

الجمهورية الجزائرية الديمقراطية الشعبية
REPUBLIQUE ALGERIENNE DEMOCRATIQUE ET POPULAIRE
وزارة التعليم العالي والبحث العلمي
Ministère de l'Enseignement Supérieur et de la Recherche
Scientifique
جامعة أبي بكر بلقايد تلمسان
Université Aboubakr Belkaid – Tlemcen –
Faculté de TECHNOLOGIE



MEMOIRE

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

En : Génie Mécanique

Spécialité : Construction Mécanique

Par : BOUANANI Amine

Sujet

Etude d'adaptation de conception CAO SolidWorks à l'impression 3D bi-couleur sur une imprimante FDM à double tête d'extrusion

Soutenu publiquement, le 11 / 06 / 2024, devant le jury composé de :

M SEBAA Fethi	Pr	Université de Tlemcen	Président
M HADJOUI Fethi	MCA	Université de Tlemcen	Examineur
M CHELKH Abdelmadjid	Pr	Université de Tlemcen	Encadreur
Mme MEDJADI Nassima	MAA	Université de Tlemcen	Co-Encadreur

Année universitaire : 2023 / 2024

Dédicace

Je dédie ce projet à mes parents, pour leur soutien inconditionnel et leurs encouragements constants tout au long de mon parcours académique. Leur amour et leur foi en moi ont été mes plus grandes motivations. Je souhaite également exprimer ma gratitude à mes professeurs et encadrants, pour leur précieuse guidance, leurs conseils avisés et leur expertise qui ont enrichi ce travail. À mes amis, pour leur soutien moral, leurs encouragements et les moments de détente partagés qui ont allégé le poids des responsabilités académiques. Enfin, à toutes les personnes qui ont contribué, de près ou de loin, à la réalisation de ce projet, je vous adresse mes plus sincères remerciements.

Votre soutien a été essentiel dans la réussite de cette étape importante de ma vie.

Remercîment

Je tiens à exprimer ma profonde gratitude à mes encadreurs Mr. CHELKH Abdelmadjid et Mme MEDJADI Nassima pour leur soutien inestimable tout au long de ce projet de fin d'études.

Mr. CHELKH votre expertise dans le domaine de FAO a été une source d'inspiration constante pour moi. Vos conseils judicieux et vos encouragements m'ont permis de surmonter les obstacles et de progresser dans mon travail.

Mme MEDJADI votre regard critique et votre souci du détail m'ont poussé à me surpasser et à produire un travail de qualité. Je suis très reconnaissant pour vos précieux commentaires et suggestions, qui ont permis d'améliorer considérablement mon projet.

Je souhaite exprimer ma profonde gratitude envers le Professeur M. SEBAA Fethi d'avoir accepté d'être le président du jury de ma soutenance. Votre présence en tant que président du jury a apporté une crédibilité et une rigueur supplémentaires à ma soutenance. Je souhaite également remercier M. HADJOUI Fethi d'avoir consacré son temps à l'évaluation de mon travail. Je suis conscient du privilège que j'ai eu de présenter mon travail devant un jury aussi distingué, et je suis reconnaissant de l'attention et de l'intérêt que vous avez porté à ma recherche.

Ce projet est le fruit d'un travail collaboratif et je suis reconnaissant à tous ceux qui ont contribué à sa réussite.

Résumé

Le travail dans ce projet de fin d'étude est axé sur l'impression 3D assistée par ordinateur (CAO) avec l'impression 3D bi-couleur sur une imprimante FDM à double tête d'extrusion. En utilisant l'imprimante RAISE3D Pro2 et le logiciel FAO IdeaMaker du laboratoire de recherche IS2M de l'université de Tlemcen UABT, nous avons réalisé l'impression bi-couleur.

En effet, le projet a commencé par une familiarisation avec l'imprimante et le logiciel, suivie d'expérimentations sur des modèles spécifiques fournis par le constructeur RAISE3D pour comprendre toutes les étapes du processus nécessaire à l'impression avec deux extrudeurs.

Ensuite, le projet a abordé tout un processus de préparation à l'impression bi-couleur des logos du laboratoire de recherche IS2M et de l'université de Tlemcen UABT.

En effet, ce processus a nécessité des modifications et des adaptations nécessaires dans les modèles géométriques CAO-SolidWorks pour permettre le passage vers des modèles géométriques STL imprimables avec des extrudeurs différents donc des couleurs différentes sans affecter la continuité de la matière dans le modèle géométrique physique final imprimé. Après adaptation CAO, différents modèles géométriques avec différentes couleurs de ces deux logos ont été imprimés et testés afin de valider la faisabilité de l'impression bi-couleur.

Mots-clés

CAO SolidWorks, FAO de tranchage Ideamaker, Impression 3D FDM multi couleur, RAISE3D Pro2

Abstract

The work in this project is focused on exploring the integration of computer-aided design (CAD) with bi-color 3D printing on a dual-extrusion head FDM 3D printer. Using the RAISE3D Pro2 printer and the IdeaMaker CAM software from the IS2M research lab, this project provided an understanding of the practical implementation of bi-color printing.

In fact, the project began with familiarization with the printer and the software, followed by experiments on specific models provided by the RAISE3D manufacturer to understand all the steps of the process necessary to print with two extruders.

Then, the project tackled a whole process of preparation for the bi-color printing of the logos of the IS2M research laboratory and the University of Tlemcen UABT.

Indeed, this process required necessary modifications and adaptations in the CAD-SolidWorks geometric models to allow the transition to printable STL geometric models with different extruders and therefore different colors without affecting the continuity of the material in the final printed physical geometric model. After CAD adaptation, different geometric models with different colors of these two logos were printed and tested in order to verify the impact of CAD modeling on two-color 3D printing.

Keywords

SolidWorks CAD, Ideamaker slicing CAM, Multi-color FDM 3D printing, RAISE3D Pro2

ملخص

(CAD)

(RAISE3D Pro2)

(FDM)

(IS2M)

(Ideamaker)

(RAISE3D Pro2)

(RAISE3D)

(UABT)

(IS2M)

(STL)

(SolidWorks)

(CAD)

(CAD)

الكلمات المفتاحية

(FDM)

(Ideamaker)

(SolidWorks)

.(RAISE3D Pro2)

Sommaire

Introduction Générale.....	1
Chapitre I : Généralités sur l'imprimante 3D et le logiciel FAO du laboratoire de recherche IS2M	3
I.1. Introduction	4
I.2. Impression 3D	4
I.2.1. Définition de l'impression 3D [1]	4
I.2.2. Historique de l'impression 3D [2]	4
I.2.3. Technologie FDM [3]	5
I.2.4. Format de fichier STL [5]	6
I.3. Filaments	7
I.3.1. PLA [7]	8
I.3.2. ABS [7]	8
I.3.3. PET [7]	9
I.4. Présentation de l'imprimante RAISE3D Pro2 [8]	9
I.4.1. Caractéristiques techniques de l'imprimante Raise3D Pro2	10
I.4.2. Impression avec double tête d'extrusion	11
I.4.3. Avantages de l'imprimante Raise3D Pro2.....	12
I.5. Logiciel FAO Ideamaker [8]	13
I.6. Prise en main du logiciel	14
I.6.1. Séparation du modèle de fichier projet en fichiers STL	14
I.6.2. Alignement des modèles STL dans l'espace d'impression	18
I.6.3. Tranchage pour l'impression 3D	23
I.7. Conclusion	28
Chapitre II : Essais d'impression bi-couleur des modèles de RAISE3D	29
II.1. Introduction	30
II.2. Essais d'impression du modèle « Pen & Cup »	30
II.2.1. « Pen & Cup dual color » avec l'échelle de 0,5	33
II.2.2. « Pen & Cup dual color » avec l'échelle de 0,7	37
II.3. Essais d'impression du modèle « Rounded HEX Spinner »	39
II.4. Conclusion	43
Chapitre III : Préparation et impression 3D en deux couleurs des logos de l'université UABT et de laboratoire du recherche IS2M	44
III.1. Introduction	45

Liste des figures

Figure I - 1 : Schéma de fonctionnement d'une imprimante utilisant la technologie FDM [4]	6
Figure I- 2 : Format STL d'un modèle CAO en 3D [6]	7
Figure I- 3: Deux bobines de filament type PLA du laboratoire de recherche IS2M	8
Figure I- 4: Deux bobines de filament type ABS du laboratoire de recherche IS2M	9
Figure I- 5: Différents angles de l'imprimante RAISE3D Pro2 du laboratoire de recherche IS2M	10
Figure I- 6: les deux bobines de filaments et les deux extrudeurs de l'imprimante RAISE3D Pro2	11
Figure I- 7: Modèle « Dual-Color-Cube » imprimé sur la RAISE3D Pro2	12
Figure I- 8: Interface du logiciel Ideamaker	13
Figure I- 9: Fichier projet du modèle « Spinner 3HEX »	15
Figure I- 10: Modèle « Spinner 3HEX » dans IDEAMaker	15
Figure I- 11: STL1 et STL2 composant le modèle	16
Figure I- 12: Exportation du premier fichier STL	17
Figure I- 13: Exportation du deuxième fichier STL	17
Figure I- 14: Résultat de la séparation du modèle	18
Figure I- 15: Fichier STL1 dans Ideamaker	19
Figure I- 16: Onglet d'importation de fichier modèle	19
Figure I- 17: Importation du modèle STL2	20
Figure I- 18: Résultat d'importation des deux fichiers STL	20
Figure I- 19: Choix d'extrudeur	21
Figure I- 20: Choix de couleur	22
Figure I- 21: Alignement des deux modèles STL	22
Figure I- 22: Résultat d'alignement	23
Figure I- 23: Paramètres de tranchage	24
Figure I- 24: Estimation du résultat d'impression	24
Figure I- 25: Aperçu de la structure	25
Figure I- 26: Aperçu de la vitesse d'impression	25
Figure I- 27: Exportation du fichier G-code	26
Figure I- 28: Aperçu du début du fichier G-code	26
Figure I- 29: Résultat d'impression du modèle « Spinner 3HEX »	27
Figure II- 1: « Pen & Cup single » et « Pen & Cup dual color »	30
Figure II- 2: STLs composant le modèle « Pen & Cup dual color »	31
Figure II- 3: Choix de l'extrudeur et la couleur pour le premier STL	31
Figure II- 4: Choix de l'extrudeur et la couleur pour le deuxième STL	32
Figure II- 5: Alignement des deux STL du modèle « Pen & Cup dual color »	32
Figure II- 6: Estimation du résultat d'impression pour le modèle « Pen & Cup dual color »	33
Figure II- 7: Réduire le volume du modèle	34
Figure II- 8: Tranchage du modèle après la réduction du volume	34
Figure II- 9: Estimation du résultat d'impression après la réduction du volume	35

Figure II- 10: Ecran tactile du l'imprimante RAISE3D Pro2 au debut d'impression du modèle « Pen & Cup dual color »	35
Figure II- 11: Impression en cours du modèle « Pen & Cup dual color »	36
Figure II- 12: Modèle réel « Pen & Cup dual color »	36
Figure II- 13: Réduction du volume de modèle à 70%	37
Figure II- 14: Inversement des extrudeurs	37
Figure II- 15: Estimation du résultat d'impression du deuxième test d'impression	38
Figure II- 16: Résultat d'impression réel du modèle « Pen & Cup dual color »	38
Figure II- 17: Modèle « Rounded HEX Spinner » dans Ideamaker	39
Figure II- 18: STL1 et STL2 composant le modèle « Rounded HEX Spinner »	40
Figure II- 19: Choix du profil de tranchage pour le modèle « Rounded HEX Spinner »	40
Figure II- 20: Estimation du résultat d'impression du modèle « Rounded HEX Spinner »	41
Figure II- 21: Modèle réel « Rounded HEX Spinner »	42
Figure III- 1: Image 2D du logo de l'université de Tlemcen	46
Figure III- 2: Vue en 3D du logo de l'université [11]	46
Figure III- 3: Maillage du logo UABT	47
Figure III- 4: Tranchage du logo UABT	47
Figure III- 5: Résultat d'impression réel du logo UABT	48
Figure III- 6: Création d'un cercle	48
Figure III- 7: Action séparation du modèle en deux parties	49
Figure III- 8: Partie motif du logo UABT	49
Figure III- 9: Maillage du partie motif logo UABT	50
Figure III- 10: Partie base du logo UABT	50
Figure III- 11: Maillage du partie base logo UABT	51
Figure III- 12: Les deux STL composant le logo	51
Figure III- 13: Alignement des deux STL	52
Figure III- 14: Estimation du résultat d'impression du logo	52
Figure III- 15: Modèle physique du logo UABT	53
Figure III- 16: Estimation du deuxième test d'impression du logo UABT	53
Figure III- 17: Résultat réel du deuxième test d'impression	54
Figure III- 18: Image 2D du laboratoire de recherche	54
Figure III- 19: Modèle 3D original du logo IS2M [12]	55
Figure III- 20: Action de suppression des deux supports	55
Figure III- 21: Séparation du modèle en deux parties	56
Figure III- 22: Partie motif logo IS2M	56
Figure III- 23: Maillage du partie motif logo IS2M	57
Figure III- 24: Maillage du partie base logo IS2M	57
Figure III- 25: Modèle FAO final du logo IS2M	58
Figure III- 26: Modèle réel du logo IS2M	58
Figure III- 27: Création de la ligne de coupe	59
Figure III- 28: Séparation des deux parties du modèle	60
Figure III- 29: Action de la suppression du demi base à gauche	60

