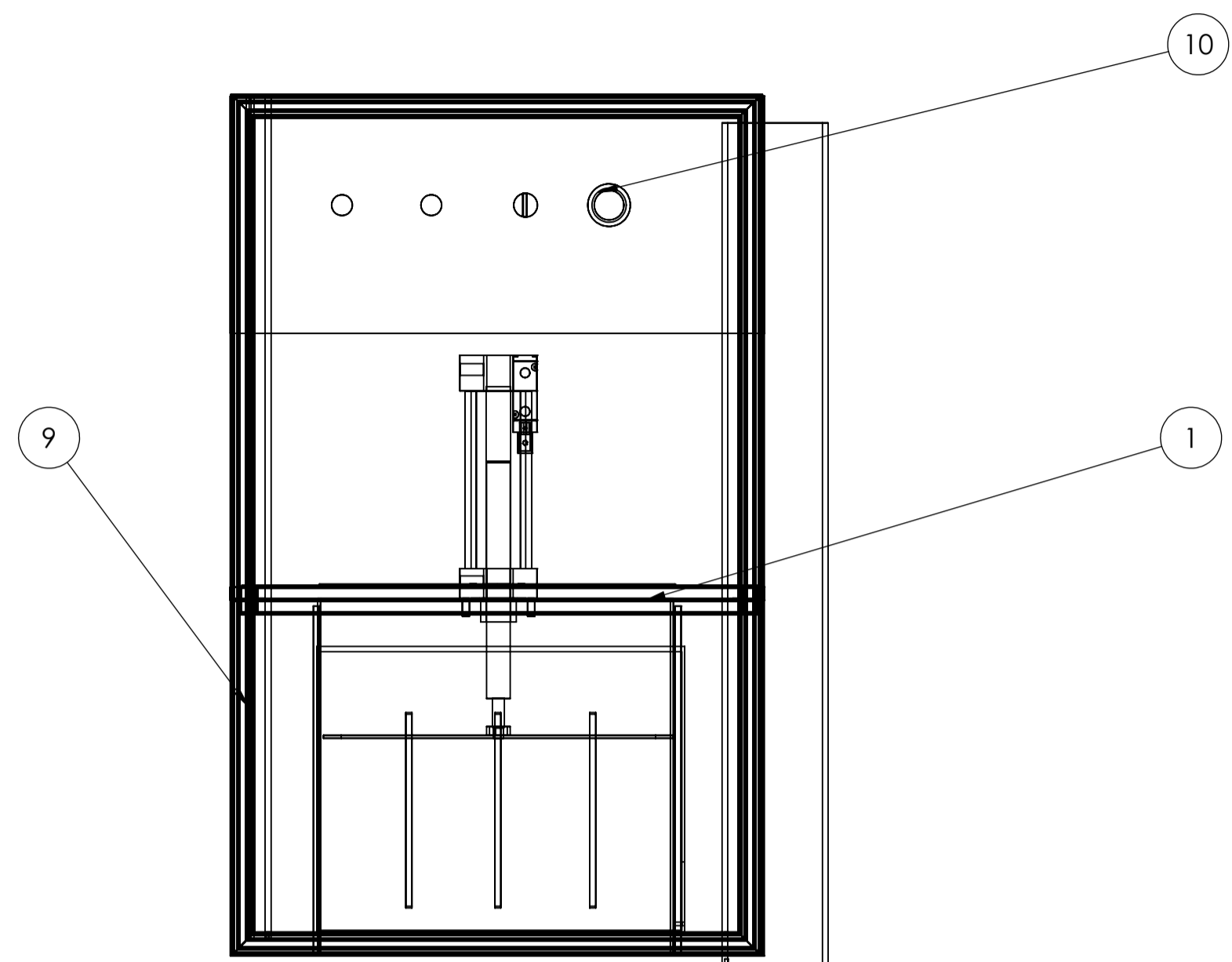
**OUADFEL
&
SADOK**

ECHELLE 1:5

DESSIN D'ASSEMBLAGE DU VERIN ET DISTREBUTEUR

21/10/2021





No. ARTICLE	NUMERO DE PIECE	DESCRIPTION	QTE
1	ARMOIRE		1
2	PAROIS		1
3	SUPPORT		1
4	VERIN -DISTRIBUTEUR		1
5	PORTE		1
6	AXE VERIN		1
7	TOLE DE PRESSAGE		1
8	PORTE D		1
9	PORTE G		1
10	PARTIE COMMANDE		1

UNIVERSITE MOULOU D MAMMERI TIZI OUZOU		OUADFEL & SEDOK
A2	FABRICATION MECANIQUE &PRODUCTIQUE	
ECHELLE 1:5	Presse a balles	21/11/2021