



Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDES

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : Construction Mécanique

Présenté par

Merriche Sadem & Bouchellouh Nouredine

Thème :

**Conception et simulation d'une machine
vibratoire à 04 chambres avec solidWorks**

Devant le jury composé de :

NOM et Prénom	Grade	Qualité
AMROUNE Salah	MCA	Président
ROUABHI YUCEF	MCB	Encadreur
MAKRI Houcine	MCA	Examinateur

Année Universitaire : 2020/2021

N° d'ordre : GM/...../2021

Résumé

D'intenses efforts de recherche ont été entrepris dans les dernières décennies pour essayer de comprendre quels sont les changements qui sont nécessaires pour les entreprises Algériennes afin de retrouver leur avantage concurrentiel. Une intelligente utilisation de nouvelles technologies, de nouveaux matériaux et la mise en œuvre des systèmes de travail à haute performance ne sont que deux des nombreuses recommandations qui ont découlé de ce travail, dans un effort pour réduire les coûts de production de nos entreprises ainsi de réduire leurs rejets industriels afin d'améliorer leurs impacts environnementaux, nous présentons dans ce petit travail une solution en conception d'une machine vibratoire en utilisant le progiciel SolidWorks 2017. Dans le cadre de la technologie de masse finition cette conception renforce les travaux de recherches scientifiques universitaires tant sur le plan technique et technologique que sur le plan pédagogique. Les résultats d'études peuvent être appliqués pour améliorer le mode de finition des pièces et assurer une longue durée de vie par rapport aux autres méthodes traditionnelles.

ملخص

بُذلت جهود بحثية مكثفة في العقود الماضية لمحاولة فهم التغييرات الضرورية للشركات الجزائرية من أجل استعادة ميزتها التنافسية. يعد الاستخدام الذكي للتقنيات الجديدة والمواد الجديدة وتنفيذ أنظمة العمل عالية الأداء اثنتين فقط من التوصيات العديدة التي نشأت عن هذا العمل ، في محاولة لتقليل تكاليف الإنتاج لشركتنا وكذلك تقليل تصريفاتها الصناعية في من أجل تحسين أثارها البيئية ، نقدم في هذا العمل الصغير حلاً في تصميم آلة اهتزازية باستخدام حزمة برامج SolidWorks 2017.

في سياق تقنية التشطيب الشامل ، يعزز هذا التصميم العمل البحثي لعلماء الجامعات من الناحيتين التقنية والتكنولوجية والتربوية. يمكن تطبيق نتائج الدراسات لتحسين طريقة إنهاء الأجزاء وضمان عمر أطول مقارنة بالطرق التقليدية الأخرى.

Abstract

Intense research efforts have been undertaken in the last decades to try to understand what changes are necessary for Algerian companies in order to regain their competitive advantage. An intelligent use of new technologies, new materials and the implementation of high-performance work systems are just two of the many recommendations that have arisen from this work, in an effort to reduce the production costs of our companies as well as reduce their industrial discharges in order to improve their environmental impacts, in this small work we present a solution in the design of a vibratory machine using the SolidWorks 2017 software package. In the context of mass finishing technology, this design reinforces research work university scientists both technically and technologically and pedagogically. The results of studies can be applied to improve the way parts are finished and ensure a long life compared to other traditional methods.

Dédicaces

Nous dédions ce mémoire.

À nos chers parents nos mères et nos pères.

**Pour leur patience, leur amour, leur soutien et
leurs encouragements.**

À nos frères et nos amis

**Sans oublier tous les professeurs que ce soit
du primaire, du moyen, du secondaire ou de
l'enseignement supérieur.**

REMERCIEMENTS

Nous tenons tout d'abord à remercier ALLAH le tout puissant et miséricordieux, qui nous a donné la force et la patience d'accomplir ce travail.

Nous tenons à remercier notre encadreur Mr Youcef ROUABHI, pour son soutien, ses conseils précieux et sa disponibilité, qui nous ont permis d'apprendre énormément et d'enrichir tout au long de ce travail.

Nous tenons à exprimer nos sincères remerciements à tous les enseignants qui nous ont enseignés et qui par leurs compétences nous ont soutenus dans la poursuite de nos études.

Enfin, nous tenons à remercier nos familles et nos amis qui nous ont toujours encouragé dans la poursuite de nos études.

Table des matières

Introduction générale.....	01
----------------------------	----

Chapitre I

Traitement de masse finition vibratoire et possibilités technologiques

I.1 Origine du traitement.....	04
I.2 Introduction à la masse finition.....	04
I.3 Nature et paramètres principaux du TMFV.....	05
I.3.1 Le premier paramètre et le plus important est la pièce.....	06
I.3.2 Le deuxième paramètre est les Médias de Masse Finition (MMF).....	06
I.3.3 Le troisième paramètre de la masse finition est la solution à base de composé où d'eau.....	07
I.3.4 Le quatrième et le dernier paramètre est l'équipement de masse finition.....	08
I.4 Bref historique de l'évolution de la machine vibratoire.....	08

Chapitre II

Présentation du logiciel de conception SolidWorks

II.1 Introduction.....	15
II.2 Choix de l'outil informatique de CAO.....	15
II.2.1 Motivations du choix de logiciel SolidWorks.....	16
II.3 Les avantages de SolidWorks CAO 3D.....	17
II.4 Présentation de SolidWorks.....	17
II.4.1 Historique.....	18
II.4.2 Fonctionnement.....	18
II.4.2.1 Conception des pièces.....	19
II.4.2.2 L'assemblage.....	19
II.4.2.3 La mise en plan.....	19
II.4.3 Lancement.....	20
II.4.3.1 Principe général.....	20
II.4.3.2 Créer ou modifier une esquisse.....	22
II.4.3.2.1 Choisir le plan dans lequel tracer cette esquisse.....	22
II.4.3.2.2 Ouvrir une esquisse.....	22
II.4.3.2.3 Tracer l'esquisse.....	22
II.4.3.2.4 Contraindre l'esquisse.....	23
II.4.3.2.5 Modifier une esquisse.....	24
II.4.3.2.6 Créer un volume par extrusion.....	25
II.4.3.2.7 Créer un volume par révolution.....	27

Chapitre III

Modélisation des pièces de la machine vibratoire

III.1 Introduction.....	29
III.2 Modélisation géométrique.....	29
III.2.1 Définition.....	29
III.2.2 Avantages.....	30
III.2.3 Inconvénients.....	30
III.3 Modélisation de la machine vibratoire.....	30
III.3.1 Équipement technologique.....	30
III.3.2 Le choix de l'équipement est fait à base de plusieurs avantages.....	32
III.3.3 Les caractéristiques techniques de la machine vibratoire 4X10.....	32
III.4 Modélisation des pièces de la machine vibratoire.....	33
III.4.1 Modélisation de la chambre de travail.....	33
III.4.2 Modélisation de la couverture de chambre.....	34
III.4.3 Modélisation de l'élément flexible.....	35
III.4.4 Modélisation de l'élément de fixation de la chambre.....	36
III.4.5 Modélisation de vibreur.....	38
III.4.6 Modélisation de cage vibreur.....	38
III.4.7 Modélisation de la pièce rotative.....	39
III.4.8 Modélisation de rotor de vibreur.....	40
III.4.9 Modélisation de (bak over) vibreur.....	41
III.4.10 Modélisation de table vibreur (stand).....	41
III.4.11 Modélisation de réservoir.....	42
III.4.12 Modélisation d'accouplement flexible.....	44
III.4.13 Modélisation de la vise de fixation.....	45
III.4.14 Modélisation de l'écrou de fixation cage de l'élément flexible.....	46
III.5 Conclusion.....	47

Chapitre IV

Assemblage des pièces de la machine vibratoire à 4 chambres

IV.1 Introduction.....	48
IV.2 Assemblage.....	48
IV.2.1 Assemblage avec les contraintes.....	48
IV.2.2 Les étapes d'assemblage.....	49
IV.2.3 Premier assemblage.....	49
IV.2.3.1 Sous assemblage 1.....	49
IV.2.4 Sous assemblage 2.....	50
IV.2.5 Sous assemblage 3.....	51
IV.3 Conclusion.....	52
IV.4 Conclusion générale.....	53

Liste des figures

Chapitre I Traitement de masse finition vibratoire et possibilités technologiques		
N° de figures	Titre de figures	N° de pages
Fig.I.1	Origine du traitement	04
Fig.I.2	Variété de différentes configurations de pièces	06
Fig.I.3	Instruments de chirurgie et introductions médicales (Biomatériaux)	06
Fig.I.4	Quelques grosses pièces	06
Fig.I.5	Famille de MMFV	07
Fig.I.6	Consommables de la technologie de masse finition (TMF)	07
Fig.I.7	Machine vibratoire d'une chambre en forme circulaire	08
Fig.I.8	Machine vibratoire d'une chambre en forme linéaire	08
Fig.I.9	Machine pour malaxage	09
Fig.I.10	Vue générale de la machine	10
Fig.I.11	Vibrateur	10
Fig.I.12	Vibro-excitateur	11
Fig.I.13	Machine pour lavage des petites pièces	11
Fig.I.14	Machine vibratoire avec deux chambres de travail en forme U	12
Fig.I.15	Mouvement des granules dans une chambre de forme U	12
Fig.I.16	Équipement vibratoire	13
Fig.I.17	Équipement vibratoire	14

Chapitre II Présentation du logiciel de conception SolidWorks		
N° de figures	Titre de figures	N° de pages
Fig.II.1	Créer ou ouvrir un fichier SolidWorks	18
Fig.II.2	Écran principal de SolidWorks	20
Fig.II.3	Fonctions volumiques de SolidWorks	20
Fig.II.4	Arbre de création des opérations	21
Fig.II.5	Plans d'esquisse	22
Fig.II.6	Barre d'outils d'esquisse	23
Fig.II.7	Contraintes géométriques existantes	24
Fig.II.8	Éditer d'esquisse	24
Fig.II.9	Création un volume par extrusion	25
Fig.II.10	Création un volume par extrusion	26
Fig.II.11	Création un volume par révolution	27
Fig.II.12	Paramètres de révolution	28

Chapitre III Modélisation des pièces de la machine vibratoire		
Fig.III.1	Machine vibratoire 4x10	31

Introduction générale

Durant la deuxième moitié du siècle passé, le monde a eu à faire face de multiples transformations et grandes réalisations dans tous les domaines ; parmi elles, la demande de plus en plus accrue de produits nouveaux. La compétitivité de mise pousse les industriels à développer sans cesse de nouveaux produits et dans des temps de plus en plus courts. Le développement et la mise sur le marché d'un produit exigent à ce que les prix soient les plus bas possible.

Les études ont toujours coûté chères ce qui a poussé les chercheurs à développer les moyens nécessaires pour réduire les coûts donc les temps alloués aux études [1]. L'idée de modélisation d'un système C.A.O. (Conception Assistée par Ordinateur) adaptée à la conception mécanique (entendu par-là, la méthodologie d'analyse de conception) vient du fait que les moyens informatiques, de calculs et les procédés de réalisation dans le domaine de la mécanique (Automobile, aéronautique, architecture navale ...) ont vu une très grande avancée.

Une précision, nécessaire dans ce cas, est que les systèmes ou logiciels C.A.O. existants sont très adaptés au dessin de pièces (2D, 3D), à l'architecture, à la conception de circuits électroniques, etc. Par exemple, les systèmes de conception proposés prenaient en charge la modélisation de pièces utilisant des primitives de solides et les courbes de Bézières chez DASSAULT (logiciels CATI, CATIA, Solidwoks). Un système qui prend en charge le problème de conception, l'analyse et le choix de solutions technologiques, est l'un des sujets qui sont en cours de développement dans les laboratoires de recherche à travers le monde [2].

La réflexion sur le sujet de conception mécanique a commencé à travers le monde aux années 1970 aux États-Unis et au Japon par TOYOTA [3], à l'Air Force (IISS : Integrated Information Support System) aux États-Unis en 1990, (E.I.F. : Entreprise Integration Information Framework en 1990), (I.I.C.E. :

Information Integration for Concurrent Engineering in 1990), (CALS Industrie Steering Groups en 1991); en EUROPE, le projet ESPRIT en 1989, le projet PRIMECA (Pôle de Ressources Informatiques pour la MECANIQUE) en 1990 et autres ont été lancés à la suite et en conformité avec ISO 9000 (International Standard Organisation) (Recueil de normes Internationales qui présente la stratégie des années 90 et la vision 2000 dans le domaine du management 'Norme 9000-1', de la gestion 'Norme 9000-2'..., de la qualité en conception 'Norme 9001', et l'assurance de la qualité dans les différents domaines incluant la mécanique...).

Un nouveau domaine a été ouvert au monde de la recherche la CMAO (Conception Mécanique Assistée par Ordinateur). La démarche CMAO est d'intégrer tout le processus de conception dans un système qui sera défini comme un processeur de conception activant des générateurs de données (des modèles), passant par l'interactivité Homme - Machine jusqu'à l'obtention du produit (virtuel dans un premier temps assurant la fonctionnalité), sa réalisation, sa maintenabilité et son recyclage à la fin de son cycle de vie [4].

Par exemple, les constructeurs automobiles recyclent un certain nombre d'éléments à partir de la récupération de ce qu'on appelle communément « la casse » soit pour leur intégration dans un nouveau produit, soit en tant que pièces de rechange ou aussi comme matière première pour la fonderie et le recyclage de matière.

L'idée était fort saisissante et séduisante, mais la validation d'une telle démarche restait encore futuriste malgré les travaux qui sont faits à ce jour. Des travaux ont été initiés depuis approchant ce thème. Les moyens de conception assistée par ordinateur existants permettent le dessin de pièces, donc l'idée de la solution et de son choix est établie en tant que croquis et la conception de l'ensemble est faite par assemblage de pièces définies.

L'idée actuelle est d'avoir un système d'aide à la conception (analyse de conception) entre l'utilisateur et l'ordinateur afin de modéliser le produit à réaliser, de

faciliter la conception et le choix de la solution la plus satisfaisante. La conception des machines mécaniques repose sur une double activité qui peut être résumée en [5] :

Activité analytique : comprendre, expliquer, quantifier les comportements mécaniques ;

Activité synthétique : innover, créer de nouveaux arrangements de pièces, c'est le développement du produit.

La modélisation d'un système C.A.O. revient à développer un système qui permet la prise en charge de la formulation du problème, le choix de solutions technologiques ainsi que la génération du modèle produit graphique répondant aux fonctionnalités et exigences du produit demandé. Le système C.A.O. doit aussi assurer une cohérence spatiale et temporelle des données du modèle.

Chapitre I

Traitement de masse finition vibratoire et possibilités technologiques

I.1 Origine du traitement

Le traitement de masse finition vibratoire est issu de la technologie de masse finition (TMF). Cette dernière s'est inspirée de la nature où l'écoulement constant de l'eau transforme les pierres brutes en cailloux parfaitement polis, voire la figure I.1. Ce procédé de traitement de surface ne possédant aucun impact environnemental offre encore plus d'avantages par rapport aux autres traitements de surface traditionnels [6].



Fig.I.1 Origine du traitement [6]

I.2 Introduction à la masse finition

La gestion d'ingénierie a besoin de savoir comment une finition de haute qualité du métal peut être réalisée, comment sélectionner les caractéristiques appropriées pour un procédé donné, et la façon de contrôler les rejets de produits pour s'assurer qu'ils respectent les normes. En même temps, la gestion doit être assurée que ce savoir-faire est basé sur des principes d'ingénierie acoustique bien établis et intègre un facteur raisonnable de sécurité.

Puisque la qualité de finition est liée à l'état de surface, donc il est logique d'examiner la préparation de surface et l'amélioration des méthodes de masse finition [7]. La technologie de Masse Finition (TMF) peut améliorer économiquement l'utilité, l'attractivité et la valeur du métal, plastique, céramique ou autres pièces fabriquées pour un usage industriel ou de consommation.

Les avantages comprennent un montage plus facile, une performance opérationnelle améliorée, une résistance accrue (par l'élimination des concentrations de contraintes de surface), et une plus grande longévité [8]. En transmettant, des contraintes de compression à la surface et la résistance à la fatigue peuvent être améliorées.

Les TMF peuvent développer des surfaces métalliques actives, généralement avec des modèles accidentels de l'éraflure. Sur de telles surfaces du métal il est possible de réagir à des produits chimiques, de plaquer, adhérer la peinture, de les anodiser, les phosphater, les chromater ou de les colorer efficacement.

I.3 Nature et paramètres principaux du TMFV

Le TMFV en fonction des caractéristiques et de la composition des consommables (Medias de Masse Finition Vibratoire (MMFV), solution ou composés de Masse Finition Vibratoire (CMFV)) présente [9] :

- Un traitement mécanique, mécano-chimique ou physico-mécano-chimique d'enlèvement des microparticules de métal ou de ses oxydes.
- Une déformation plastique des micro-inégalités dues à la réciprocité vibrationnelle de la chambre de travail, dans laquelle on introduit les consommables et les pièces à traiter.
- En outre la collision de la masse se réalise sous des angles différents.

Conformément aux méthodes de classification existantes, le TMFV appartient aux méthodes d'usinage. L'introduction des Medias de Masse Finition (MMF), des agents tensioactifs et des solutions chimiques, il peut être attribué aux techniques combinées, notamment, au groupe des méthodes de traitement physico-mécano-chimique. Le TMFV s'amène aux méthodes dynamiques ; et selon la désignation technologique – aux méthodes de traitement sans dimension ; selon le type de l'outil-coupant, rejoint les méthodes de traitement abrasif libre [10].