Figure III- 30: Action de la suppression du motif à droite.....	61
Figure III- 31: Partie rouge du logo IS2M.....	61
Figure III- 32: Enregistrement du modèle au format STL	62
Figure III- 33: Maillage de la partie rouge du logo IS2M.....	62
Figure III- 34: Partie blanche du logo IS2M	63
Figure III- 35: Maillage de la partie blanche du logo IS2M	63
Figure III- 36: Les deux STL composant le modèle du logo	64
Figure III- 37: Placement des deux STL sur le plateau du logiciel	65
Figure III- 38: Affectation des couleurs et extrudeurs pour les deux STL.....	65
Figure III- 39: Alignement des deux STL.....	66
Figure III- 40: Réduction du volume à 35%.....	66
Figure III- 41: Estimation du résultat d'impression pour le logo IS2M	67
Figure III- 42: Résultat d'impression du logo (deux parties séparées)	68
Figure III- 43: Solution CAO du problème	68
Figure III- 44: Ajout du rectangle	69
Figure III- 45: Bossage extrudé du rectangle	69
Figure III- 46: Action de suppression des bords de rectangle ajouté.....	70
Figure III- 47: Action d'élimination du rectangle.....	71
Figure III- 48: Maillage des deux parties du logo	71
Figure III- 49: Modèle FAO final du logo IS2M	72
Figure III- 50: Résultat réel d'impression du logo IS2M	72

Glossaire

CAO : Conception assistée par ordinateur

FAO: Fabrication Assistée par Ordinateur

RepRap: Replicating Rapid Prototyper

MIT: Massachusetts Institute of Technology

MJM: Multi-Jet Modelling

STL: STereoLithography

FDM: Fused Deposition Modeling

PLA: Polylactic Acid

ABS: Acrylonitrile Butadiene Styrene

PET: Poly Ethylène Téréphtalate

TPE: Thermoplastic Elastomer

TPU: Thermoplastic Polyurethane

OBJ: Wavefront ObJect

STEP: Standard for the Exchange of Product model data

IGES: Integrated Graphics Exchange System

3MF: 3D Manufacturing Format

AMF: Additive Manufacturing File Format

VRML: Virtual Reality Modeling Language

Introduction Générale

L'impression 3D révolutionne la manière dont nous concevons et créons des objets, que ce soit pour des applications professionnelles ou personnelles, offrant une flexibilité et une liberté de conception inégalées. Dans ce contexte, l'imprimante RAISE3D Pro2 associée au logiciel IdeaMaker qui offre une solution d'impression 3D avec deux extrudeurs « extruders » et qui existe au niveau du laboratoire de recherche IS2M est exploitée pour la conduite de notre projet de fin de

de

-couleur » est de connaître

RAISE3D

Pro2 qui utilise la technologie de dépôt de filament fondu FDM équipée par deux extrudeurs avant de

nécessaires sur le logiciel SolidWorks. Pour réaliser cet objectif notre travail a été divisé en trois chapitres.

Dans le premier chapitre, nous nous concentrons sur l'imprimante RAISE3D Pro2 et le logiciel FAO IdeaMaker. Nous allons faire un test sur le modèle « Spinner 3HEX » fourni par le constructeur RAISE3D pour se familiariser avec le logiciel de tranchage Ideamaker nous allons effectuer une impression RAISE3D Pro2 en utilisant les deux extrudeurs donc avec deux couleurs différentes.

Dans le deuxième chapitre, nous explorons également l'impression bi-couleur sur deux autres modèles spécifiques « Pen & Cup » et « Rounded HEX Spinner » du constructeur RAISE3D afin de comprendre le fonctionnement du logiciel FAO Ideamaker sur ces modèles en bi-couleur notamment le passage par un modèle géométrique au format STL pour chaque couleur et d'expérimenter l'impression en bi-couleur avec l'imprimante RAISE3D Pro2.

A partir du dernier chapitre, nous abordons la préparation CAO des logos du laboratoire de recherche IS2M et de l'université de Tlemcen UABT. Les modèles 3D de ces logos, créés à l'aide du logiciel de CAO SolidWorks, sont soumis à des modifications et adaptations pour permettre

l'impression en deux couleurs. Ces modifications CAO sont ensuite utilisées pour convertir chaque modèle géométrique CAO-SolidWorks en deux modèles géométriques STL selon les conceptions couleurs voulues au départ. Toutes les conceptions bi-couleur sont ensuite vérifiées par impression en deux couleurs avec l'imprimante RAISE3D Pro2 du laboratoire de recherche.

Enfin une conclusion et des perspectives sont données.

**Chapitre I : Généralités sur
l'imprimante 3D et le logiciel
FAO du laboratoire de
recherche IS2M**

I.1. Introduction

La façon dont nous concevons et créons des objets est révolutionnée par l'impression 3D. Un nombre croissant d'utilisateurs professionnels et amateurs utilisent cette technologie pour produire des pièces fonctionnelles, des créations artistiques, des prototypes, etc.

Dans ce chapitre, nous nous concentrerons sur l'imprimante RAISE3D Pro2 et le logiciel IdeaMaker, cette combinaison fournit une solution d'impression 3D complète et conviviale.

e e
RAISE3D Pro2 et du logiciel de tranchage IdeaMaker.

I.2. Impression 3D

I.2.1. Définition de l'impression 3D [1]

La technologie de l'impression 3D, aussi connue sous le nom de fabrication additive, permet de concevoir des objets en empilant des couches successives. Il est nécessaire de créer ces objets en utilisant un logiciel de conception assistée par ordinateur. On utilise de plus en plus cette technologie dans les bureaux d'études. On peut l'utiliser dans tous les domaines de la production de pièces, tels que le prototypage et l'impression à grande et moyenne échelle. La fabrication additive offre la possibilité d'obtenir des pièces fonctionnelles et complexes, qu'elles soient couleurs ou non.

I.2.2. Historique de l'impression 3D [2]

L'apparition de l'impression 3D remonte aux années 1980, mais elle a été plutôt discrète jusqu'en 2005. À ce moment-là, les premières imprimantes 3D abordables financièrement, telle que la « RepRap » (replicable rapid prototyper, une imprimante 3D capable de reproduire les pièces qui la composent), ont été commercialisées, suscitant l'enthousiasme du grand public et des médias.

C'est en 1986 que « Charles W. Hull » un américain découvre l'invention de l'impression par stéréolithographie, une méthode de prototypage rapide qui permet de concevoir des objets solides à partir d'un modèle géométrique numérique. Il détermine également le format de fichier informatique « Standard Tessellation Language » (STL) utilisé pour décrire les objets dans les trois dimensions de l'espace. Ce format est encore employé aujourd'hui.

La méthode d'impression par dépôt de matière fondue est introduite en 1988 par « Stratasys », une entreprise américaine. En 1993, la technologie de modelage à jets multiples (MJM) est développée par le « Massachusetts Institute of Technology ». Cette technologie est similaire à celle des imprimantes à jet d'encre traditionnelles, mais elle utilise des photopolymères, (polymères qui subissent une transformation sous l'effet de la lumière), comme matériau d'impression.

En 1996, le mot "Imprimante 3D" fait son apparition pour désigner cette gamme de technologies. Il faudra environ 10 ans pour que l'impression 3D soit plus exclusivement utilisée dans le secteur industriel. Grâce à la mise en place des « fablabs » (laboratoires de fabrication) vers 2005, des lieux accessibles au public et offrant l'accès à divers outils numériques pour la création d'objets, l'impression 3D est pleinement intégrée dans notre quotidien.

I.2.3. Technologie FDM [3]

La technologie « Fused Deposition Modeling » (FDM) d'impression 3D est l'une des méthodes les plus appréciées pour la fabrication additive, offrant ainsi une production rapide. C'est une solution idéale, soit pour la création de prototypes ou la fabrication de pièces fonctionnelles. Effectivement, l'impression 3D est une solution abordable pour les pièces mécaniques et fonctionnelles. La technologie FDM consiste à fabriquer des pièces de manière additive en utilisant du filament.

FDM implique la fusion d'un filament et la déposition de la couche par couche à l'aide d'une buse d'impression. Le plateau d'impression descend entre chaque couche pour faciliter l'extrusion de la couche suivante. On répète cette procédure de dépôt de couches fondues jusqu'à ce que l'objet soit complètement fabriqué. L'extrudeur est relié à un système comportant trois axes distincts : X, Y et Z. La qualité de l'impression 3D est influencée par l'épaisseur des couches déposées sur le plateau

de construction de l'imprimante FDM. La figure I-1 explicite le fonctionnement d'une imprimante utilisant cette technologie.



Figure I - 1 : Schéma de fonctionnement d'une imprimante utilisant la technologie FDM [4]

I.2.4. Format de fichier STL [5]

L'abréviation STL vient de « stereolithography », une méthode d'impression 3D largement utilisée.

e e e e
passage de la conception assistée par ordinateur (CAO) vers la fabrication assistée par ordinateur

(FAO). La structure de chaque fichier est constituée d'une série de triangles interconnectés qui expliquent la structure de la surface d'un modèle ou d'un objet en 3D (figure I-2). La complexité de la conception entraîne une augmentation du nombre de triangles utilisés et une augmentation de la résolution.

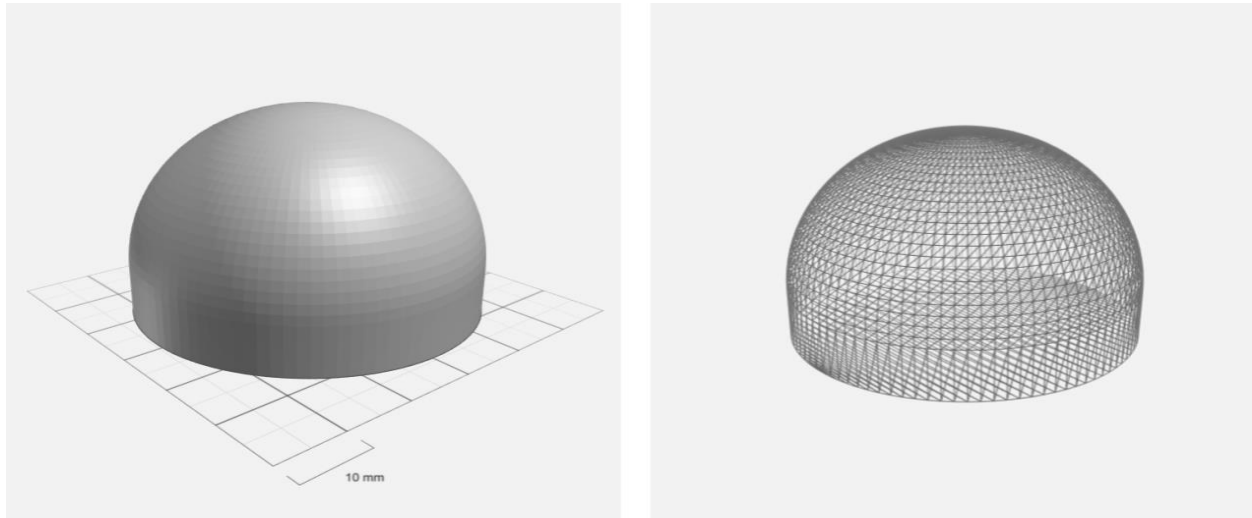


Figure I- 2 : Format STL d'un modèle CAO en 3D [6]

La plupart des imprimantes 3D sont capables d'utiliser et de gérer le format STL. Grâce à sa quasi-universalité, il est parfait pour la conception et l'impression des modèles 3D. Les fichiers STL sont moins volumineux et plus rapides à traiter que les autres formats car ils ne renferment ni couleur ni texture.

I.3. Filaments

Les matériaux utilisés pour l'impression 3D varient considérablement en raison de la grande variété de technologies d'impression 3D. La FDM est la technologie la plus fréquemment employée, offrant une variété de filaments facilement accessibles. Le laboratoire de recherche IS2M contient trois types de ces filaments qui sont :

I.3.1. PLA [7]

Le PLA, également appelé acide polylactique, est un matériau biodégradable qui a une apparence initiale transparente. Il s'agit d'une option idéale pour l'impression 3D en raison de sa température d'extrusion plutôt basse. En outre, selon la proportion d'additifs, il peut fluctuer de rigide à souple. Le filament PLA est peu coûteux. Il est facile à imprimer et, fréquemment, la première option pour les débutants à l'impression.

Figure I- 3: Deux bobines de filament type PLA du laboratoire de recherche IS2M

I.3.2. ABS [7]

L'ABS, également connu sous le nom d'acrylonitrile butadiène styrène, est un filament abordable qui présente une grande résistance aux chocs et une bonne performance thermique, ce qui en fait un matériau très répandu. Les pièces sont solides et rigides grâce à sa capacité à s'imprimer à des températures d'extrusion atteignables. L'ABS présente des difficultés en raison de sa tendance à se déformer.

