

Département de Génie Mécanique

MEMOIRE DE FIN D'ETUDE

En vue de l'obtention du diplôme de :

MASTER

En Génie Mécanique

Option : construction mécanique

Présenté par :

Saoudi nabil , Si abdallah ouahib , Atoui Achwaq

Thème

Conception et réalisation
d'une pompe non conventionnelle

Soutenu le : 30/06/2025

Devant le jury composé de:

NOM et Prénom	Grade	Qualité
SAID Zorgane	Prof	Président
NAFISSA Moussaoui	MCA	Examinatrice
TAHAR Ghabane	MAB	Encadrant
MOHAMED ELAMINE Moussa	MCB	Encadrant
SOUMIA Foudli	MCA	Représentante de l'incubateur

Année Universitaire : 2024 / 2025

N° d'ordre : GM/...../2025

Remerciements

Tout d'abord, nous tenons à remercier « ALLAH » Tout-Puissant de nous avoir donné le courage, la volonté, la force et la patience de finir ce travail.

Ce travail a été accompli sous la supervision de Drs: Tahar Ghadbane et Mohamed elamine Moussa, Nous leurs exprimons notre gratitude et nous les remercions chaleureusement pour leurs aides précieuses et leurs disponibilités et leurs conseils.

Nous tenons également à remercier les membres du jury, pour l'honneur qu'ils nous ont fait, en acceptant d'évaluer notre travail.

Un grand merci à nos familles d'avoir toujours été présentes.

Nous exprimons nos sincères remerciements à nos frères, amis, collègues, enseignants et professeurs qui nous ont soutenus tout au long de notre parcours académique, que ce soit de près ou de loin.

Dédicaces

إلى من كان لهم الفضل - بعد الله تعالى - في الوصول إلى هذه اللحظة،
إلى من غمروني بدعائهم، وساندوني بكلماتهم، ووقفوا إلى جانبي في كل مراحل الطريق...
أتقدّم بخالص الامتنان والعرفان إلى والديّ الكريمين،
على ما قدّماه من دعم متواصل، وتضحيات عظيمة، وحبّ لا يُقَدَّر بثمن.
فبفضل توجيهم، وتشجيعهم، ودعواتهم الصادقة، كان لهذا الإنجاز أن يتحقّق.
إلى أساتذتي الأجلّاء،
أصحاب الفضل بعد الله في تعليمي، وتوسيع مداركي، وغرس حبّ المعرفة في نفسي،
شكرًا لما بذلتم من جهد، وما منحتم من وقت، وما قدّمتم من علم.
إلى زملائي وزميلاتي،
الذين شاركوني المسيرة بكل ما حملته من تحديات وطموحات،
كنتم رفاق درب لا يُنْسَوْنَ.
وإلى كل من كان له بصمة في حياتي الأكاديمية أو الشخصية،
أهدي هذا العمل المتواضع تعبيرًا عن تقديري وامتناني

سي عبد الله وهيب

بسم الله الرحمن الرحيم

والصلاة والسلام على أشرف الأنبياء والمرسلين

الحمد لله حمدا كثيرا وطيبا مباركا فيه مهما كتبت من عبارات لن أجد أصدق من قوله تعالى: >> يرفع الله

>>الذين آمنوا منكم والذين أوتوا العلم درجات

هاقد انطوت صفحة من صفحات الحياة كان فيها الجد والاجتهاد

"أهدي ثمرة جهدي هذا إلى من قال عليهما الله عز وجل.."وقل ربي ارحمهما كما ربياني صغيرا

إلى من تسكن الجنة تحت أقدامها أمي يا من جعلك الله سببا في وجودي ، وسندا في حياتي دعائك كان حصني ورضاك كان يضيء طريقي ، وحبك كان نوري إلى من ارشدتني ورافقتني في كل مشاوير حياتي ومن

علمني معنى الصبر والمثابرة، إليها كل الحب والامتنان، ففضلها لا يُحصى ولا يُكافأ اللهم أحفظها وارزقها العفوى والعافية أمي الحبيبة أسأل الله أن يجازيك عني خير الجزاء وان يجعل هذا العمل في ميزان حسناتك

إلى روح غالية فارقتني وانا لازلت متعلقا بها إلى روح فاجعتني برحيلها، إلى بسمة وضحكة لا تغيب عن البال . بقيت مخلدا في قلبي حتى بعد أن ابعدتنا الأماكن وضحك التراب دمت بنعيم الله حتى نلتقي يا أبي ها أنا أكتب لك من عالم الأحياء ومازالت دعواتي تصلك كل يوم هذا النجاح هو جزء من تعبك أهديه إليك لعله يكون

دعاء آخر يرفع بإسمك إلى السماء رحمك الله ياأبي وجعل الجنة دارك

إلى من وهبني الله نعمة وجودهم في حياتي الى العقد المتين

" أخواتي وأخي وابن عمي "

والى جميع اساتذتنا الكرام لمن لم يتوانوا في مد يد العون لنا ، نهدي لكم ثواب هذا النجاح والتخرج فقد كنتم على الدوام ملهمينا فعلى خطاكم نسير وبعلمكم نفتدي وبكم ينعقد العزم والقوة للخوض في ميادين العلم

والحياه بعد التوكل على الله سبحانه وتعالى فجزاكم الله كل الخير

الى كل اصدقاء داخل الجامعة وخارجها إلى كل من ساعدني في مشواري إلى كل من تلقيت منه النصح

والدعم

إلى نفسي التي قالت انا لها سأنالها وأخيرا ها أنا اليوم أقف على عتبة تخرجي أطف ثمار تعبي وأرفع

قبعتي بكل فخر

وفي الختام أسأل الله تعالى أن يحقق أمانينا جميعا وأن يرزقنا القوة لإكمال هذا الطريق سائرين فيه نحو

أحلامنا و محققين لأهدافنا العالية والسلام عليكم ورحمه الله وبركاته

سعودي نبيل

الحمدُ لله حُبًّا ورضا وامتِنانًا،

الحمدُ لله الذي علَّمني ما لم أكن أعلم، وأعانني حين عجزت،

فله الحمدُ على ما مضى، والحمدُ له على ما هو آتٍ

إلى من كانا السَّبَبَ - بعد الله - في كلِّ خُطوةٍ نجاح،

إلى مَنْ رأيتُ منهما كلَّ جميل،

إلى مَنْ رافقاني بالدعاء: أمِّي وأبي

إلى قوَّتي وبوصلتي في الحياة،

إلى إخوتي، إلى مَنْ كانوا لي ملاذًا وسندًا

إلى كلِّ الأصدقاءِ وزملاءِ الدراسة

إلى كلِّ من ساهمَ وكان له الأثرُ في تكوين عطوي أشواق،

إلى معلِّمي، وأساتذتي، ودكاترتي، كلُّ الشكر والتقدير

...وإلى نفسي

تقديرًا لكلِّ جهد، ولكلِّ خطوة.

عطوي أشواق

Sommaire:

INTRODUCTION GÉNÉRALE:	11
CHAPITRE I:	13
GENERALITES SUR LES POMPES DE DOSAGE.....	13
I.1 INTRODUCTION	2
I.2 LES TYPE DE POMPE DOSAGE.....	2
I.2.1 Pompe de dosage à membrane	2
I.2.2 Micro-pompe à membrane pour le transfert et le dosage simple.....	4
I.2.3 Pompes à cavités progressives (PCP)	4
I.2.4 Pompes doseuses à piston	6
I.2.5 Les pompes péristaltiques	7
CONCLUSION	7
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	8
CHAPITRE II :	9
LES POMPES PERISTALTQUES.....	9
II.1 INTRODUCTION	11
II.2 PRINCIPE ET FONCTIONNEMENT	11
II.3 COMPOSANTS DE LA POMPE PERISTALTIQUE	13
II.4 AVANTAGES DES POMPES PERISTALTQUES	14
II.5 LES INCONVENIENTS DES POMPES PERISTALTQUES	15
II.6 APPLICATIONS DES POMPES PERISTALTQUES	16
II.7 TYPES DE POMPES PERISTALTQUES	19
II.7.1 Pompes à tubes	19
II.7.2 Pompes à tuyau	19
II.7.3 Pompes microfluidiques	19
II.8 CLASSIFICATION DES POMPES PERISTALTQUES SELON LE NOMBRE DE ROULEAUX	20
II.8.1 Pompe péristaltique à deux rouleaux (Two-Roller Pump)	20
II.8.2 Pompe péristaltique à trois galets (Three-Roller Pump)	1

II.8.3 Pompe péristaltique à quatre galets (Four-Roller Pump)	2
II.8.4 Pompe péristaltique à six galets (Six-Roller Pump).....	3
II.8.5 Pompe péristaltique à dix galets (Ten-Roller Pump).....	3
CONCLUSION.....	3
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	4
CHAPITRE III :	6
CONCEPTION ET REALISATION D'UNE POMPE PERISTALTIQUE	6
III.1 INTRODUCTION	7
III.2 CONCEPTION ASSISTEE PAR ORDINATEUR (CAO).....	7
III.2.1 Logiciel utilisé.....	8
III.3 CONCEPTION DES PIECES DU DISPOSITIF DE POMPE PERISTALTIQUE.....	8
III.3.1 Différents composants du système de la pompe péristaltique.....	8
III.4 TABLEAU: ROLES DES PIECES.....	9
III.5 DESSIN DE DEFINITION DES PIECES	32
III.6 ASSEMBLAGE DES COMPOSANTS	48
III.7 ASSEMBLAGE FINAL DE LA POMPE PERISTALTIQUE	49
III.8 PRESENTATION DES ASSEMBLAGES DU SYSTEME DE POMPE PERISTALTIQUE EN 3D SOUS SOLIDWORKS	50
III.9 PRINCIPE DE FONCTIONNEMENT	52
III.9.1 Alimentation électrique	52
III.9.2 Transmission du mouvement	52
III.9.3 Poussée du liquid.....	52
III.9.4 Contrôle du debit.....	52
III.9.5 Avantages de fonctionnement	52
III.9.6 Surveillance et sécurité.....	53
III. 10 REALISATION DU DISPOSITIF DE LA POMPE PERISTALTIQUE	53
III.10.1 Prototypage.....	53
III.10.2 Tests et Validation.....	53
III. 10. 3 Des exemples des pièces en réel	54
III.10.4 Prototype du dispositif de la pompe péristaltique	59

SOMMAIRE, LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

CONCLUSION.....	60
REFERENCE BIBLIOGRAPHIQUE	61
CONCLUSION GENERALE.....	58
CONCLUSION GENERALE ET PERSPECTIVES	59
RÉSUMÉ	61
ملخص.....	61
SUMMARY	61

LISTE DES FIGURES:

Figure 1 pompe dosage magnétique à membrane[3].....	3
Figure 2 Micro-pompe à membrane	4
Figure 3 pompes à cavités progressives	5
Figure 4 Pompes doseuse à piston[7]	6
Figure 5 pompe péristaltique.[10]	7
Figure 6 Pompe péristaltique en mouvement	12
Figure 7 Pompe péristaltique.....	13
Figure 8 Machines de dialyse sanguine [5]	16
Figure 9 Pompe péristaltique à béton [14]	17
Figure 10 Pompe péristaltique pour l'industrie pharmaceutique[15]	18
Figure 11 Mécanisme de fonctionnement d'une pompe péristaltique microfluidiques[8].....	20
Figure 12 Pompe péristaltique cylindrique à deux galets [4]	1
Figure 13 Schéma illustratif d'une pompe péristalt [9].....	1
Figure 14 Pompe péristaltique à trois galets [10].....	2
Figure 15 Pompe péristaltique à quatre galet [12].....	2
Figure 16 Logo SOLIDWORKS [3]	8
Figure 17 Interface d'assemblage.....	48
Figure 18 Interface d'assemblage.....	49
Figure 19 Assemblage (1).....	50
Figure 20 Assemblage (2).....	51
Figure 21 Assemblage (4).....	51
Figure 22 corps de la pompe en réel.....	54
Figure 23 rotor en réel	55
Figure 24 Les roulements à bille	55
Figure 25 Assemblage 1 de Rotor avec les roulements à billes à l'aide d'une vis et d'un écrou en réel.	56
Figure 26 Assemblage 2 du rotor avec roulements à billes, vis, écrou et tuyau réel dans le corps de la pompe	56
Figure 27Assemblage 2+Assemblage 3(motor)	57
Figure 28 Vue détaillée de l'assemblage mécanique et électronique de la pompe péristaltique.....	57

SOMMAIRE, LISTE DES FIGURES ET DES TABLEAUX

Figure 29 Système de commande électronique de la pompe..... 58
Figure 30 Intégration du système de commande à la pompe 58
Figure 31 rototype de l'assemblage du dispositif de la pompe péristaltique..... 59
Figure 32 Dispositif de réglage de la vitesse et mise en marche/arrêt 60

LISTE DES TABLEAUX:

Table 1 Rôles des pieces29

INTRODUCTION GÉNÉRALE

Introduction générale

Dans les procédés industriels modernes, la précision dans le dosage des fluides est devenue un enjeu crucial pour garantir la qualité des produits et la maîtrise des coûts. Que ce soit dans les domaines de la chimie, de l'agroalimentaire, de la pharmacie ou du traitement de l'eau, le pompage de précision est indispensable. C'est dans ce cadre que les pompes de dosage prennent toute leur importance, en permettant l'injection contrôlée de quantités très précises de fluides, souvent à des débits faibles mais constants.

Parmi les nombreuses technologies de pompage utilisées pour le dosage, les pompes péristaltiques se distinguent par leur simplicité de conception, leur capacité à préserver l'intégrité du fluide et leur aptitude à fonctionner sans contact entre le fluide et les composants mécaniques internes. Ces caractéristiques en font une solution idéale pour des applications exigeant hygiène, fiabilité et souplesse.

Ce travail s'inscrit dans une démarche de conception et de réalisation d'une pompe non conventionnelle, s'inspirant du principe du péristaltisme, dans le but de développer un système de pompage innovant et adaptable. L'objectif principal est de concevoir une pompe de dosage fonctionnelle, basée sur le mécanisme péristaltique, tout en intégrant des critères d'efficacité, de robustesse, de facilité d'entretien, et de compatibilité avec différents types de fluides.

À travers cette étude, nous visons à :

- ✓ Analyser les principes fondamentaux des pompes de dosage et les comparer avec les systèmes classiques ;
- ✓ Étudier en profondeur le fonctionnement des pompes péristaltiques ;
- ✓ Concevoir et fabriquer un prototype de pompe non conventionnelle ;
- ✓ Évaluer les performances du système réalisé dans des conditions réelles d'utilisation.

Le mémoire est structuré de manière à offrir une progression logique : une première partie sera consacrée aux généralités sur les pompes de dosage, suivie d'un chapitre sur les pompes péristaltiques. Nous aborderons ensuite la conception mécanique et fonctionnelle de notre système, avant de présenter les résultats expérimentaux issus de notre prototype.

CHAPITRE I:
Généralités sur Les pompes de dosage

I.1 Introduction

Les pompes doseuses sont des dispositifs permettant d'injecter avec précision des quantités spécifiques de liquides dans divers procédés industriels. Elles sont largement utilisées dans des domaines tels que le traitement de l'eau, l'industrie chimique, pharmaceutique, agroalimentaire et agricole. Leur principal atout réside dans leur grande fiabilité et leur capacité à fonctionner avec constance, ce qui contribue à améliorer la qualité des produits et à garantir la sécurité des installations.

Grâce à leur fonctionnement simple, elles trouvent leur place dans de nombreuses applications, en réduisant les erreurs humaines et en assurant un dosage uniforme. De plus, elles protègent les utilisateurs contre le contact direct avec des substances dangereuses, renforçant ainsi la sécurité au travail [1].

I.2 Les type de pompe dosage

Il existe différents constructions des pompes de dosage en fonction des domaines d'utilisation et de la nature du fluide pompe et exigences du dosage:

I.2.1 Pompe de dosage à membrane

La pompe doseuse à diaphragme est une pompe à déplacement positif conçue pour fonctionner comme une pompe doseuse proportionnelle. Elle utilise un diaphragme flexible à la place d'un piston pour changer le volume de la chambre de la pompe afin d'augmenter et de diminuer la pression sur le liquide à l'intérieur.

Une pompe doseuse à diaphragme fonctionne de la même manière qu'une pompe à piston. Le liquide pousse le diaphragme vers le haut et vers le bas. Le poussoir est fixé au diaphragme, ce qui permet de pomper le produit dans le flux principal de liquide. À la sortie, le volume du produit dosé est proportionnel au volume du liquide moteur[2], mais il souffre d'un débit fluctuant, nécessite une maintenance périodique de ses vannes et peut être moins efficace avec des liquides à haute viscosité.

I.2.1.1 Pompe de dosage magnétique à membrane

La pompe doseuse électromagnétique à membrane fonctionne grâce à l'action d'un électro-aimant qui déplace l'axe magnétique dans les directions avant et arrière.

Ce mouvement alternatif est directement transmis à la membrane de dosage installée dans la tête doseuse de la pompe, entraînant ainsi une variation de volume et générant le débit du fluide.

Ce type de pompe permet d'ajuster le débit de dosage en contrôlant la longueur de la course de l'axe et la fréquence des impulsions.

I.2.1.1.1 Construction de la pompe dosage magnétique à membrane

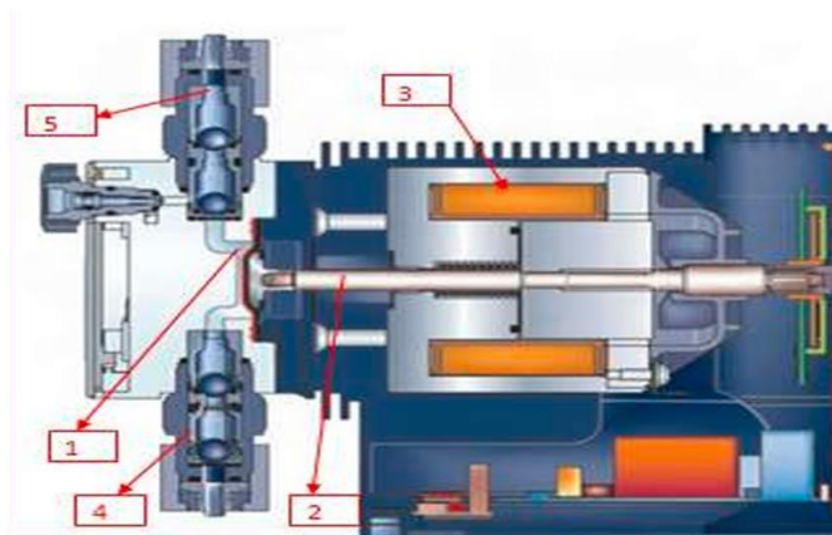


Figure 1 pompe dosage magnétique à membrane[3]

L'élément principal est la membrane d'entraînement(1). Le liquide est transféré vers la chambre du diaphragme(2), étroitement connectée à l'axe magnétique(3). Il se déplace grâce à un champ électrique induit par une bobine(4), et ainsi il est dévié de son parcours d'aspiration et de refoulement(5).

