

REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
MINISTERE DE L'ENSEIGNEMENT SUPERIEUR ET DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE
UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA

FACULTE DE TECHNOLOGIE
DEPARTEMENT D'ELECTRONIQUE

N° :



DOMAINE : SCIENCE ET TECHNOLOGIE

FILIERE : AUTOMATIQUE

OPTION : ROBOTIQUE

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par: BACHA AKRAM

Intitulé

ÉTUDE et réalisation d'un stylo d'impression 3D

Soutenu devant le jury composé de:

Dr. ROUABHI Riyadh	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Président
Dr. TABBAKH Mostefa	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Rapporteur
Dr. LALLOUANI Hellali	Université Mohamed Boudiaf M'sila	Examineur

Année universitaire : 2024 / 2025

REMERCIEMENTS

« *Au nom d'Allah le Tout Miséricordieux, le Très Miséricordieux* »

Nous remercions **Allah**, le tout puissant de nous avoir Pour nous avoir donné le courage et la volonté pour réaliser ce mémoire. Symbole de notre accomplissement scientifique.

Nous adressons nos sincères remerciements à Monsieur **Tabbakh Mostefa**, notre encadreur, pour ses conseils et ses recommandations tous le long de la rédaction et des recherches de ce manuscrit.

Nous sommes très reconnaissantes aux membres du jury, le professeur Mr. **Rouabhi Ryadh**, et Mr, qui nous ont fait l'honneur d'examiner notre travail. Nous les remercions pour le temps et l'attention qu'ils ont consacrée à la lecture de notre manuscrit et pour les nombreuses améliorations qu'ils y ont apportées.

Nous plus sincères remerciements à tous nos enseignants de la spécialité **Robotique** chacun par son nom.

Nos vifs remerciements à nos collègues du département d'électronique et plus spécialement ceux de la spécialité **Robotique** de l'université de Mohamed Boudiaf de M'sila promotion **2025**.

Pour finir, nous tenons à remercier toute personne qui a contribué de près ou de loin à la réussite de ce travail.

Bacha Akram

Dédicaces

Ce mémoire est dédié

A ma mère, source d'amour et de tendresse

A mon père que dieu me le garde et le protège

A mes frères et sœurs

A Tous ceux qui me sont chers.

Bacha Akram

Table des Matières

Introduction Générale	1
Chapitre 1 : Introduction aux Imprimantes 3D	2
1.1 Introduction	2
1.2 Historique de l'impression 3D	3
1.3 État de l'art	4
1.4 Types d'imprimantes 3D	5
1.5 Types de filaments et matériaux	6
1.6 Autres aspects importants	7
1.7 Conclusion	8
Chapitre 2 : Constitution d'une Imprimante 3D	16
2.1 Introduction	16
2.2 Structure générale d'une imprimante 3D	17
2.2.1 Système mécanique	17
2.2.2 Système d'extrusion (FDM)	18
2.2.3 Système électronique	19
2.2.4 Motorisation	20
2.2.4.1 Moteurs pas à pas	20
2.2.4.2 Moteurs à courant continu	21
2.2.5 Logiciel de contrôle	22
2.3 Interactions entre composants	23
2.4 Conclusion	24
Chapitre 3 : Étude et Conception d'un Stylo 3D DIY	28
3.1 Introduction	28
3.2 Le stylo 3D : un outil d'initiation	29

3.2.1 Principe de fonctionnement	29
3.2.2 Types de filaments compatibles	30
3.2.3 Applications pratiques	31
3.2.4 Avantages et limitations	31
3.2.5 Conseils pratiques	32
3.3 Fabrication d'un stylo 3D	33
3.3.1 Liste des composants	33
3.3.1.1 Composants mécaniques	33
3.3.1.2 Composants électroniques	34
3.3.2 Schéma électrique	35
3.3.3 Choix des éléments après simulation	36
3.3.3.1 ESP8266 avec écran OLED	36
3.3.3.2 Moteur DC avec réducteur	37
3.3.3.3 Driver L298N	38
3.3.3.4 Boîtier imprimé en 3D	39
3.3.3.5 Composants réels du stylo 3D	40
3.4 Modélisation 3D du boîtier	41
3.4.1 Description du modèle	41
3.10 Conclusion	42
Conclusion Générale	43