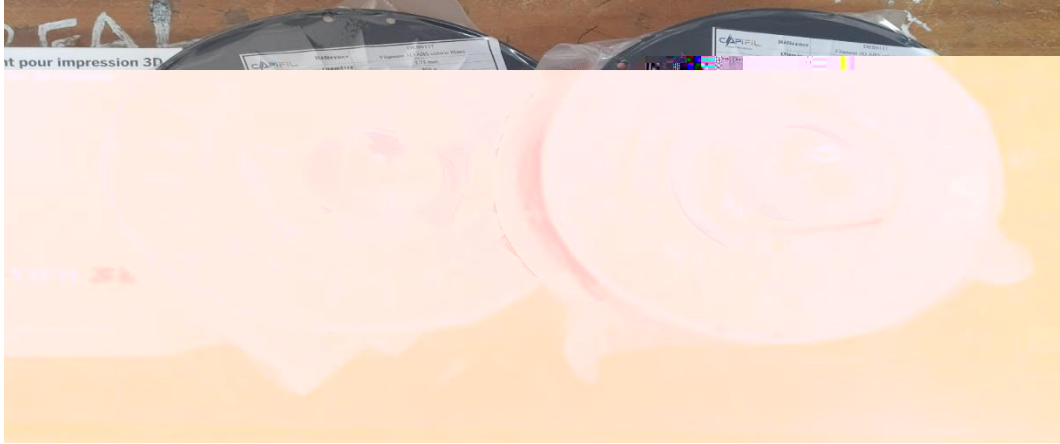


Figure I- 4: Deux bobines de filament type ABS du laboratoire de recherche IS2M

I.3.3. PET [7]

Le poly éthylène téréphtalate (PET) est un plastique transparent et résistant qui possède une grande polyvalence. Le PET utilisé principalement dans la production de bouteilles en plastique et de textiles. Toutefois, il est réputé pour être plus compliqué à imprimer que l'ABS, mais il présente une déformation très faible. En dépit des difficultés d'impression, le PET offre des pièces imprimées extrêmement résistantes. En outre, les PET constituent souvent une excellente alternative pour une utilisation prolongée en extérieur. À la différence du PLA qui a tendance à se dégrader au fil du temps, les PET ont la capacité de faire face à des conditions difficiles et à des facteurs environnementaux pendant de longues périodes.

I.4. Présentation de l'imprimante RAISE3D Pro2 [8]

La RAISE3D Pro2, une imprimante du laboratoire de recherche IS2M, fait partie de notre projet de fin d'étude (voir la figure I-5).

L'imprimante RAISE3D Pro2

la technologie FDM, qui offre un volume d'impression considérable et une enceinte entièrement fermée. Elle dispose de multiples caractéristiques qui lui offrent la possibilité d'obtenir facilement des pièces précises et de grande qualité (détection de filament, connexion Wifi, filtration de l'air...).



Figure I- 5: Différents angles de l'imprimante RAISE3D Pro2 du laboratoire de recherche IS2M

I.4.1. Caractéristiques techniques de l'imprimante RAISE3D Pro2

On découvre plus de détails sur cette imprimante dans la fiche technique suivante :

: 620x590x760 mm

Dimensions du colis : 740x740x940 mm

Poids du colis : 50.2kg (Imprimante) / 70.5kg (Pallet)

Précision maximale : 10 microns

: 305x305x300 mm

Vitesse : 30-150 mm/s

Diamètre du filament : 1.75 mm

Diamètre de la buse : 0.4 mm (par défaut), 0.2 / 0.6 / 0.8 / 1.0 mm (disponible)

e e

: Ecran tactile 7pouces 1024x600

Connectivité : WIFI, Ethernet, Port USB

Fichiers supportés : STL, OBJ, 3MF

Format du code : G-code

: 300 °C

Temp. Max. du plateau : 110 °C

Température ambiante : 15-30 °C

Température de stockage : -25 °C à +55 °C

Consommation : 600 w

I.4.2. Impression avec double tête d'extrusion

-couleur avec une imprimante 3D dotée de deux extrudeurs qui sont connectés avec deux bobines de filaments PLA de couleurs différentes (par exemple rouge et blanche), comme le montre la figure I-6.

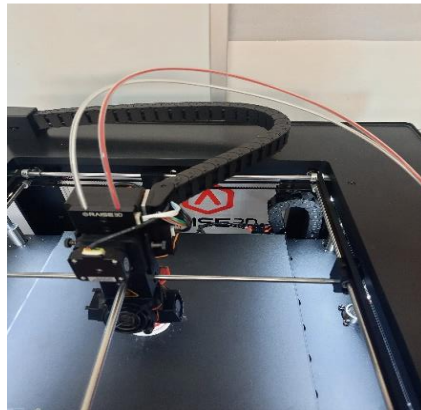


Figure I- 6: Les deux bobines de filaments et les deux extrudeurs de l'imprimante RAISE3D P 2

Comme son nom l'indique, l'impression en double couleur permet d'alterner l'impression avec deux couleurs distinctes de manière claire en utilisant les deux extrudeurs alternativement. La figure I-7 présente un travail en bi- e e e [9] avec RAISE3D Pro2 du laboratoire de recherche IS2M.



Figure I- 7: Modèle « Dual-Color-Cube » imprimé sur la RAISE3D Pro2

Cependant, il s'agit d'une impression plutôt complexe qui demande une préparation, une certaine expérience et une grande vigilance.

I.4.3. Avantages de l'imprimante RAISE3D Pro2

- ✓ Haute précision : La RAISE3D Pro2 est capable d'imprimer des objets avec une grande précision.
- ✓ Surface lisse : Les impressions réalisées avec l'imprimante ont une surface lisse et uniforme, sans défauts d'impression.
- ✓ Bonne adhésion du filament : dispose d'un plateau d'impression chauffant qui permet une bonne adhésion du filament, réduisant le risque de décollement.
- ✓ Structure robuste : L'imprimante est construite avec une structure en aluminium robuste qui lui assure une grande stabilité et une longue durée de vie.

- ✓ Extrusion fiable : Le système d'extrusion est fiable et précis, ce qui garantit une impression fluide et sans interruption.
- ✓ Vitesse d'impression : peut imprimer à des vitesses élevées, atteignant jusqu'à 150 mm/s.
- ✓ Écran tactile couleur : dispose d'un écran tactile couleur intuitif qui permet de contrôler facilement l'imprimante.
- ✓ Fonctionnalités de sécurité : L'imprimante RAISE3D Pro2 est dotée de plusieurs fonctionnalités de sécurité, telles qu'un détecteur de filament et un arrêt automatique en cas de surchauffe.
- ✓ Compatibilité avec plusieurs matériaux : La RAISE3D Pro2 est compatible avec une large gamme de filaments tels que : PLA, ABS, PET, TPU etc.

I.5. Logiciel FAO Ideamaker [8]

La marque Raise3D crée Ideamaker, un logiciel de préparation à l'impression 3D. Son design vise à faciliter l'utilisation et propose une variété de fonctionnalités afin de satisfaire les besoins des utilisateurs de tous les niveaux.

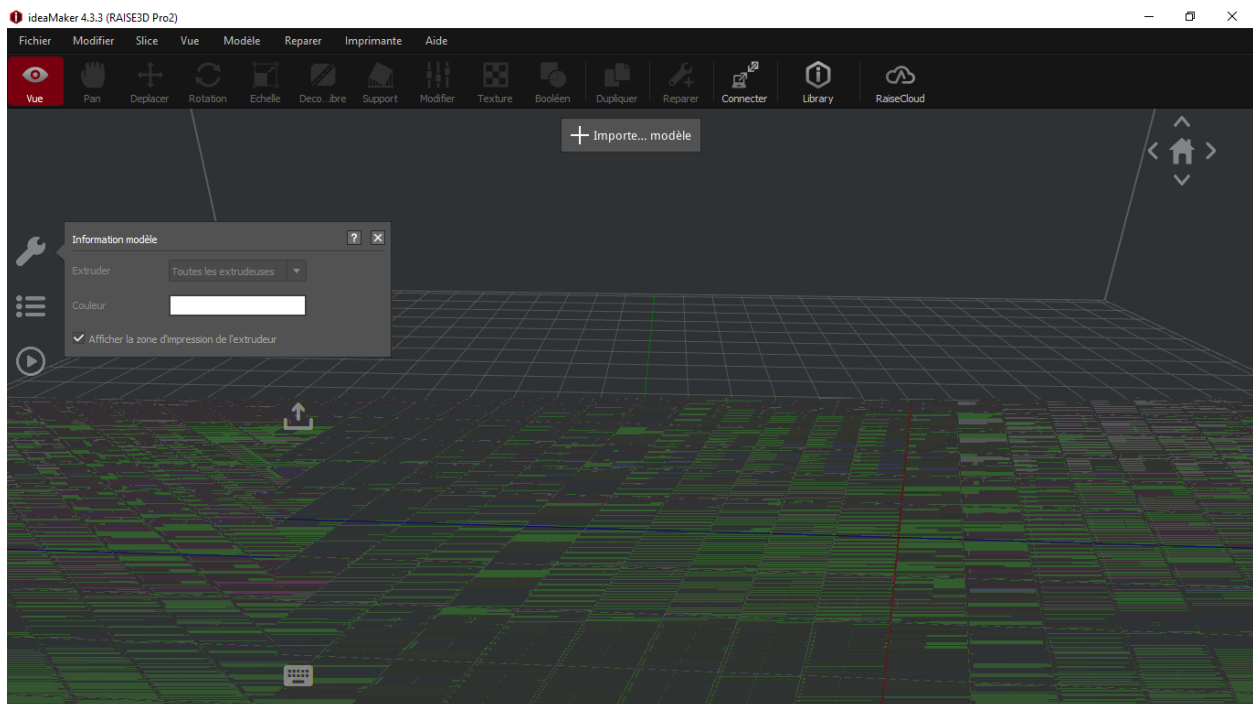


Figure I- 8: Interface du logiciel Ideamaker

e :

1. Zone de travail : cette zone affiche le modèle 3D à imprimer pour manipuler ce modèle, le
2. Panneau de configuration e vitesse, le matériau et la température.
3. Bibliothèque de modèle : contient des modèles 3D préconçus.
4. Outils : cette section pour réparer les modèles 3D, générer des supports et simuler

Ce logiciel présente aux utilisateurs quelques avantages, parmi eux :

- ✓ Puissant : offre une large gamme de fonctionnalités pour optimiser les impressions 3D.
- ✓ Facile à utiliser : conçu pour être convivial, même pour les débutants en impression 3D.
- ✓ Flexible : compatible avec une variété de matériaux et d'imprimantes Raise3D.
- ✓ Fiable : Ideamaker est un logiciel stable et fiable qui permet d'obtenir des résultats d'impression de haute qualité.

I.6. Prise en main du logiciel

Dans cette étude, on prend comme exemple « Spinner 3HEX étude), celui qu'on a téléchargé depuis la bibliothèque de modèles du site web de RAISE3D. Cet exemple présente des formes géométriques imprimables en deux couleurs. On va se familiariser avec les fonctionnalités « features e

I.6.1. Séparation du modèle de fichier projet en fichiers STL

On va ouvrir le fichier projet Ideamaker (le fichier projet Ideamaker est un type de fichier spécifique au logiciel Ideamaker, il offre un moyen pratique et sécurisé de stocker et de gérer les le montre la figure I-9.

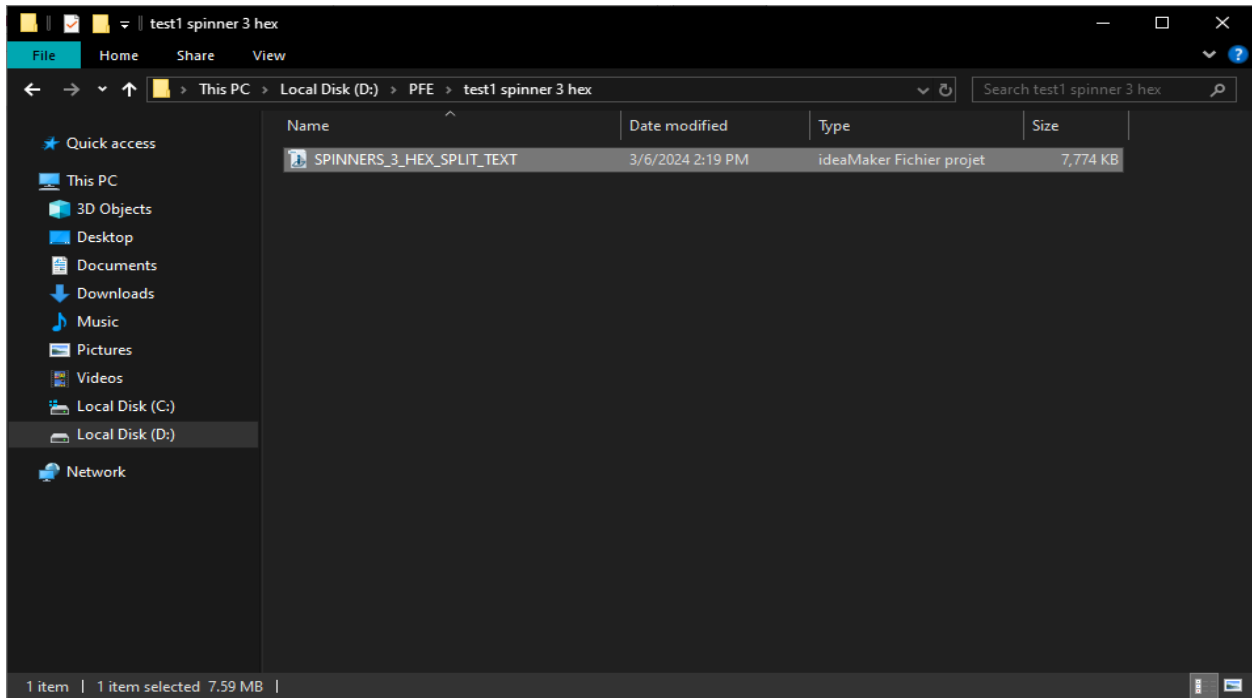


Figure I- 9: Fichier projet du modèle « Spinner 3HEX »