I.2.2 Micro-pompe à membrane pour le transfert et le dosage simple

La pompe à membrane est une pompe de type volumétrique, également appelée pompe à déplacement positif.

Pour générer un débit de fluide (gaz ou liquide), une membrane élastique est déplacée, ce qui provoque une variation de volume.

Lorsque la membrane est tirée vers le haut, elle provoque l'aspiration du fluide ; lorsqu'elle est déplacée vers le bas, le fluide est refoulé, générant ainsi une pression de sortie ou une hauteur de refoulement.

Ce mouvement alternatif va-et-vient est réalisé soit par un moteur électrique, soit par un actionneur (par exemple piézoélectrique, électromagnétique, ou électrostatique), qui applique un mouvement de translation linéaire directement à la membrane.

En combinaison avec cette variation de volume générée par le déplacement de la membrane, des clapets (situés à l'entrée et à la sortie de la pompe) régulent le passage et le sens du fluide, permettant ainsi d'obtenir le débit souhaité[8].

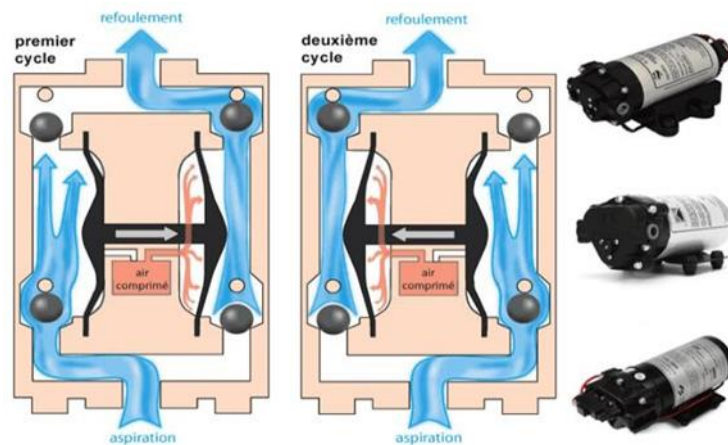


Figure 2 Micro-pompe à membrane

I.2.3 Pompes à cavités progressives (PCP)

La pompe à cavité progressive est un type de pompe volumétrique. Elle est connue comme une pompe à vis qui génère une force permettant de faire circuler les fluides à travers la pompe, en utilisant un rotor hélicoïdal pour transférer le liquide de l'entrée à la sortie[4].

Les composants principaux comprennent un stator et un arbre entouré d'un boîtier, où l'arbre

central a une section transversale ondulée, chaque onde correspondant à un lobe. Le boîtier contient le rotor ondulé, dont la section transversale est également ondulée, mais avec un lobe de plus que celui de l'arbre. Avec le temps [5], le stator subit une corrosion due aux abrasifs présents dans le liquide, ce qui affecte négativement l'efficacité de la pompe. De plus, la température du liquide joue un rôle dans l'efficacité de la pompe, et les liquides contenant des particules solides ou des produits chimiques puissants provoquent une corrosion accrue, ce qui nécessite un entretien particulier de la pompe pour maintenir ses performances efficaces.

I.2.3.1 Construction de la Pompes à cavités progressives (PCP)

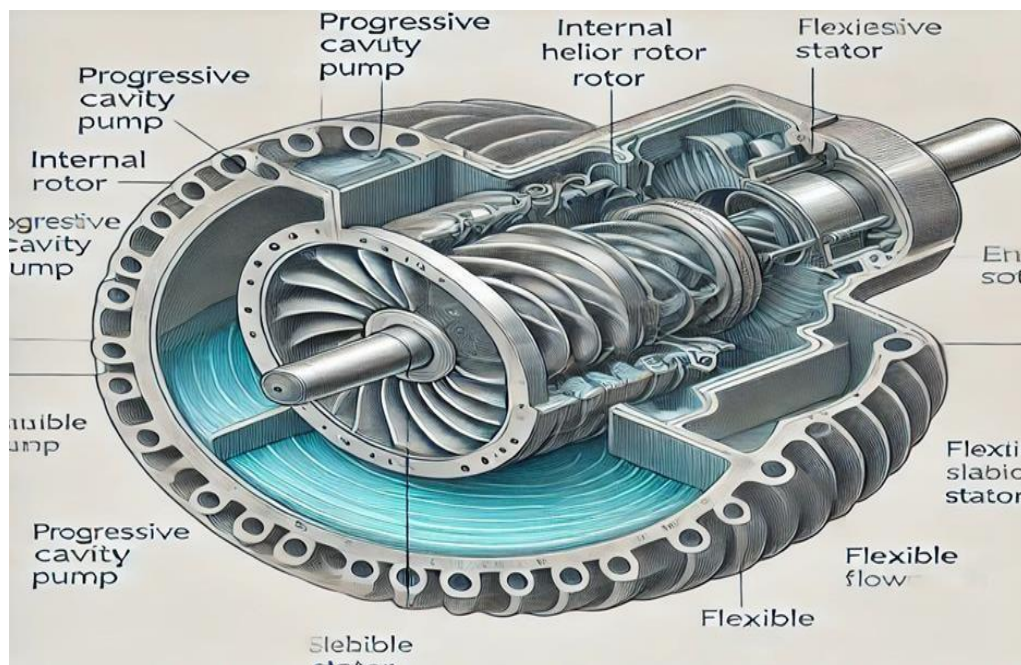


Figure 3 pompes à cavités progressives

Progressive Cavity Pump → Pompe à cavité progressive

Helical Rotor → Rotor hélicoïdal

Flexible Stator → Stator élastomère

Fluid Inlet → Entrée du fluide

Fluid Outlet → Sortie du fluide

Progressive Cavities → Cavités progressives

Drive Shaft → Arbre d'entraînement

Bearings → Palier et roulements

Mechanical Seal → Joint mécanique

Pump Body → Corps de la pompe

I.2.4 Pompes doseuses à piston

Les pompes doseuses à piston sont des dispositifs de dosage précis utilisant un piston coulissant de manière étanche dans un cylindre pour repousser le fluide, admis précédemment, par l'intermédiaire d'un clapet (soupape), grâce à l'aspiration provoquée par le recul du piston. Chaque course du piston constitue une action d'aspiration ou de refoulement régulée à travers les clapets d'entrée et de sortie convenablement orientés. Les pompes à piston possèdent des performances élevées. Ce type de pompe est notamment sollicité dans les applications de haute pression telles que les pompes hydrauliques des engins de travaux publics. [6].

I.2.4.1 Construction de la Pompe doseuse à piston

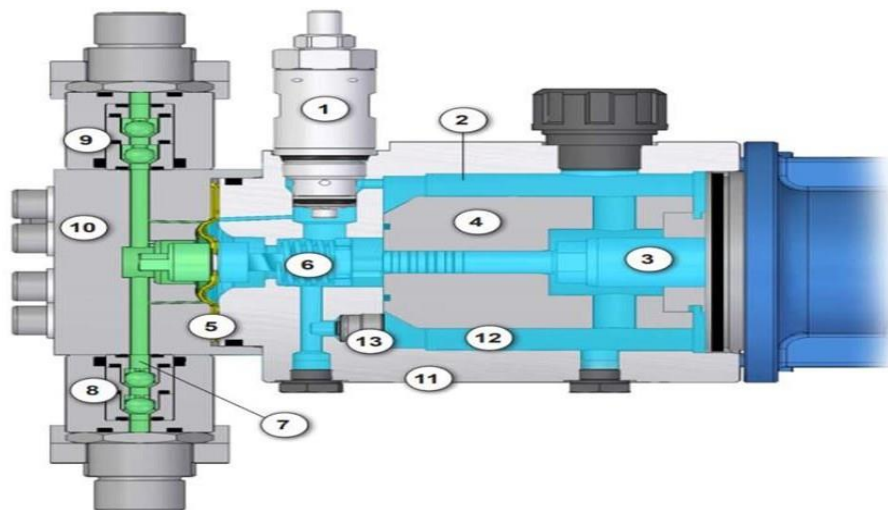


Figure 4 Pompes doseuse à piston[7]

- | | |
|----------------------------------|--------------------------|
| 1 Compensation hydraulique valve | 7 Milieu de transport |
| 2 Fluide hydraulique | 8 Soupape d'aspiration |
| 3 Piston | 9 Soupape de pression |
| 4 Douille de piston | 10 Corps de la pompe |
| 5 Diaphragme multicouche | 11 Cylindre |
| 6 Ressort de pression | 12 Réservoir de stockage |
| 13 Clapet anti-retour | |

I.2.5 Les pompes péristaltiques

Les pompes péristaltiques sont les pompes les plus simples possibles, sans vannes, joints ou glandes susceptibles de se boucher ou de se corroder. Le fluide entre uniquement en contact avec l'intérieur du tube, éliminant ainsi le risque que la pompe contamine le fluide ou que le fluide contamine la pompe. Les pompes péristaltiques peuvent fonctionner à sec sans risque[9].

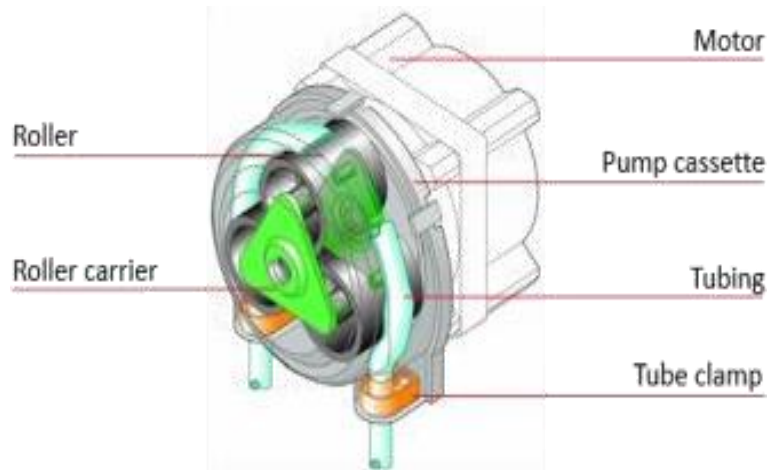


Figure 5 pompe péristaltique.[10]

conclusion

Ce chapitre a permis d'explorer les principes fondamentaux des pompes de dosage, en mettant en lumière leur rôle essentiel dans les processus industriels nécessitant une précision accrue. Nous avons examiné les différents types de pompes, leurs mécanismes de fonctionnement et leurs domaines d'application variés. Cette compréhension des concepts de base servira de fondement pour les développements techniques et les analyses approfondies présentés dans les chapitres suivants de ce mémoire.

Référence bibliographique

- [1] PCE Instruments France, “Pompes doseuses.” [Online]. Available: <https://www.pce-france.fr/laboratoire/instruments-laboratoire/pompes-doseuses.htm>
- [2] Dosatron, “Diaphragm Metering Pump DIA4L.” Dosatron International. Available: <https://www.dosatron.com/en-us/products/dosing-pumps-for-animal-health/diaphragm-metering-pump>
- [3] C. C. Encadrant, T. Salah, and M. C. B. Universit, “Pompes de dosage : usures et défaillances,” Université d’Annaba.
- [4] R. Algerienne and D. Et, “L ’ intérêt des pompes électriques submersibles (ESP) pour une meilleure récupération d ’ huile,” 2020.
- [5] G. Robello Samuel and K. J. Saveth, “Optimal design of Progressing Cavity Pumps(PCP),” *J. Energy Resour. Technol. Trans. ASME*, vol. 128, no. 4, pp. 275– 278, 2006, doi: 10.1115/1.2358142.
- [6] P. B. S and P. A. R, “Etude et réalisation d ’ un dispositif péristaltique pour application,” 2010.
- [7] K. M. Operating, “Piston diaphragm pump Operating instructions Piston diaphragm pump Operating instructions,” 2017.
- [8] F. De Technologie, “Université Batna 2 – Mostefa Ben Boulaïd Thèse Doctorat en Sciences en électrotechnique Option : Matériaux Electrotechniques Contribution à l ’ Etude et la M odélisation d ’ une Pompe Péristaltique Présentée par :,” 2020.
- [9] W. Manuals, “Watson-Marlow 120 cased pumps 120U / DV Contents”.
- [10] Thomas Pumps, “Peristaltic Pump.” [Online]. Available:<https://www.thomaspumps.com/fr-tn/knowledge-hub/peristaltic-pump%0Athomaspumps.com%0A+3%0Acleanaireurope.com%0A>

CHAPITRE II :
Les pompes péristaltiques

II.1 Introduction

Le péristaltisme est un phénomène largement observé dans la nature, jouant un rôle essentiel dans les systèmes digestifs en transportant les nutriments vers toutes les parties du corps. En s'inspirant de ce principe naturel, la pompe péristaltique a été conçue. Il s'agit d'un type de pompe à déplacement positif utilisé pour pomper une grande variété de fluides.

Le terme « péristaltique » vient du mot grec « peristaltikos », qui signifie « presser et comprimer », ce qui décrit parfaitement le mécanisme de fonctionnement de cette pompe, qui agit en comprimant un tube pour propulser le fluide à l'intérieur, imitant ainsi le mouvement musculaire intestinal.

Les pompes péristaltiques sont reconnues pour leur capacité à manipuler des fluides sensibles ou stériles sans contamination, ce qui les rend idéales pour des applications dans les domaines de la santé, de la biotechnologie et de l'industrie agroalimentaire. Cette performance est rendue possible grâce à leur conception unique, où le fluide n'entre en contact qu'avec l'intérieur du tube. Cette caractéristique est particulièrement cruciale dans les environnements où la stérilité ou la prévention de la contamination croisée est primordiale.

II.2 principe et fonctionnement

La pompe contient un tube flexible monté à l'intérieur d'un carter de pompe circulaire. Ce tube est généralement fait d'un matériau durable et flexible qui peut résister à des cycles de compression et de relaxation répétés. Le choix du matériau de la tuyauterie dépend de l'application spécifique et de la nature du fluide pompé.

Un rotor avec plusieurs « rouleaux » ou « sabots » est positionné au centre de l'enveloppe. Ces rouleaux sont généralement faits d'un matériau dur et résistant à l'usure pour assurer la longévité. Le nombre de rouleaux peut varier en fonction de la conception de la pompe, avec généralement plus de rouleaux résultant en un flux plus lisse

Au début de la séquence, le premier galet ferme l'entrée du tube. En conséquence, le galet avance et pousse la section du tube vers le collecteur. Ainsi, il propulse le fluide à l'intérieur du tube vers l'avant et génère une onde de pression. Avant que le fluide n'atteigne la sortie, un autre galet ferme l'entrée du tube, ce qui empêche le reflux. Une fois que le premier galet quitte la sortie, c'est au

tour de l'autre galet de générer la prochaine onde de pression[1]. Ce processus se répète à chaque rotation, créant un flux constant de fluide. Le débit peut être contrôlé avec précision en réglant la vitesse de rotation du rotor.

La beauté de ce système réside dans le fait que le fluide ne touche que l'intérieur du tube, sans jamais toucher une autre partie du mécanisme de la pompe. Cela rend les pompes péristaltiques idéales pour les applications nécessitant des niveaux élevés d'hygiène ou lorsque le fluide doit rester non contaminé [2].

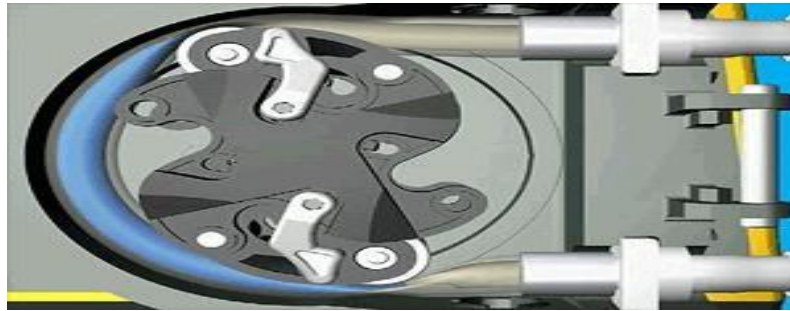


Figure 6 Pompe péristaltique en mouvement

II.3 Composants de la pompe péristaltique

Comprendre les composants clés d'une pompe péristaltique est crucial pour un bon fonctionnement et une bonne maintenance. Chaque composant joue un rôle essentiel dans le fonctionnement et l'efficacité de la pompe :

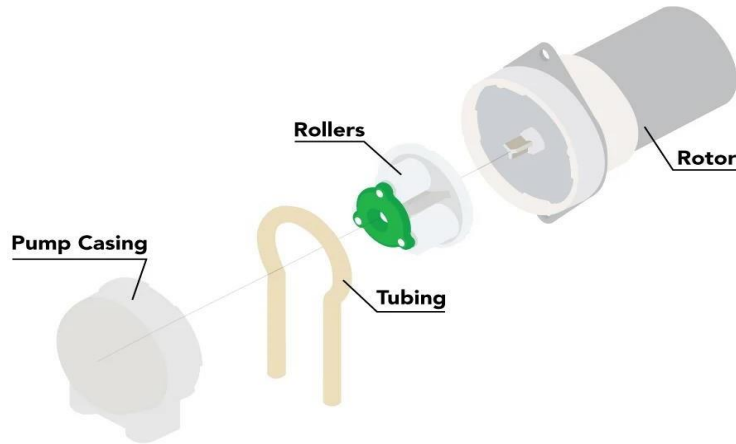


Figure 7 Pompe péristaltique

✓ **Carter de pompe (Pump Casing):** C'est le corps principal de la pompe qui abrite le rotor et la tubulure. La conception du carter de pompe peut varier en fonction de l'application spécifique et des débits requis. Certaines conceptions permettent un accès facile à la tuyauterie pour un remplacement ou une maintenance rapide.