L'influence acoustique (vibratoire) par rapport aux autres influences englobe toutes les sections ou tout le volume des pièces à traiter. Elle se caractérise par l'influence des ondes de collisions sur les composantes structurales de la matière, en changeant dans ce cas le niveau de contraintes résiduelles, ainsi que l'état énergétique. La vibration et la déformation activent les processus chimiques et physico-chimiques, se déroulant sur la surface d'une partie des MMFV et des pièces à traiter [11].

Donc, le processus de TMFV présente un ensemble complexe des phénomènes mécano-physico-chimiques exerçant une influence primordiale sur l'état de la surface et la couche superficielle de la pièce à traiter [12].

Les TMFV sont basées autour de quatre paramètres clés, qui englobent toutes les variables du traitement [13,8,7,6] :

I.3.1 Le premier paramètre et le plus important est la pièce

Différentes pièces peuvent être traitées de la même façon (régularité), mais d'autres pièces ont besoin d'un procédé spécifique et de contrôles correspondants. Les variables de commande par rapport à la pièce sont : l'état de surface, la dureté, la quantité de résidus et les dimensions de bavures. Les pièces dont les variables varient d'un lot à l'autre possèdent un impact profond sur le procédé de masse finition [14].



Fig.I.2 Variété de différentes configurations de pièces [14]



Fig.I.3 Instruments de chirurgie et introductions médicales (Biomatériaux) [14]

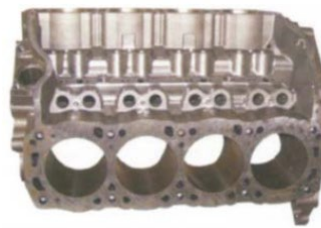
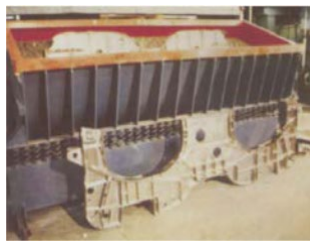


Fig.I.4 Quelques grosses pièces [14]

I.3.2 Le deuxième paramètre est les Médias de Masse Finition (MMF)

Les MMF séparent les pièces pour éviter leurs contacts, ainsi que réalisent le travail principal (c'est-à-dire la micro-coupe). Les MMF portent également le composé ou la solution de la pièce et accèdent à toutes les parties complexes de la surface. Les MMF sont choisis à base de : la fonction d'amélioration de la surface, le type, les dimensions, le matériau et la forme de la pièce [15].



Fig.I.5 Famille de MMFV [15]

I.3.3 Le troisième paramètre de la masse finition est la solution à base de composé ou d'eau.

Il est responsable de : nettoyer la pièce et les médias, détacher les médias décomposés et les morceaux endommagés de la pièce, éclairer la pièce, fournir l'inhibition. La plupart des composés sont employés à une concentration de plus ou moins de 2% et donc la consistance de l'eau et le pH sont étroitement surveillés [16].



Fig.I.6 Consommables de la technologie de masse finition (TMF) [16]

- 1 MMF à base de céramique 3 composés en liquide 5 6 9 MMF végétale
- 2 MMF à base de polymère 4 composés en poudre 7 8 MMF métallique

I.3.4 Le quatrième et le dernier paramètre est l'équipement de masse finition

Il existe de nombreux types d'équipements, qui traitent la pièce avec une action, agressivité et finition différentes. Chacun de ces éléments de masse finition attribue ses propres variables, mais la relation de chacun est essentielle pour l'ensemble du procédé. Une fois que les fonctions convoitées sont déterminées, le procédé de traitement peut alors être démarré [17].



Fig.I.7 Machine vibratoire d'une chambre en forme circulaire [17]



Fig.I.8 Machine vibratoire d'une chambre en forme linéaire [17]

I.4 Bref historique de l'évolution de la machine vibratoire

"Il n'y a rien dans le monde plus fort que d'idées, pour laquelle le temps est venu : vraiment s'il y survient des décisions technologiques plus parfaites, il est impossible de les arrêter " [18]. Cette phrase est la perception de l'un des principaux fabricants mondiaux de l'équipement vibratoire.

Notamment aujourd'hui le temps est venu, quand sans qualité de finition des pièces il est impossible de sortir sur le marché fortement concurrentiel. La qualité des opérations de finition dépend non seulement sur l'aspect extérieur du produit, mais aussi sur les résultats obtenus des propriétés fonctionnelles de pièces.

Une des premières mentions des équipements vibratoires, pour la réalisation des diverses opérations on utilisait la vibration [19], est trouvée dans la revue " The London Journal of Arts, Sciences and Manufactures, and Repertory of Patent Inventions//Conduit par Mr. W. Newton [20] - London, 1849. - Vol. XXXIV".

Aujourd'hui, il est possible de faire une large analyse des élaborations dans la branche des technologies vibratoires, en utilisant le réseau européen des bases de données de brevet. Les résultats reçus par une telle voie donnent la possibilité authentique de se persuader l'existence de la technique déclarée, ses inventeurs et la branche industrielle, dans laquelle cette technologie était appliquée pour la première fois [21].

Au XIX siècle et avec le développement de l'industrie on observe l'attention augmentée vers l'utilisation de la vibration dans de diverses branches. Ainsi, par exemple, l'inventeur anglais John Laidlaw [22] dans son brevet № 5389 (GB) “Improvement in Kilns for Drying Grain and other Material ” (demande de 1897), a proposé un transporteur vibratoire pour déplacer des matériaux en grains, hypothétiquement le charbon.

Presque à la même période une idée semblable apparaît chez un ingénieur français Pierre Lejeune [23] en 1898, qui a appliqué cette technologie pour le tri et le déplacement du minerai d'or, ce qui est certifié par le brevet “Improved Apparatus for Sorting or Separating Pulverulent or Granular Substances, more particularly applicable for Extracting : Gold from Auriferous Earth and like”. En effet, à cette époque-là l'application de telles décisions contribuait à l'augmentation de la productivité des minéraux.

À partir de 1909, dans le domaine de l'industrie apparaît une machine pour traitement de finition, prétendant sur le prototype de la machine vibratoire actuelle. Son concepteur est James Johnson, [24] proposant de traiter des pièces dans le container avec le sable (brevet № 190925134 “Improvements in Sand Blast Machines ”).

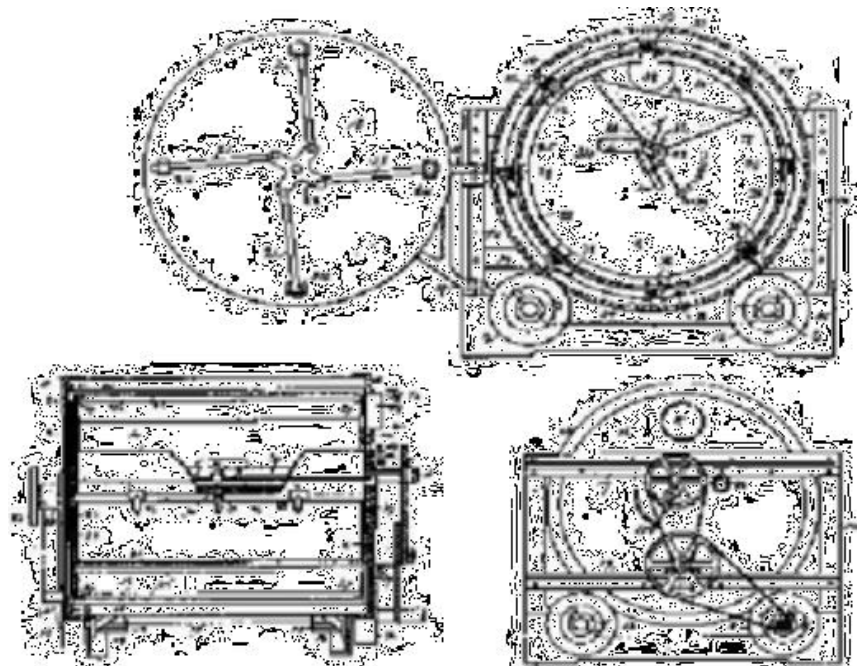


Fig.1.9 Machine pour malaxage [24]

Le traitement se passait dans un container tournant voir la figure I.9. Celle-ci et quelques constructions ultérieures, telle que, par exemple, décrivait dans le brevet de **William Vincent Hobkirk** [25] N°191503207“ Improvements in and relating to Covers or Guards for Mixing and like Machines ”, publié en 1915 voir la figure I.10, se distinguaient de la machine vibratoire par la présence du lien cinématique rigide entre les organes de travail et l'absence du vibro-excitateur.

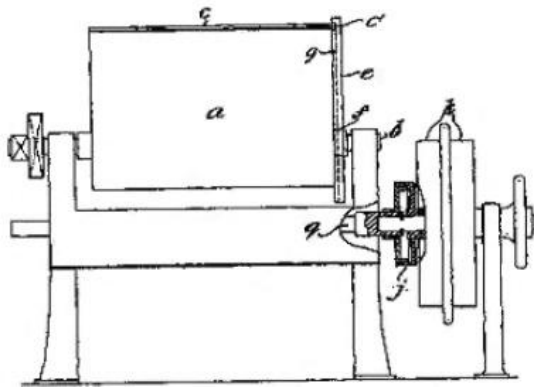


Fig.I.10 Vue générale de la machine [25]

Les brevets énumérés ci-dessus ne décrivaient pas encore la machine vibratoire, destinée au traitement de finition des matériaux. Ces équipements étaient déjà utilisés dans le domaine de l'agriculture et appliqués pour l'industrie des métaux, comme le traitement au tonneau. Le passage à la machine vibratoire est devenu possible lorsque **Gates Philetus** [26] en 1919 a proposé un des premiers modèles du vibreur qui a reçu le nom “ vibro-excitateur ou vibreur ” par la suite – brevet N° 1486486 “Vibrator” voir figure I.11.

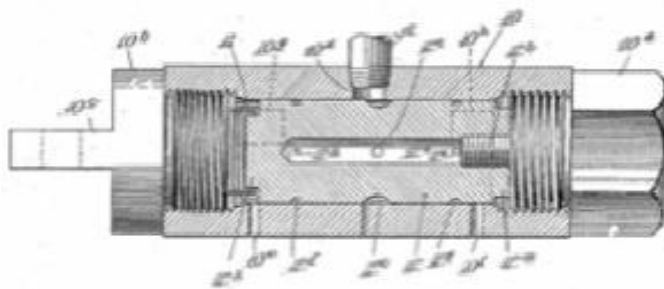


Fig.I.11 Vibreur [26]

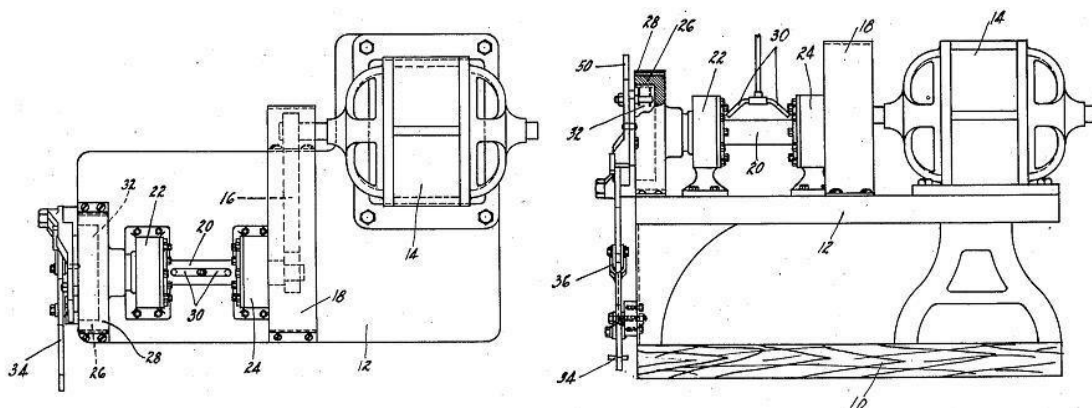


Fig.I.12 Vibro-exciteur [26]

Cependant, la construction proposée du principal organe de travail de la machine vibratoire, c'est-à-dire le vibro-exciteur, n'est pas devenue répandue, mais a donné un coup au développement de tout le parc moderne des machines vibratoires. Vibro-exciteur a retrouvé son aspect habituel moderne seulement en 1927 grâce à l'ingénieur Stanley Whitworth [27].

Il a proposé une construction de commande motrice, qui comprenait le moteur 14, le couple moteur de laquelle était transmis à l'aide d'une transmission à courroie 16 sur vibro-exciteur, concevant de l'arbre 20 avec une came excitatrice 30 disposé sur ce dernier (figure I.12).

En 1939 la date de l'apparition d'une idée d'ingénierie révolutionnaire pour l'invention N° 2222777 (US) “ Gyratory washer ” [28] qui proposait une machine sans lien cinématique rigide. Comme le montre la figure I.13, l'investigateur non seulement a proposé d'établir un container sur les ressorts 6, mais aussi a accordé l'attention à la forme du container.

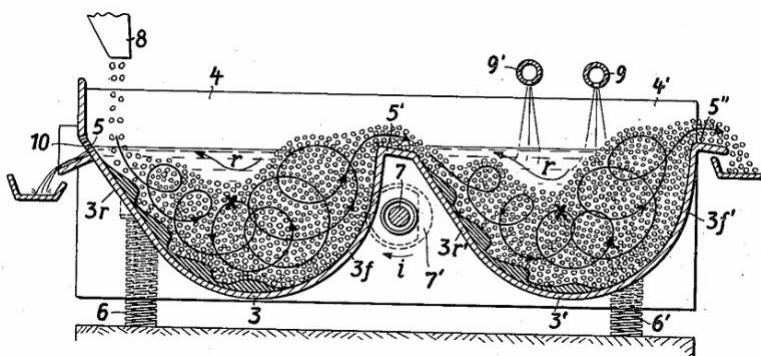


Fig.I.13 Machine pour lavage des petites pièces [28]

La technique déclarée auparavant du traitement dans des containers était changée, par deux chambres oscillatoires synchronisées et séparées, comme le montre la figure I.14. Ainsi, on déclarait pour la première fois la forme U du container, utilisée dans pour la construction moderne des machines vibratoires et les méthodes de traitement, supposant le mouvement des pièces dans milieu d'abrasif libre. La machine vibratoire dans le temps a reçu pratiquement une présentation moderne.

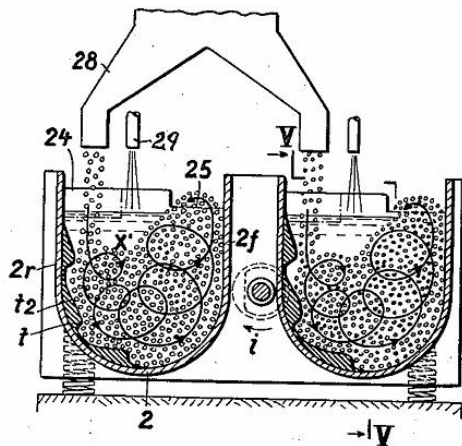


Fig.I.14 Machine vibratoire avec deux chambres de travail en forme U [28]

Gérard Linke [29] dans ses recherches a accordé une très grande attention au mouvement des granules dans la chambre, voire la figure I.15. À son avis, la forme U de la chambre est plus favorable. Les recherches expérimentales et théoriques modernes ont aussi confirmé son appréciation [30-31].

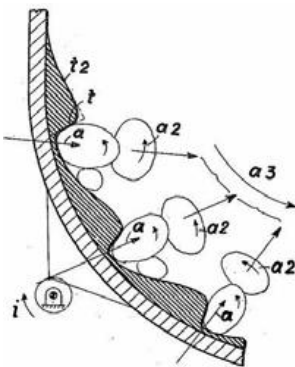


Fig. I.15 Mouvement des granules dans une chambre de forme U [29]

Les développements sur l'amélioration de la conception étaient conduits en 1940, comme le montre le brevet № 698845 (DE) "Vorrichtung zum Waschen von Erz u. dgl."

La fin des années 50 et début des années 60 c'est la période de l'apparition de plusieurs sociétés et entreprises, qui s'occupaient seulement de la production des équipements vibratoires tels que : Roto Finish Co, Lord Chemical Corp., Bell Intercontinental Corp., Mumford Molding Machine Co, Almco Supersheen Co., Geigy Chem Corp., Max Spaleck GMBH, Kloeckner Humboldt Deutz, Productive Equipment Corp., Pangborn Corp, Walther Technik Co, King Seeley Thermos Co, Boening Co, Syntron Co, Carborundum Co, Link Belt Co, Ultramatic Equipment Co Inc., et autres.

En 1961, les investigateurs développaient une machine pour traitement vibratoire de finition des pièces, présentée sur la figure II.16 (brevet № 2997813 (US) "Apparatus for precision finishing of parts and objects by controlled vibration" - corporation Lord Chemical [68], William Brant [32]). Cette construction correspondait entièrement à la machine vibratoire moderne. La compagnie a proposé encore quelques conceptions ; la machine est montrée sur la figure I.17 (brevet № 1137975 (DE) "Maschine zum Scheuern und Polieren von Gegenstaenden").