Le logiciel affiche le modèle comme le montre la figure I-10 :

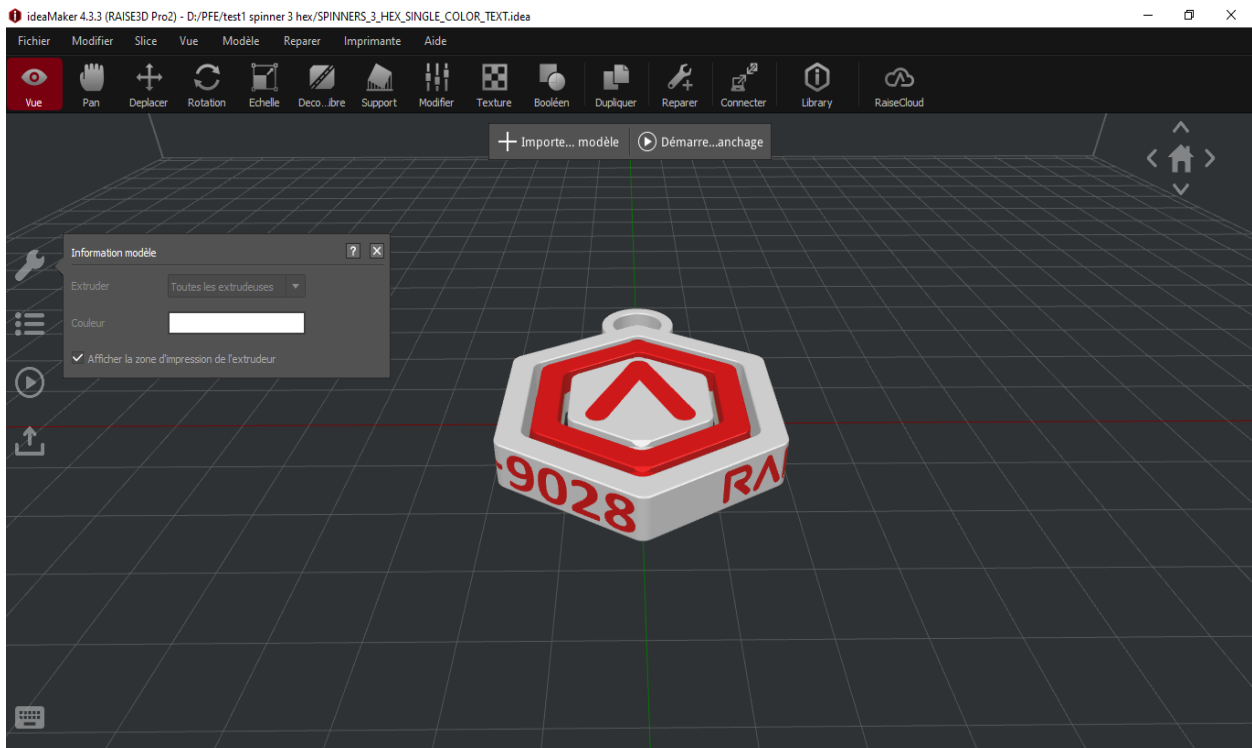


Figure I- 10: Modèle « Spinner 3HEX » dans IDEAMaker

e e
e couleur rouge à un fichier STL et
la couleur blanche pour le deuxième fichier STL.

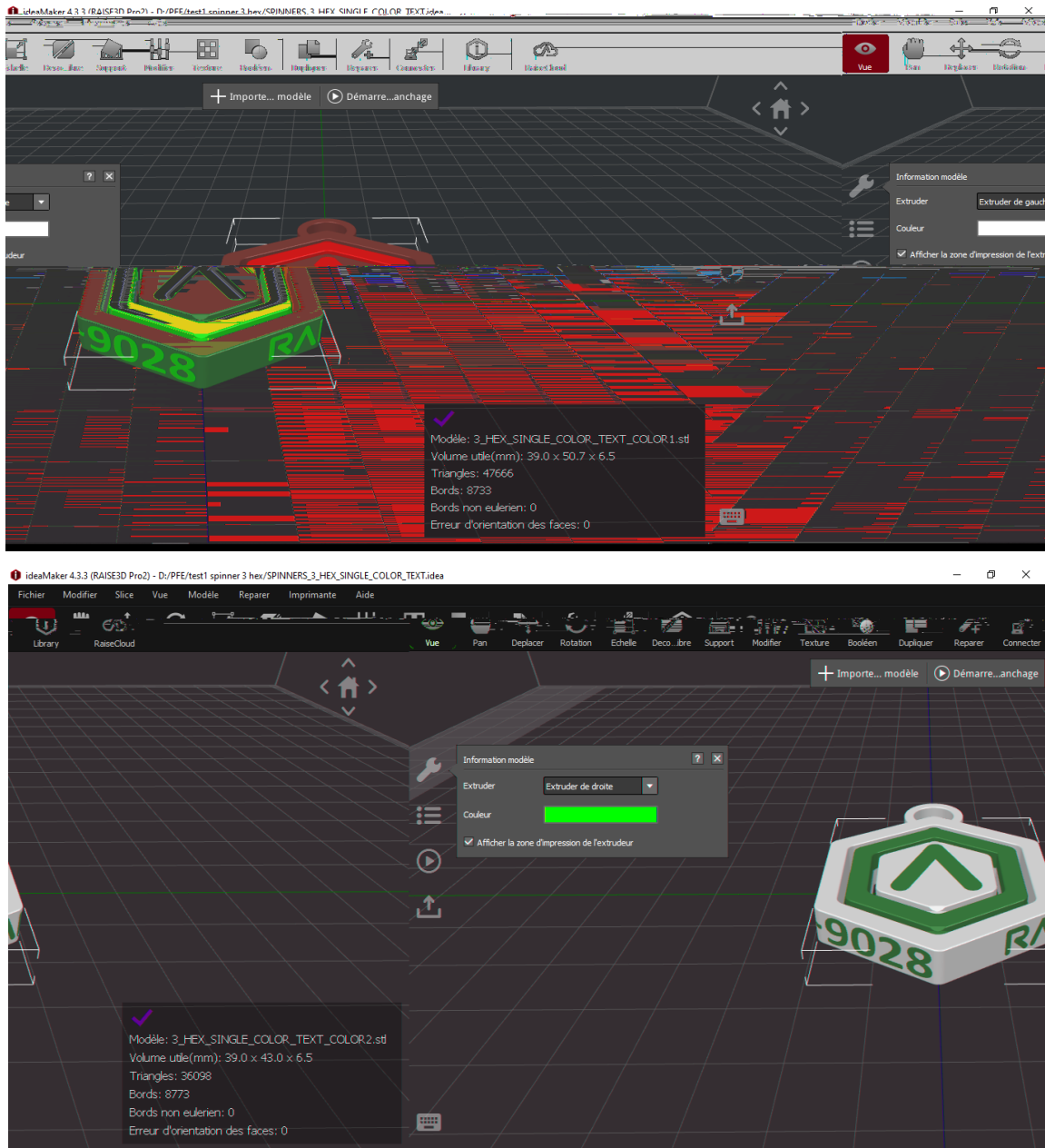


Figure I- 11: STL1 et STL2 composant le modèle

Pour séparer ce modèle on va simplement sélectionner un des STL de la figure I-11, après on clique sur " Fichier " > " Exporter un modèle ", la fenêtre suivante apparait.

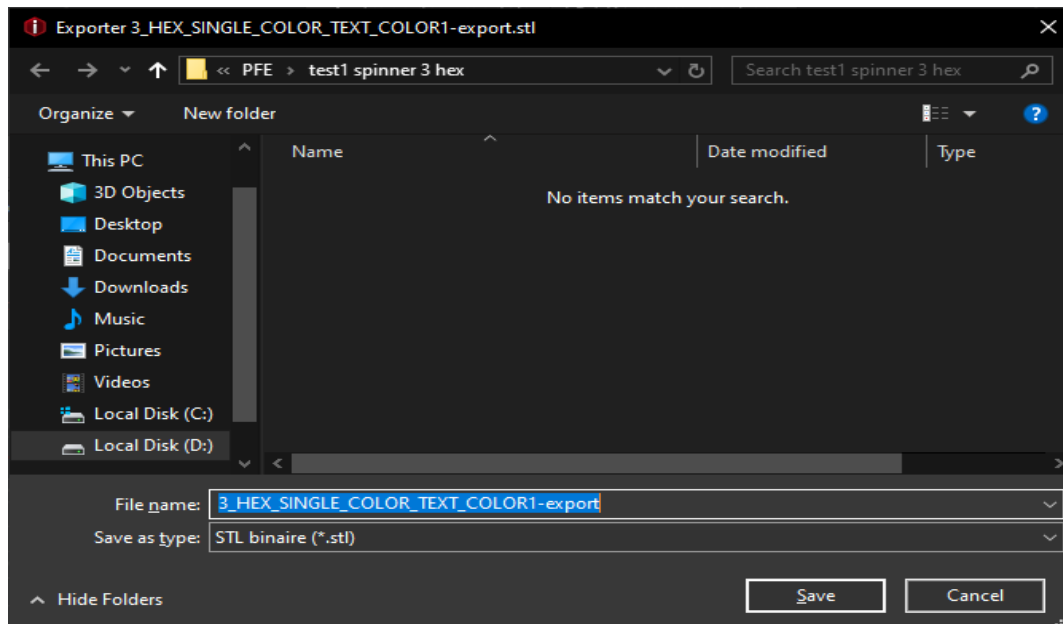


Figure I- 12: Exportation du premier fichier STL

On va sauvegarder ce fichier à partir de l'onglet « Save », et on répétera la même procédure pour le deuxième STL.

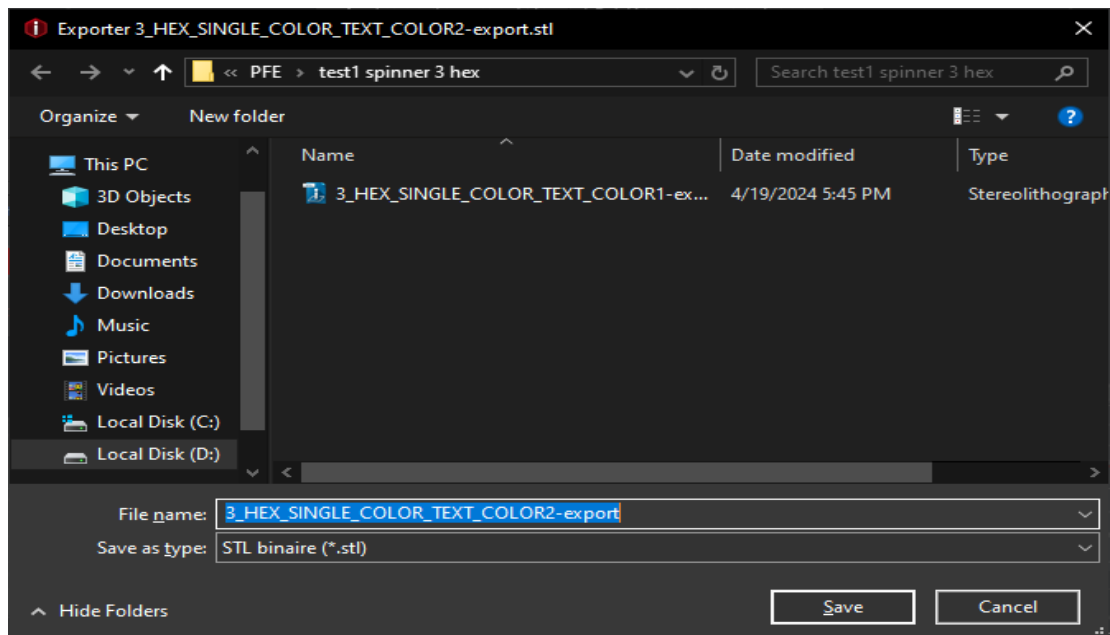


Figure I- 13: Exportation du deuxième fichier STL

Lorsque on ouvre les fichiers exportés, ce résultat du figure I-14 apparait.