✓ **Rotor(Rotor) :** L'élément central rotatif qui entraîne le pompage. Le rotor est généralement fait d'un matériau durable tel que l'acier inoxydable ou du plastique de haute qualité. Sa conception et son équilibre sont cruciaux pour un fonctionnement en douceur et la réduction des vibrations.

✓ **Rouleaux ou chaussures(Rollers or Shoes) :** Attachés au rotor, ils compriment la tubulure pour déplacer le fluide. Le nombre et la conception des rouleaux peuvent affecter les caractéristiques de performance de la pompe. Certaines pompes utilisent des chaussures au lieu de rouleaux, ce qui peut fournir un profil de compression différent.

✓ **Tuyauterie (Tubing) :** Le tube flexible à travers lequel s'écoule le fluide constitue un élément essentiel des pompes péristaltiques. Il est généralement fabriqué à partir de silicone, de PVC, de fluoropolymère ou d'autres matériaux polymers [1], selon les exigences de l'application. Le choix du matériau dépend de la nature du fluide et des conditions de fonctionnement afin d'assurer une compatibilité chimique optimale. La flexibilité et la durabilité du tube sont des facteurs clés qui influencent l'efficacité, la performance et la longévité de la pompe.

✓ **Moteur d'entraînement (Drive Motor) :** Fournit la puissance nécessaire pour faire tourner le rotor. Les spécifications du moteur, telles que la plage de vitesse et le couple, sont des facteurs importants à prendre en compte lors du choix d'une pompe pour une application spécifique. De nombreuses pompes péristaltiques modernes utilisent des moteurs à vitesse variable pour un contrôle précis du débit.

✓ **Système de contrôle (Control System) :** Régule la vitesse et le sens de la pompe. Les systèmes de contrôle avancés peuvent comprendre des fonctions telles que la distribution programmable, le fonctionnement à distance et l'intégration avec d'autres systèmes de contrôle de processus.[5]

II.4 Avantages des pompes péristaltiques

Les pompes péristaltiques sont une solution efficace dans de nombreuses applications nécessitant un transfert sûr et fiable de fluides. Grâce à leur conception innovante, reposant sur le principe de compression successive d'un tube flexible, ces pompes présentent de nombreux avantages qui en font un choix privilégié dans des environnements où des fluides sensibles ou abrasifs doivent être transportés. Dans cette section, nous explorerons les principales caractéristiques qui contribuent à la performance et à l'efficacité de ces pompes dans une variété d'applications:

✓ Étant donné que le fluide s'écoule dans le tube et que la force motrice est générée par la compression, le fluide ne sera pas contaminé, et ni la tête de la pompe ni le mécanisme de la pompe ne seront affectés. Il est donc approprié d'utiliser uniquement des tuyaux propres, et le mécanisme de la pompe ne nécessite aucun nettoyage. Ainsi, il est facile de maintenir ces pompes propres et stérilisées. De plus, puisque le fluide ne quitte pas le tube, ces pompes sont pratiquement immunisées contre les matériaux abrasifs et de nombreux produits chimiques. Certains matériaux de tuyaux peuvent même être autoclavés, garantissant ainsi que la stérilité soit préservée.

✓ Les pompes péristaltiques ne nécessitent aucune action spécifique pour amorcer le système, car elles sont capables de s'amorcer automatiquement. Elles sont également insensibles à la marche à sec, car le fluide n'est pas nécessaire comme lubrifiant, et le tube ne se détériore pas lorsqu'il est comprimé sans fluide. De plus, ces pompes ne contiennent aucune valve, joint ou garniture, ce qui les rend faciles et bon marché à entretenir, tout en réduisant la probabilité de défaillance[1].

✓ Ces pompes peuvent fonctionner de manière réversible, contrairement à certains autres types de pompes. Au fil du temps, le tube est principalement la partie qui s'use, et il est bon marché à remplacer. Des systèmes multicanaux peuvent également être facilement construits. Leur hauteur de succion est excellente et, lorsqu'elles s'arrêtent, aucun effet de siphonnage ne se produit [3].

✓ Transfert des liquides très visqueux.

✓ Débit précis: Les pompes péristaltiques offrent également un débit précis et constant, ce qui les rend adaptées aux applications où un contrôle exact du flux est essentiel. Cette capacité à maintenir une régulation stricte du débit permet d'assurer des résultats fiables et cohérents dans divers processus industriels [4].

II.5 Les inconvénients des pompes péristaltiques

Bien que largement utilisées dans divers domaines industriels et médicaux, les pompes péristaltiques présentent certaines considérations techniques liées à leur principe de fonctionnement. En effet, la compression répétée du tube flexible peut entraîner des contraintes spécifiques en termes de durée de vie des composants et de conditions d'utilisation. Cette section expose les principaux aspects à prendre en compte afin d'assurer une utilisation optimale et durable de ce type de pompe:

✓ Elles ne peuvent fonctionner qu'à température moyenne, car le tube perd son élasticité dans les températures extrêmes.

✓ L'usure du tube est fréquente et est principalement due à l'écrasement répété.

✓ En raison de l'usure, un changement régulier du tube est nécessaire en cas d'usage prolongé [4].

II.6 Applications des pompes péristaltiques

Les pompes péristaltiques sont utilisées dans de nombreuses applications. Voici un aperçu des propriétés pratiques nécessaires dans chaque application donnée[1] :

- ✓ **Utilisation des forces de cisaillement minimales :**
- Machines de dialyse sanguine



Figure 8 Machines de dialyse sanguine [5]

- Machines de pompe de pontage cardiaque
- Distribution de boissons

✓ **Capacité à délivrer des suspensions et des boues :**

- Pompe à béton



Figure 9 Pompe péristaltique à béton [14]

- Boues d'égout
- Usines de pâte et papier

✓ **Prévention de la contamination des fluides :**

- Pompe d'infusion médicale

- Production pharmaceutique



Figure 10 Pompe péristaltique pour l'industrie pharmaceutique[15]

- Équipements d'analyse chimique
- ✓ **Utilisation des catégories de déviation de pression :**
 - Fontaines alimentaires liquides
 - Fontaines décoratives
 - Cascades
- ✓ **Du point de vue de la haute répétabilité :**
 - Auto-analyseurs
- ✓ **Compatibilité chimique :**
 - Moniteur de monoxyde de carbone

- Systèmes de dosage
- Réacteurs à calcium
- ✓ **Concernant les solutions économes en espace :**
- Pompe mobile de dialyse péritonéale [6].

II.7 Types de pompes péristaltiques

Il existe trois principaux types de pompes péristaltiques :

II.7.1 Pompes à tubes

Les pompes à tube, également appelées pompes péristaltiques de laboratoire ou à faible débit, sont le type le plus courant. Elles utilisent des tubes flexibles de petit diamètre (généralement inférieurs à 8 mm) et sont conçues pour des débits et des pressions plus faibles. Les pompes à tube sont largement utilisées dans les applications de laboratoire, médicales et biotechnologiques pour le dosage et la mesure précis des fluides [7].

II.7.2 Pompes à tuyau

Les pompes péristaltiques industrielles ou à haut débit utilisent des tuyaux renforcés de plus grand diamètre (généralement de 10 à 25 mm) et sont conçues pour des débits et des pressions plus élevés. Les tuyaux sont souvent fabriqués à partir de matériaux tels que le Norprene ou le Marprene, qui offrent une plus grande durabilité et une meilleure résistance aux produits chimiques. Les pompes péristaltiques sont couramment utilisées dans des applications industrielles telles que le traitement des eaux usées, le traitement chimique et l'exploitation minière.

II.7.3 Pompes microfluidiques

Les pompes microfluidiques sont des pompes péristaltiques spécialisées conçues pour manipuler des volumes de fluides extrêmement faibles, généralement de l'ordre du microlitre ou du nanolitre.

Ces pompes utilisent des composants miniaturisés et des tubes de très petit diamètre (souvent inférieurs à 1 mm). Les pompes microfluidiques sont utilisées dans des applications telles que la découverte de médicaments, les diagnostics au point de service et les dispositifs de laboratoire sur puce[8].

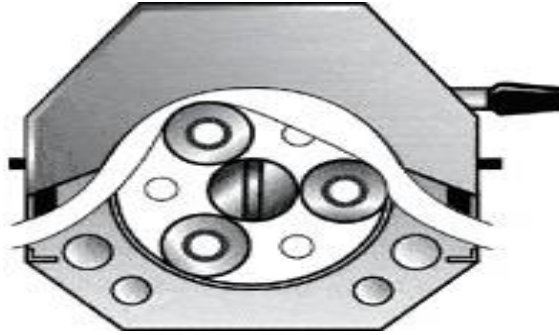


Figure 11 Mécanisme de fonctionnement d'une pompe péristaltique microfluidiques[8]

II.8 Classification des pompes péristaltiques selon le nombre de rouleaux

Le fonctionnement d'une pompe péristaltique repose sur la compression cyclique d'un tube flexible par des rouleaux fixés sur un rotor en rotation. Le nombre de rouleaux constitue un paramètre clé dans la conception de ces pompes, car il influence directement certaines caractéristiques hydrauliques telles que le profil d'écoulement et la fréquence des pulsations. En fonction de la disposition angulaire et du nombre de rouleaux, plusieurs configurations techniques ont été développées pour répondre à des exigences spécifiques. Cette section présente une classification des pompes péristaltiques selon le nombre de rouleaux intégrés à chaque configuration:

II.8.1 Pompe péristaltique à deux rouleaux (Two-Roller Pump)

La pompe péristaltique à deux rouleaux est équipée de deux galets montés à 180° sur un rotor en mouvement. Ces galets compriment successivement un tube flexible, créant ainsi une aspiration continue à l'entrée de la pompe et refoulant le liquide pompé vers la sortie. Ce mécanisme permet un débit plus élevé par rotation, bien que les pulsations du flux soient plus marquées par rapport aux modèles à plusieurs rouleaux.

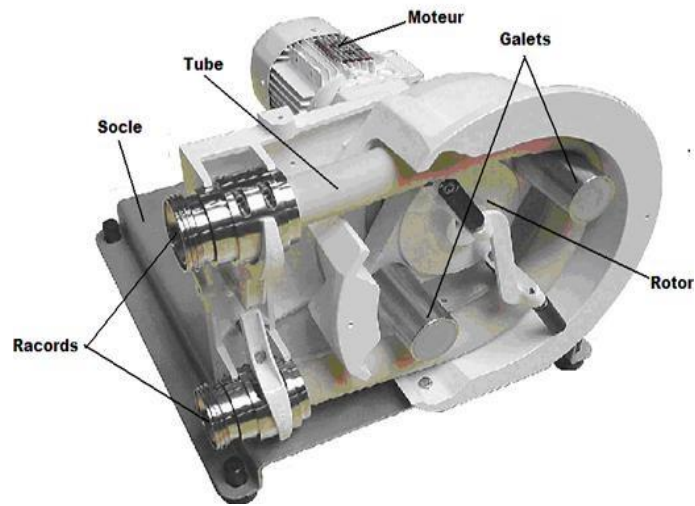


Figure 12 Pompe péristaltique cylindrique à deux galets [4]

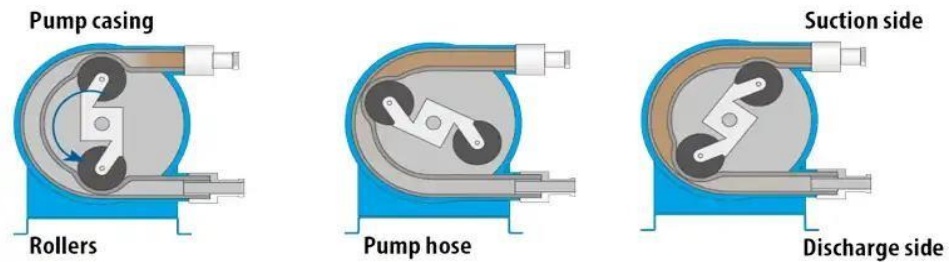


Figure 13 Schéma illustratif d'une pompe péristalt [9]

II.8.2 Pompe péristaltique à trois galets (Three-Roller Pump)

La pompe péristaltique à trois galets est équipée de trois rouleaux disposés à 120° sur un rotor en rotation. Chaque galet comprime successivement le tube flexible contre la paroi de la pompe, créant ainsi une série de poches de fluide qui sont déplacées vers la sortie. Cette configuration permet un équilibre optimal entre débit, régularité du flux et durée de vie du tube [10].

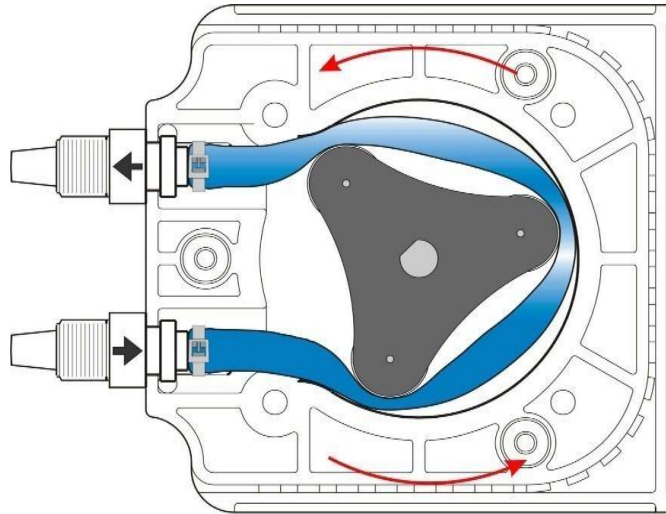


Figure 14 Pompe péristaltique à trois galets [10]

II.8.3 Pompe péristaltique à quatre galets (Four-Roller Pump)

La pompe péristaltique à quatre galets est équipée de quatre rouleaux disposés uniformément sur un rotor circulaire. Chaque galet comprime successivement le tube flexible contre la paroi de la pompe, créant ainsi une série de poches de fluide qui sont déplacées vers la sortie. Cette configuration permet un équilibre optimal entre débit, régularité du flux et durée de vie du tube [11].



Figure 15 Pompe péristaltique à quatre galet [12].

II.8.4 Pompe péristaltique à six galets (Six-Roller Pump)

La pompe péristaltique à six galets est équipée de six rouleaux disposés uniformément sur un rotor en rotation. Chaque galet comprime successivement le tube flexible contre la paroi de la pompe, créant ainsi une série de poches de fluide qui sont déplacées vers la sortie. Cette configuration permet un débit élevé avec des pulsations réduites, offrant ainsi une précision accrue [13].

II.8.5 Pompe péristaltique à dix galets (Ten-Roller Pump)

La pompe péristaltique à dix galets est équipée de dix rouleaux disposés uniformément sur un rotor en rotation. Chaque galet comprime successivement le tube flexible contre la paroi de la pompe, créant ainsi une série de poches de fluide qui sont déplacées vers la sortie. Cette configuration permet un débit extrêmement élevé avec des pulsations minimisées, offrant ainsi une précision exceptionnelle.

Conclusion

Pompe péristaltique C'est une solution révolutionnaire pour traiter les fluides avec précision et sans pollution. Avec leur polyvalence, leur durabilité et leur facilité d'utilisation, ils sont devenus un composant essentiel des industries qui exigent efficacité et fiabilité.

Que nous transportions des liquides médicaux sensibles ou des doses de produits chimiques dans un environnement industriel, la pompe à cavité assure une performance optimale.

Référence bibliographique

- [1] J. Klespitz and L. Kovács, “Peristaltic pumps - A review on working and control possibilities,” *SAMI 2014 - IEEE 12th Int. Symp. Appl. Mach. Intell. Informatics, Proc.*, pp. 191–194, 2014, doi: 10.1109/SAMI.2014.6822404.
- [2] N. E. P. S. Inc, “Research Papers Utilizing Pumps from New Era Pump Systems Inc.,” SyringePump.com. [Online]. Available: https://www.syringepump.com/research_papers.php
- [3] Waston Marlow Bredel, “Peristaltic Pumps for Engineers If you use pumps, we can improve your products and save you money”.
- [4] P. B. S and P. A. R, “Etude et réalisation d ’ un dispositif péristaltique pour application,” 2010.
- [5] Alibaba.com, “BT100-02/YZ1515 Laundry Detergent Peristaltic Pump.” [Online]. Available: <https://french.alibaba.com/product-detail/BT100-02-YZ1515-Laundry-Detergent-Peristaltic-1601003828121.html>
- [6] “120 PERISTALTIC PUMPS The new 120 peristaltic pumps • Compact footprint saves bench space”.
- [7] Cowseal, “Peristaltic Pumps: The Ultimate Guide to How They Work, Applications, and Selection,” *Cowseal*, p. 10, 2025.
- [8] Darwin Microfluidics, “Peristaltic Pumps: A Comprehensive Guide.” [Online]. Available: <https://blog.darwin-microfluidics.com/peristaltic-pumps-a-comprehensive-guide/>
- [9] Kingdaflex, “Qu’est-ce qu’une pompe péristaltique : la merveille du transport de fluides”.
- [10] Blue-White Industries, “Peristaltic Pump Wear Factors”, [Online]. Available: <https://www.blue-white.com/article/peristaltic-pump-wear-factors/>
- [11] Boyser, “Boyser FMP peristaltic pumps with rollers: Heavy duty and reliable”, [Online]. Available: <https://www.boyser.com/boyser-fmp-peristaltic-pumps-with-roller>
- [12] AZprocede, “Pompe volumétrique – pompe péristaltique.” [Online]. Available: https://www.azprocede.fr/Cours_GC/pompe_peristaltique.html%0Aazprocede.