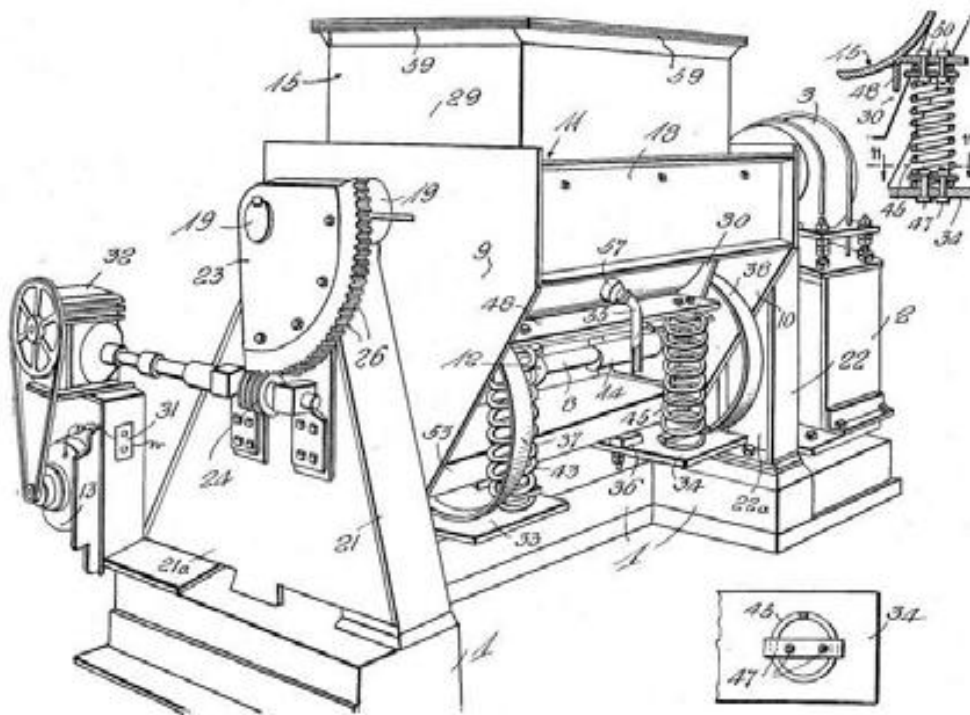


Fig. I.16 Équipement vibratoire [32]

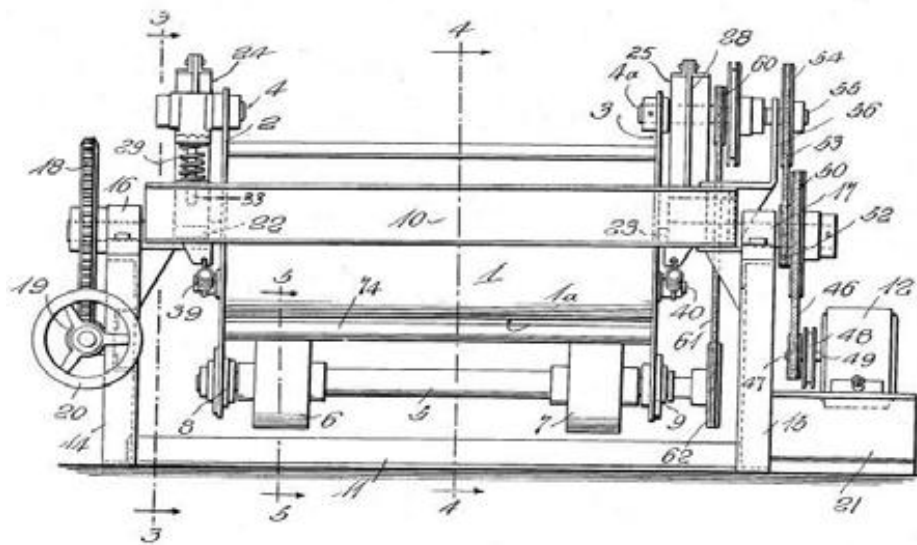


Fig. I.17 Équipement vibratoire [352]

On peut dire et conclure que l'année 1963 est l'année de la forme finale et définitive de la machine vibratoire actuelle. L'ère d'une industrie économique et sans aucun impact environnemental vient de commencer.

Chapitre II

Présentation du logiciel de conception SolidWorks

II.1 Introduction

Ce chapitre sera consacré à la présentation du logiciel de conception SolidWorks, ou dans notre mémoire nous avons utilisé SolidWorks 2017, ainsi nous donnons un rappel sur l'utilisation de ce logiciel d'une façon générale avant de passer à la modélisation des pièces composants la machine vibratoire et l'assemblage de ces dernières dans les prochains chapitres.

SolidWorks CAO 3D offre des fonctionnalités à la fois faciles à maîtriser et extrêmement puissantes, qui raccourcissent les délais de développement de produits, réduisent les coûts et améliorent la qualité [33].

II.2 Choix de l'outil informatique de CAO

Pour la modélisation géométrique (conception assistée par ordinateur) des différentes pièces de la machine de masse finition vibratoire, nous avons utilisé le logiciel de CAO SolidWorks 2017 à cause de la disponibilité de ce dernier et les connaissances acquises durant notre formation.

Plus de 6 millions d'ingénieurs dans le monde font confiance chaque jour au logiciel SolidWorks pour transformer avec succès leurs idées innovantes en projets. En choisissant de travailler avec SolidWorks, nous améliorons de manière substantielle notre processus de développement et de fabrication de produits et réduisons les délais de développement ainsi que les coûts.

Le logiciel CAO 3D constitue la base de toute la suite de solutions de développement de produits SolidWorks: elle couvre la conception, la simulation, l'estimation des coûts, les vérifications de fabricabilité, la FAO, la conception éco-responsable et la gestion des données [34].

II.2.1 Motivations du choix de logiciel SolidWorks

Les travaux présentés dans ce mémoire s'inscrivent fondamentalement dans le contexte de caractérisation, moyennant les techniques et les fonctionnalités de la CAO, de différents critères de performance des machines vibratoires ayant des structures différentes :

- Les formes de la chambre de travail,
- Les éléments flexibles et les moyens de leurs fixations.

Nous étudions l'environnement de travail, les zones de fonctionnement dans la chambre de travail, la parcourabilité dans la chambre de travail pouvant se définir par la possibilité d'établir des trajectoires qui ne franchissent pas des configurations de la chambre de travail, etc. L'accent est mis sur l'espace de travail.

En effet, nous cherchons à proposer de nouvelles méthodologies purement géométriques basées sur l'utilisation et la mise en application des approches qui seront implémentées directement dans un environnement CAO.

Les approches et les techniques qui seront proposées ont pour objectif d'analyser, d'un point de vue cinématique, les différentes caractéristiques opérationnelles de la machine vibratoire. Ces analyses nous aident considérablement à approfondir nos connaissances sur les différentes possibilités permettant de mieux exploiter l'espace de travail des machines vibratoires.

Notre travail vise également à proposer de nouvelles représentations de l'espace de travail nouveau en Algérie et atteignable par la machine vibratoire avec une chambre en forme circulaire. En conséquence, il est indispensable de disposer d'un outil puissant qui nous offre des modules pour la création et la manipulation d'objets solides, possédant une bibliothèque riche nous permettant d'appliquer les différentes opérations et fonctions souhaitées, telles que les opérations de (intersection, association, démonstration, etc.).

En outre, nous avons besoin pour remplir ces objectifs, notamment pour les problèmes liés à l'analyse des trajectoires de l'ensemble se trouvant dans la chambre de travail, de modules qui nous donnent les possibilités d'étudier le fonctionnement de la machine vibratoire.

II.3 Les avantages de SolidWorks CAO 3D [35]

- **Réduction du délai de mise sur le marché** : Mettre les innovations plus rapidement sur le marché en réalisant des tâches simultanées.
- **Analyse de coûts** : Avoir un aperçu des coûts de produit ou projet tout au long du processus de conception.
- **Automatisation des tâches répétitives** : Accélération du processus de conception.
- **Vérification de conception** : Disponible à chaque étape du processus, pour épargner des coûts de prototypes.
- **Collaboration aisée** : Au sein de l'écosystème SolidWorks, toutes les disciplines (mécanique, électrique, etc.) collaborent facilement.
- **Mises en plan 2D** : Réalisées facilement sur base du modèle 3D pour contrôler le produit.
- **Accès à des bibliothèques en ligne** : Modélisation plus rapide lorsqu'un projet adapté existant dans une bibliothèque SolidWorks.
- **Réalité virtuelle et réalité augmentée** : Expérimente les projets en les visualisant en réalité virtuelle ou augmentée.
- **Application FAO SOLIDWORKS CAM intégrée** : Directement intégré dans chaque package SolidWorks.

II.4 Présentation de SolidWorks

Le logiciel de conception mécanique SolidWorks est un outil de conception de modélisation volumique paramétré, basé sur des fonctions, qui tire parti des fonctionnalités de Windows TM, connu pour sa convivialité. On peut 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.

Un modèle SolidWorks est entièrement intégré par rapport aux mises en plan et aux assemblages qui le référencent. Les changements introduits dans le modèle sont entièrement reflétés dans les mises en plan et les assemblages qui lui sont associés. Inversement si on effectue des changements dans le contexte d'une mise en plan ou d'un assemblage, ces changements sont reflétés dans le modèle [36].

Les relations géométriques telles que les relations parallèles, perpendiculaires, horizontales, verticales, concentriques et coïncidentes sont des exemples des contraintes supportées par SolidWorks. Des équations peuvent également être utilisées pour établir des

relations mathématiques entre les paramètres. Par ces moyens on peut garantir que des concepts seront établis et conservés.

II.4.1 Historique

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 en 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.

II.4.2 Fonctionnement

SolidWorks est un modeleur 3D utilisant la conception paramétrique. Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan (voir figure II.1). Ces fichiers sont en relation. Toute modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés.



Fig.II.1 Créer ou ouvrir un fichier SolidWorks

II.4.2.1 Conception des pièces

Les pièces se conforment à partir d'une esquisse dessinée sur un plan. Cette esquisse 2D est obtenue par des formes géométriques simples comme lignes et cercles. Une fois l'esquisse prête, le logiciel offre plusieurs fonctions à exécuter. On peut la prolonger vers une direction (extrusion), la faire tourner autour d'un axe ou réaliser plusieurs autres opérations.

Le dessin est paramétré, c'est-à-dire qu'on peut modéliser la forme souhaitée sans se préoccuper des dimensions exactes. Les dimensions des différentes pièces peuvent être liées de façon que lorsqu'une change, les autres changent aussi [36].

II.4.2.2 L'assemblage

À mesure qu'on réalise les pièces, on peut les assembler dans un nouveau fichier qui contiendra seulement les contraintes et rapports qu'on a imposé aux pièces. Les contraintes définissent la position des pièces dans l'ensemble et les liaisons entre elles. On peut donc imposer que deux pièces soient concentriques, que deux surfaces soient coplanaires ou par exemple que la distance entre deux surfaces soit déterminée.

On peut créer un assemblage d'assemblages et comme cela construire des grands ensembles de façon structurée et ordonnée.

II.4.2.3 La mise en plan

Pour que l'atelier puisse réaliser les pièces, il a besoin de plans en 2D plutôt que d'un dessin tridimensionnel dont la cotation serait assez confuse. SolidWorks possède un module capable de projeter des vues de pièces ou d'ensembles sur un plan. Ensuite on peut faire des coupes et d'autres opérations pour mieux représenter la pièce sur le plan.

La cotation est automatique même si elle n'est pas toujours optimisée pour l'usinage. Un changement sur une cote du plan entraîne la modification automatique de cette dimension sur la pièce d'origine et vice-versa.

II.4.3 Lancement

L'écran principal de SolidWorks (voir figure II.2) se présente de la façon suivante :

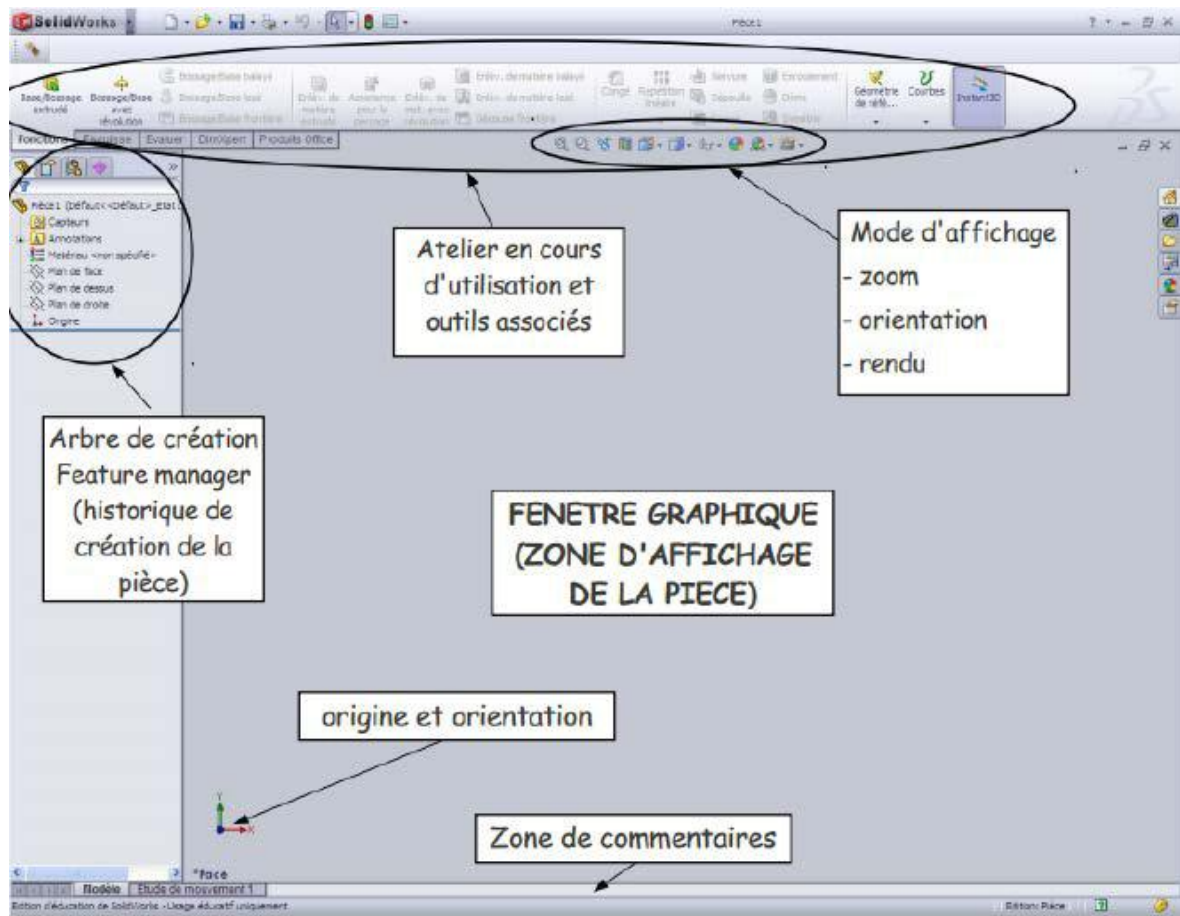


Fig.II.2 Écran principal de SolidWorks

II.4.3.1 Principe général

Le principe général de création d'une pièce volumique dans SolidWorks est de partir d'une esquisse (courbe) tracée en 2D et de lui appliquer une fonction volumique (extrusion, révolution autour d'un axe, balayage, lissage...) (voir figure II.3). D'autres fonctions 3D modifient une géométrie existante (congé, coque, répétition ...).

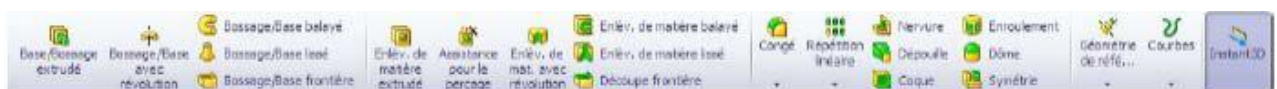


Fig.II.3 Fonctions volumiques de SolidWorks

La mémoire de toutes les opérations effectuées pour définir une pièce est conservée dans l'arbre de création (partie gauche de l'interface) (voir figure II.4).