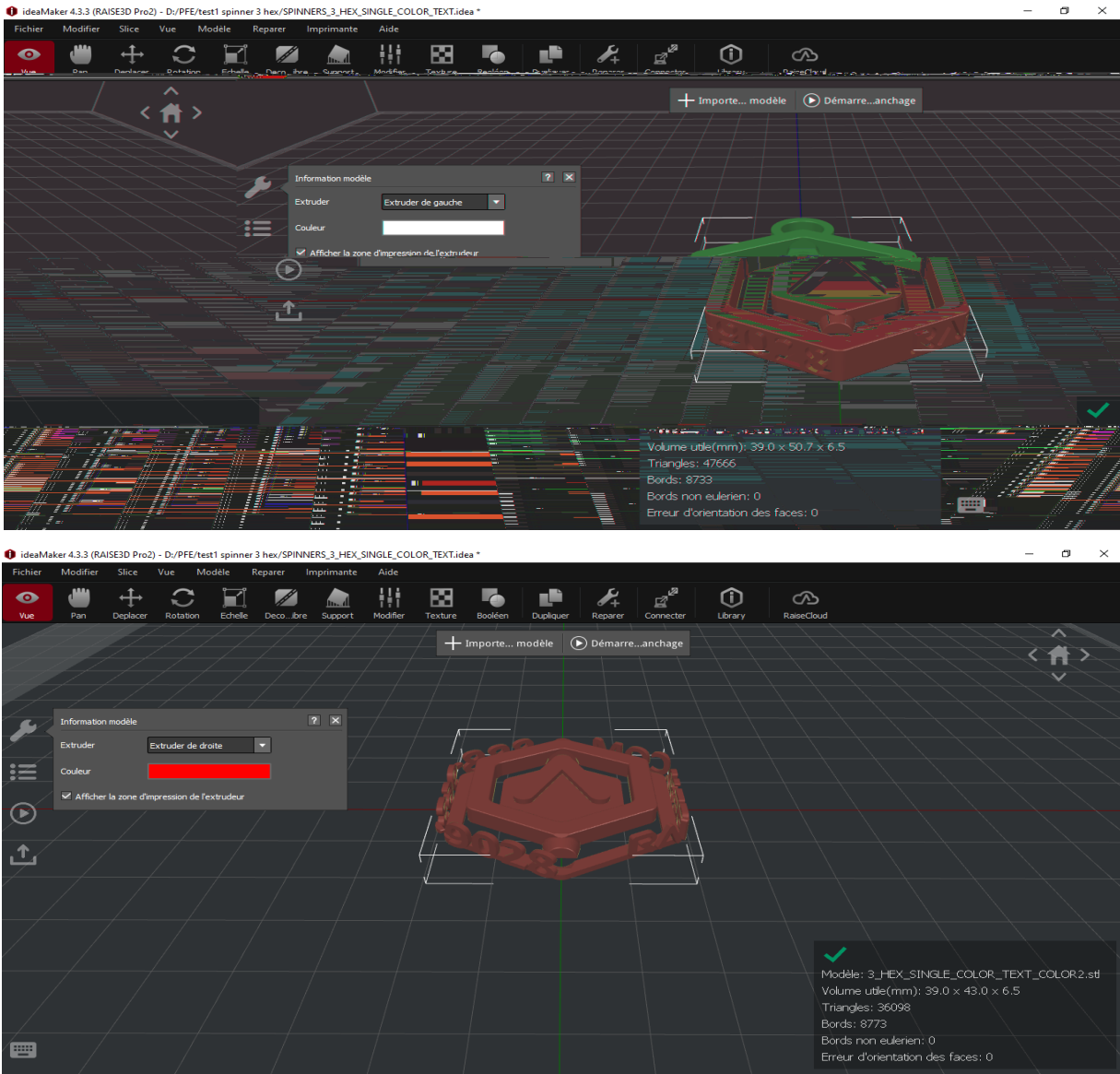


Figure I- 14: Résultat de la séparation du modèle

I.6.2. Alignement des modèles STL dans l'espace d'impression

e

e e e e

Cette opération peut être réalisée en ouvrant les deux fichiers STL de la figure I-13 dans un même

COLOR1-export

-15.

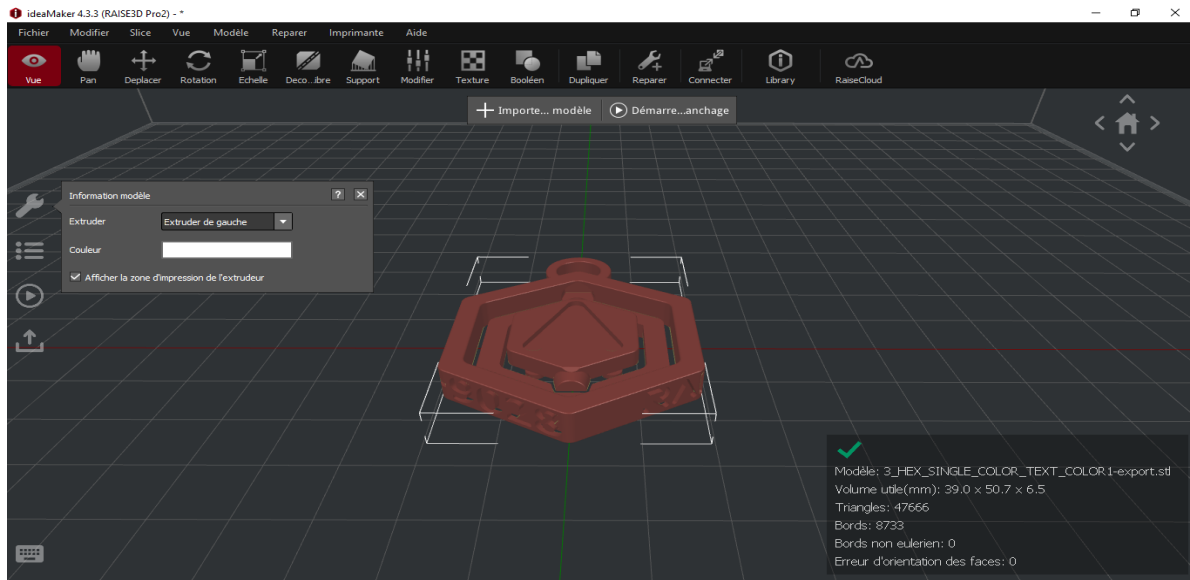


Figure I- 15: Fichier STL1 dans Ideamaker

glet « Importation du modèle » comme le montre la figure I-16 :

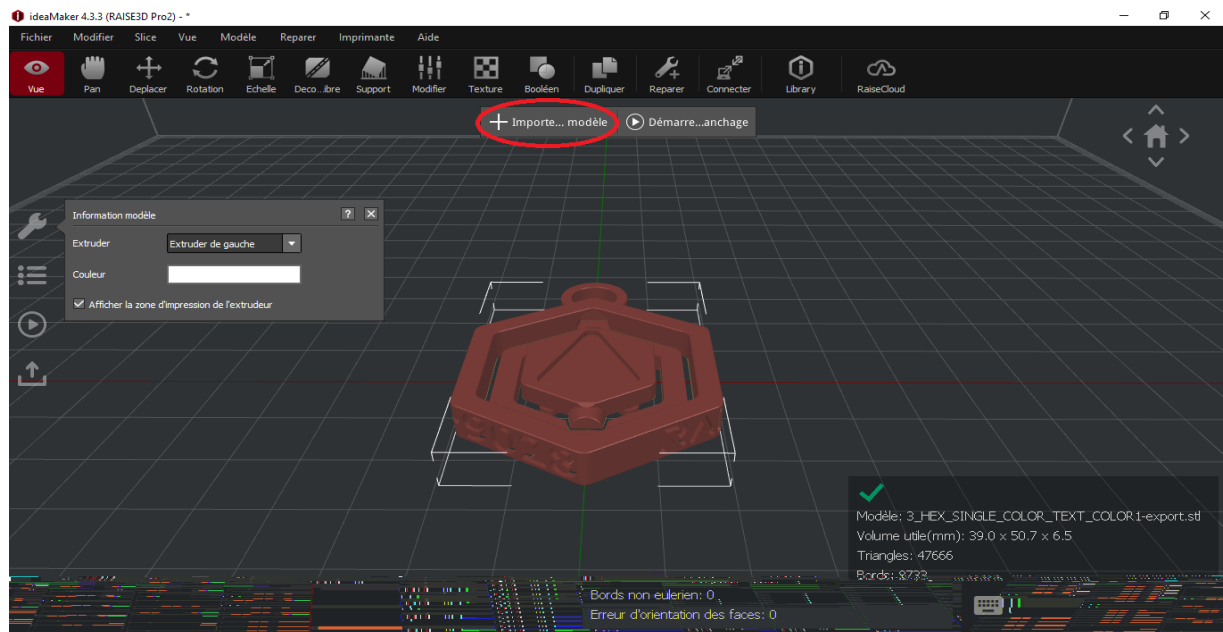


Figure I- 16: Onglet d'importation de fichier modèle

La fenêtre suivante apparaît, on va sélectionner « 3_HEX_SINGLE_SPLIT_TEXT_COLOR2-export », et on clique sur « Open ».

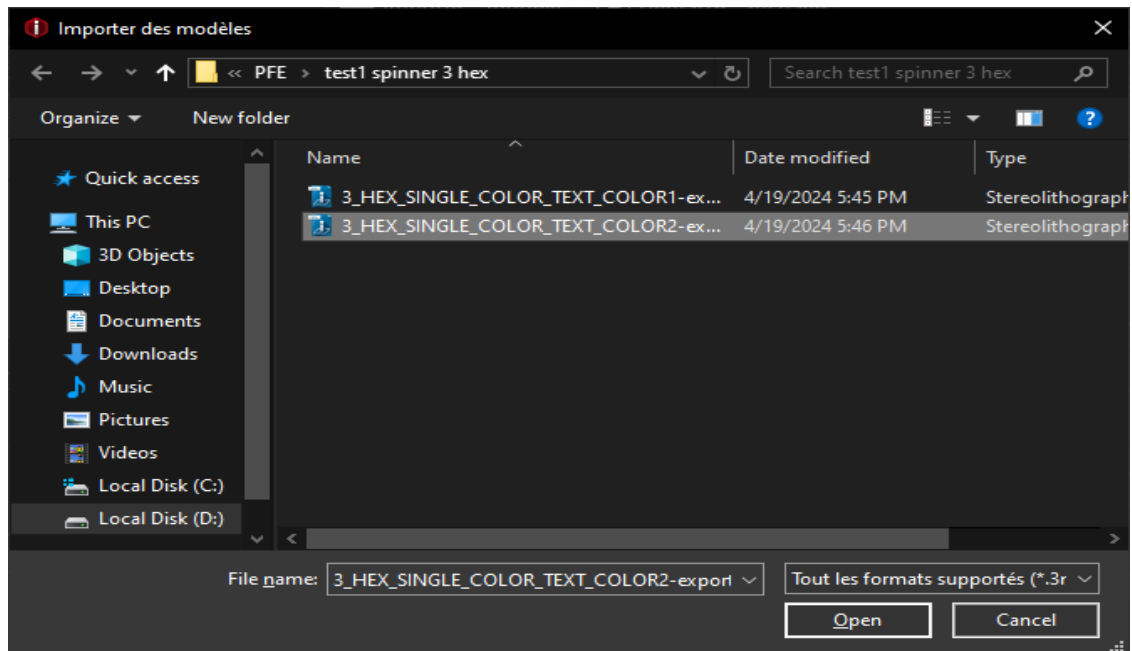


Figure I- 17: Importation du modèle STL2

Les deux fichiers STL sont dans le même fichier ideamaker (voir la figure I-18).

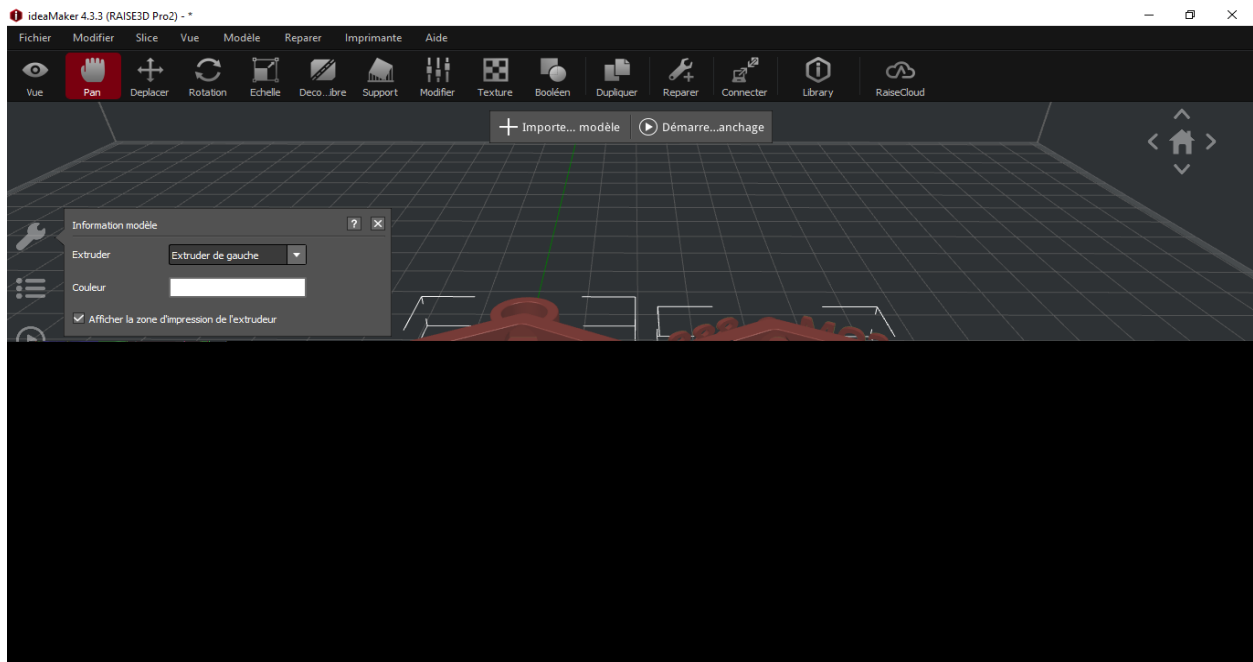


Figure I- 18: Résultat d'importation des deux fichiers STL

La figure I-

tâche consiste à affecter différentes couleurs (donc différents extrudeurs), et la deuxième tâche consiste à aligner les deux modèles STL pour donner un modèle équivalent au modèle CAO de départ.

ier STL « 3_HEX_SINGLE_SPLIT_TEXT_COLOR1-export
19 et I-20.