- [13] Sprayer Depot, “Hypro 6500C Roller Pump.” [Online]. Available:
<https://www.sprayerdepot.com/products/hypro-pump-6500c%0A%0A>
- [14] L. Lead Equipment Co., “Pompe péristaltique pour pomper du béton cellulaire à un prix compétitif.” [Online]. Available:
<https://www.leadcrete.net/fr/engineeringmachinery/peristaltic-pump-for-pumping-foam-concrete-with-competitive-price.html>
- [15] D. P. Packaging, “Machine de remplissage péristaltique - SX-50 SpeedFill”, [Online]. Available:
<https://www.medicalexpo.fr/prod/dara-pharmaceutical-packaging/product-299287-988982.html>

CHAPITRE III :
Conception Et Réalisation d'une pompe péristaltique

III.1 Introduction

Étant donné que les pompes constituent des éléments essentiels dans de nombreuses applications industrielles et médicales, nous aborderons dans ce chapitre la conception et la réalisation d'une pompe péristaltique non conventionnelle, en assemblant plusieurs pièces mécaniques tout en respectant les spécifications dimensionnelles et géométriques de chacune. Cette conception s'appuie sur un logiciel de conception assistée par ordinateur afin d'assurer précision et efficacité.

Les étapes de fabrication de la pompe seront décrites en détail, depuis la phase de conception jusqu'aux phases de fabrication, d'assemblage et de mise en service. Enfin, des essais expérimentaux seront effectués afin d'évaluer les performances de la pompe selon des critères prédéfinis en termes d'efficacité et de précision de pompage.

III.2 Conception assistée par ordinateur (CAO)

La conception assistée par ordinateur (CAO) désigne l'ensemble des outils numériques permettant de modéliser géométriquement un objet en vue de sa conception, son analyse et sa fabrication. Elle offre à l'utilisateur une représentation précise de la structure et du fonctionnement du produit avant même sa réalisation physique.

Les logiciels de CAO permettent de créer des modèles en deux ou trois dimensions (2D ou 3D), avec différentes représentations visuelles telles que la vue filaire, volumique ou surfacique, tout en y intégrant des textures et des matériaux variés. Il convient de distinguer la CAO de la DAO (Dessin Assisté par Ordinateur), qui est principalement utilisée pour produire des dessins techniques en mode vectoriel [1].

Plusieurs logiciels de CAO sont disponibles sur le marché, parmi lesquels :

- ✓ FreeCAD
- ✓ Open CASCADE
- ✓ QCAD
- ✓ SolidWorks

Dans le cadre de ce projet, le logiciel **SolidWorks**, version 2024, a été utilisé pour la modélisation des différentes pièces de la pompe.

III.2.1 Logiciel utilisé

SolidWorks est un logiciel de CAO développé par la société Dassault Systèmes. Il repose sur le principe de la conception paramétrique et génère trois types de fichiers interdépendants : les fichiers de pièces, d'assemblage et de mise en plan. Ainsi, toute modification apportée à l'un de ces fichiers est automatiquement répercutée sur les deux autres, ce qui permet une meilleure cohérence et efficacité tout au long du processus de conception [2].



Figure 16 Logo SOLIDWORKS [3]

III.3 Conception des pièces du dispositif de pompe péristaltique

La conception du dispositif de la pompe péristaltique constitue une étape essentielle dans le cadre de nombreuses applications industrielles. Les différentes pièces de ce système ont été spécifiquement modélisées à l'aide du logiciel **SolidWorks**, dans le but de faciliter le fonctionnement de la pompe et d'assurer une performance optimale.

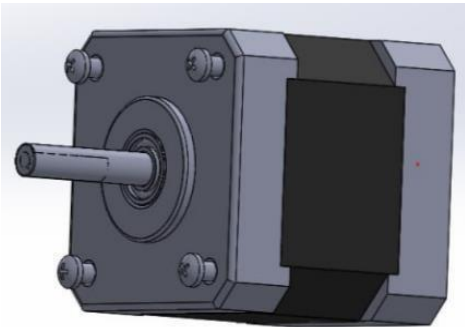

III.3.1 Différents composants du système de la pompe péristaltique




- ✓ Motor Nema-17
- ✓ Rotor
- ✓ Tuyeau
- ✓ Les roulements à billes

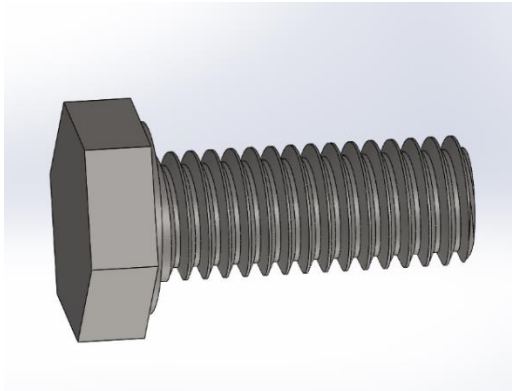


- ✓ axe
- ✓ Vis 1
- ✓ Vis 2
- ✓ Corps de la pompe

III.4 Tableau: Rôles des pieces

Table 1 Rôles des pieces

N°	Nom des pièces	Figure	Rôle
1	Motor Nema-17		Fournit le mouvement rotatif nécessaire pour actionner les rouleaux
2	Rotor		Porte les trois rouleaux et les fait tourner autour de l'axe de la pompe. Chaque galet comprime successivement le tube, assurant un débit fluide et régulier du liquide.

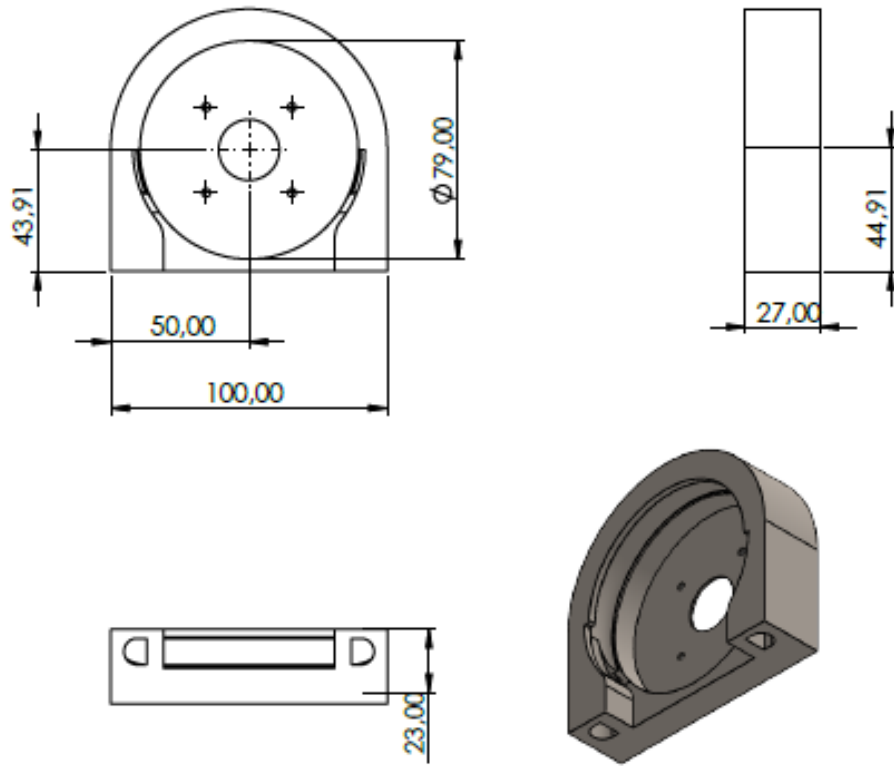
3	Tuyeau		Canalise le liquide doit être souple et résistant à la fatigue mécanique.
4	Axe		Connecte le moteur à la tête de pompe transmet la rotation.
5	Les roulements à billes		Les roulements à billes réduisent le frottement entre les pièces mobiles, facilitant ainsi le mouvement du rotor et des rouleaux de manière fluide, améliorant ainsi l'efficacité de fonctionnement et prolongeant la durée de vie des pièces mobiles.

6	Vis 1		<p>La vis de fixation permet de transmettre efficacement le mouvement du rotor aux rouleaux et de maintenir les rouleaux en place pendant la rotation du rotor, garantissant ainsi la stabilité du processus de compression sur le tube.</p>
7	Vis 2		<p>Permettent l'assemblage mécanique de tous les composants.</p>
8	Corps de la pompe		<p>Protège les composants internes, maintient les pièces en place, limite les fuites et le bruit.</p>

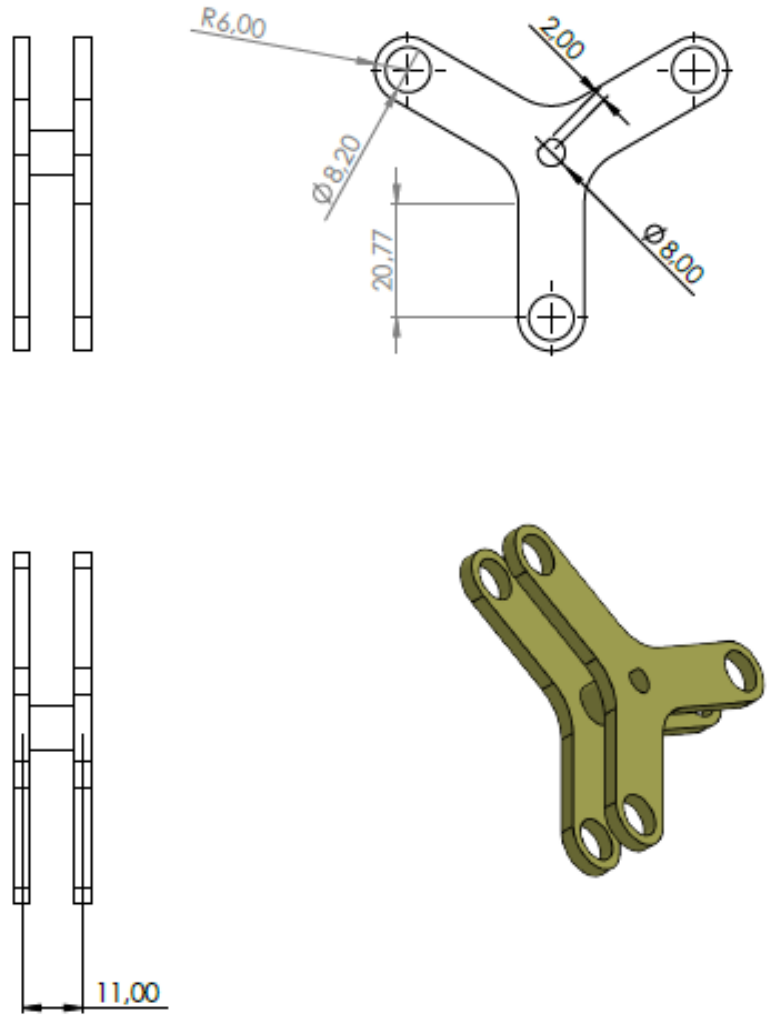
III.5 Dessin de définition des pieces

Pour concevoir les différentes pièces de la **pompe péristaltique**, il est essentiel d'établir le **dessin de définition** (mise en plan) de chaque pièce. Ces dessins sont indispensables car ils permettent de préciser les dimensions, la forme, les tolérances, les matériaux ainsi que l'état de surface nécessaire à la fabrication.

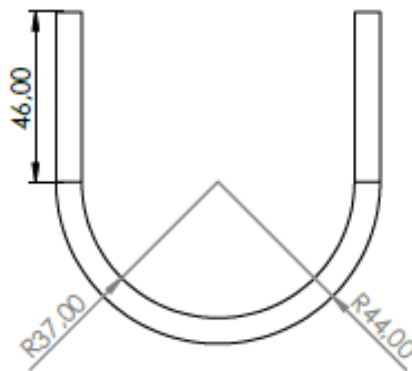
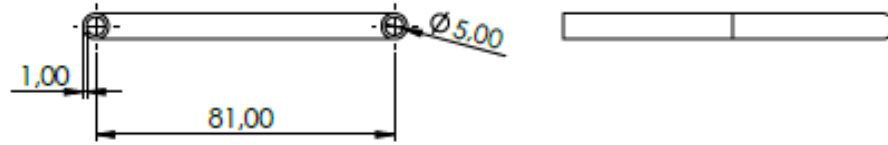
Vous trouverez ci-dessous les dessins de définition des différentes pièces de la pompe :




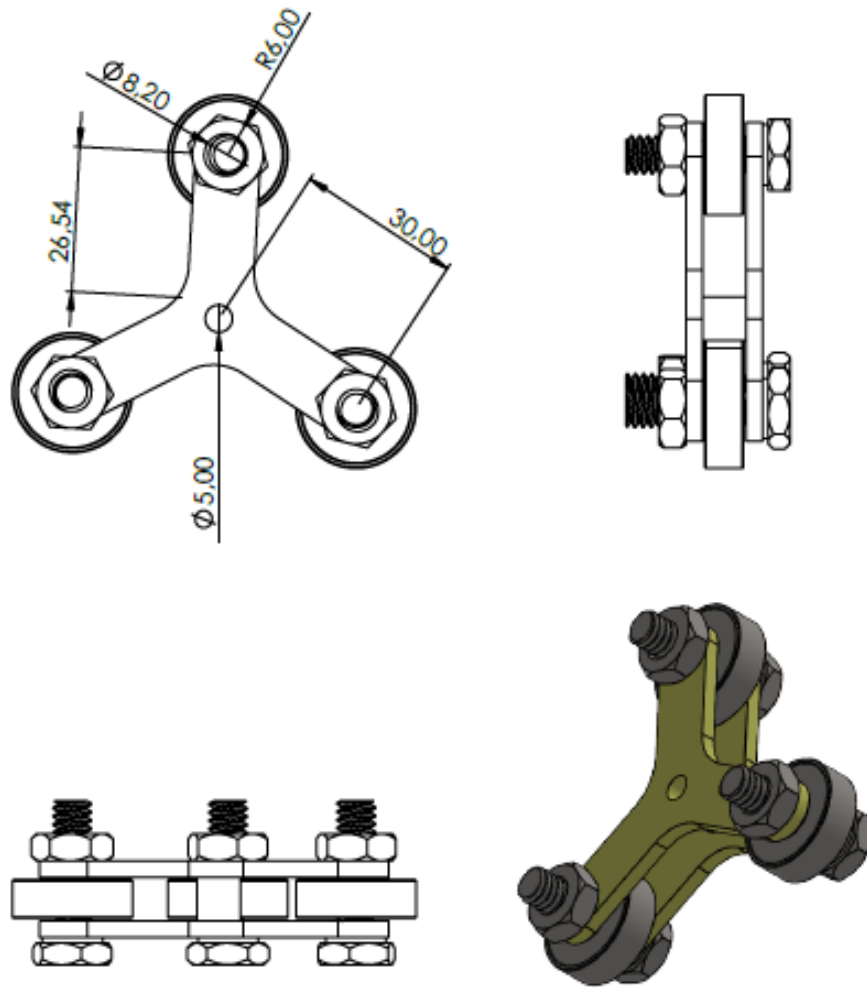
MATERIAU : Plastique	Corps de la pompe	Réalise par :
Masse : 50g		Si abdallah ouahib
NUMERO: A2.1	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	faculté:	Atoui Achwaq
	sciences de la technologie	Vérifier par :
	Département: génie mécanique	Tahar GHADBANE
FORMAL:A4	Unité : mm	Encadré par :
		-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025




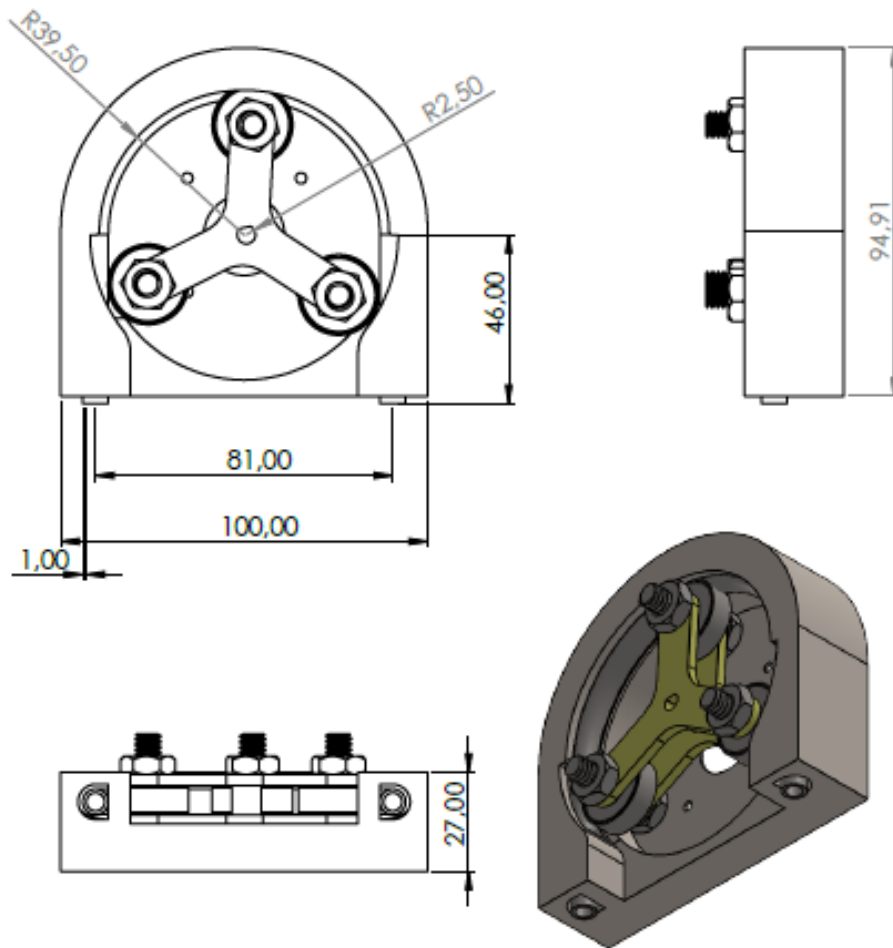
MATERIAU : Plastique	Rotor	Réalise par :
Masse : 05g		Si abdallah ouahib
NUMERO: A1.1	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	faculté:	Atoui Achwaq
	sciences de la technologie	Vérifier par :
	Département:	Tahar GHADBANE
FORMAL:A4	génie mécanique	Encadré par :
	Unité : mm	-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025