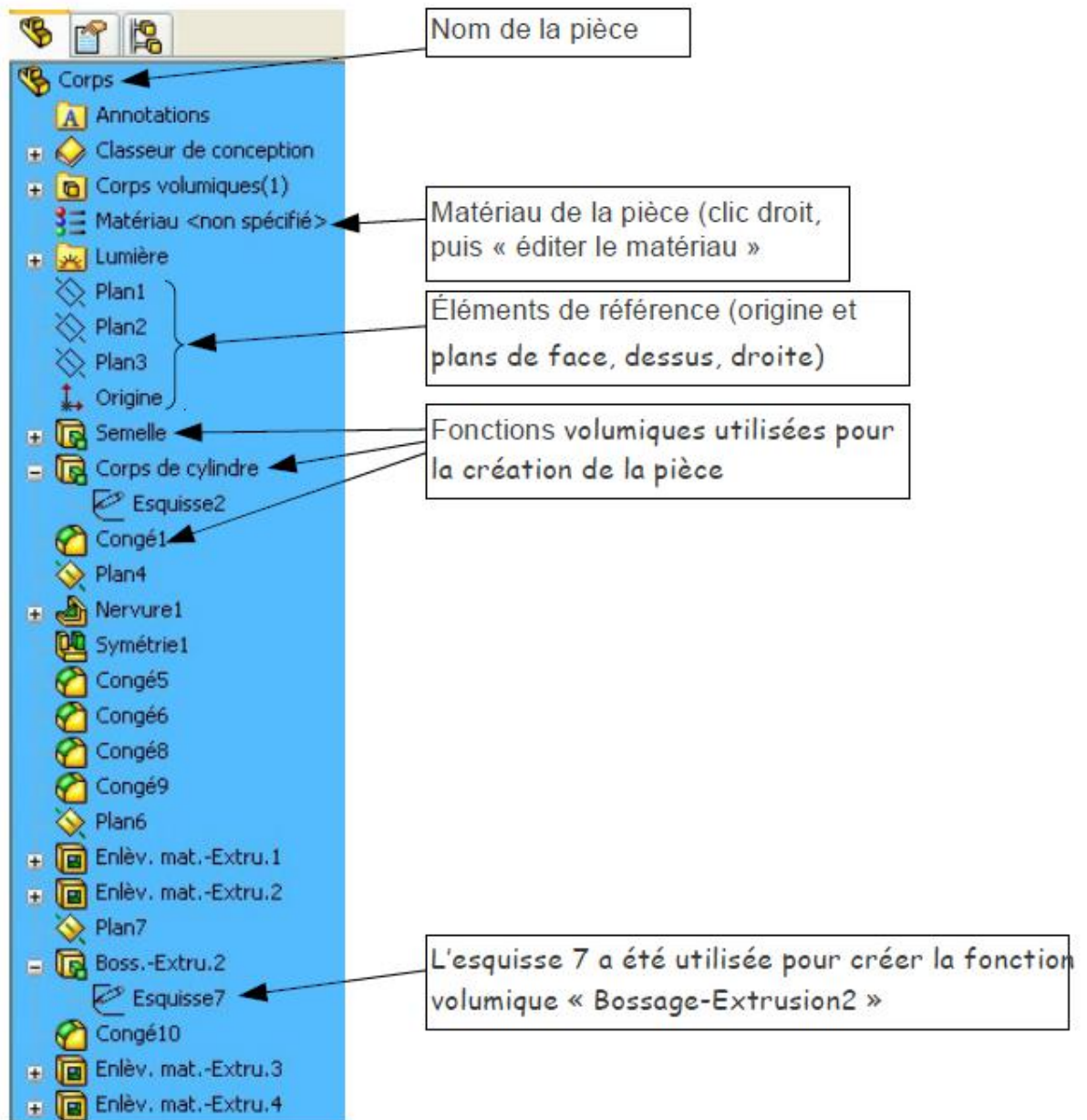


Fig.II.4 Arbre de création des opérations

On peut faire apparaître l'esquisse associée à une fonction en cliquant sur le + à côté du nom de cette fonction. Les différentes fonctions et esquisses peuvent être modifiées, même si de nouvelles fonctions ont été créées ensuite.

La mise à jour se fait automatiquement (nécessite parfois une intervention) sans qu'il soit besoin de redéfinir ces fonctions ultérieures.

II.4.3.2 Créer ou modifier une esquisse

II.4.3.2.1 Choisir le plan dans lequel tracer cette esquisse

Il faut sélectionner ce plan par un clic de souris (voir figure II.5). Ce plan peut-être...

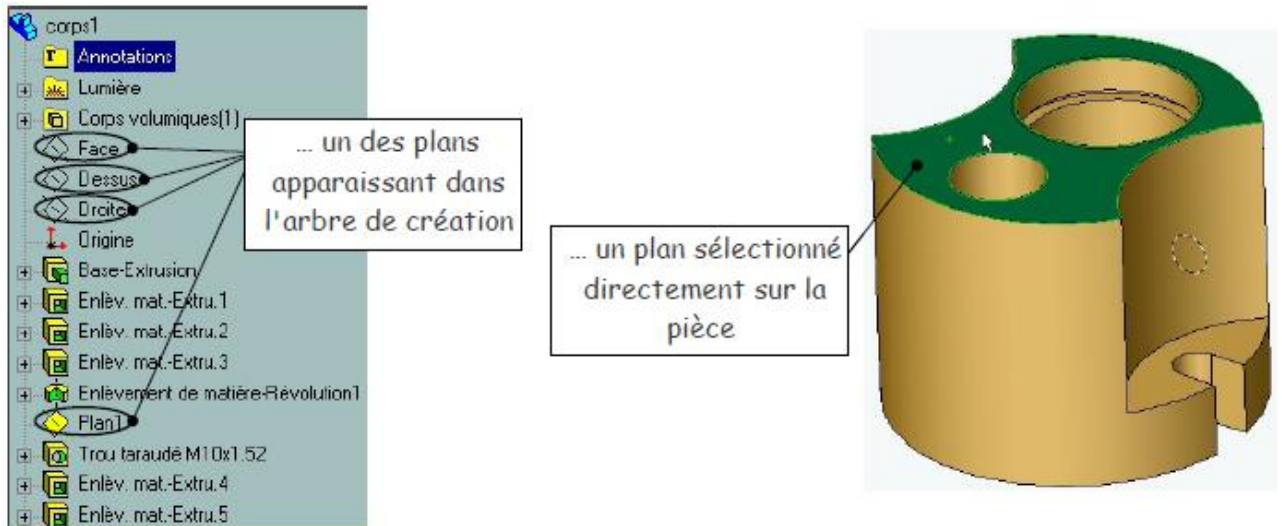



Fig.II.5 Plans d'esquisse

II.4.3.2.2 Ouvrir une esquisse

Cliquer sur l'icône  dans la barre d'outils d'esquisse.

II.4.3.2.3 Tracer l'esquisse

Les tracés se font au moyen des icônes de la barre d'outils d'esquisse (voir figure II.6). Une bulle indiquant la signification de ces icônes apparaît lorsqu'on y laisse le pointeur de la souris (sans cliquer) plus d'une seconde.

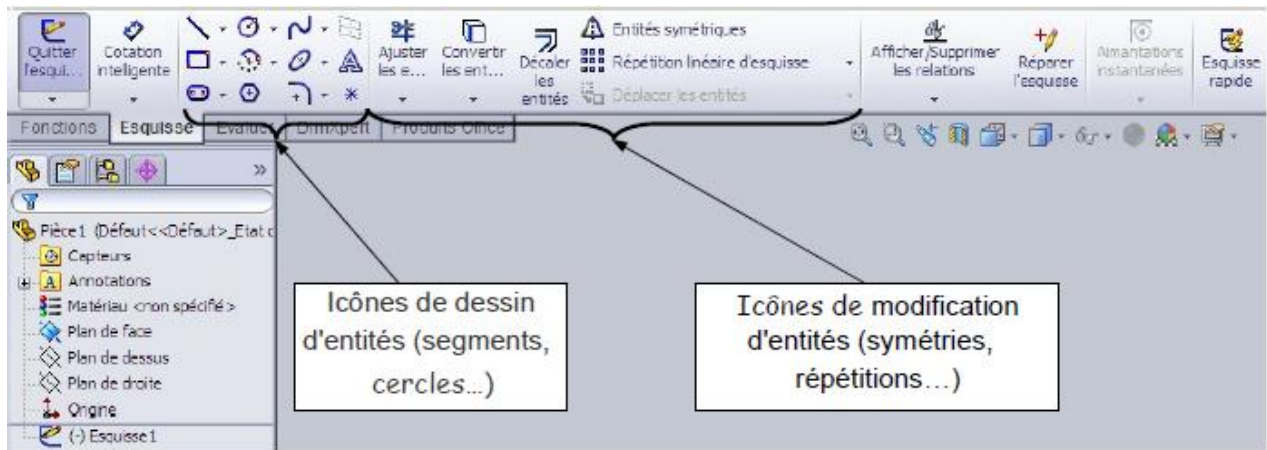







Fig.II.6 Barre d'outils d'esquisse

Lors du tracé des différents éléments composant l'esquisse, SolidWorks prend en compte automatiquement des contraintes géométriques implicites (horizontalité de segments, coïncidence de points...). Ces contraintes apparaissent dans l'esquisse sous forme de symboles  placés à côté des éléments concernés. Leur signification apparaît quand on positionne la souris au-dessus du symbole.

On peut éditer ces contraintes en utilisant l'icône  (barre d'outils d'esquisse) ou en sélectionnant un élément contraint de l'esquisse.

II.4.3.2.4 Contraindre l'esquisse

Il est prudent (voire recommandé...) de figer complètement l'esquisse géométriquement. Pour cela il faut utiliser les icônes  (préciser les dimensions ou angles),  (imposer des contraintes géométriques de parallélisme, perpendicularité, tangence, horizontalité....) et  (examiner les contraintes géométriques existantes) (voir figure II.7).

Lorsque le travail est achevé, on arrive à une esquisse "totalement contrainte". Sinon, l'esquisse est soit "sous-contrainte" (pas assez de relations géométriques) soit "sur contrainte" (relations géométriques redondantes).

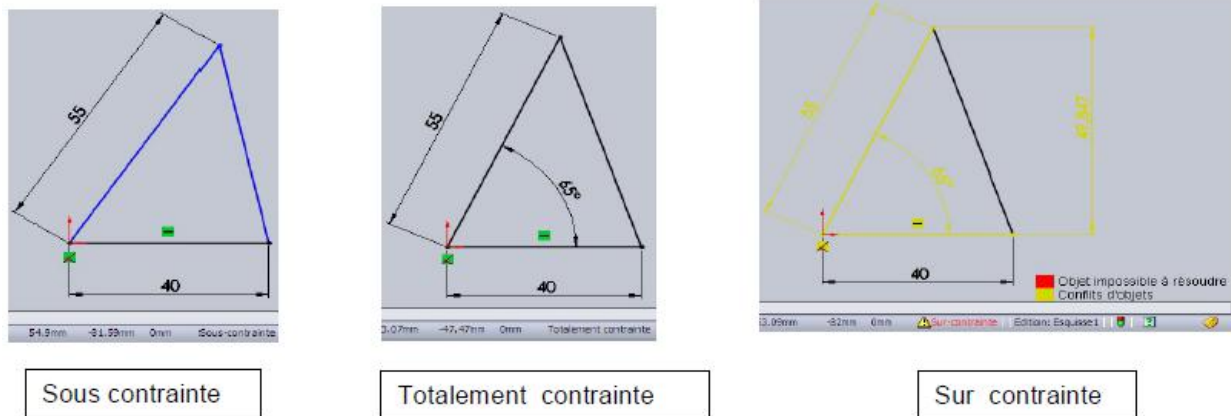


Fig.II.7 Contraintes géométriques existantes

Dans l'esquisse, les entités géométriques apparaissent en bleu si elles sont insuffisamment contraintes, en noir si elles sont totalement contraintes et en rouge ou orange si elles sont sur contraintes.

II.4.3.2.5 Modifier une esquisse

Il suffit pour cela de sélectionner (bouton droit de la souris) l'esquisse en question dans l'arbre de création, puis de choisir "Éditer l'esquisse" (voir figure II.8).

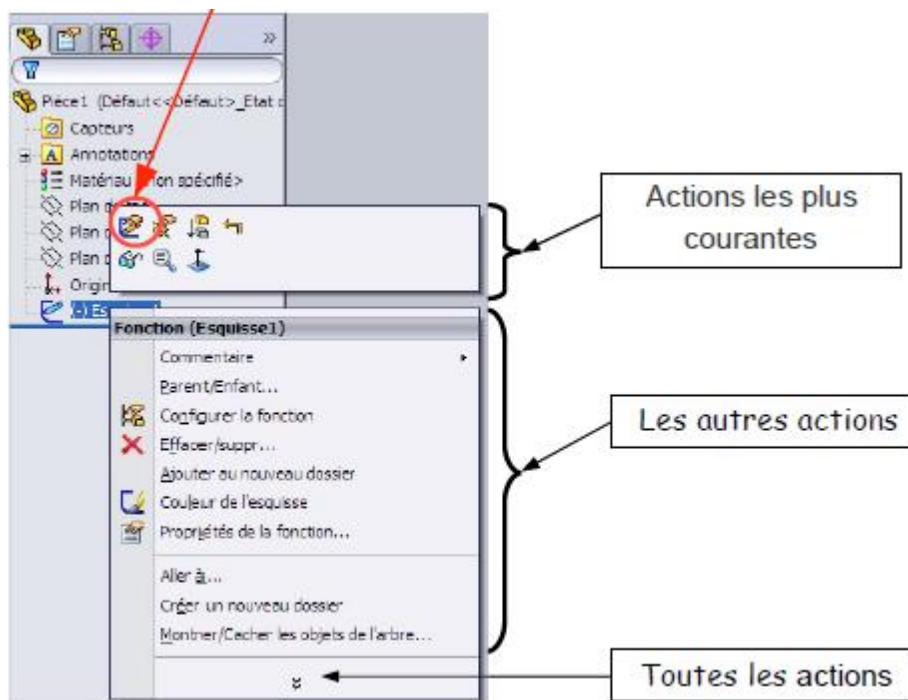


Fig.II.8 Éditer d'esquisse

II.4.3.2.6 Créer un volume par extrusion

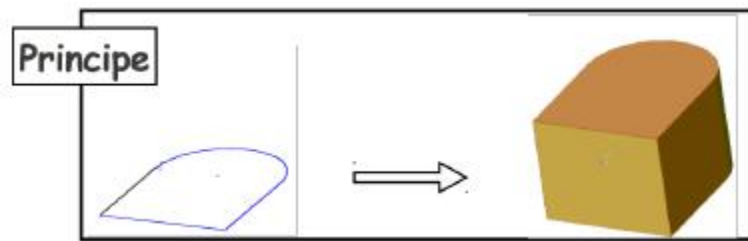



Fig.II.9 Création un volume par extrusion

À la fin de la création d'une esquisse, ou après avoir sélectionné une esquisse dans l'arbre de création, cliquer sur l'icône  (voir figure II.9 et figure II.10).

Boss.-Extru.

✓ ✗ ⚙

De: Plan d'esquisse

Direction 1

Borgne

10.00mm

Depouiller vers l'extérieur

Direction 2

Borgne

Fonction mince

Une direction

T1 10.00mm

Fermetures d'extrémités

Contours sélectionnés

0


Annotations:

- Zone de départ de l'extrusion
- Condition de fin:
 - Plan d'esquisse
 - Surface/Face/Plan
 - Sommet
 - Décalage
- Borgne:
 - Jusqu'à un sommet
 - Jusqu'à la surface
 - Translaté par rapport à la surface
 - Jusqu'au corps
 - Plan milieu
- Changer le sens de l'extrusion
- Définir la direction de l'extrusion (par défaut, perpendiculaire au plan d'esquisse)
- Définir la profondeur de l'extrusion (fig 1)
- Préciser un angle de dépouille α (fig. 2)
- Extruder également de l'autre côté du plan de l'esquisse (fig 3)
- Extruder uniquement une peau d'épaisseur donnée (fig. 4)

Figures:

- fig 1 - : Extrusion simple d'une épaisseur D1.
- fig 2 - : Extrusion avec un angle de dépouille α .
- fig 3 - : Extrusion bidirectionnelle avec épaisseur D1 et D2.
- fig 4 - : Extrusion mince avec épaisseur T1.

Fig.II.10 Création un volume par extrusion

De même, il est possible de retirer de la matière à une pièce par extrusion : il faut alors choisir l'icône . Les différentes options proposées sont analogues (voir figure II.10).

II.4.3.2.7 Créer un volume par révolution

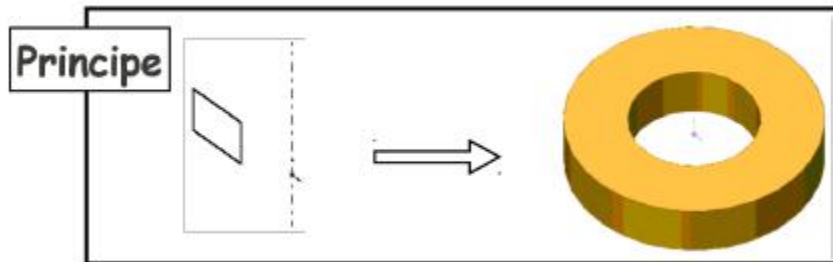



Fig.II.11 Création un volume par révolution

la fin de la création d'une esquisse, ou après avoir sélectionné une esquisse dans l'arbre de création, cliquer sur l'icône  (voir figure II.11).