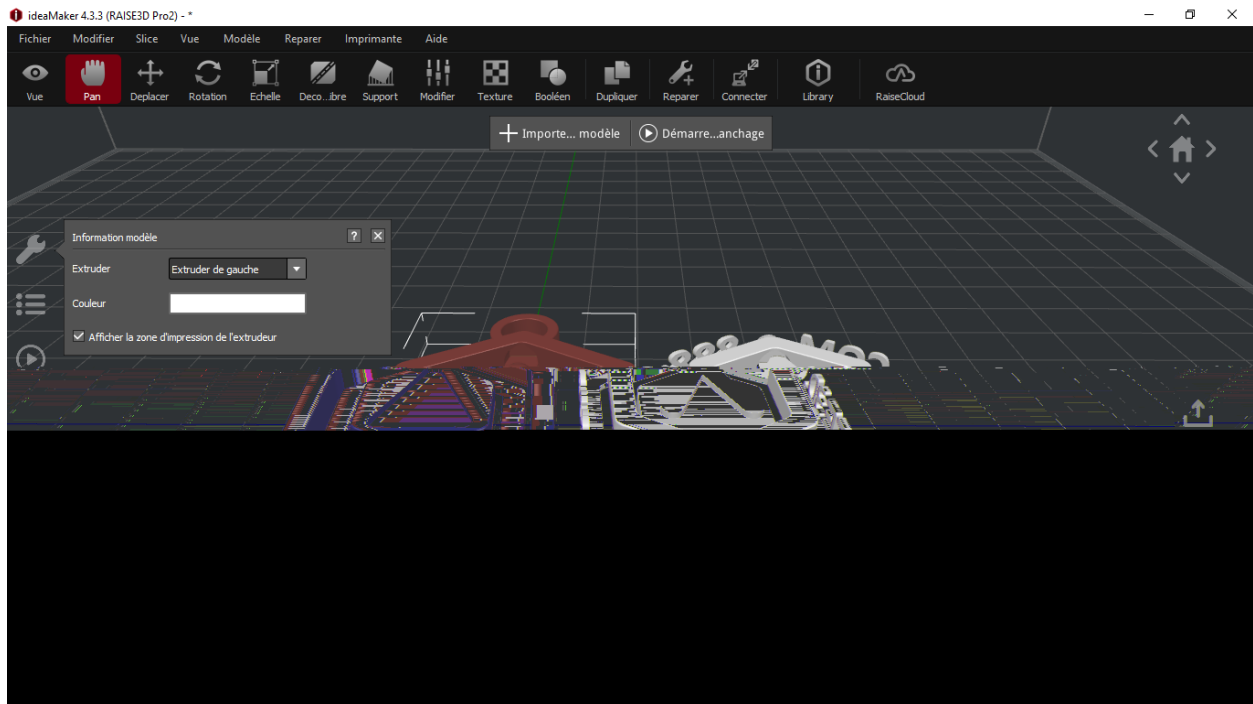


Figure I- 19: Choix d'extrudeur

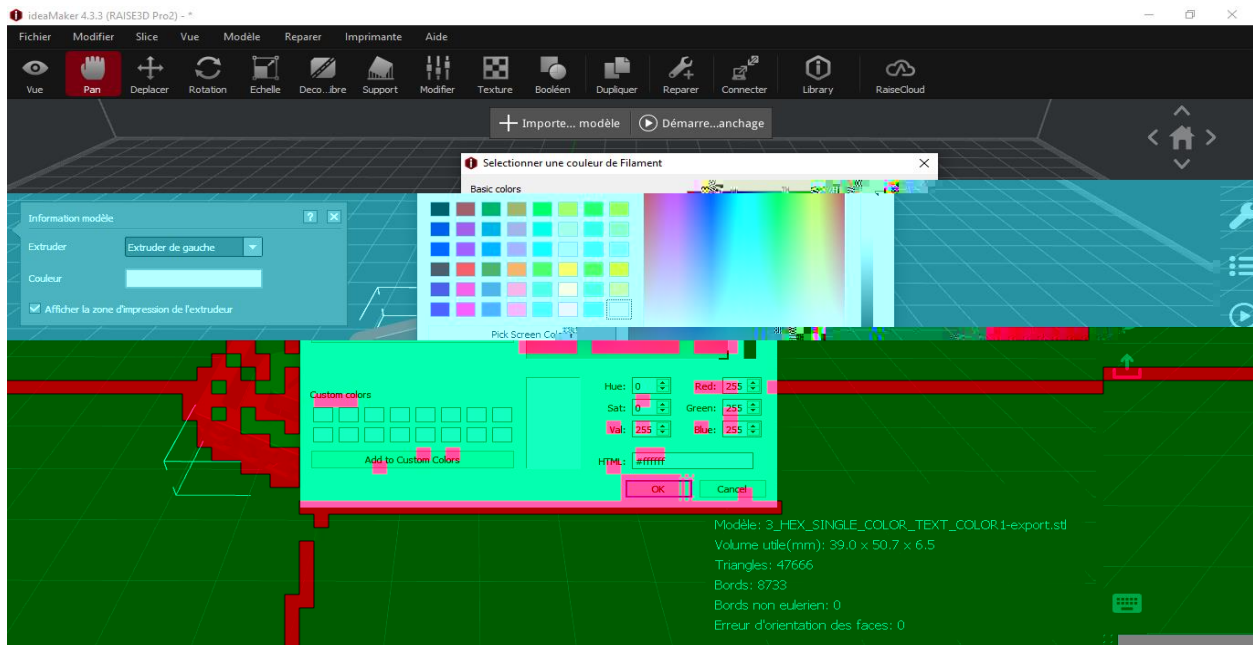


Figure I- 20: Choix de couleur

Ensuite, on fait la même chose pour le deuxième STL « 3_HEX_SINGLE_SPLIT_TEXT_COLOR2 - export

Pour aligner ces deux modèles STL, on va sélectionner tous (ctrl +A à partir du clavier) > " Modèle " > " Aligner les modèles sélectionnés ", comme le montre la figure I-21.

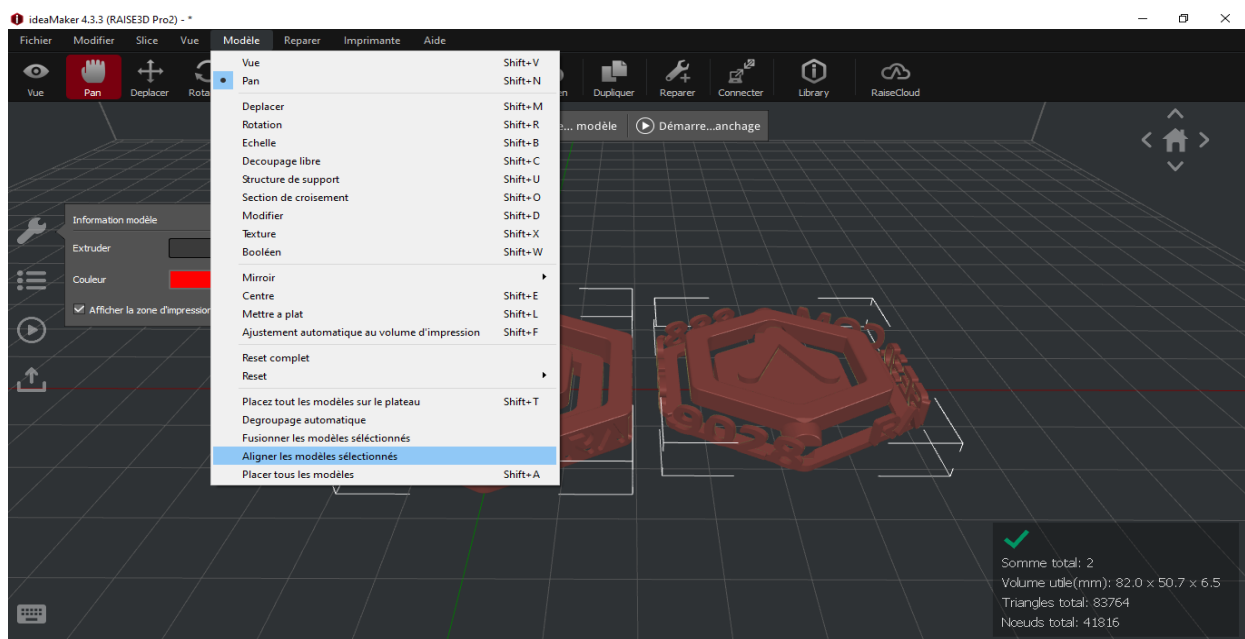


Figure I- 21: Aligement des deux modèles STL

Le résultat apparaît dans la figure I-
équivalent au modèle CAO « Spinner 3HEX

3D

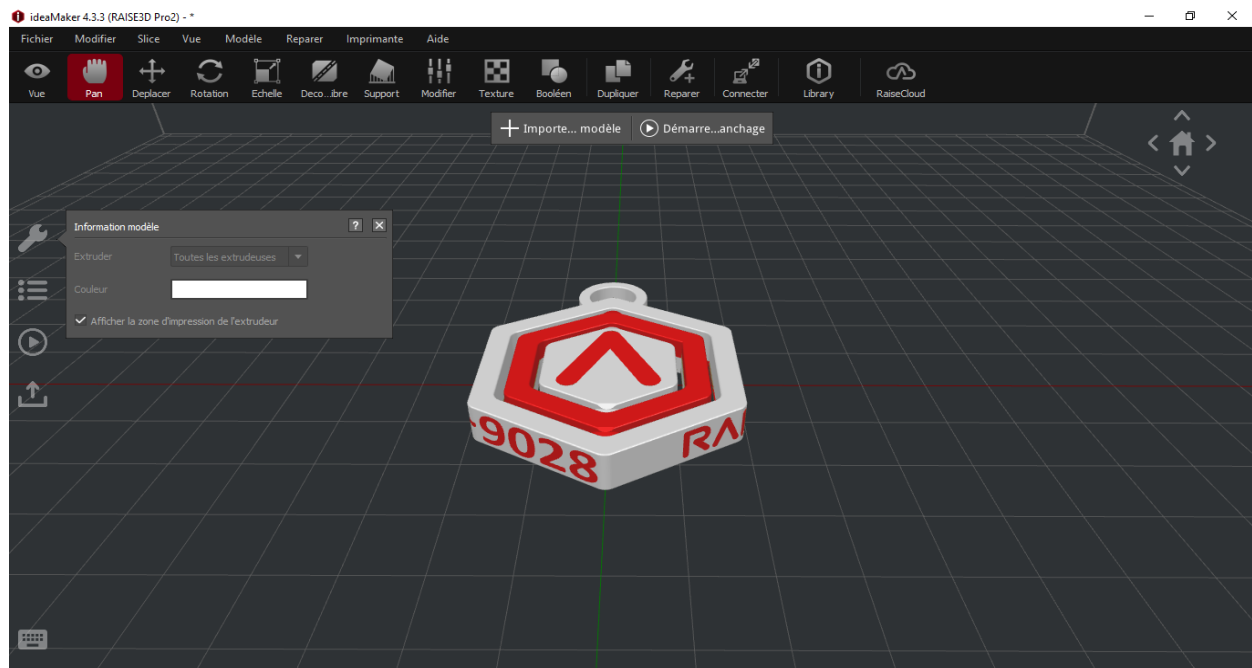


Figure I- 22: Résultat d'alignement

I.6.3. Tranchage pour l'impression 3D

Ce logiciel de tranchage « Ideamaker » découpe en tranches le fichier géométrique et fournit à

le code
" Démarrage de tranchage "
de découpage, par exemple dans notre cas on choisit " Rapide qualité-Pro2-PLA ". On peut aussi
montre la figure I-23.