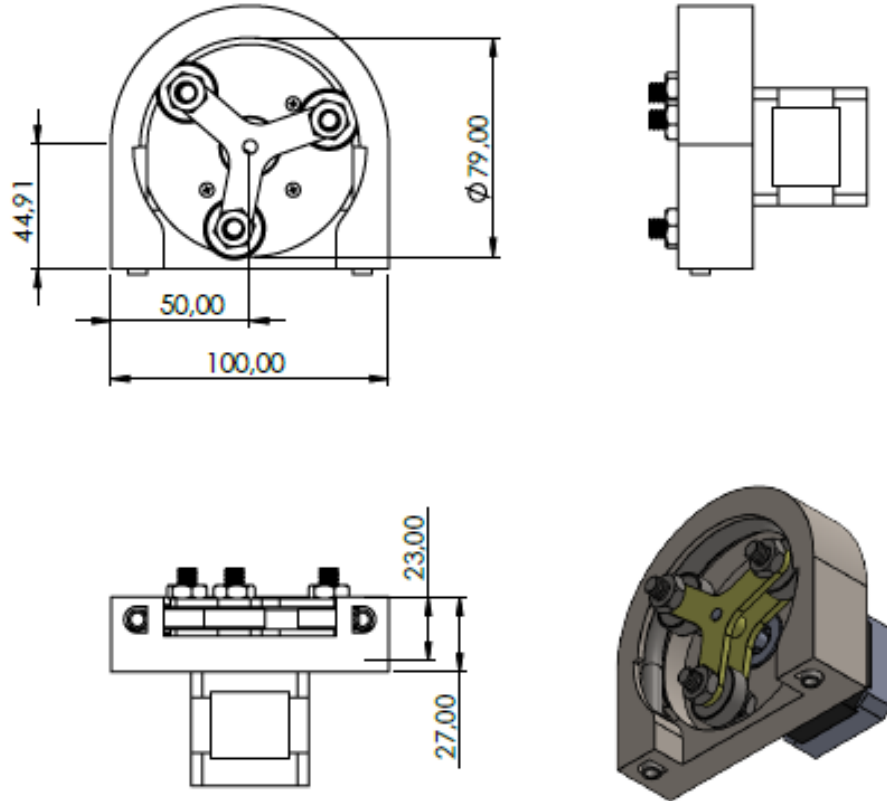
MATERIAU : Silicium	TUYEAU3	Réalise par :
Masse : 20g		Si abdallah ouahib
NUMERO: A2.3	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	faculté:	Atoui Achwaq
	sciences de la technologie	Vérifier par :
	Département: génie mécanique	Tahar GHADBANE
FORMAL:A4	Unité : mm	Encadré par :
		-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025




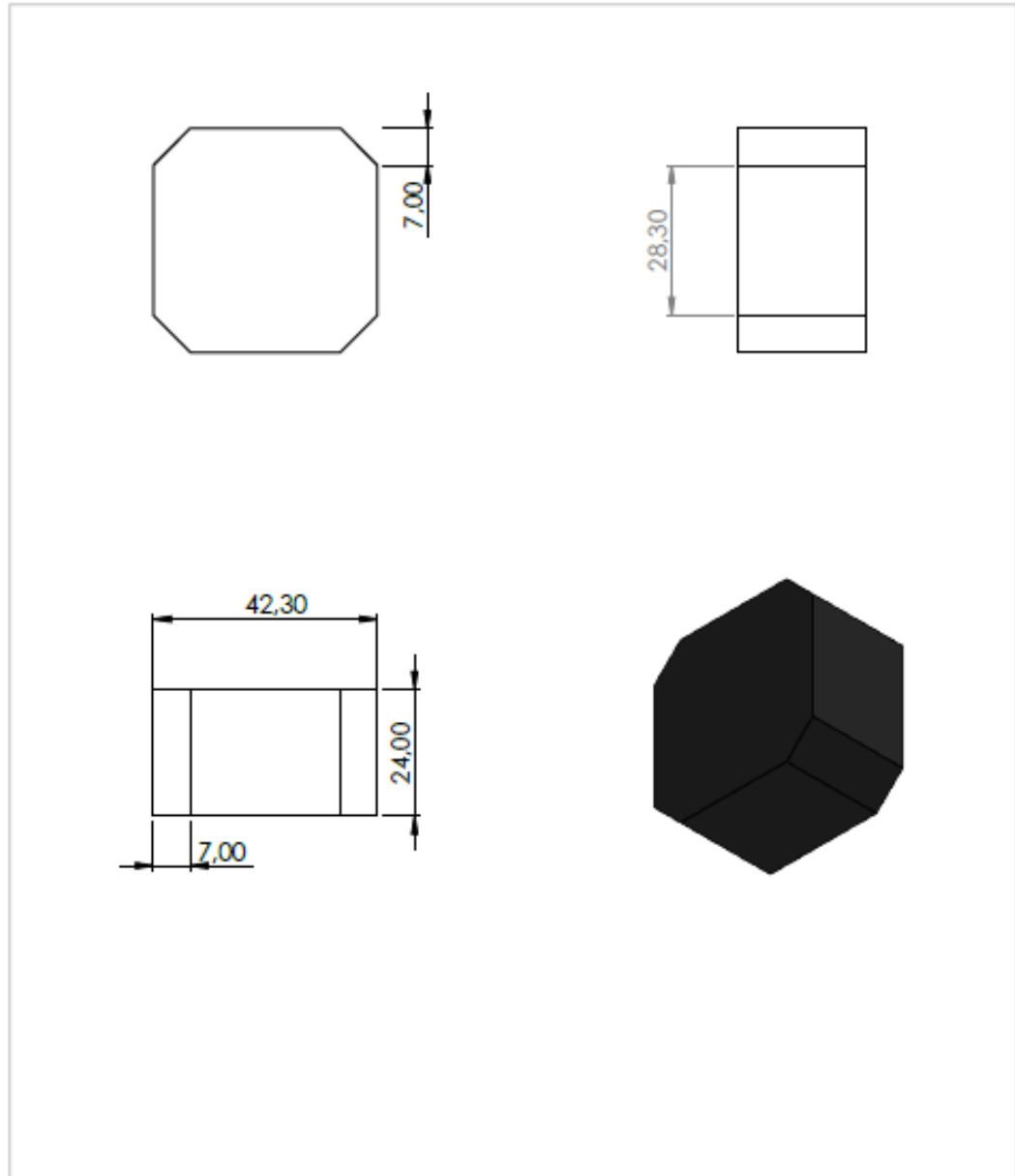
MATERIAU :	Assemblage1	Réalise par :
Masse : 125g	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Si abdallah ouahib
NUMERO: A1	faculté:	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	sciences de la technologie	Atoui Achwaq
	Département:	Vérifier par :
FORMAL:A4	génie mécanique	Tahar GHADBANE
	Unité : mm	Encadré par :
		-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025



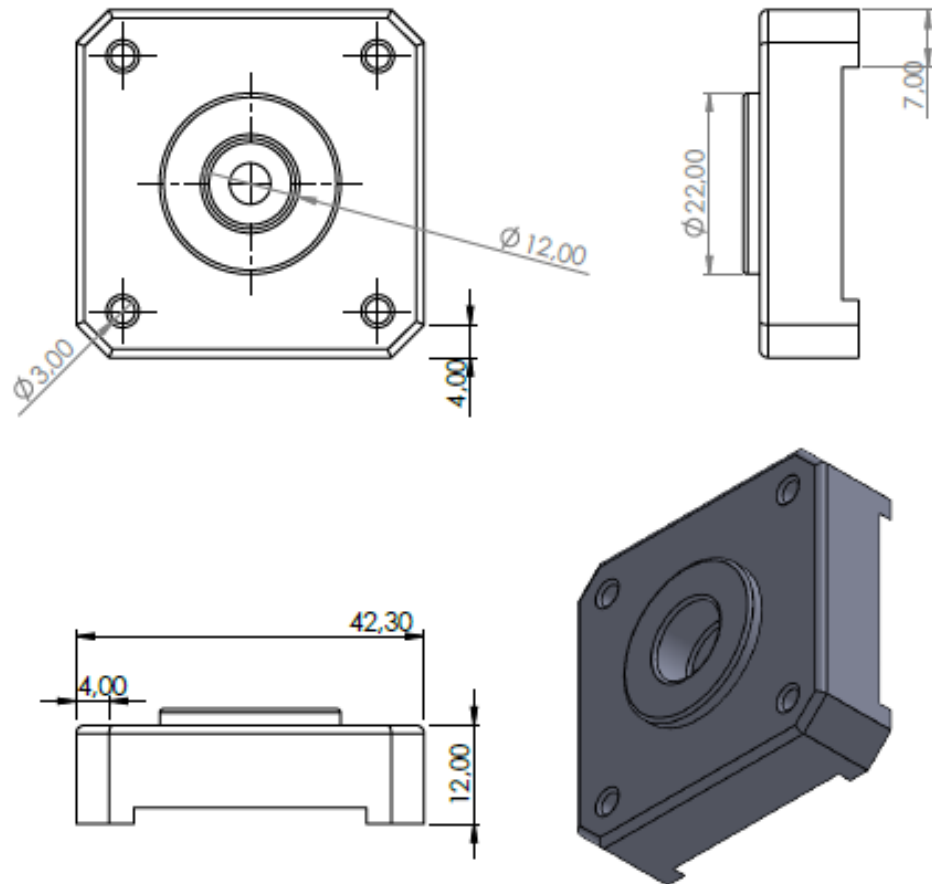
MATERIAU :	Assemblage2	Réalise par :
Masse : 200g		Si abdallah ouahib
NUMERO: A2	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	faculté:	Atoui Achwaq
	sciences de la technologie	Vérifier par :
	Département: génie mécanique	Tahar GHADBANE
FORMAL:A4	Unité : mm	Encadré par :
		-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025




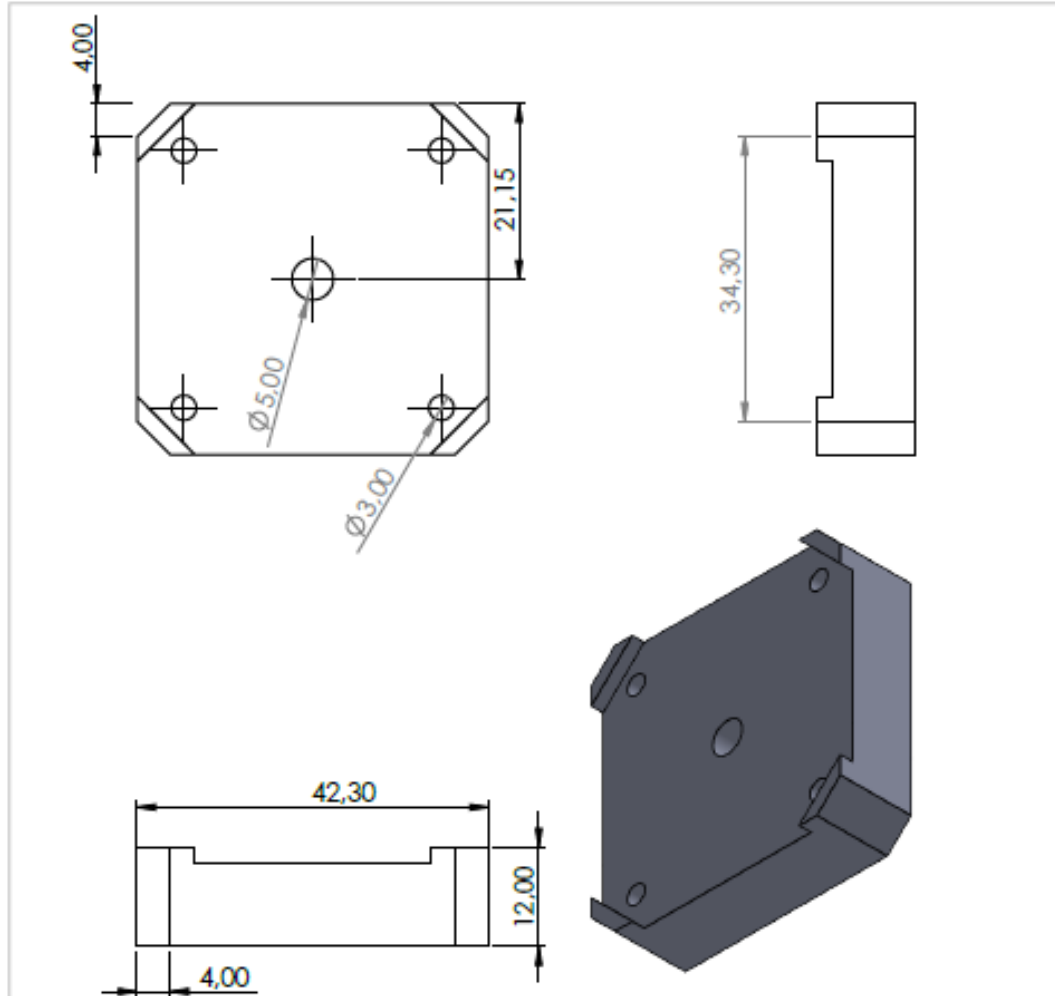
MATERIAU :	Assemblage4	Réalise par :
Masse : 500g	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Si abdallah ouahib
NUMERO: A4	faculté:	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	sciences de la technologie	Atoui Achwaq
	Département:	Vérifier par :
FORMAL:A4	génie mécanique	Tahar GHADBANE
	Unité : mm	Encadré par :
		-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025




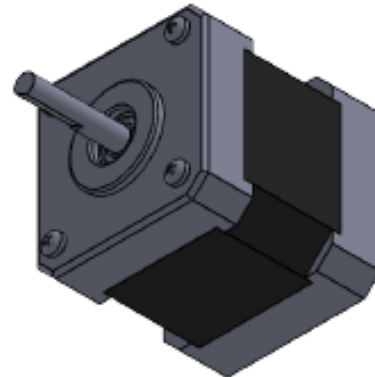
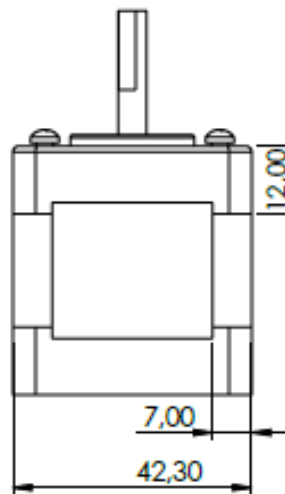
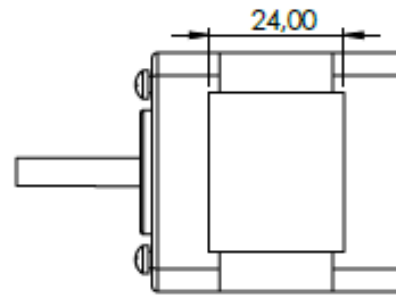
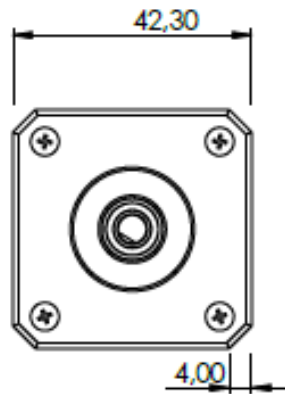
MATERIAU :	Partie du corps2	Réalise par :
Masse :		Si abdallah ouahib
NUMERO: A3.2	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	faculté:	Atoui Achwaq
	sciences de la technologie	Vérifier par :
	Département:	Tahar GHADBANE
FORMAL:A4	génie mécanique	Encadré par :
	Unité : mm	-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025




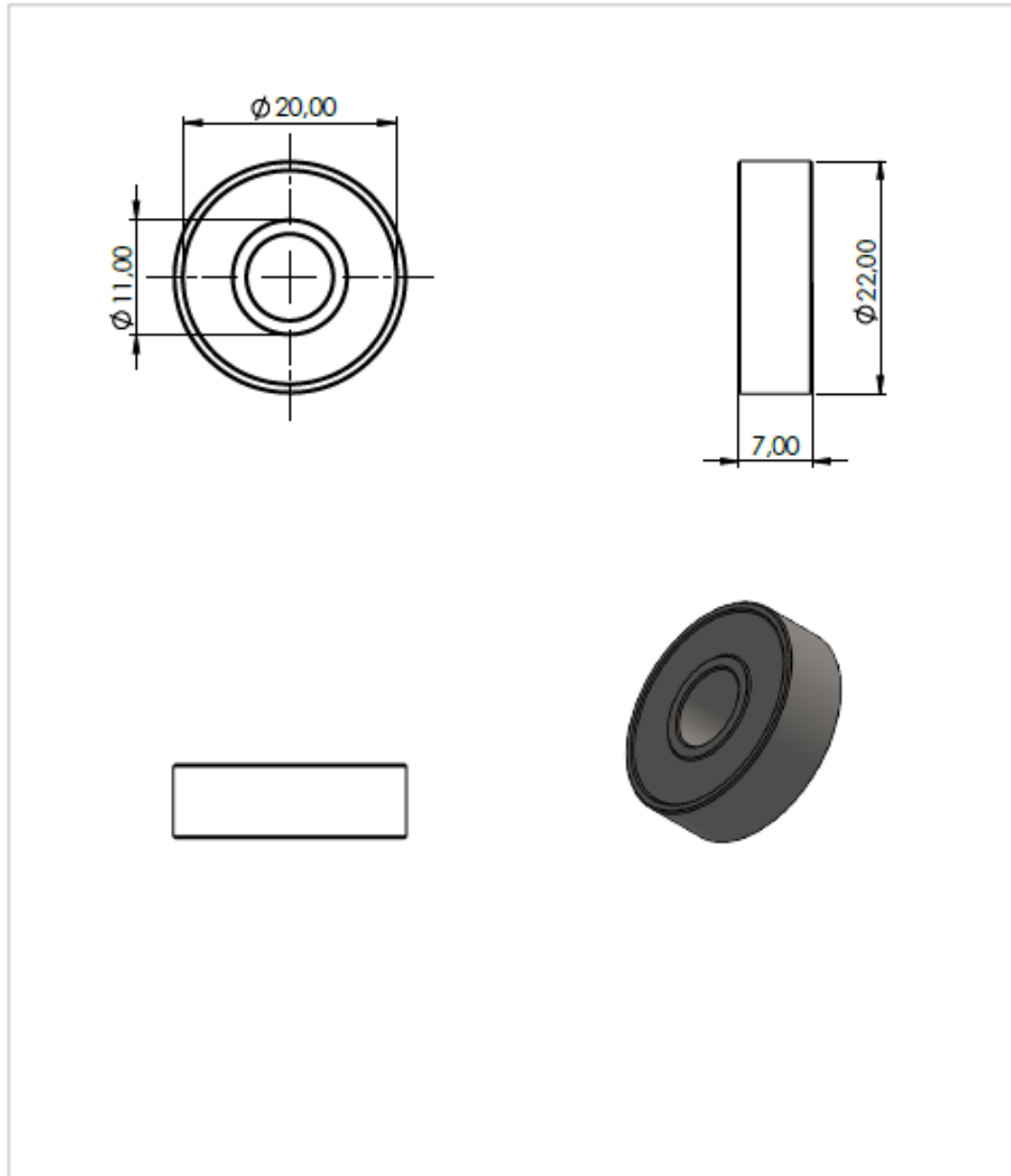
MATERIAU :	Partie du corps3	Réalise par :
Masse :		Si abdallah ouahib
NUMERO: A3.3	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	faculté:	Atoui Achwaq
	sciences de la technologie	Vérifier par :
	Département:	Tahar GHADBANE
FORMAL:A4	génie mécanique	Encadré par :
	Unité : mm	-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025