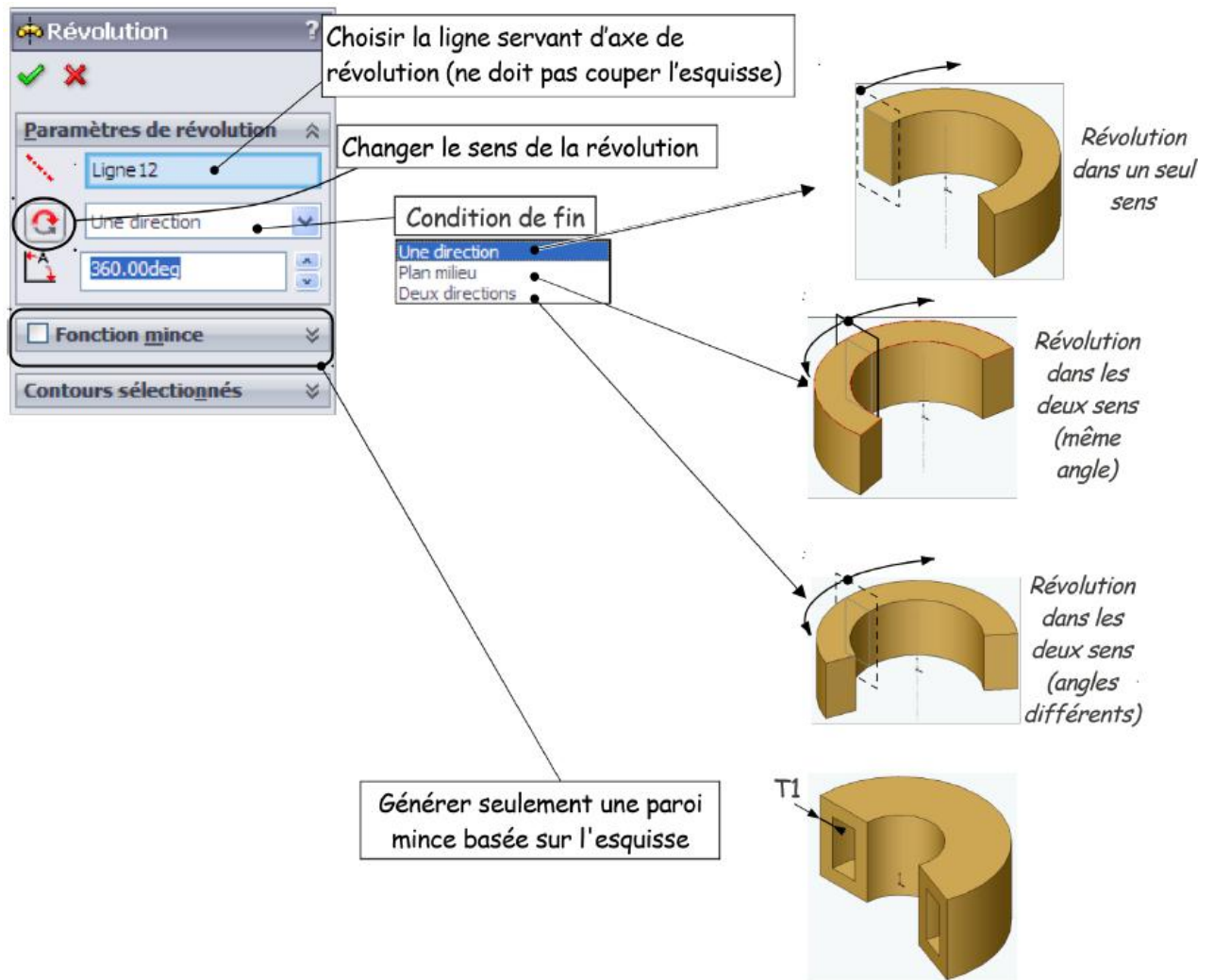



Fig.II.12 Paramètres de révolution

De même, il est possible de retirer de la matière à une pièce par révolution : il faut alors choisir l'icône  (voir figure II.12) . Les différentes options proposées sont analogues.

Chapitre III

Modélisation des pièces de la machine vibratoire

III.1 Introduction

Le but de notre travail est de faire la rétro conception de la machine vibratoire avec quatre une chambre en forme circulaire. À cet effet ce chapitre sera consacré à la conception des différentes pièces de cette machine avant de passer à l'assemblage de ces dernières dans le prochain chapitre.

La conception mécanique de ces pièces se fera par des outils informatiques de CAO dans ce cas nous utilisons SolidWorks 2017. Cédons les étapes de modélisation de chaque pièce (au moins 5 pièces détaillées vues le nombre important de pièces).

Avant de passer à la rétro conception de ces pièces, on va d'abord présenter un rappel sur la modélisation géométrique d'une façon générale.

III.2 Modélisation géométrique

III.2.1 Définition

Il existe trois types de modélisation 3D : filaire, surfacique et volumique. Ces modélisations permettent une représentation « réelle » des objets. Elles apportent une aide très précieuse quand la complexité des formes et/ou des représentations de ces formes devient trop importante pour la méthode classique du dessin technique utilisée en 2D.

Une des contradictions importantes que doivent résoudre les modélisations tridimensionnelles est la nécessité d'une représentation, le plus réel possible, des objets et la nécessité d'un temps de réponse le plus réduit possible (pour l'affichage à l'écran).

Une solution est de faire varier la modélisation et/ou la représentation utilisée en fonction du stade d'avancement des travaux où elle intervient. Par exemple, dans un même logiciel, « couplage » des modélisations filaire et surfacique ou surfacique et volumique, ou « couplage » de différentes représentations : traits ou images (ombrées, colorées).

III.2.2 Avantages

Le 3D permet souvent de diminuer (ou d'éviter) l'étape coûteuse (et fastidieuse) de la maquette. Ceci grâce aux caractéristiques suivantes :

- Les visualisations possibles.
- L'ouverture du modèle.

III.2.3 Inconvénients

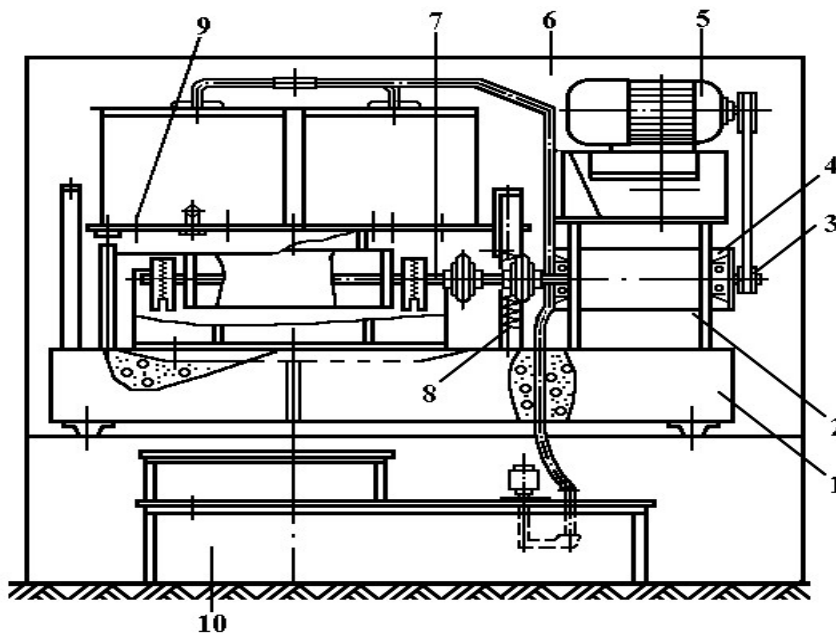
Les inconvénients ne sont pas absents, surtout en ce qui concerne :

- Les coûts.
- Les temps.
- Les applications.

III.3 Modélisation de la machine vibratoire

III.3.1 Équipement technologique

La machine vibratoire 4X10 (voir la figure III.1).



a) Vue générale de la machine vibratoire



b) Chambre de travail

Fig.III.1 Machine vibratoire 4x10

L'équipement vibratoire 4x10 selon la figure 1. La machine a une base 9, c'est un fer soudé en forme U, sur la base est assemblée une structure carrée métallique 8 pour la fixation du moteur électrique 5, et le support intermédiaire 7 avec l'arbre 6 transmettant la rotation du moteur électrique par deux accouplements élastiques 4 à l'arbre vibrateur 3, fixé sous la table vibrante 1.

La table vibrante est installée sur quatre ressorts fixés à vis, sur laquelle et en même temps sont fixés les chambres de travail 2 leurs volumes est de 1 à 10 dm³. La présentation du système liquide se compose d'une pompe, des tuyaux et de réservoir 10.

III.3.2 Le choix de l'équipement est fait à base de plusieurs avantages

1. La simplicité de conception de l'équipement,
2. La facilité d'utilisation,
3. L'universalité qui est reflétée par son utilisation dans les laboratoires de recherche ainsi que dans les entreprises industrielles,
4. Le nombre des chambres de travail ; 04 chambres de travail, avec une capacité de 10 dm³,
5. La possibilité de réaliser plusieurs études expérimentelles avec différentes compositions de MMFV

6. Le temps des expériences sera réduit le maximum possible.
7. Le traitement de plusieurs matériaux de pièces,
8. La possibilité d'utiliser différentes solutions/composés dans les quatre chambres à la fois,
9. La possibilité de partager la chambre de travail en compartiments avec des parois en polyuréthane.

Toutes ces avantages donnent une place importante à la machine vibratoire 4x10 par rapport aux autres machines de la même catégorie, telles que les machines vibratoires 2x50 en forme tub ou circulaires de 10 Litres.

Les expériences étaient réalisées avec le chargement libre des pièces (manuellement) dans les chambres de travail. Le volume du chargement des consommables (MMFV, solutions) et les pièces à traiter faisaient 80 % du volume de la chambre de travail, toutes les expériences ont été réalisées avec des solutions en continu.

III.3.3 Les caractéristiques techniques de la machine vibratoire 4X10

Désignation	Unités de mesure	Machine 4x10
Volume de la chambre de travail	dm ³	10
Nombre des chambres de travail	Unité	4
Dispositif d'entraînement	-	Poids excentrique
Disposition du vibreur	-	Horizontal
Puissance du moteur	Kw	1,1
Amplitude de vibration	mm	0,5-2,5
Fréquence d'oscillation	Hz	16, 26, 33, 40
Gabarits	m	1,3×0,95×1,37
Masse	Kg	820
Volume du bac décanteur	dm ³	200

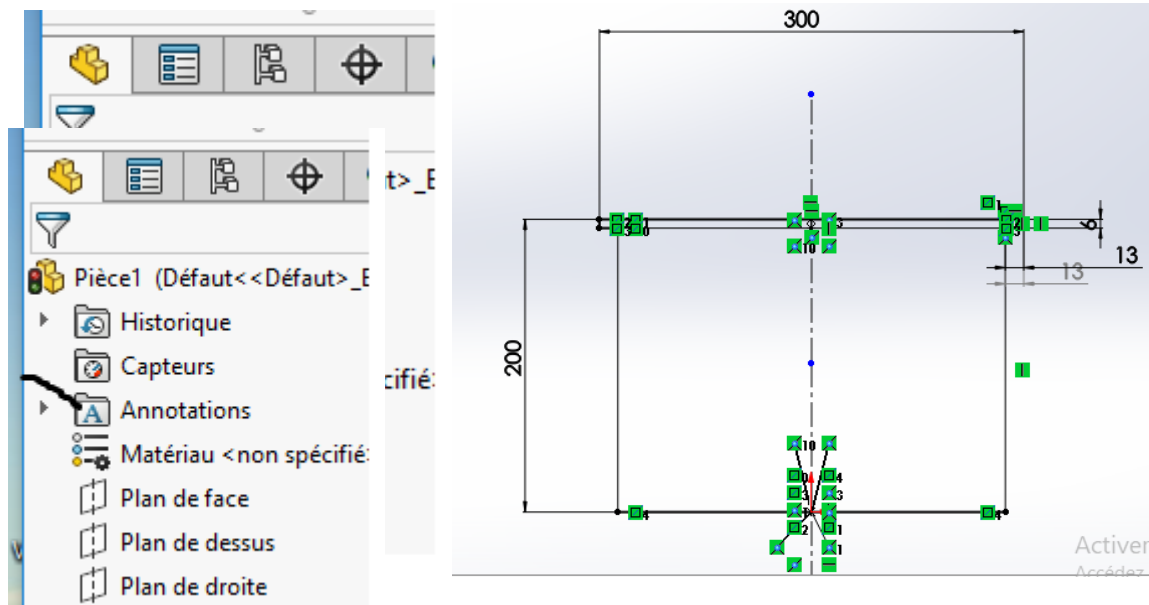
III.4 Modélisation des pièces de la machine vibratoire




La modélisation des pièces se réalise en plusieurs étapes, suivant les composants de la machine vibratoire

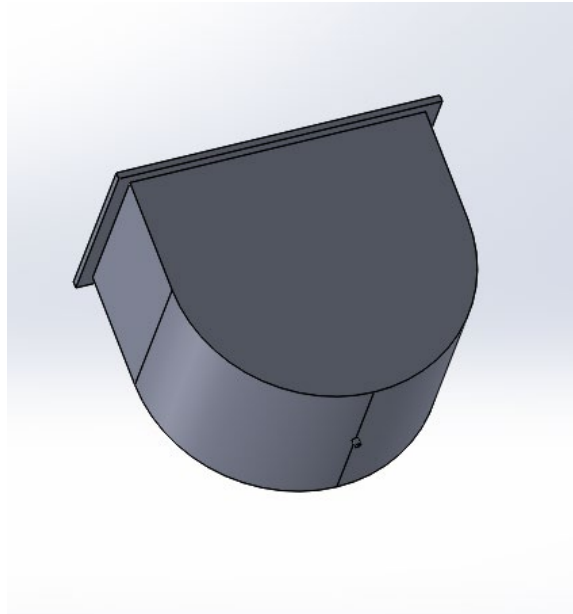
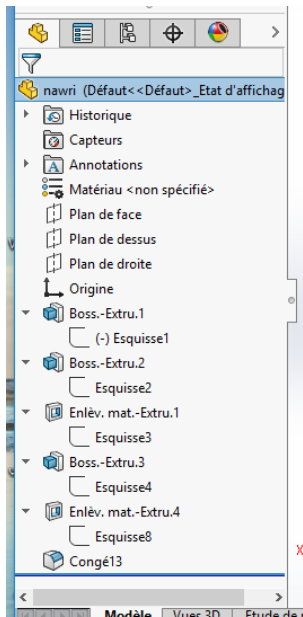
III.4.1 Modélisation de la chambre de travail

Etape N° 1 Démarrer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Sélectionner le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la



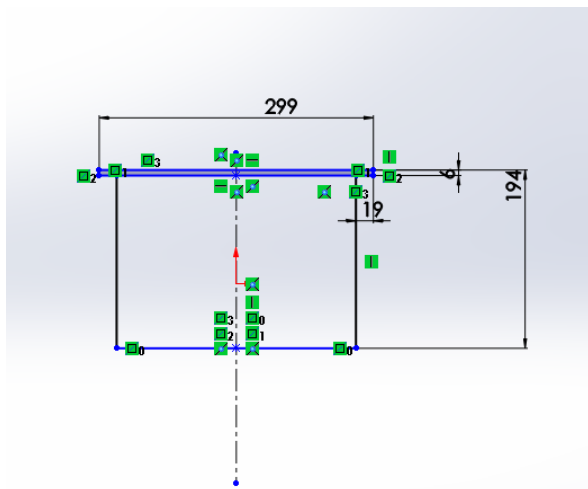
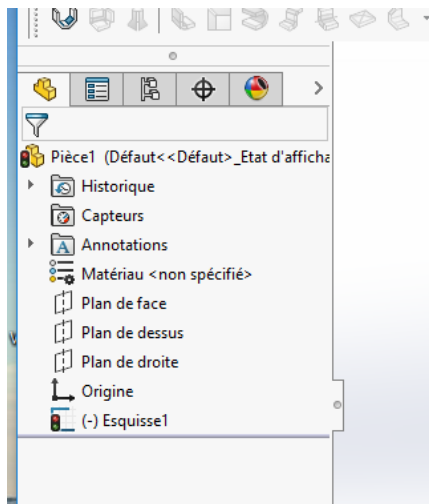
Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions, il faut alors choisir l'icône  enlève de la matière sur un modèle volumique extrudant un profil esquissé dans une ou plusieurs directions et l'icône  congé.





III.4.2 Modélisation de la couverture de chambre


Etape N° 1 Démarrer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.

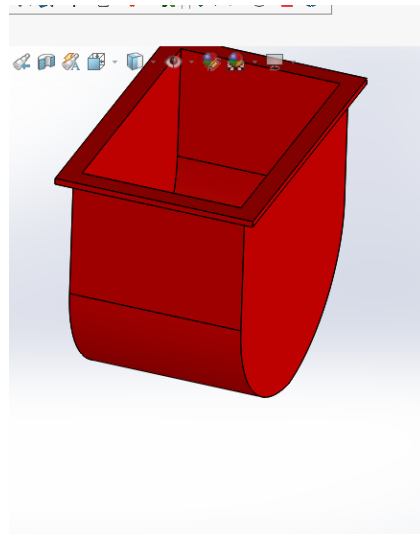
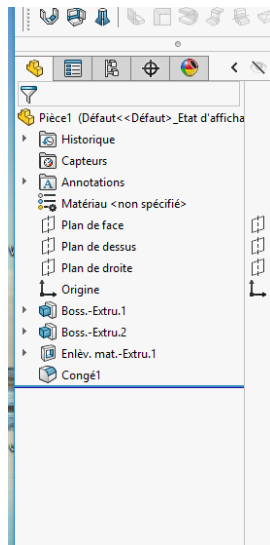
Etape N° 2 Sélectionner le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre



Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions, il faut alors

choisir l'icône  enlève de la matière sur un modèle volumique extrudant un profil

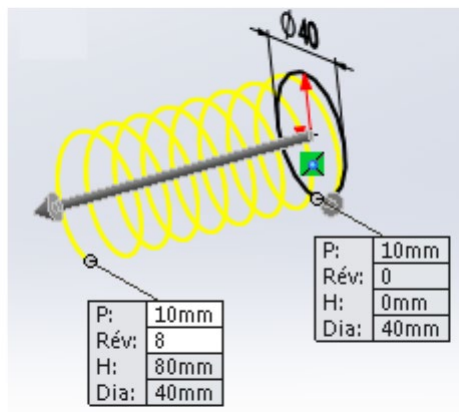
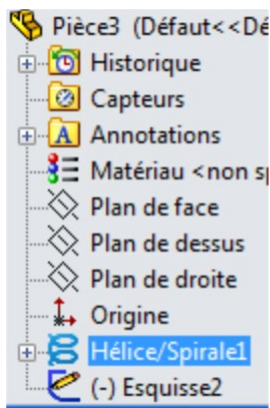
esquissé dans une ou plusieurs directions et l'icône  congé.