INTRODUCTION GENERALE

L'impression 3D, ou fabrication additive, constitue l'une des révolutions majeures du XXI^e siècle dans le domaine de la conception et de la production. Cette technologie permet de fabriquer des objets physiques par ajout successif de matière à partir d'un modèle numérique, modifiant profondément les logiques de prototypage, de personnalisation, et de production décentralisée. Depuis son apparition dans les années 1980, l'impression 3D s'est démocratisée et adaptée à des domaines aussi variés que l'aéronautique, la médecine, le design, l'automobile, l'architecture et l'éducation.

Dans ce contexte d'innovation continue, l'objectif de ce mémoire est double : **comprendre les fondements technologiques et fonctionnels de l'impression 3D**, et **mettre en œuvre un projet pratique basé sur ces connaissances**. Ce travail s'appuie sur une démarche progressive, allant de la théorie à la pratique, de l'analyse globale des systèmes à la conception d'un outil simplifié : un **stylo 3D DIY**, destiné à reproduire à petite échelle le principe d'extrusion de filament propre aux imprimantes FDM.

Le contenu est structuré en trois chapitres complémentaires :

- Le **Chapitre 1** introduit les concepts fondamentaux de l'impression 3D. Il retrace son évolution historique, présente les différentes technologies existantes (FDM, SLA, SLS, etc.), les matériaux utilisés (filaments, résines, poudres), ainsi que les domaines d'application. Il met également en lumière les avancées récentes et les perspectives d'avenir, notamment en matière de vitesse d'impression, de matériaux composites, ou d'intégration de l'intelligence artificielle.
- Le **Chapitre 2** s'intéresse à la **constitution matérielle d'une imprimante 3D**, en se focalisant sur la technologie FDM. Ce chapitre dissèque les principaux sous-systèmes : mécanique (axes, plateau, châssis), électronique (carte mère, capteurs, moteurs), et logiciel (firmware, slicer, interface). Cette étude permet de comprendre le rôle de chaque composant, leur fonctionnement en synergie, et les critères techniques à considérer pour construire ou modifier une imprimante.
- Le **Chapitre 3** constitue la partie appliquée de ce travail. Il présente **la conception et la réalisation d'un stylo 3D**, un dispositif portable permettant de dessiner en trois dimensions

INTRODUCTION GENERALE

en extrudant du filament thermoplastique chauffé. Cette partie couvre le choix des composants, le schéma électrique, la conception du boîtier imprimé en 3D, et les difficultés rencontrées lors de la miniaturisation. Bien que la compacité totale n'ait pas été atteinte (miniaturisation estimée à 70 %), le projet a permis de valider de nombreuses étapes fonctionnelles essentielles (chauffe, extrusion, alimentation, affichage).

CONCLUSION GENERALE

CONCLUSION GENERALE

Ce mémoire a permis de retracer le parcours complet allant de la compréhension théorique de l'impression 3D jusqu'à la réalisation d'un projet concret : la fabrication d'un stylo 3D DIY. Cette démarche a mis en lumière les multiples dimensions de la fabrication additive — technologiques, mécaniques, électroniques, et pédagogiques.

La première partie a offert une vision globale du domaine de l'impression 3D, ses évolutions, ses méthodes, ses matériaux et ses applications. La deuxième a détaillé les éléments techniques fondamentaux d'une imprimante 3D FDM, permettant ainsi d'identifier les composants critiques à reproduire à plus petite échelle. Enfin, le projet de stylo 3D présenté dans la dernière partie a permis de concrétiser ces connaissances dans un dispositif portable, combinant extrusion de filament, électronique embarquée, et impression 3D de boîtier.