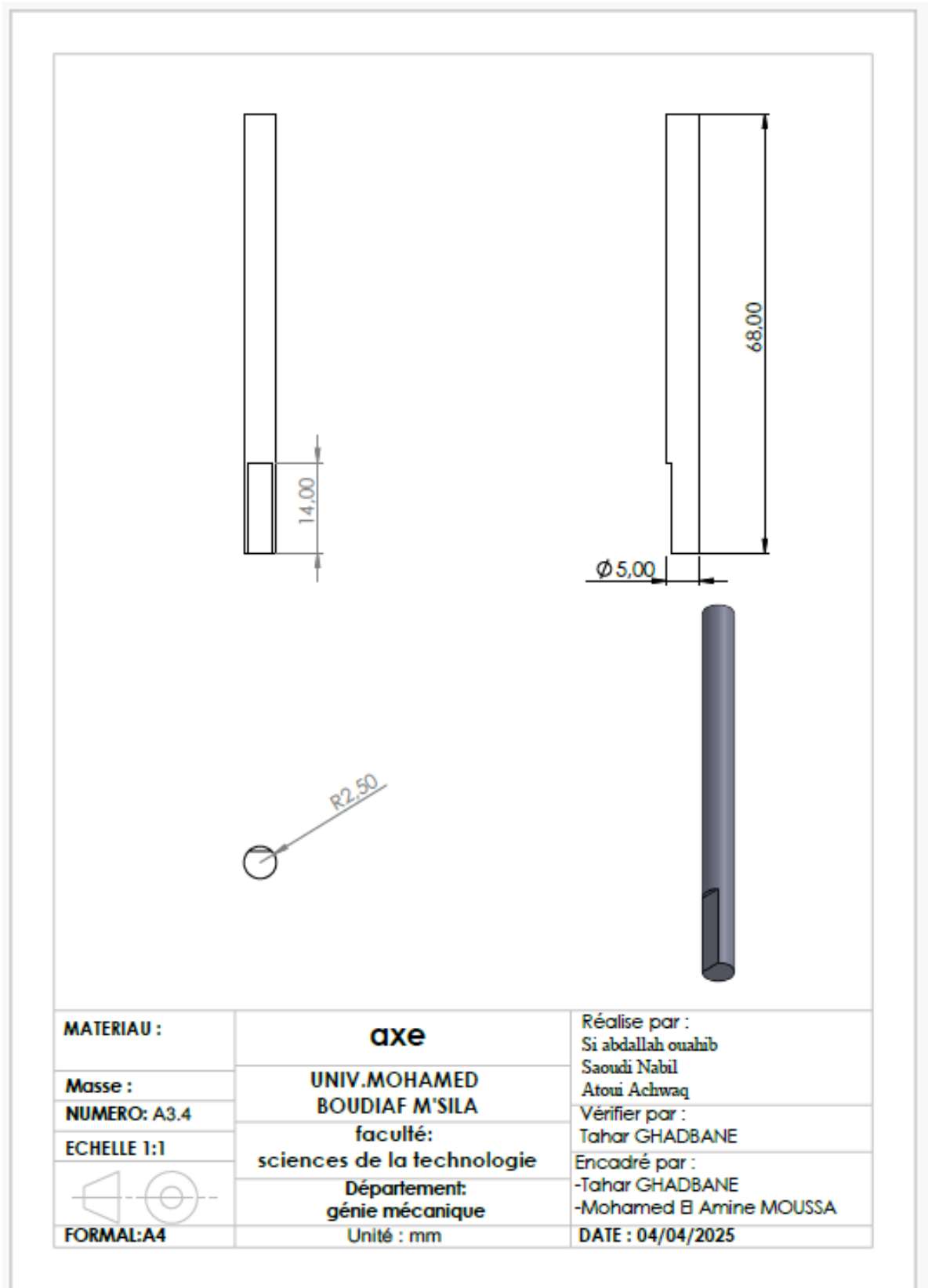
MATERIAU :	BASE1	Réalise par :
Masse :	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Si abdallah ouahib
NUMERO: A3.1	faculté:	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	sciences de la technologie	Atoui Achwaq
	Département:	Vérifier par :
FORMAL:A4	génie mécanique	Tahar GHADBANE
	Unité : mm	Encadré par :
		-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025

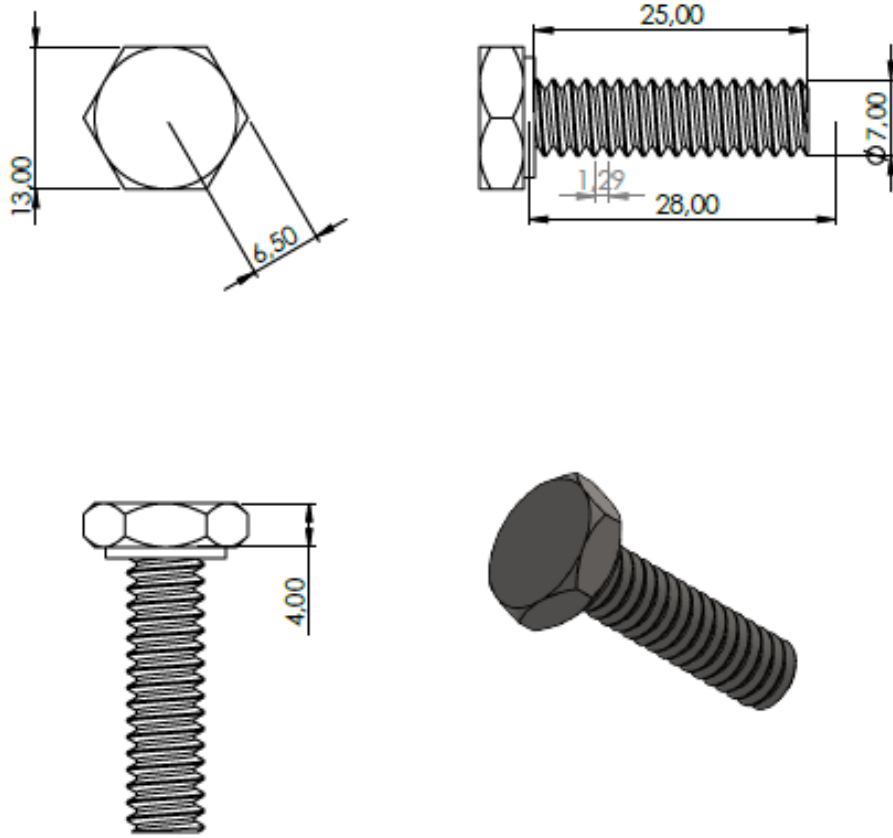



MATERIAU :	Assemblage3	Réalise par :
Masse 350g		Si abdallah ouahib
NUMEROA3	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	faculté:	Atoui Achwaq
	sciences de la technologie	Vérifier par :
	Département:	Tahar GHADBANE
FORMAL:A4	génie mécanique	Encadré par :
	Unité : mm	-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025

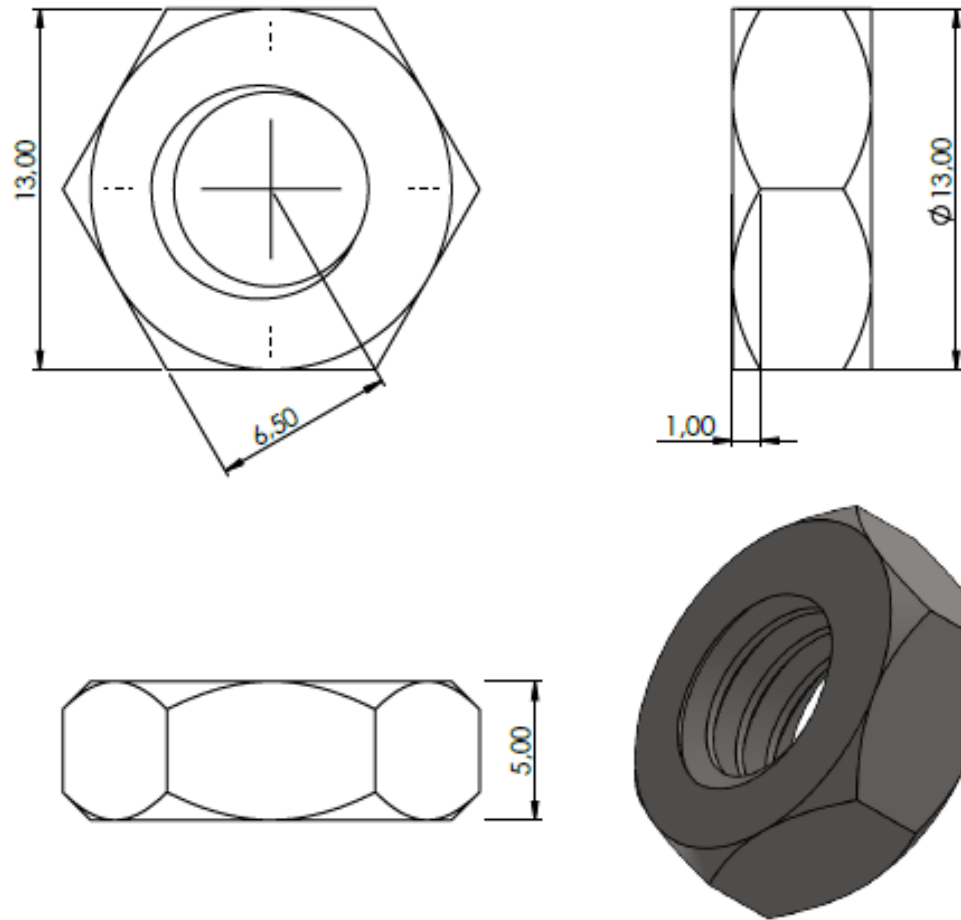



MATERIAU : Acier allié inoxydable	Les roulements à billes	Réalise par :
Masse : 15g		Si abdallah ouahib Saoudi Nabil Atoui Achwaq
NUMERO: A1.2	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Vérifier par :
ECHELLE 1:1	faculté: sciences de la technologie	Tahar GHADBANE
	Département: génie mécanique	Encadré par :
FORMAL: A4	Unité : mm	-Tahar GHADBANE -Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025

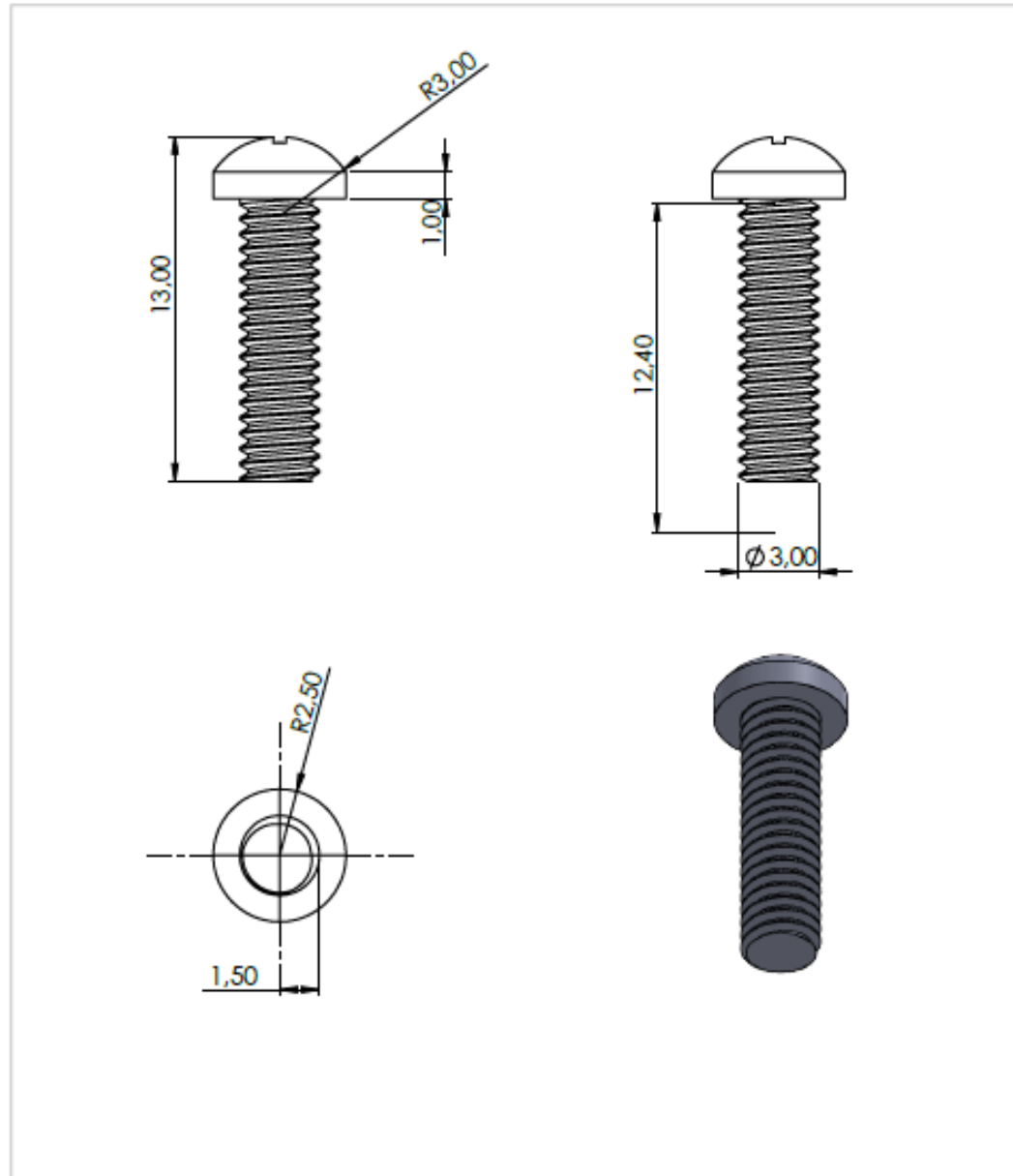




MATERIAU : Acier allié inoxydable	VIS1	Réalise par : Si abdallah ouahib Saoudi Nabil Atoui Achwaq
Masse : 20g		UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA
NUMERO: A1.3	faculté:	Encadré par :
ECHELLE 1:1	sciences de la technologie	-Tahar GHADBANE -Mohamed El Amine MOUSSA
	Département: génie mécanique	DATE : 04/04/2025
FORMAL:A4	Unité : mm	



MATERIAU : Acier allié inoxydable	Écrou	Réalise par : Si abdallah ouahib Saoudi Nabil Atoui Achwaq
Masse : 05g		UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA
NUMERO: A1.4	faculté: sciences de la technologie	Encadré par : -Tahar GHADBANE -Mohamed El Amine MOUSSA
ECHELLE 1:1	Département: génie mécanique	DATE : 04/04/2025
	Unité : mm	
FORMAL: A4		



MATERIAU : Acier allié	Vis2	Réalise par :
Masse : 01g		Si abdallah ouahib
NUMERO: A3.6	UNIV.MOHAMED BOUDIAF M'SILA	Saoudi Nabil
ECHELLE 1:1	faculté:	Atoui Achwaq
	sciences de la technologie	Vérifier par :
	Département:	Tahar GHADBANE
FORMAL: A4	génie mécanique	Encadré par :
	Unité : mm	-Tahar GHADBANE
		-Mohamed El Amine MOUSSA
		DATE : 04/04/2025

III.6 Assemblage des composants

Les différentes étapes d'assemblage sont présentées comme suite :

- ✓ Ouvrir l'interface d'assemblage du logiciel SolidWorks

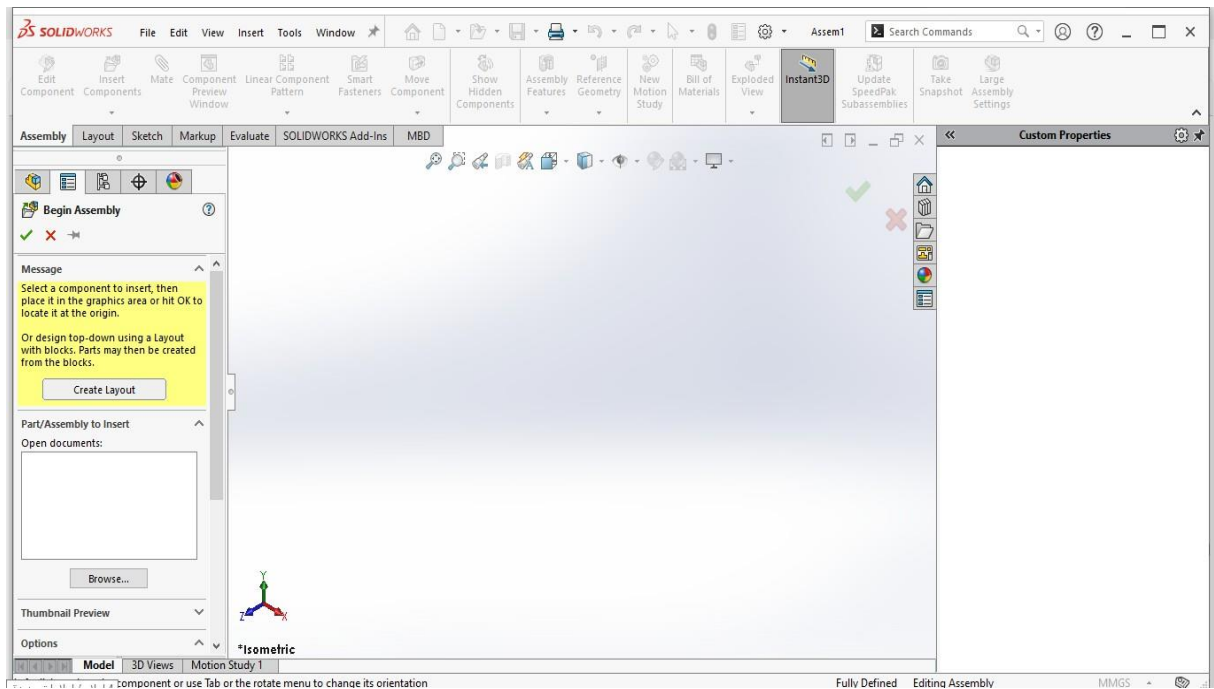


Figure 17 Interface d'assemblage

Afin de parcourir les pièces on clique sur Browse, une fenêtre s'ouvre pour nous permettre de choisir les éléments nécessaires. Ouvrir le dossier à assembler les différentes pièces