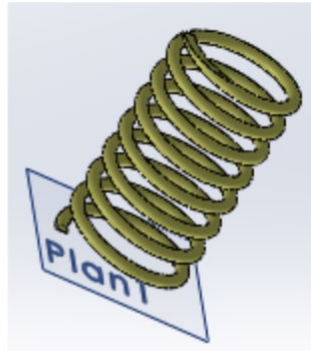
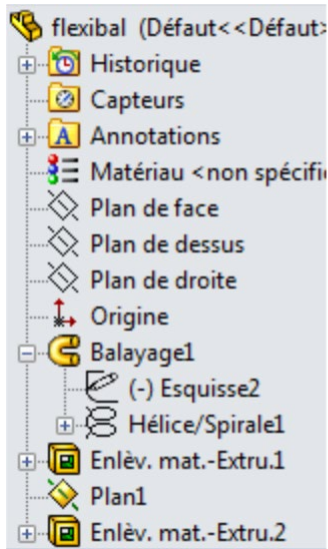
III.4.3 Modélisation de l'élément flexible

Etape N° 1 Commencer SolidWorks et défaire une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Choisir le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la cotant.



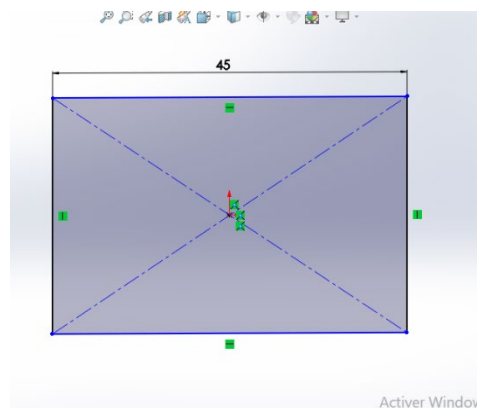
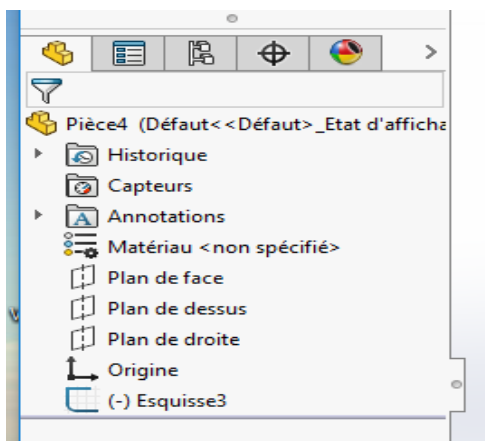
Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Hélice et Spirale, il faut alors choisir l'icône  Créée une fonction volumique en balayant un profil fermé le long d'une trajectoire ouverte ou fermée.



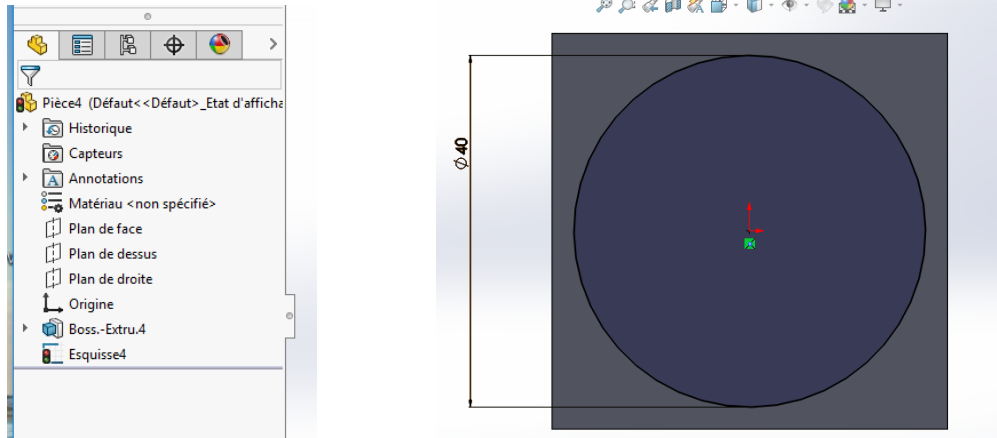
III.4.4 Modélisation de l'élément de fixation de la chambre


Etape N° 1 Commencer SolidWorks et défaire une nouvelle pièce.

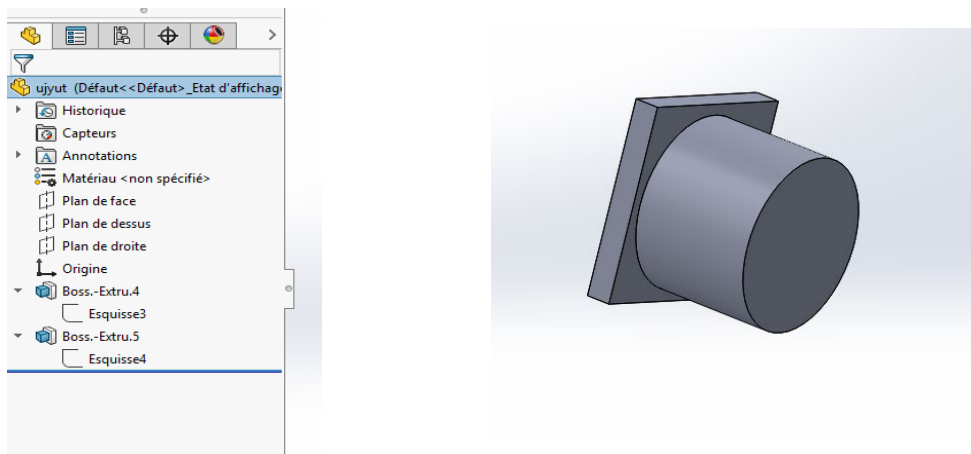
Etape N° 2 Choisir le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la cotant.



Etape N°3 Sélectionner le plan de dessus, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la cotant




Etape N°4 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions

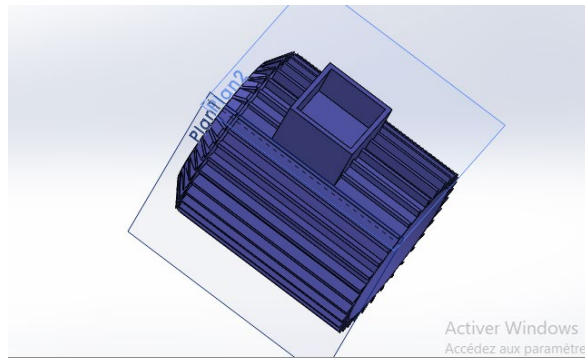
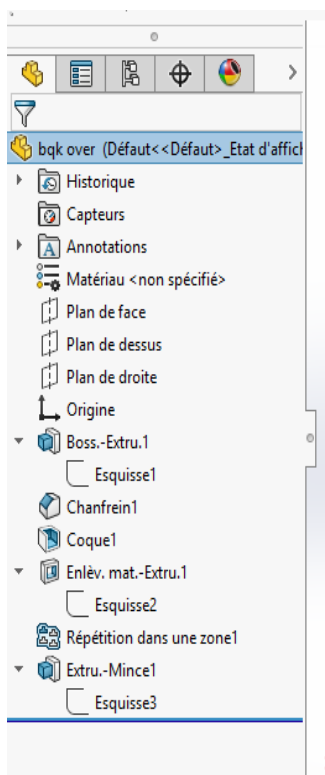


III.4.5 Modélisation de vibrateur

Etape N° 1 Commencer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Choisir le plan de dessus, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la cotant.



Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions et cliquer sur icône chanfrein et icône coque.

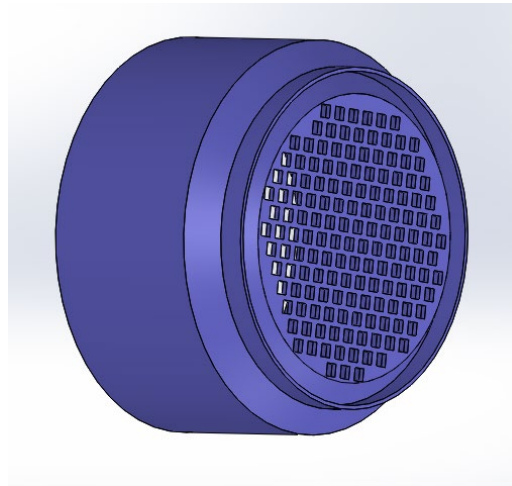
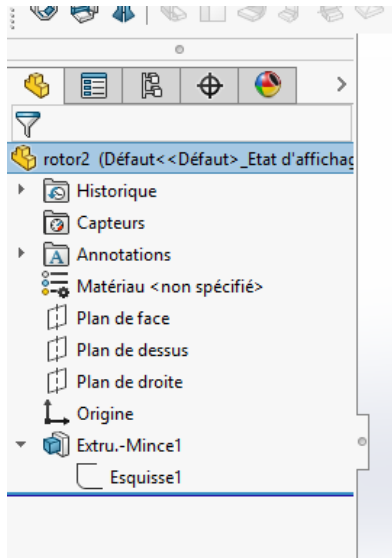


III.4.6 Modélisation de cage vibrateur

Etape N° 1 Commencer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Choisir le plan de dessus, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la


cotant et cliquer sur icône chanfrein et icône coque il faut alors choisir l'icône  enlève de la matière sur un modèle volumique extrudant un profil esquissé dans une ou plusieurs directions et  répétition circulaire.

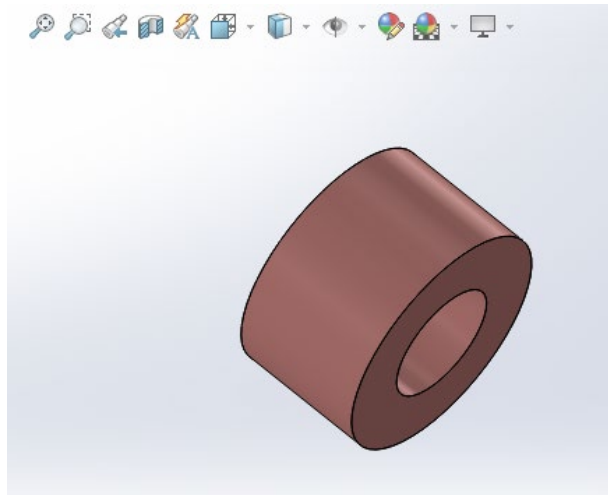
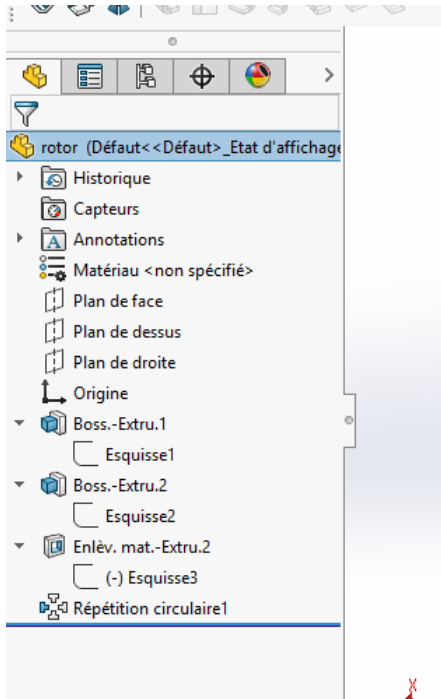


III.4.7 Modélisation de la pièce rotative

Etape N° 1 Commencer SolidWorks et défaire une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Choisir le plan de dessus, créer une esquisse dessiner la forme.




Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions.

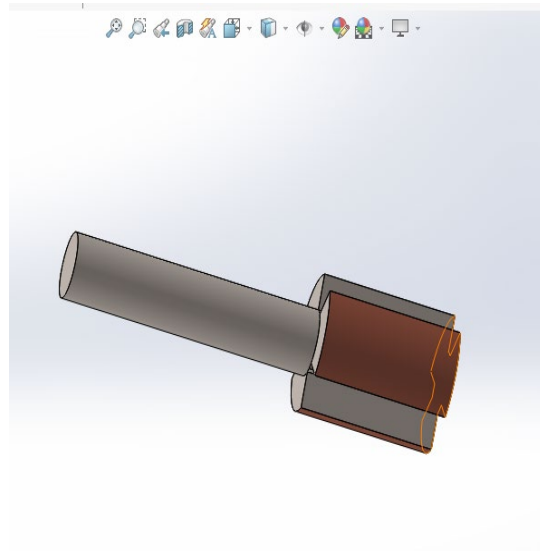
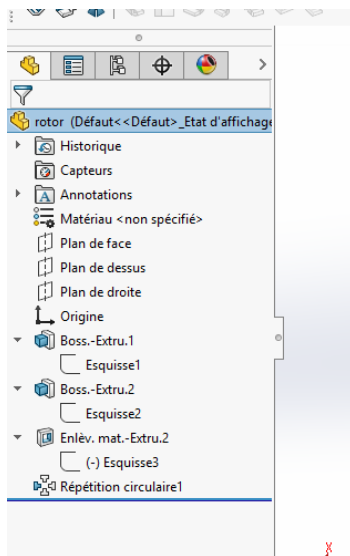


III.4.8 Modélisation de rotor de vibrateur

Etape N° 1 Commencer SolidWorks et défaire une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Choisir le plan de dessus, créer une esquisse dessiner la forme

Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions, il faut alors choisir l'icône  enlève de la matière sur un modèle volumique extrudant un profil esquissé dans une ou plusieurs directions et  répétition circulaire.

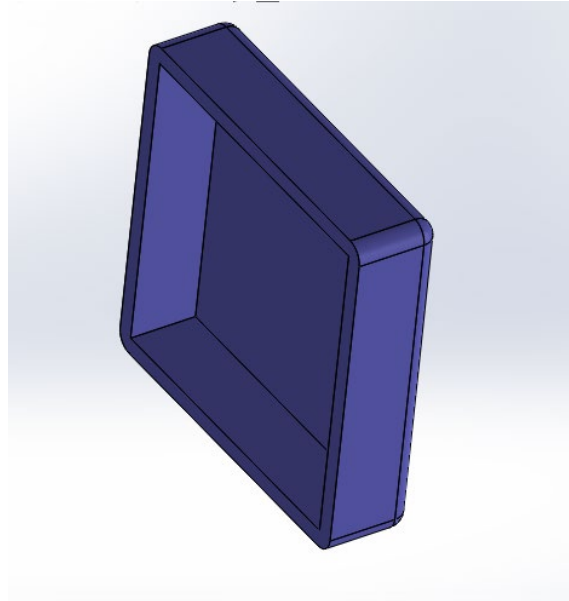
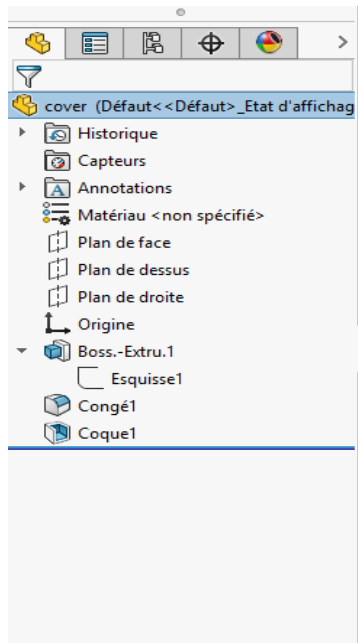


III.4.9 Modélisation de (bak over) vibrateur

Etape N° 1 Commencer SolidWorks et défaire une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Choisir le plan de dessus, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la


cotant et l'icône  congé et l'icône coque




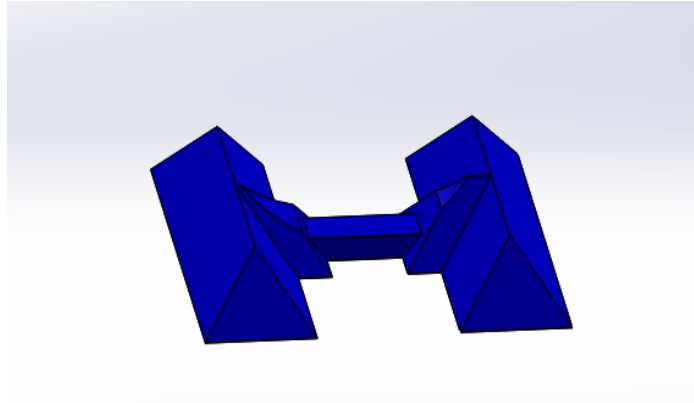
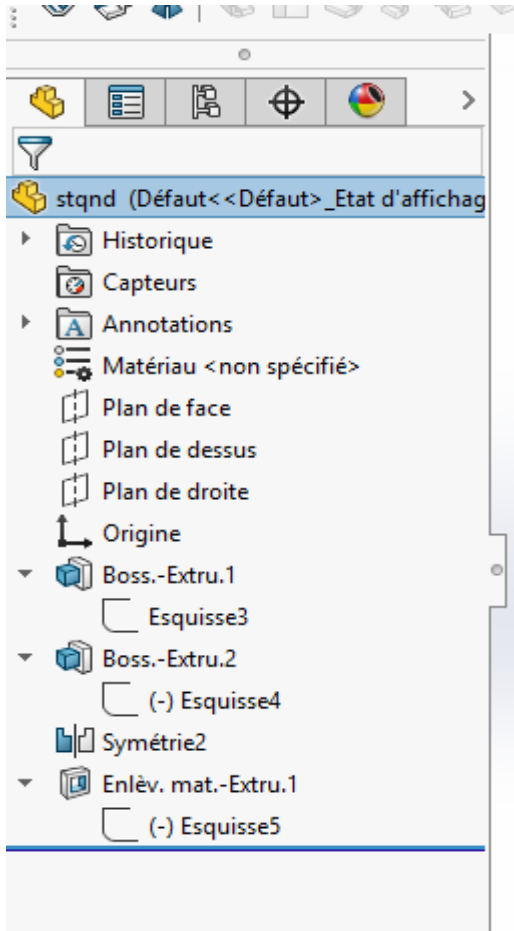
III.4.10 Modélisation de table vibrateur (stand)

Etape N° 1 Commencer SolidWorks et défaire une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Choisir le plan de dessus, créer une esquisse dessiner la forme

Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions et l'icône symétrie, il faut

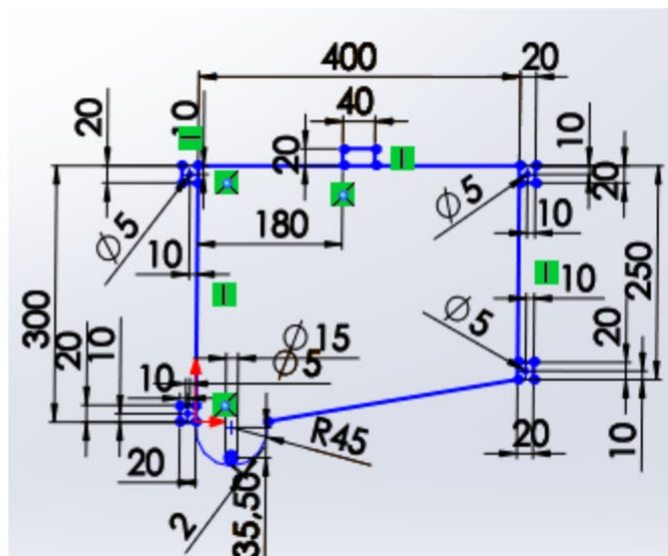
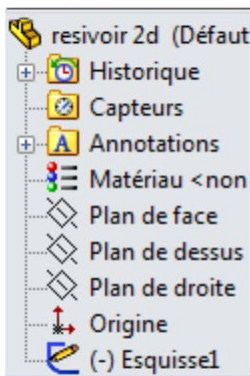
alors choisir l'icône  enlève de la matière sur un modèle volumique extrudant un profil esquissé dans une ou plusieurs directions.