Bien que le prototype obtenu soit fonctionnel, le défi majeur reste la **miniaturisation**, qui n'a pu être atteinte qu'à environ 70 % en raison des contraintes liées à la taille des composants disponibles (moteur, driver, batterie). Ce résultat met en évidence les défis techniques concrets rencontrés lors de la transition de la théorie à la pratique, tout en soulignant les marges d'amélioration.

Ce projet constitue ainsi une **base solide pour des versions futures optimisées**, intégrant des composants plus compacts, une meilleure ergonomie, et de nouvelles fonctionnalités comme la connectivité sans fil ou des réglages dynamiques de température et d'extrusion.

Il ouvre également la voie à une réflexion pédagogique : comment utiliser ce type de projet dans un cadre éducatif pour enseigner l'électronique, la modélisation 3D, la programmation et la fabrication numérique à travers un objet accessible, concret et motivant.

RESUME

Résumé

Ce mémoire explore l'évolution, la structure et l'application concrète de l'impression 3D à travers la conception d'un stylo 3D DIY. La première partie présente les fondements théoriques de la fabrication additive, ses technologies clés (FDM, SLA, SLS), ses matériaux (PLA, ABS, composites), et ses domaines d'application (industrie, médecine, éducation). Elle met en évidence les progrès récents tels que l'impression multi-matériaux, l'intelligence artificielle intégrée, et la bio-impression.

Le deuxième chapitre examine en détail la constitution d'une imprimante 3D FDM, en expliquant le rôle des sous-systèmes mécaniques, électroniques et logiciels. Ce cadre théorique sert de base à la phase pratique.

La dernière partie est consacrée à la réalisation d'un stylo 3D fonctionnel, capable d'extruder du filament thermoplastique à chaud. Le processus comprend la sélection des composants (ESP8266, moteur DC, buse chauffante), la modélisation 3D du boîtier, et l'assemblage. Malgré un bon fonctionnement, la miniaturisation n'a été atteinte qu'à 70 % en raison des limitations des composants disponibles.

Ce projet offre une synthèse entre théorie et pratique, tout en constituant une base pédagogique et évolutive pour initier à la fabrication numérique, à l'électronique embarquée et à la conception d'objets techniques.

الملخص

تتناول هذه المذكرة تطور الطباعة ثلاثية الأبعاد، بنيتها، وتطبيقاتها من خلال تصميم قلم ثلاثي الأبعاد (3D Pen) من نوع "افعلها بنفسك" (DIY). يُقدم الفصل الأول الأسس النظرية للتصنيع بالإضافة، ويستعرض أبرز تقنياته مثل FDM ، SLA وSLS، والمواد المستعملة كـ PLA وABS، إضافةً إلى مجالات استخدامها في الصناعة، الطب، والتعليم. كما يعرض أحدث التطورات مثل الطباعة متعددة المواد، دمج الذكاء الاصطناعي، والطباعة الحيوية.

أما الفصل الثاني، فيُفصّل مكونات الطباعة ثلاثية الأبعاد من نوع FDM ، موضّحاً دور الأنظمة الميكانيكية والإلكترونية والبرمجية، مما يُمهّد للمرحلة التطبيقية.

في الفصل الثالث، تم تنفيذ مشروع قلم ثلاثي الأبعاد قادر على بثق خيط حراري من البلاستيك، حيث شمل العمل اختيار المكونات الإلكترونية) مثل ESP8266 ، ومحرك DC ، ورأس التسخين(، وتصميم الهيكل الخارجي باستخدام الطباعة ثلاثية الأبعاد، وتجميع النظام. وعلى الرغم من أن القلم يعمل، فإن نسبة التصغير لم تتحقق بالكامل، وبلغت حوالي 70٪ فقط بسبب قيود حجم المكونات.

يُعد هذا المشروع دمجاً بين النظرية والتطبيق، ويُشكّل أساساً تربوياً وتقنياً لتعليم مفاهيم التصنيع الرقمي، والبرمجة المدمجة، وتصميم الأجهزة التكنولوجية.