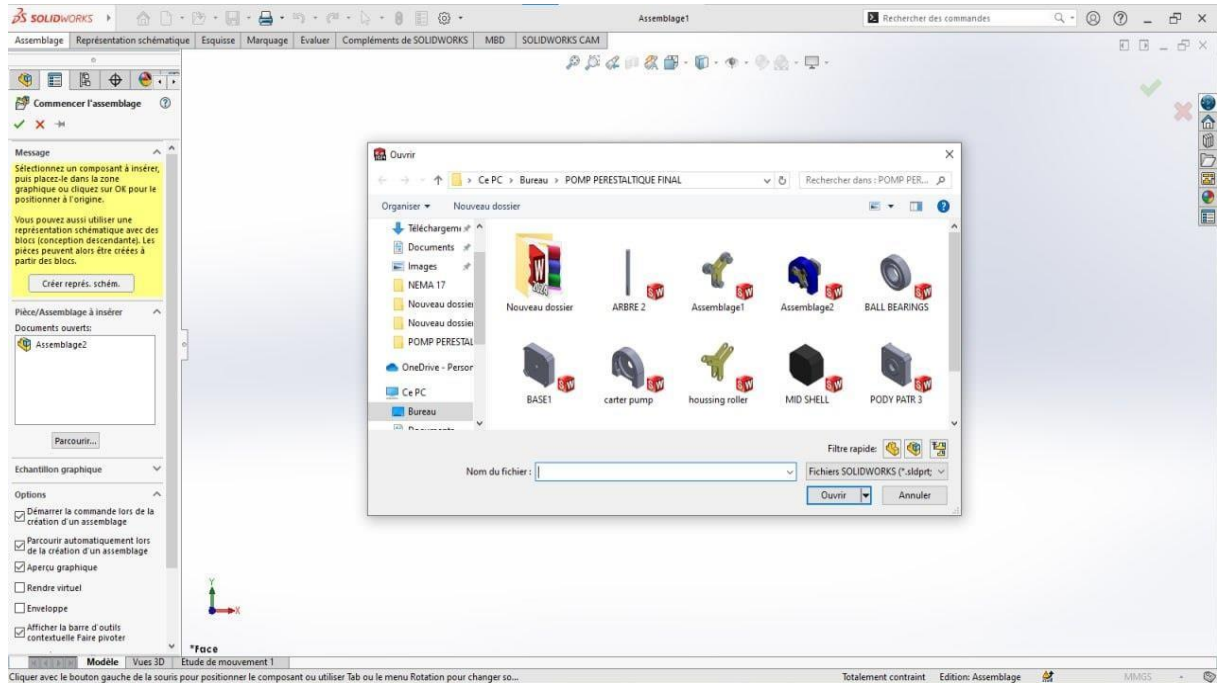


Figure 18 Interface d'assemblage

SOLIDWORKS nous permet de choisir plusieurs pièces en même temps afin de faire leur assemblage.

III.7 Assemblage final de la pompe péristaltique

Pour compléter l'assemblage de la pompe péristaltique à l'aide du logiciel

SolidWorks, les étapes suivantes sont à suivre :

- ✓ Choisir les surfaces ou les arêtes en contact entre les composants de la pompe, comme les galets et la surface interne du corps de pompe ou le support des galets.
- ✓ Sélectionner chaque paire de surfaces ou bien une surface et une arête qui doivent être en contact ou positionnées d'une manière spécifique.
- ✓ Appliquer les contraintes d'assemblage appropriées, telles que **Midpoint**, **Coincident**, ou **Parallèle**, selon les besoins.
- ✓ Valider chaque contrainte pour rapprocher les éléments et les placer correctement dans l'assemblage
- ✓ Une fois toutes les contraintes définies, effectuer une validation finale pour enregistrer

l'assemblage et vérifier le mouvement des pièces mobiles afin d'assurer le bon fonctionnement du système.

III.8 Présentation des Assemblages du Système de Pompe Péristaltique en 3D sous SolidWorks

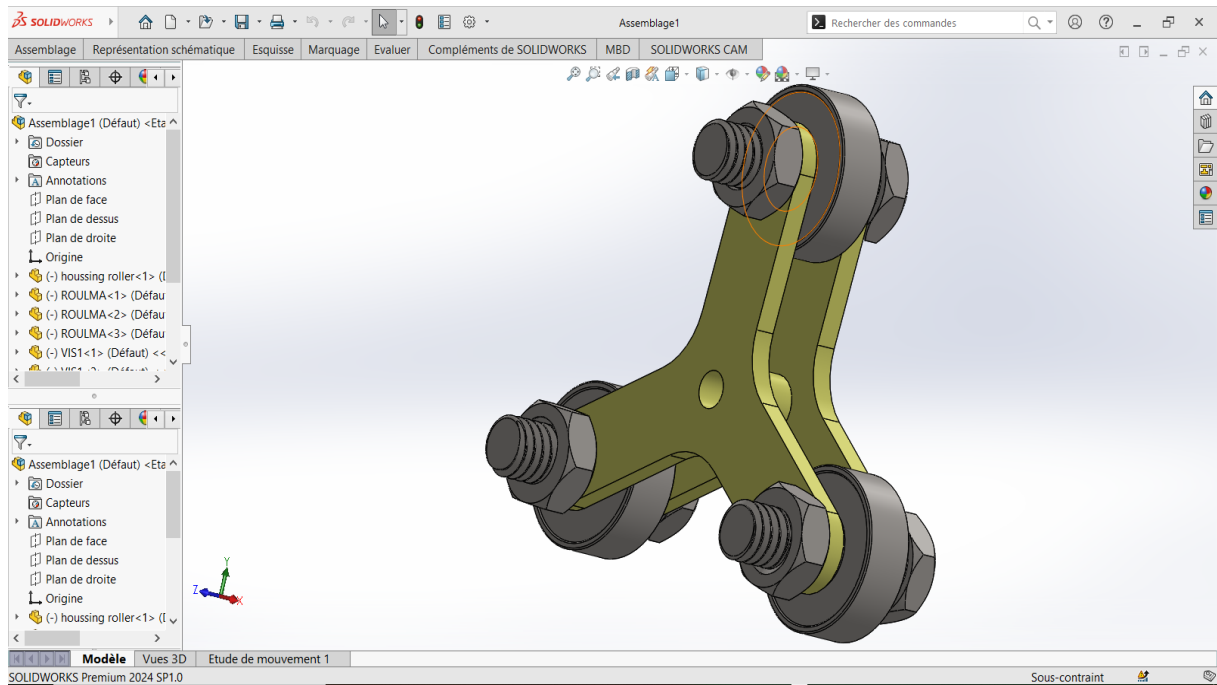


Figure 19 Assemblage (1).

Assemblage (1)= Assemblage du rotor avec roulement à billes, écrou et vis.

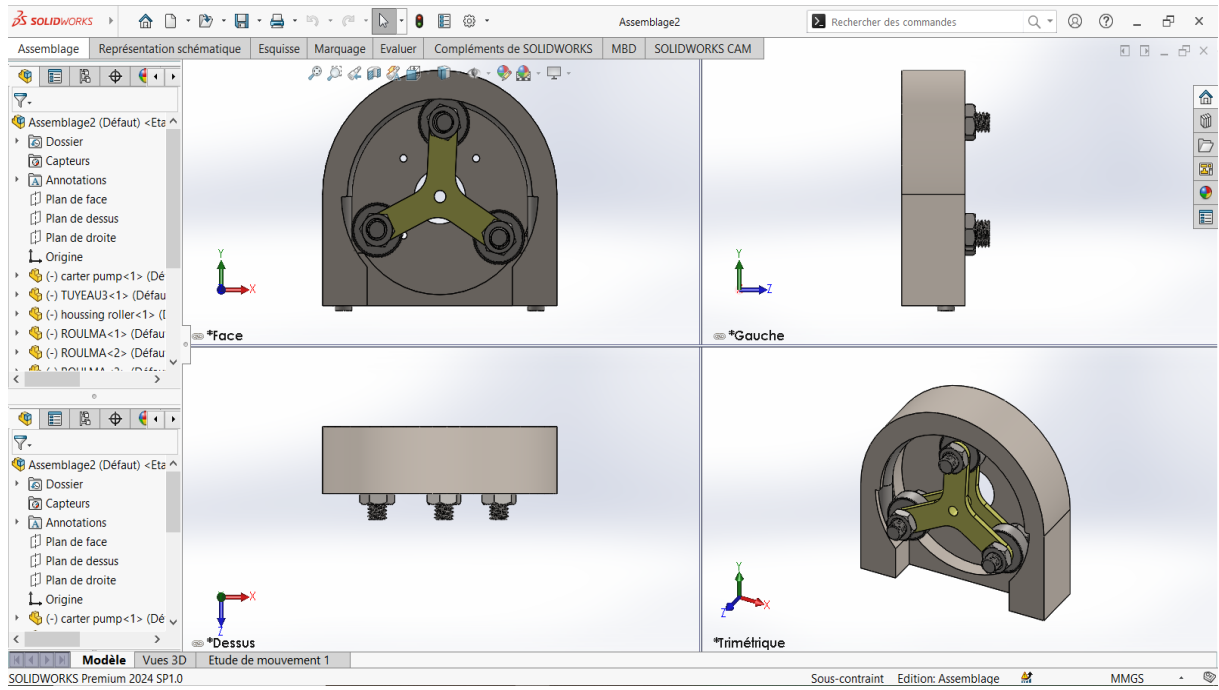


Figure 20 Assemblage (2).
Assemblage (2)= Assemblage (1)+ Corps de la pompe

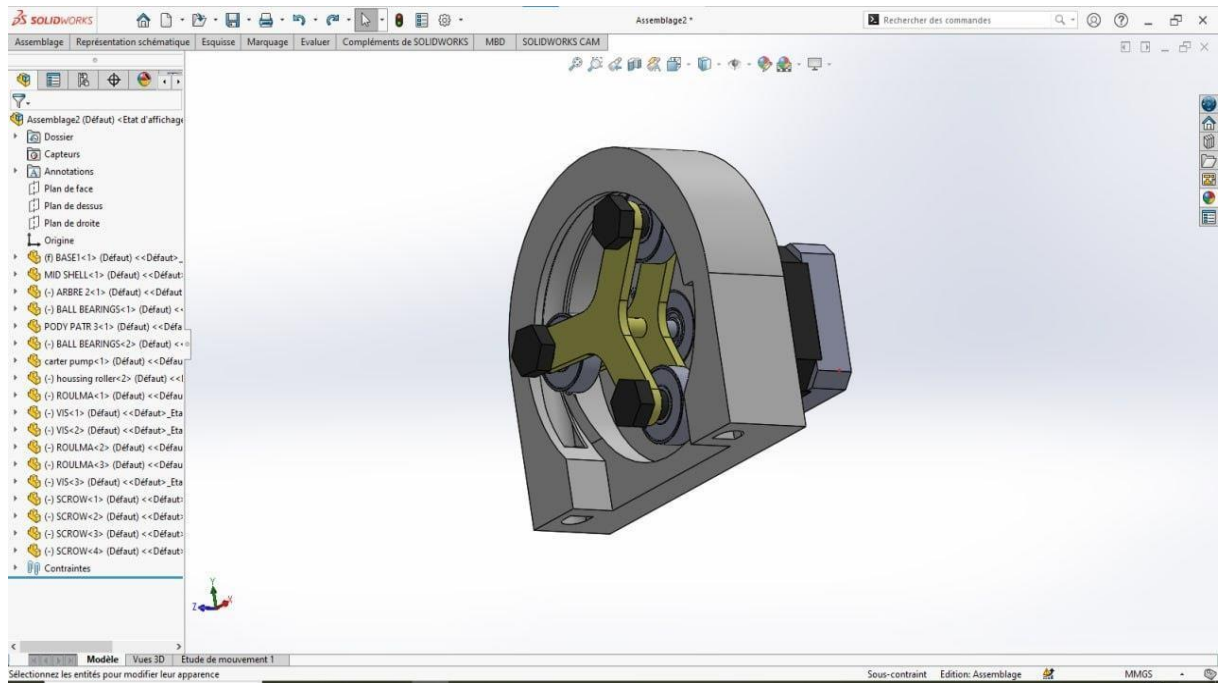


Figure 21 Assemblage (4).
Assemblage(4)= Assemblage(1)+ Assemblage (2) + Assemblage (3)

III.9 Principe de fonctionnement

Le principe de fonctionnement de ce design repose sur la conversion de l'énergie électrique en énergie cinétique, dans le but de transférer des fluides à travers un tube flexible, sans contact direct entre le liquide et les composants mécaniques. Voici comment le système fonctionne en détail :

III.9.1 Alimentation électrique

La pompe péristaltique est alimentée par une source d'énergie électrique, qui est convertie en énergie mécanique à l'aide d'un moteur électrique de type **Nema-17**.

III.9.2 Transmission du mouvement

Le moteur génère un mouvement de rotation transmis aux galets via un axe ou un système de fixation, assurant un mouvement continu et régulier à l'intérieur du corps de la pompe.

III.9.3 Poussée du liquid

Un tube flexible est positionné à l'intérieur de la pompe, en contact direct avec les galets rotatifs. En tournant, ces galets compriment progressivement le tube, ce qui permet d'entraîner le fluide vers l'avant de manière continue et sans retour.

III.9.4 Contrôle du debit

Le débit peut être contrôlé avec précision en ajustant la vitesse de rotation du moteur, ou en modifiant les dimensions ou le nombre de galets, ce qui permet une régulation fine de la quantité de fluide pompé.

III.9.5 Avantages de fonctionnement

Grâce à cette conception, la pompe permet de transférer des fluides sans que les composants mécaniques n'entrent en contact direct avec le liquide, ce qui la rend idéale pour des applications nécessitant une hygiène stricte ou la manipulation de fluides sensibles

III.9.6 Surveillance et sécurité

La pompe peut être couplée à un système de commande électronique pour surveiller les performances et ajuster la vitesse. Des capteurs de pression ou de blocage peuvent également être intégrés pour améliorer la sécurité opérationnelle et réduire les pannes.

III. 10 Réalisation du dispositif de la pompe péristaltique

Après la phase de conception de la pompe péristaltique, la réalisation passe par plusieurs étapes essentielles visant à transformer le modèle numérique en un prototype physique fonctionnel. Voici un aperçu structuré de ces étapes :

III.10.1 Prototypage

Fabrication d'un prototype

Modélisation 3D : Élaboration précise du modèle numérique de la pompe à l'aide de logiciels de Conception Assistée par Ordinateur (CAO) tels que *SolidWorks*, permettant une visualisation et une définition exacte de chaque composant.

Fabrication des pièces : Réalisation des éléments mécaniques de la pompe en recourant à des procédés de fabrication avancés, notamment l'impression 3D ou l'usinage CNC, afin d'assurer la précision et la qualité des pièces produites.

Assemblage initial : Montage des pièces pour vérifier la compatibilité mécanique et la facilité d'assemblage.

III.10.2 Tests et Validation

Tests de fonctionnalité

- ✓ Essais mécaniques Vérification du bon fonctionnement des éléments mobiles (galets, rotor) sans interférences, blocages ni usures anormales du tube.
- ✓ Tests de pompage Réalisation d'essais de pompage avec différents types de liquides pour évaluer le débit, la régularité du flux et l'étanchéité du système.
- ✓ Contrôle de la précision du débit Mesure du débit réel par rapport au débit théorique,

analyse de la constance du débit en fonction de la vitesse de rotation.

Validation des résultats

- ✓ Analyse des performances Comparaison des résultats expérimentaux (débit, stabilité, bruit, vibrations) avec les spécifications et objectifs du projet.
- ✓ Optimisation Ajustement des composants (dimensions des galets, type de tube, vitesse du moteur) ou des réglages pour améliorer les performances globales et corriger les anomalies détectées lors des tests.