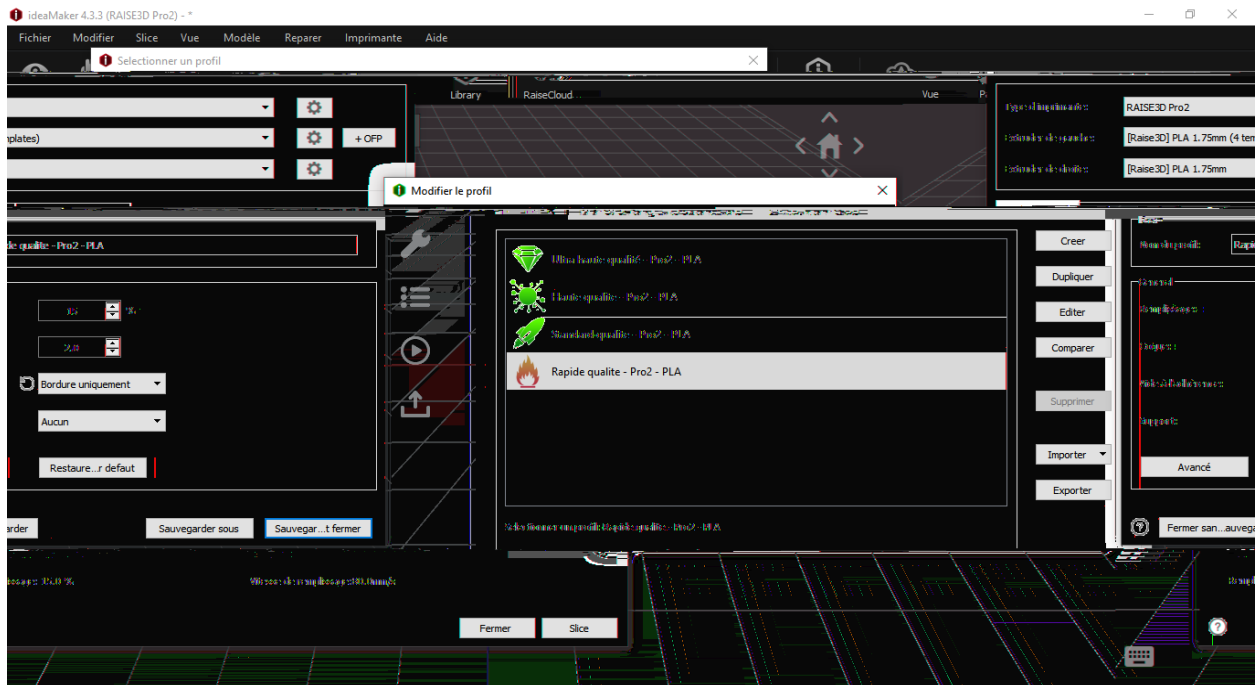


Figure I- 23: Paramètres de tranchage

On clique sur « Slice » pour démarrer le tranchage (voir la figure I-24).

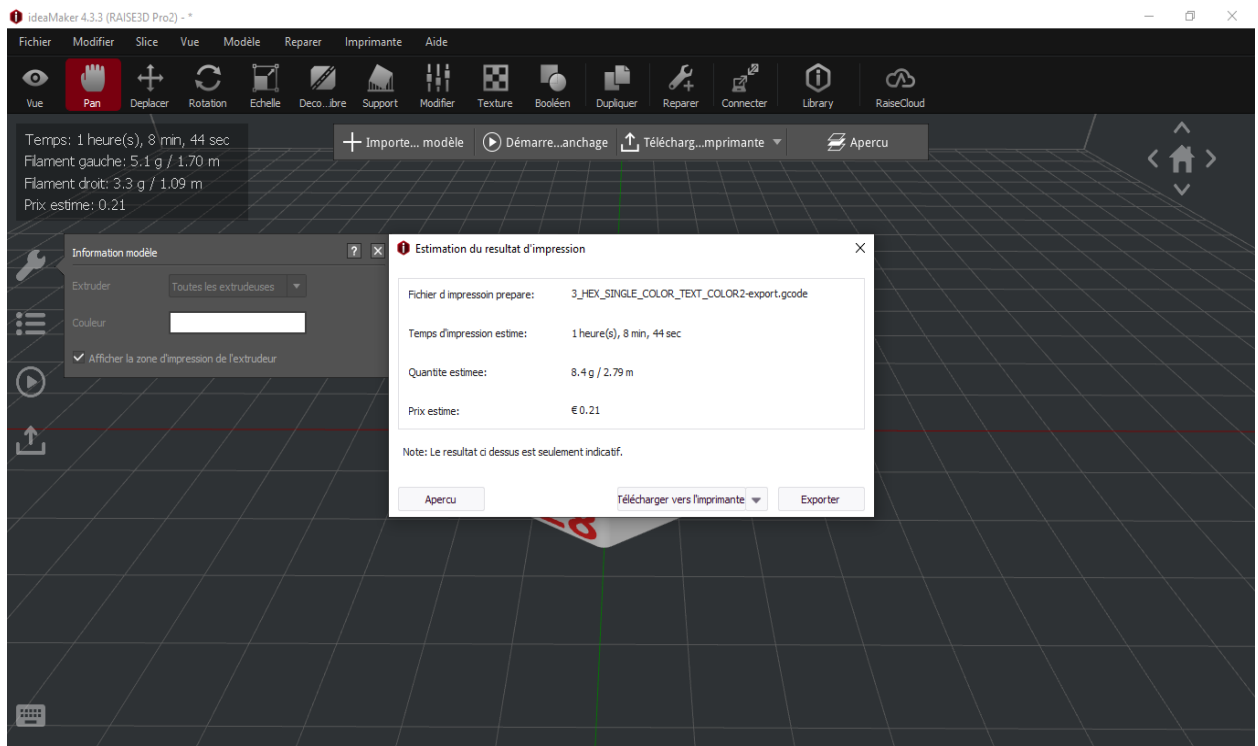


Figure I- 24: Estimation du résultat d'impression

" aperçu "