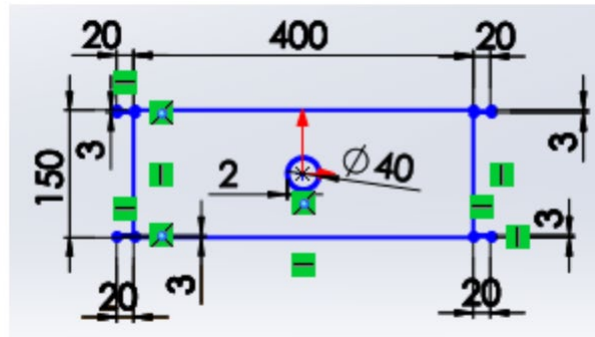
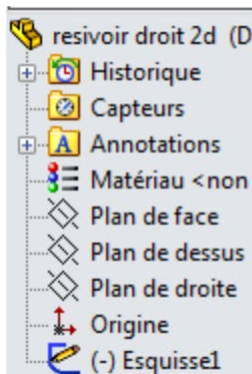
III.4.11 Modélisation de réservoir



Etape N° 1 Démarrer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.

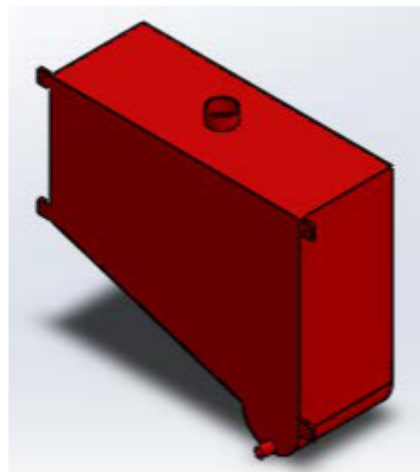
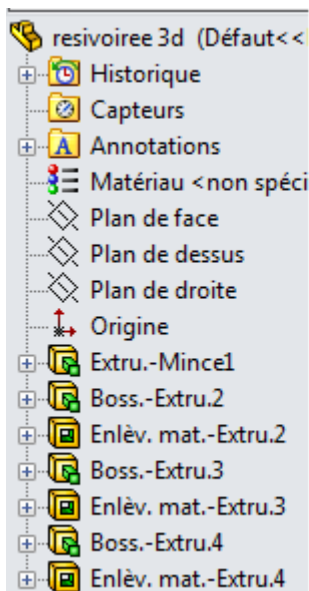
Etape N° 2 Choisir le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la cotant.



Etape N°3 Sélectionner le plan de dessus, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la cotant.





Etape N° 4 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions, il faut alors choisir l'icône  enlève de la matière sur un modèle volumique extrudant un profil esquissé dans une ou plusieurs directions.

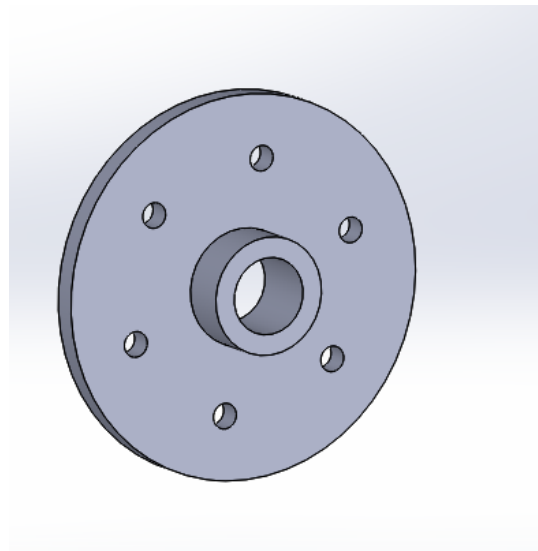
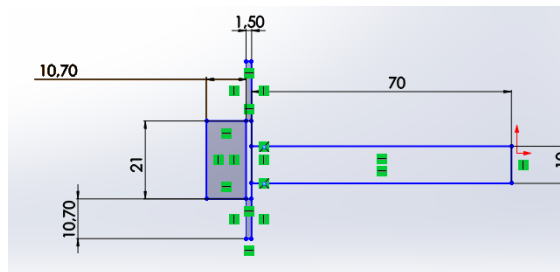
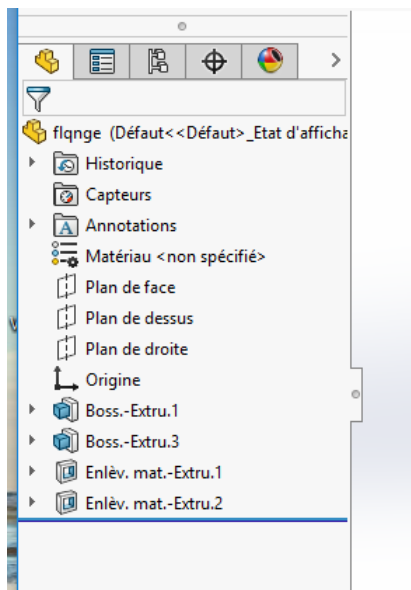


III.4.12 Modélisation d'accouplement flexible

Etape N° 1 Démarrer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce

Etape N° 2 Choisir le plan de dessus, créer une esquisse dessiner la forme

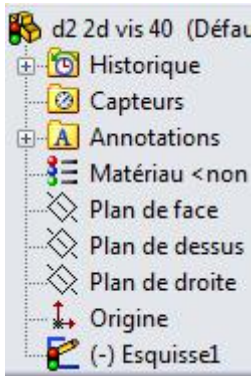
Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions, il faut alors choisir l'icône  enlève de la matière sur un modèle volumique extrudant un profil esquissé dans une ou plusieurs directions





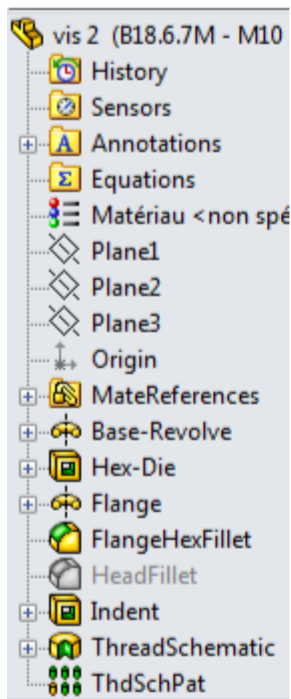
III.4.13 Modélisation de la vise de fixation

Etape N° 1 Commencer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Choisir le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la cotant.



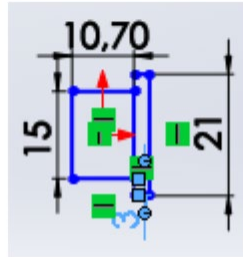
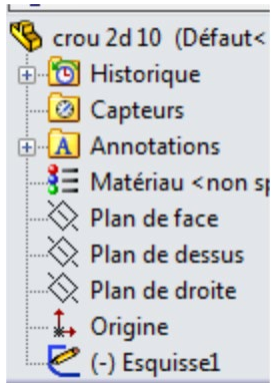
Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions, il faut alors choisir l'icône  bossage avec révolution.





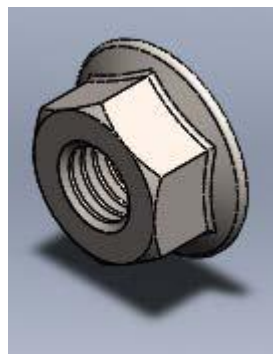
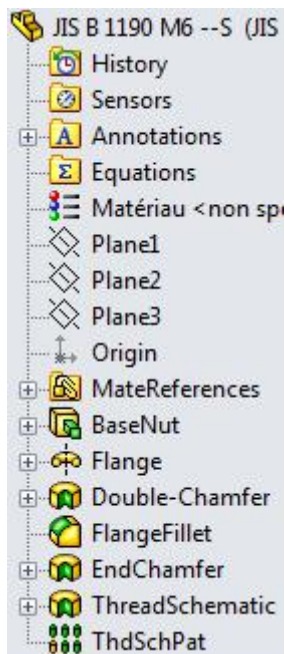
III.4.14 Modélisation de l'écrous de fixation cage de l'élément flexible

Etape N° 1 Commencer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Choisir le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la cotant.





Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer une fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions, il faut alors choisir l'icône  Hélice et Spirale.

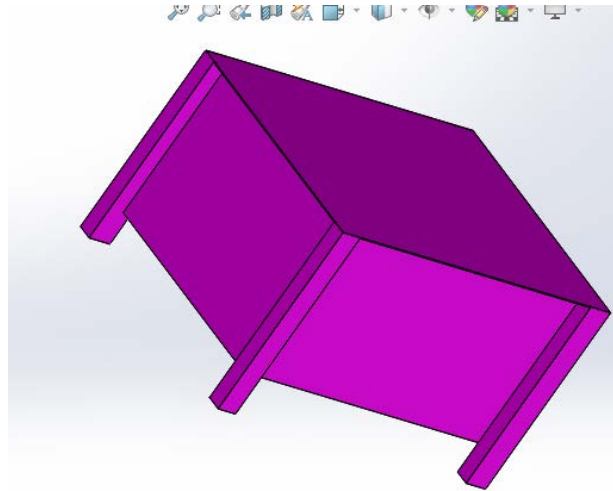
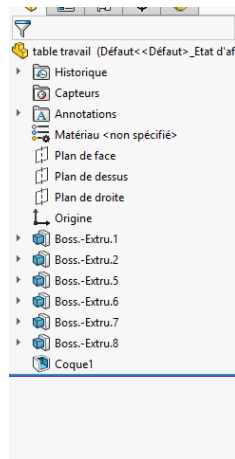


III.4.15 Modélisation de la table du travail

Etape N° 1 Démarrer SolidWorks et ouvrir une nouvelle pièce.

Etape N° 2 Sélectionner le plan de face, créer une esquisse et dessiner la forme ci-contre en la cotant.

Etape N° 3 Cliquer sur l'icône  Créer un fonction volumique en extrudant une esquisse ou les contours d'esquisse sélectionnés dans une ou deux directions , il faut alors choisir l'icône  coque .



III.5 Conclusion

Dans ce chapitre nous avons modélisé les importantes pièces de la machine vibratoire, pour le reste des pièces nous donnons juste les modèles finals après avoir consulté de divers moyens d'informations référentielles et de métrologie, qui nous ont permis d'avoir les dimensions de ces pièces. Par la même occasion nous avons défini la modélisation finale de cette machine, ainsi que la maîtrise de l'outil de CAO SolidWorks 2017.

Chapitre IV

Assemblage des pièces de la machine vibratoire à 4 chambre

IV.1 Introduction

Après avoir conçu toutes les pièces de la machine vibratoire avec une chambre linéaire dont l'illustration a été faite au chapitre III, ce chapitre va être consacré à l'assemblage et regroupement de toutes les pièces par le logiciel SolidWorks 2017 selon deux méthodes : par les contraintes standards et le complément SolidWorks Motion.

IV.2 Assemblage

IV.2.1 Assemblage avec les contraintes

Les contraintes sont des fonctions qui donnent une relation géométrique (coïncidence, tangence, coaxiale...etc.) Entre deux pièces.



IV.2.2 Les étapes d'assemblage

On ouvre l'outil SolidWorks nouveau assemblage.

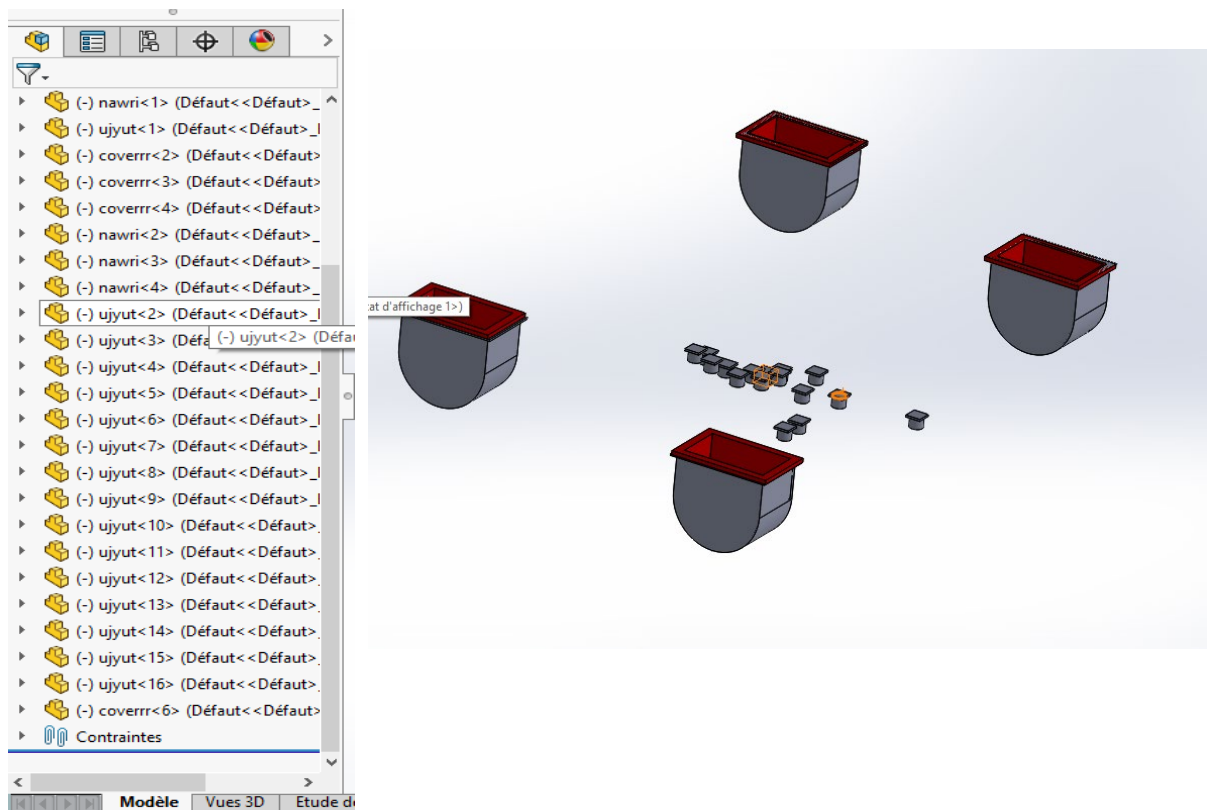
Dans l'assemblage des pièces de la machine vibratoire avec une forme circulaire, nous remarquons deux fonctions séparées : la première c'est la transformation du mouvement de rotation des charges excentriques transmises du moteur électrique en un mouvement de rotation de la chambre de travail qui permet d'avancer l'assemble de la chambre dans le sens formé en spirale, et la deuxième est la charge et la décharge de l'ensemble de la chambre de travail. Donc on a deux assemblages dont les mouvements sont indépendants l'un de l'autre avant d'aboutir à l'assemblage final.