III. 10. 3 Des exemples des pièces en réel

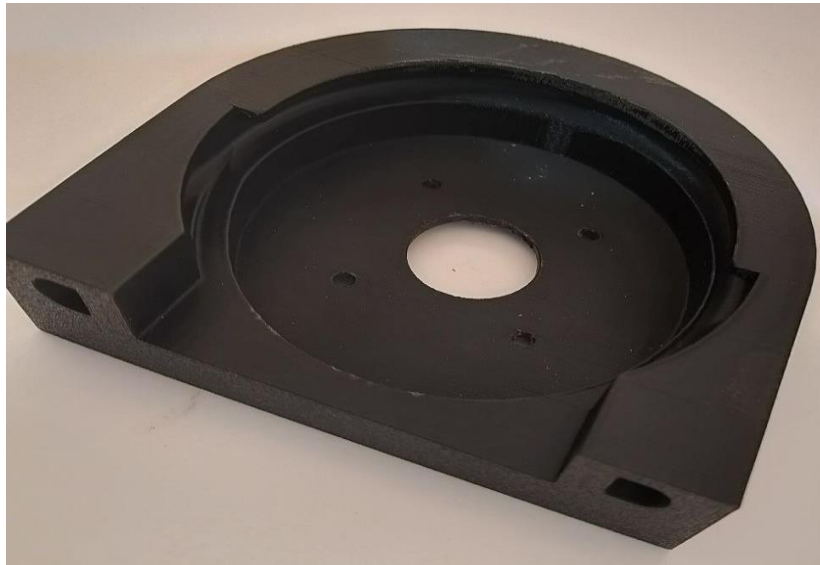


Figure 22 corps de la pompe en réel



Figure 23 rotor en réel

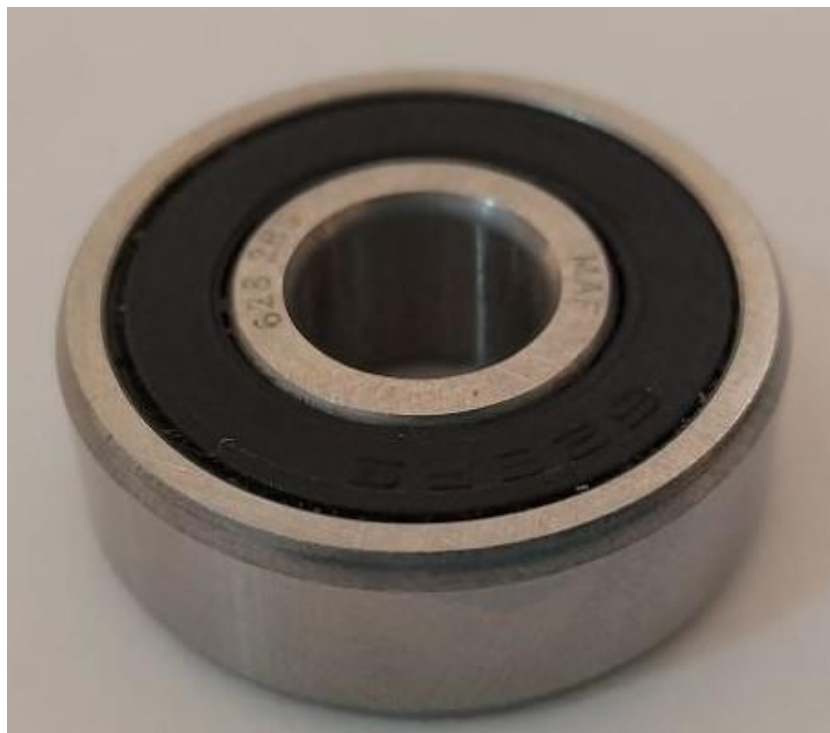


Figure 24 Les roulements à bille



Figure 25 Assemblage 1 de Rotor avec les roulements à billes à l'aide d'une vis et d'un écrou en réel.



Figure 26 Assemblage 2 du rotor avec roulements à billes, vis, écrou et tuyau réel dans le corps de la pompe

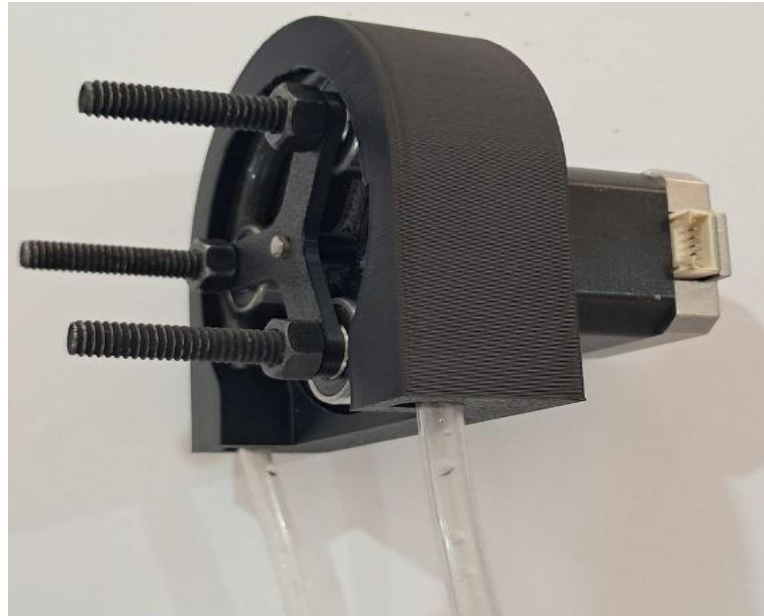


Figure 27 Assemblage 2+Assemblage 3(motor)

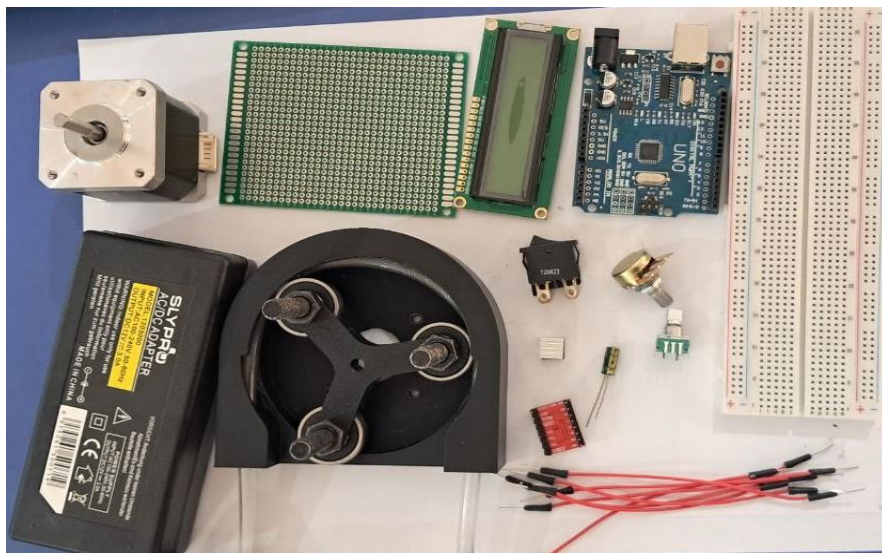


Figure 28 Vue détaillée de l'assemblage mécanique et électronique de la pompe péristaltique.

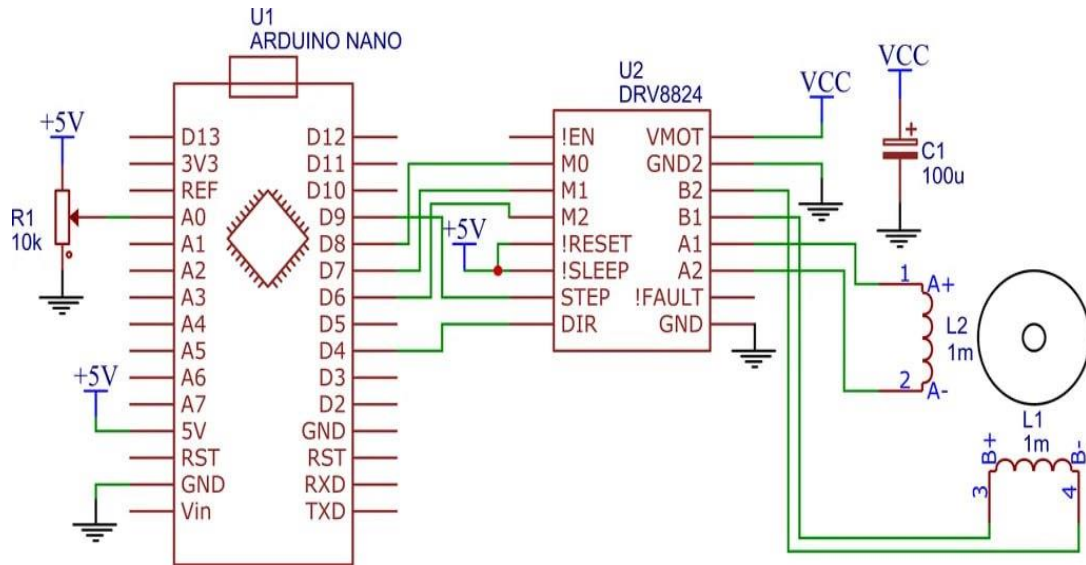


Figure 29 Système de commande électronique de la pompe

Le schéma suivant illustre le câblage électrique adopté pour le contrôle du moteur pas à pas à l'aide du microcontrôleur Arduino Nano et du pilote DRV8824. Cette configuration a été choisie afin de garantir la précision du mouvement rotatif nécessaire au bon fonctionnement de la pompe. Ce système permet un contrôle fluide de la direction et de la vitesse de rotation.

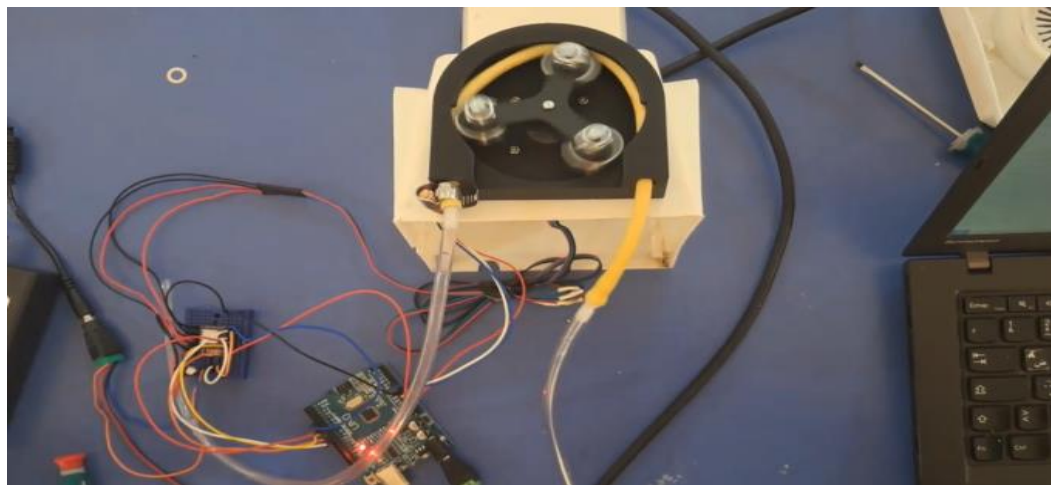


Figure 30 Intégration du système de commande à la pompe

Cette figure illustre le câblage pratique du système de commande électronique, dans lequel le microcontrôleur Arduino est connecté au pilote DRV8824 et au moteur utilisé pour faire fonctionner la pompe péristaltique. Ce système vise à contrôler avec précision le mouvement de la pompe et à réguler le processus de pompage.

III.10.4 Prototype du dispositif de la pompe péristaltique

Le prototype de la pompe péristaltique constitue une étape essentielle pour valider l'efficacité du concept et sa mise en œuvre pratique. Il a été développé à travers une intégration soignée des composants mécaniques et électroniques, avec un choix judicieux des matériaux pour garantir la performance et la fiabilité du système. Ce dispositif permet un transfert précis et propre des liquides, ce qui le rend adaptable à diverses applications, notamment dans les domaines industriel et médical.



Figure 31 rototype de l'assemblage du dispositif de la pompe péristaltique



Figure 32 Dispositif de réglage de la vitesse et mise en marche/arrêt

Conclusion

La conception et la réalisation d'une pompe péristaltique non conventionnelle visent à atteindre une haute efficacité de pompage tout en garantissant la qualité de performance, la précision du contrôle et la facilité de maintenance. L'intégration de technologies modernes telles que la modélisation 3D, l'automatisation et le contrôle intelligent constitue un levier essentiel pour améliorer la fiabilité et l'efficacité du dispositif. L'adoption de ces solutions avancées permet un transfert de fluides précis et durable, rendant le système adaptable à diverses applications médicales et industrielles, tout en renforçant l'innovation et la compétitivité de l'industrie nationale.

Référence bibliographique

- [1] Open-Prod, “Qu’est-ce qu’un logiciel CAO ? Définition !”.
- [2] A. D. GmbH, “Allplan Shop – Solutions logicielles BIM pour l’architecture, l’ingénierie et la construction.” [Online]. Available: <https://shop.allplan.com/index.php?lang=2>
- [3] I. I. Training, “3D Designing with SolidWorks.”

Conclusion Générale

Conclusion générale et perspectives

La conception et la réalisation d'une pompe péristaltique de petite taille représentent un défi à la fois technique et créatif, nécessitant une compréhension approfondie des exigences d'utilisation, une conception mécanique rigoureuse, un choix judicieux des matériaux, ainsi qu'une intégration électronique adaptée et une exécution précise des étapes de fabrication et de tests. En respectant ces conditions, il est possible de développer une pompe efficace, durable et facile à utiliser, adaptée aux applications médicales, de laboratoire ou industrielles.

Voici les principaux points que nous retenons de ce projet :

Étude des besoins

L'identification claire des besoins est essentielle pour la réussite du projet. Dans le cas d'une pompe péristaltique miniature, cela inclut généralement : la capacité de contrôler le débit, la facilité d'entretien, l'hygiène, et la compatibilité avec d'autres systèmes.

Conception innovante

Une configuration à trois galets a été retenue pour garantir un écoulement relativement stable. Ce choix permet de concilier simplicité mécanique et efficacité fonctionnelle, tout en limitant le nombre de pièces mobiles afin de réduire l'usure et faciliter la maintenance.

Choix des matériaux

Des matériaux adaptés à l'impression 3D comme le PLA ont été utilisés, ainsi qu'un tube flexible facilement remplaçable. Le choix s'est porté sur des matériaux légers, non toxiques, et faciles à assembler et à désinfecter, notamment pour les applications sensibles.

Fabrication et assemblage

La fabrication des pièces a été réalisée par impression 3D, offrant ainsi une précision dimensionnelle satisfaisante et une rapidité de production. L'assemblage a été effectué de manière méthodique afin d'assurer un mouvement fluide des galets et un bon maintien du tube.

Perspectives d'avenir

L'intégration des visions futures suivantes contribuera au développement des pompes péristaltiques miniatures afin de répondre aux besoins croissants dans divers domaines, tout en améliorant l'efficacité et la fiabilité :

✓ **Amélioration de la précision du contrôle de débit**

Il est possible d'intégrer des capteurs pour mesurer le débit ou la pression du liquide, reliés à un système de commande électronique (comme Arduino), afin d'assurer un contrôle plus précis et dynamique du fonctionnement de la pompe.

✓ **Durabilité et éco-conception**

L'utilisation de matériaux recyclables, ainsi que la conception de la pompe pour minimiser la consommation d'énergie, renforcent sa durabilité, notamment lors d'une utilisation prolongée dans des environnements médicaux ou de laboratoire sensibles.

✓ **Accessibilité et facilité de configuration**

La mise à disposition d'un guide d'utilisation interactif, accompagné de fichiers de conception imprimables en 3D et de codes open-source, permettrait aux utilisateurs — en particulier les étudiants — d'exploiter, personnaliser et faire évoluer la pompe selon leurs besoins.

✓ **Commercialisation et distribution**

L'élargissement du champ d'application pour inclure les écoles techniques, les laboratoires de recherche, et les établissements médicaux peut se faire via des partenariats ou des plateformes numériques spécialisées dans les équipements éducatifs et scientifiques.

✓ **Collaboration et recherche**

La collaboration avec des universités et des centres de recherche pour le développement de modèles plus avancés et innovants peut entraîner des améliorations significatives en matière de performance. De plus, la participation à des concours d'innovation et à des projets open-source favorise la diffusion du savoir et le renforcement des compétences techniques.

Résumé

La pompe péristaltique est une technologie innovante inspirée d'un principe biologique imitant les mouvements péristaltiques du système digestif. Elle offre un moyen précis et sûr de transférer des fluides sans contact direct avec les pièces mécaniques. Bien qu'elle ait été initialement utilisée dans les domaines médical et pharmaceutique, son usage s'est étendu à divers secteurs tels que l'industrie agroalimentaire, les laboratoires de recherche et l'industrie chimique.

Cette pompe se distingue par la simplicité de sa conception, la facilité de sa maintenance et sa capacité à préserver les propriétés des fluides transportés, ce qui en fait une solution idéale pour de nombreuses applications sensibles. Ce projet vise à étudier les aspects théoriques et fonctionnels de ce type de pompe, et à développer un prototype local, économique, facilement fabricable, capable de répondre aux besoins du marché national. Il ambitionne également de proposer une alternative technique efficace aux produits importés, en s'appuyant sur les principes du génie mécanique et la réduction des coûts.

Mots clés : Pompe péristaltique, Impression 3D, Conception, Logiciel SolidWorks

ملخص

تُعدّ المضخة التمعجية تقنية مبتكرة مستوحاة من مبدأ بيولوجي يُحاكي الحركات التمعجية للجهاز الهضمي. وتوفر وسيلة دقيقة وأمنة لنقل السوائل دون تلامس مباشر مع الأجزاء الميكانيكية. وعلى الرغم من أن استخدامها كان في البداية محصوراً في المجالات الطبية والصيدلانية، فقد توسع استعمالها ليشمل قطاعات متعددة مثل الصناعات الغذائية، والمختبرات البحثية، والصناعة الكيميائية.

تتميّز هذه المضخة ببساطة تصميمها، وسهولة صيانتها، وقدرتها على الحفاظ على خصائص السوائل المنقولة، مما يجعلها حلاً مثالياً للعديد من التطبيقات الحساسة. يهدف هذا المشروع إلى دراسة الجوانب النظرية والوظيفية لهذا النوع من المضخات، وتطوير نموذج أولي محلي، اقتصادي، سهل التصنيع، قادر على تلبية احتياجات السوق الوطنية. كما يطمح إلى تقديم بديل تقني فعال للمنتجات المستوردة، بالاعتماد على مبادئ الهندسة الميكانيكية وتقليل التكاليف.

الكلمات المفتاحية: مضخة دودية، طباعة ثلاثية الأبعاد، تصميم، برنامج سوليدوروكس

Summary

The peristaltic pump is an innovative technology inspired by a biological principle that mimics the peristaltic movements of the digestive system. It provides a precise and safe way to transfer fluids without direct contact with mechanical parts. Although it was initially used in the medical and pharmaceutical fields, its application has expanded to various sectors such as the agri-food industry, research laboratories, and the chemical industry.

This pump stands out due to its simple design, ease of maintenance, and its ability to preserve the properties of the fluids being transported, making it an ideal solution for many sensitive applications. This project aims to study the theoretical and functional aspects of this type of pump and to develop a local, cost-effective, and easily manufacturable prototype capable of meeting the needs of the national market. It also aims to offer an efficient technical alternative to imported products by relying on mechanical engineering principles and cost reduction.

Keywords: Peristaltic pump, 3D printing, Design, Software SolidWorks