IV.2.3 Premier assemblage

Dans cet assemblage nous avons quatre sous assemblages :

IV.2.3.1 Sous assemblage 1

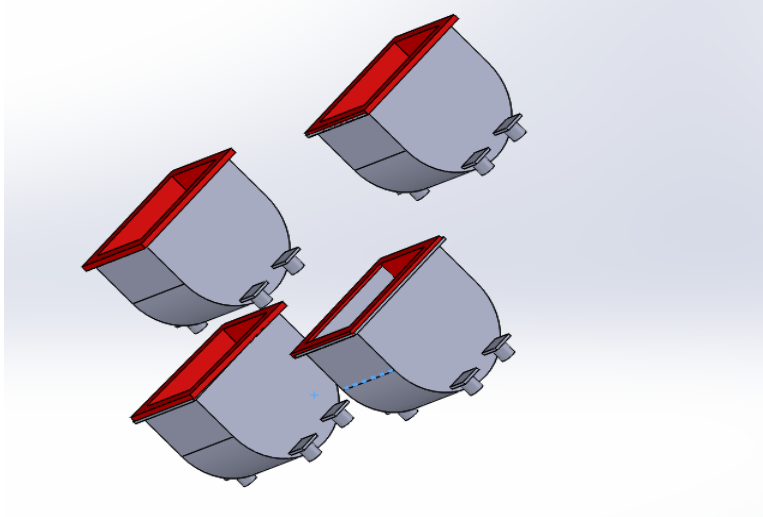
La chambre de travail + La couverture + La pièce de fixation de la chambre P1+P2+P3



Étape N° 1 nous donne la possibilité de finalisé le premier assemblage de la machine vibratoire

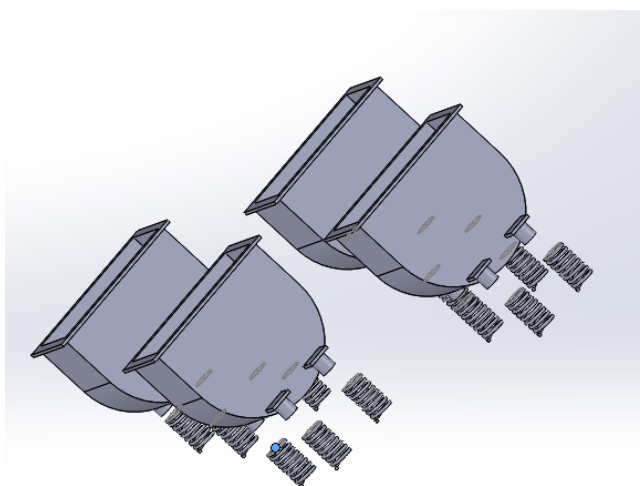
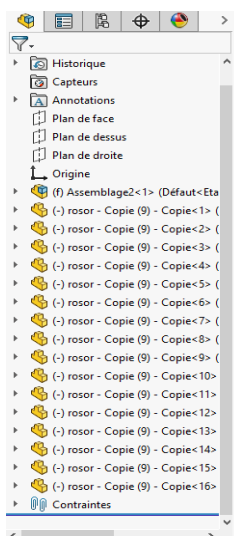
Étape N° 2

L'image finale de l'assemblage la chambre de travail + la couverture + la pièce de fixation de la chambre



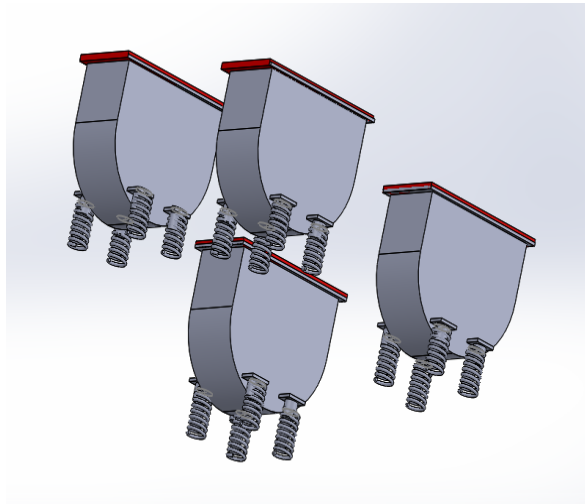
IV.2.4 Sous assemblage 2

Assemblage 1 + éléments flexibles



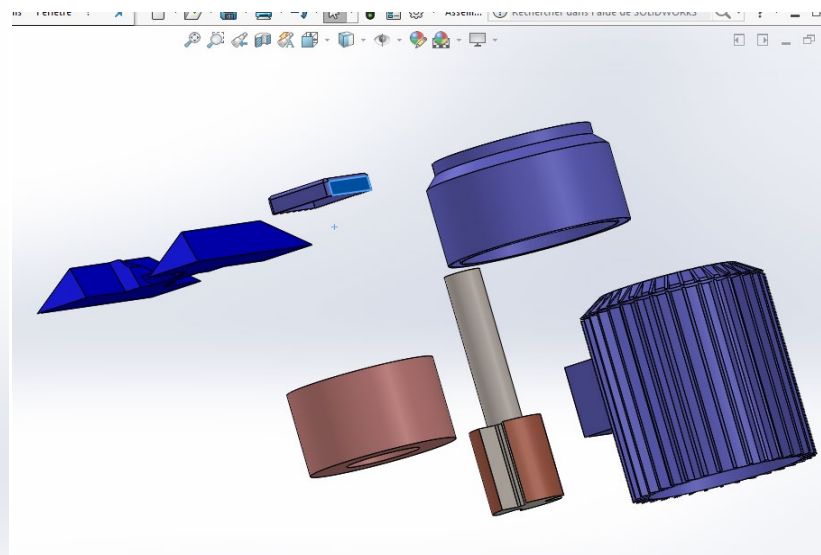
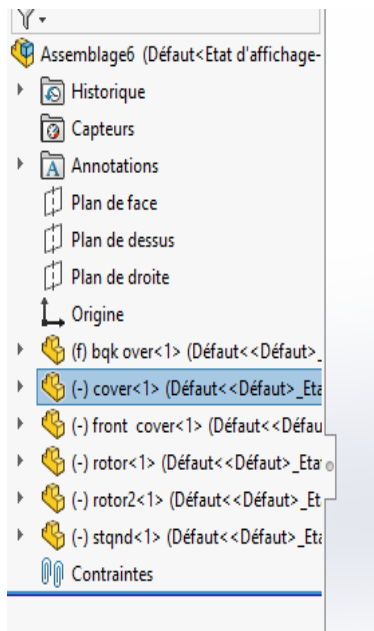
Étape N°2

Après l'assemblage de tous les éléments suivants, nous recevons la pièce ci-dessous



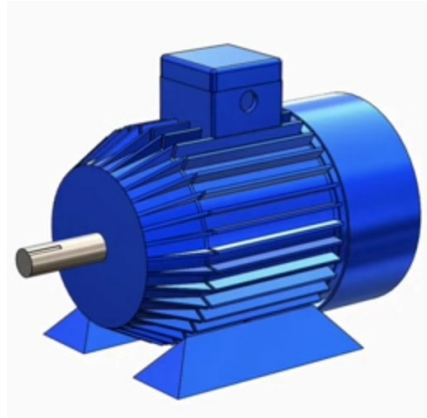
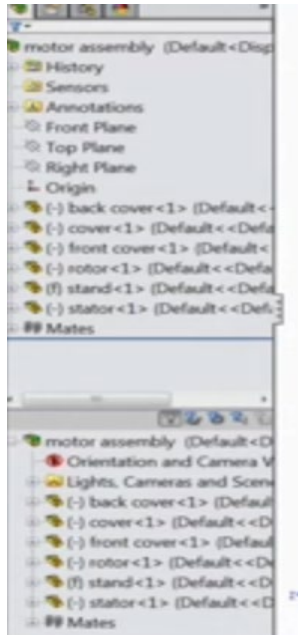
IV.2.5 Sous assemblage 3

Le vibreur + cage vibreur



Étape N°1

Voilà l'assemblage final de tous les éléments

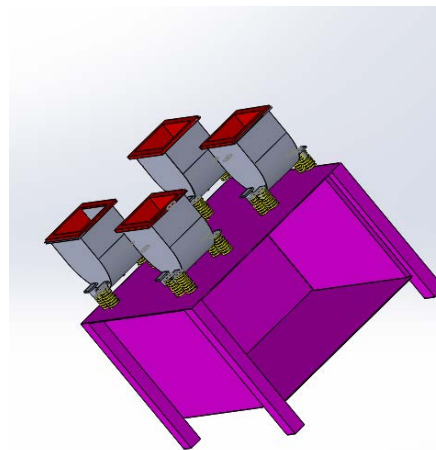
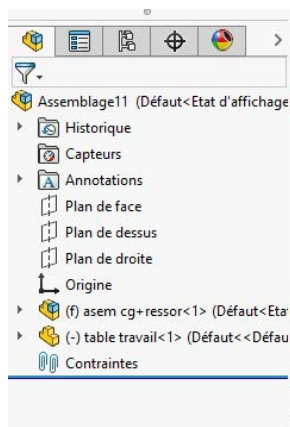
**Sous assemblage final**

Etape 1 :

Assemblage 1 + assemblage 2+ assemblage 3 + motor

Etape 2 :

La machine vibratoire avec 4 chambre de travail est réalisé

**IV.3 Conclusion**

Dans ce chapitre nous avons fait l'assemblage des pièces de la machine vibratoire créés dans le chapitre précédent par deux méthodes : la première par des contraintes standards et la deuxième par le complément de SolidWorks qui est SolidWorks Motion, où nous avons essayé de le faire mais sans résultats, ces méthodes nous permettent de montrer les différents mouvements des assemblages (rotation et translation).

IV.5 Conclusion générale

Le but de ce travail n'était pas seulement la rétro-conception de la machine vibratoire avec une chambre en forme circulaire, mais aussi la simulation et l'analyse assistée par ordinateur de l'une de ses pièces avec un logiciel de CAO. Pour aboutir à cet objectif une série d'étape a été effectuée.

- Tout d'abord une généralité sur la conception et ses types. Nous avons ensuite défini la conception assistée par ordinateur en expliquant l'intérêt de la CAO dans la production et ses applications dans la production en mécanique.

- La deuxième étape a été la mesure des différentes pièces de la chambre vibratoire par les moyens de métrologie disponibles ainsi que la modélisation de chaque pièce. Par la même occasion nous avons défini la modélisation ; ainsi que l'outil de CAO avec lequel on a travaillé qui est SolidWorks 2017, en donnant ses caractéristiques et son fonctionnement.

- Après la modélisation de toutes les pièces, l'assemblage de ces dernières pour composer la machine vibratoire a été fait en utilisant la méthode, par contraintes pour présenter et visualiser l'ensemble de notre machine vibratoire permettant de montrer les différents mouvements des assemblages (rotation et translation).

Enfin une analyse et vérification des contraintes et des déplacements (ressort lié avec l'actionneur pneumatique et qui doit supporter la charge complète de l'ensemble se trouvant dans la chambre de travail) ont été réalisées par le complément SolidWorks.

L'assistance du logiciel "SolidWorks" nous a beaucoup aidé dans notre travail vis-à-vis de la précision de la conception des pièces et leur assemblage leur simulation virtuelle.

Ce travail ayant été réalisé par le logiciel de CAO SolidWorks, on peut proposer comme perspective qu'il soit réalisé par un autre logiciel de CAO tel que CATIA par exemple pour faire une comparaison.

Références

- [1] Amara, 2002] H. AMARA, « Contribution à la génération de gammes d'usinage : intégration de l'homme et approche multi-agent », Thèse de doctorat, Ecole Centrale de Nantes, Université de Nantes, 2002.
- [2] Anotaipaboon et al, 2006] W. ANOTAIPAIBOON, S. MAKHANOV and E.L.J. BOHEZ, “Optimal setup for five-axis machining”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture* 46: 964–977, 2006.
- [3] Anselmetti et al, 1995] B. ANSELMETTI, A. CHEP and P. MOGNOL, “Decision-Based Approach : Application To The Automatic Design Of Process Planning”, *International Journal of Production Planning & Control*, Taylor & Francis publishers, London, vol 6, n°4, pp. 345-351, 1995.
- [4] Anselmetti et Bourdet, 1993] B. ANSELMETTI and P. BOURDET, “Optimization of a workpiece considering production requirements”, *Computers in Industry*, 21 (1993)
- [5] Anselmetti et Hassen, 2005] B. ANSELMETTI and H. LOUATI, “Generation of manufacturing tolerancing with ISO standards”, *International Journal of Machine Tools & Manufacture*, 45 (2005) 1124–1131.
- [6] David A. Davidson, Mass finishing processes, *Metal Finishing*, Volume 98, Issue 1, January 2000, 108, 110, 112, 114, 116-118, 120-122 pp.
- [7] Menel D., Choice of a tribofinishing abrasive, *Surfaces*, N 245, 1994, 22-24 pp.
- [8] David A. Davidson, Mass finishing processes, *Metal Finishing*, Volume 105, Issue 10, 2007, 72-83 pp.
- [9] Tony van Gendta, Dan O'Connora, Process control and automated mass finishing solutions, *Metal Finishing*, Vol. 98, Issue 7, 2000, 12–16 pp.
- [10] Lubenskiy L.M., Egorov I.V., Volkov I.V., History of origin vibratory machine, East Ukraine Volodymyr Dahl National University, 2011, 312-320 pp.
- [11] Lanets AS high-performance interresonance vibrating machines with electromagnetic drive: monograph. - Lviv Polytechnic National University, Ukraine, 2008. 30 pp.
- [12] Newton W., *The London Journal of Arts, Sciences and Manufactures, and Repertory of Patent Inventions* - London, 1849. - Vol. XXXIV.
- [13] Zaitsev A. M., Ensuring reliable operation of aircraft engine parts, Moscow, transport, 1971, 196 pp.
- [14] Laidlaw John, Improvement in Kilns for Drying Grain and other Material, GB Patent № 5389, 1897.
- [15] Lejeune Pierre, Patent Improved Apparatus for Sorting or Separating Pulverulent or Granular Substances, more particularly applicable for Extracting: Gold from Auriferous Earth and like, French, 1898.
- [16] James Johnson, Improvements in Sand Blast Machines, US Patent № 190925134, 1909.
- [17] William Vincent Hobkirk, Improvements in and relating to Covers or Guards for Mixing and like Machines, US Patent №191503207,1915.
- [18] Gates Philetus, Vibrator, US Patent № 1486486,1919.
- [19] Whitworth Stanley, Vibro-exciter, US Patent №1629427 A, 1927.
- [20] Gyrotory washer, Machine without rigid kinematic connection, US Patent № 2222777, 1939.
- [21] Gérard Linke, Vorrichtung zum Waschen von Erz u. dgl, DE Patent № 698845, 1940.
- [22] Povidaylo V.A., Vibratory machines in mechanical engineering and instrument making: abstracts of All Union Scientific Conference, Lviv, Ukraine 1973, 242-244 pp.
- [23] Bykhov I. I., Some measurement issues in the study of vibration and shock-vibration machines, Russian patent, LDNTP, 1959.

- [24] Burstein I.E., Babichev A.P., Kartyshov B.N. et al., Volume vibration treatment, Moscow, Engineering, 1970, 96 pp.
- [25] Kartyshov N.I., Shainskiy M.E. Shainskiy Processing parts vibrating loose abrasives in containers, high School, 1975, 188 pp.
- [26] Brant William, corporation Lord Chénical, Apparatus for precision finishing of parts and objects by controlled vibration, US Patent No. 2997813, 1961.
- [27] Kamar et al, 2001 T.R. KRAMER, H. HUANG, E. MESSINA, F.M. PROCTOR and H. SCOTT, « A feature-based inspection and machining system », Computer-Aided Design, 33-653-669, 2001.
- [28] Kumar et al, 2000 A. S. KUMAR, J.Y.H. FUH and T.S. KOW, « An automated design and assembly of interference-free modular fixture setup », Computer-Aided Design, 32, 583-596, 2000.
- [29] Kusiak et Huang, 1996 A. KUSIAK and C-C. HUANG, “Development of Modular Products”, IEEE Transactions on Components, Packaging and Manufacturing Technology, Part A, Vol. 19, No.4, pp. 523-538, 1996.
- [30] Kusiak et Larson, 1995 A. KUSIAK and N. LARSON, “Decomposition and Representation Methods in Mechanical Design”, ASME Transaction, Special 50th Anniversary Design Issue, Vol. 117, pp.17-24, 1995.
- [31] Kyoung-Gee et al, 2006 A. KYOUNG-GEE, M. BYUNG-KWON, J. ZBIGNIEW and P. PASEK, “Modeling and compensation of geometric errors in simultaneous cutting using a multi-spindle machine tool”, Int. J. Adv. Manufacturing Technology, 29: 929–939, 2006.
- [32] Lee et al, 1996 H.S. LEE, E.F. MORITZ and Y. ITO, “Functional Description of Machine Tools and Its Application to Marketability Analysis”, Journal of Engineering Design, Vol. 7, No. 1, pp. 83-94, 1996.
- [33] Loulwakhraboutli, these, using building information modeling systems (BIM) in construction projets, A été discuté 28/04/2014, Alep.
- [34] Harik, 2007 R.F. HARIK, « Spécifications de fonctions pour un système d’aide à la génération automatique de gamme d’usinage : Application aux pièces aéronautiques de structure, prototype logiciel dans le cadre du projet RNTL USIQUICK », Thèse de doctorat, Université Henri Poincaré Université de Nancy 1, 2007.
- [35] Heisel et Meitzner, 2003] U. HEISEL and M. MEITZNER, “Reconfigurable manufacturing systems,” Academic Journal of Manufacturing Engineering, 1/1: 6–9, 2003.
- [36] Jönsson et al, 2005 A. JÖNSSON, J. WALL and G. BROMAN, “A virtual machine concept for real-time simulation of machine tool dynamics”, International Journal of Machine Tools & Manufacture 45, 795–801, 2005.