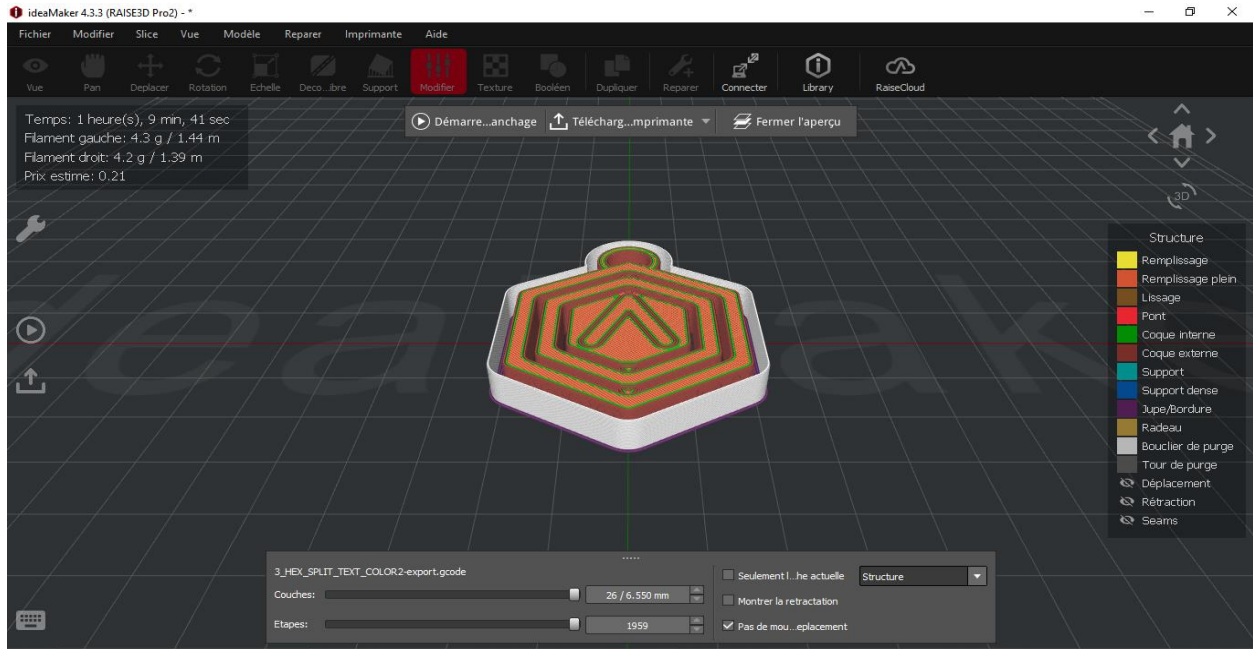


Figure I- 25: Aperçu de la structure

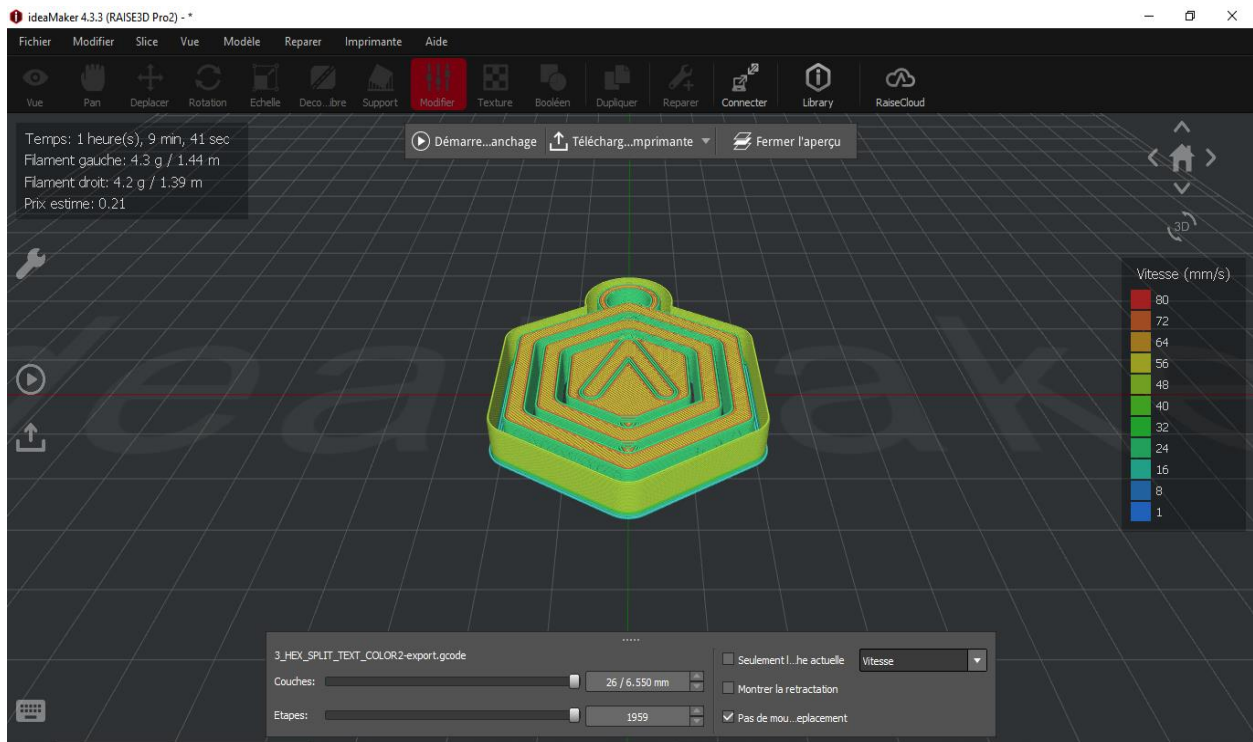


Figure I- 26: Aperçu de la vitesse d'impression

Lorsque on sélectionne " Exporter " du figure I-24, on extrait le fichier G-code

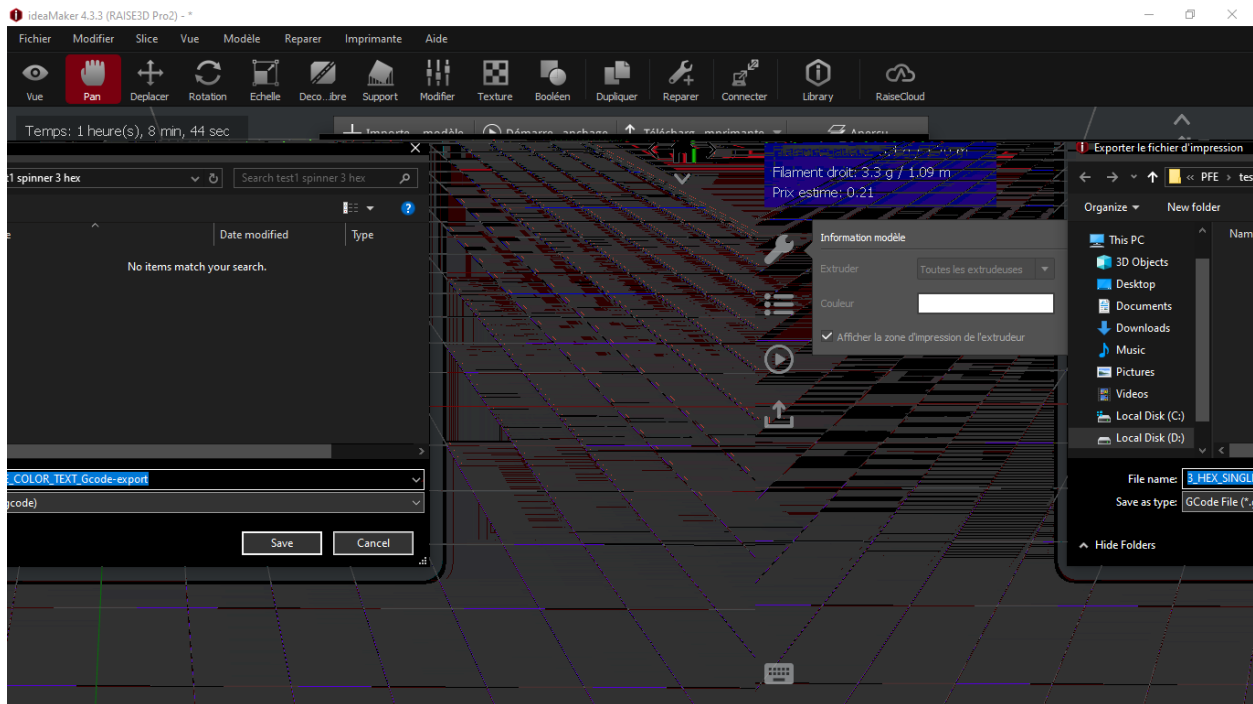


Figure I- 27: Exportation du fichier G-code

Ce fichier contient les instructions en G-code

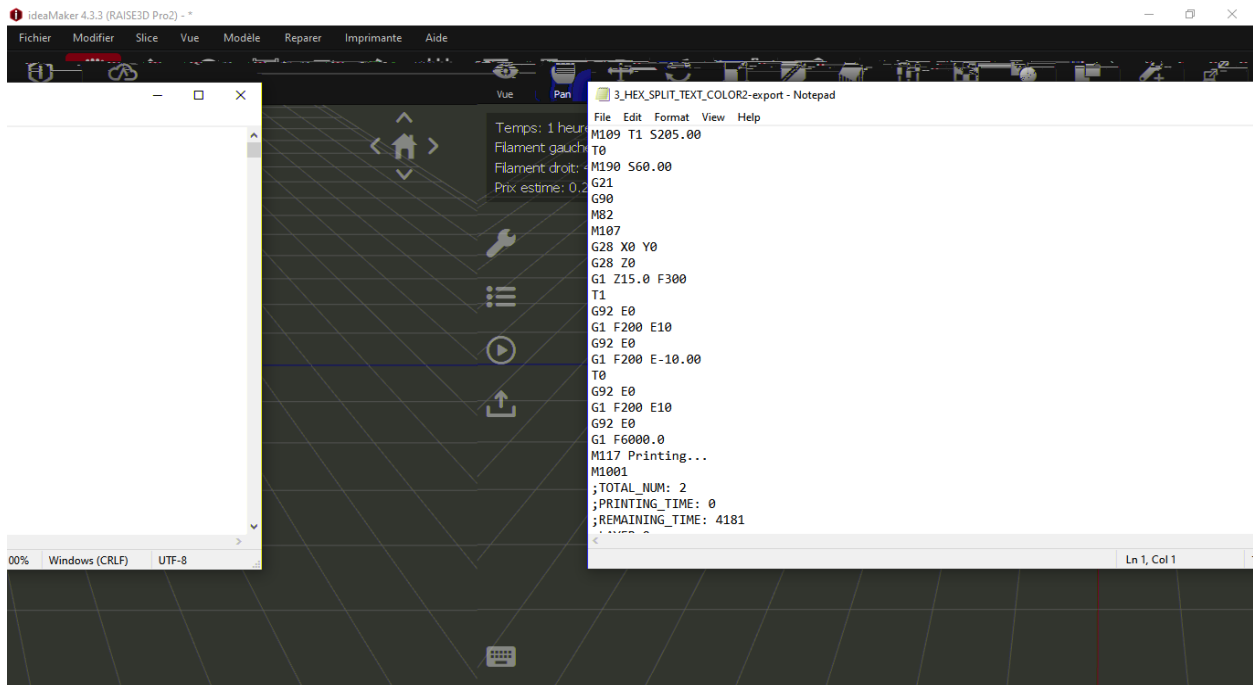


Figure I- 28: Aperçu du début du fichier G-code

Après avoir transporté le fichier G-code vers l'imprimante avec une clé USB et lancé l'impression, le résultat du travail est montré sur la figure I-29.

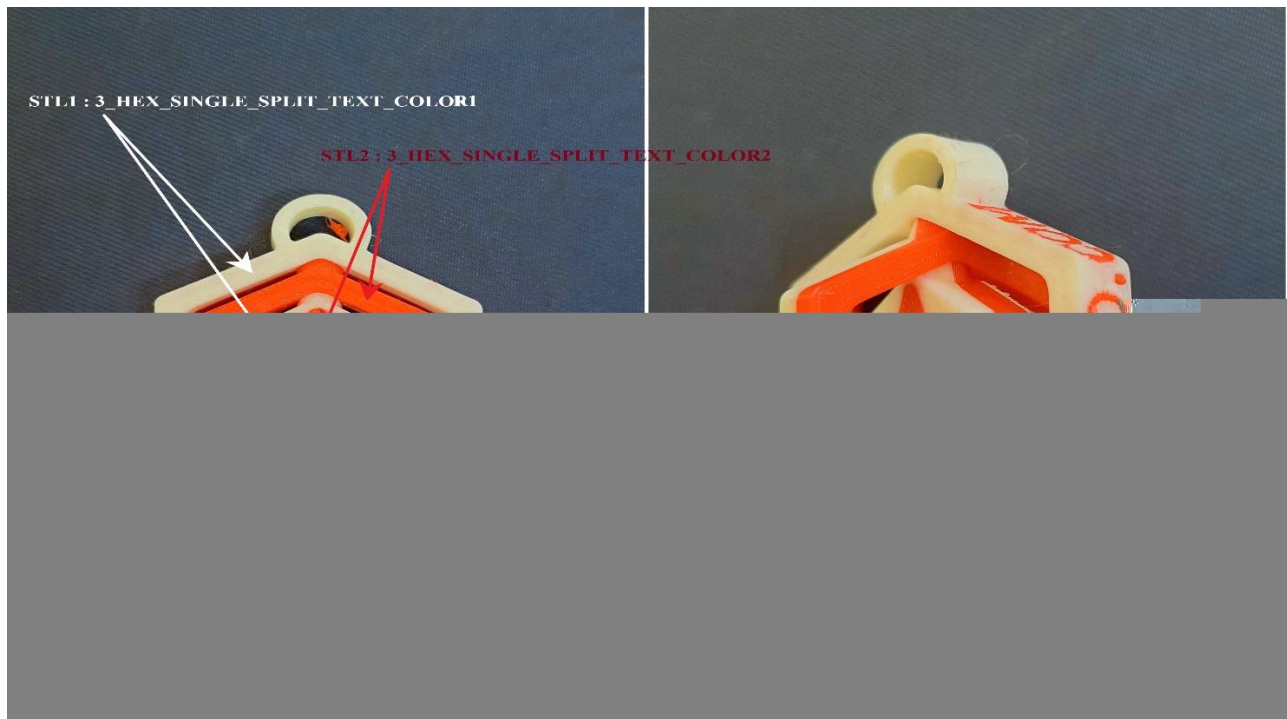


Figure I- 29: Résultat d'impression du modèle « Spinner 3HEX »

I.7. Conclusion

RAISE3D Pro2
du fichier RAISE3D Pro2, nous avons fait un test du modèle « Spinner 3HEX » sur Ideamaker pour
vérifier la faisabilité de la fabrication de ce modèle en 3D. Ce test a été effectué au
laboratoire de recherche IS2M.

Chapitre II : Essais d'impression bi-couleur des modèles de RAISE3D

II.1. Introduction

Ce chapitre présente les essais d'impression bi-couleur réalisés sur deux modèles : « Pen & Cup » et « Rounded HEX Spinner ». L'objectif est d'explorer le fonctionnement du logiciel FAO

II.2. Essais d'impression du modèle « Pen & Cup »

« Pen & Cup » est un verre pour porter l

e e

e e e

« Spinner 3HEX ». La figure II-1 montre les deux versions « Single » et « Dual color » de ce modèle. Le modèle « single », situé à gauche de la figure, contient un seul fichier STL où le logo est intégré dans la structure du modèle. En revanche, « Pen & Cup dual color » contient deux fichiers STL distincts où le logo est séparé de la structure.

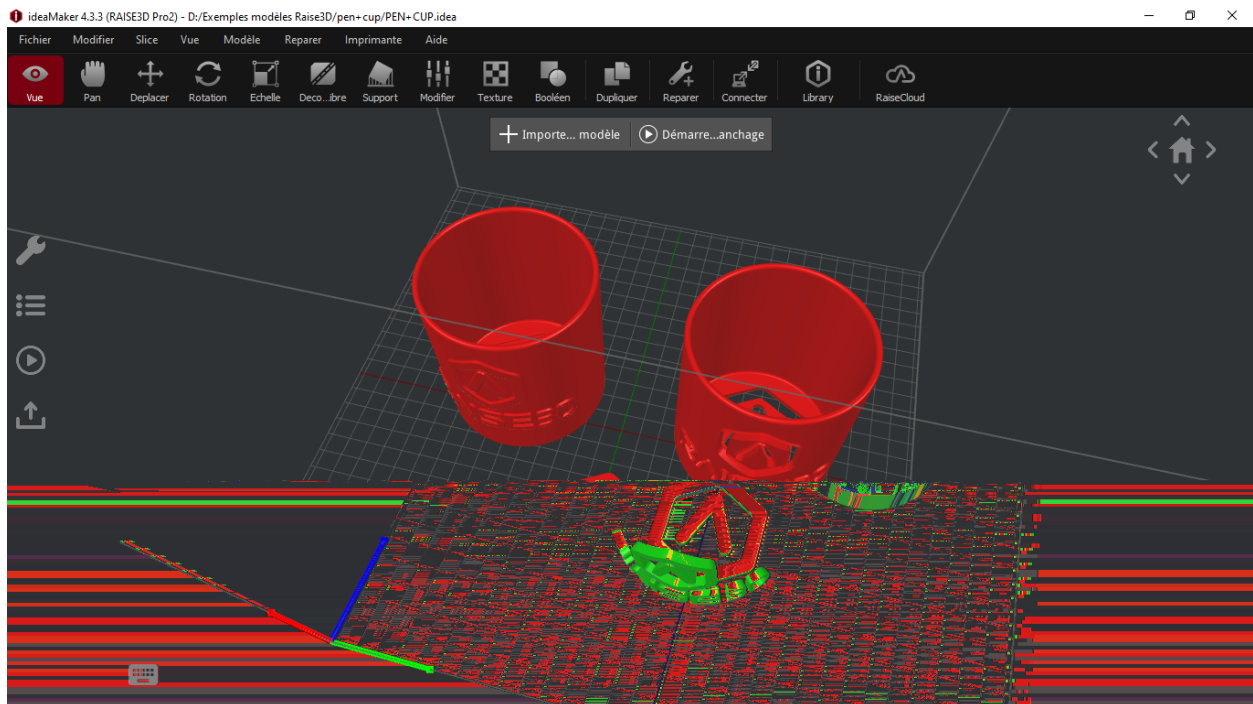


Figure II- 1: « Pen & Cup single » et « Pen & Cup dual color »

Notre travail sur le modèle « Pen & Cup » se concentre principalement sur la version bi-couleur « Pen & Cup dual color » car cette version permet une impression bi-couleur. Comme le montre la figure II-2, « Pen & Cup dual color » est composé de deux pièces distinctes, chacune possédant son propre fichier STL.

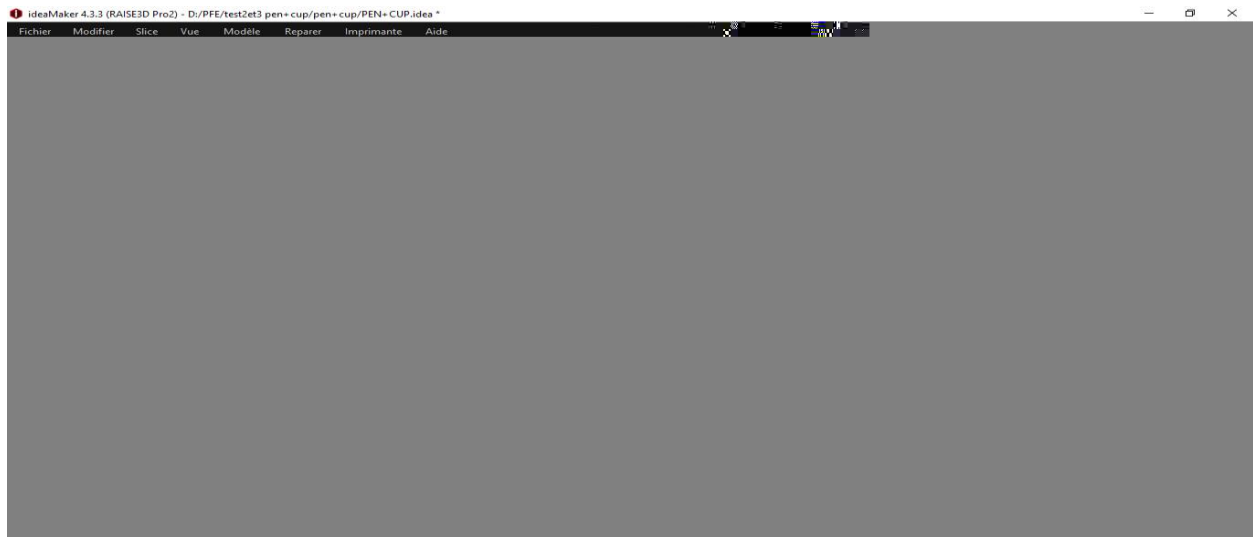


Figure II- 2: STLs composant le modèle « Pen & Cup dual color »

Afin de différencier les deux fichiers STL, nous avons utilisé les couleurs des filaments disponibles
PEN_CUP_DUAL_LOGOS » la
-3.

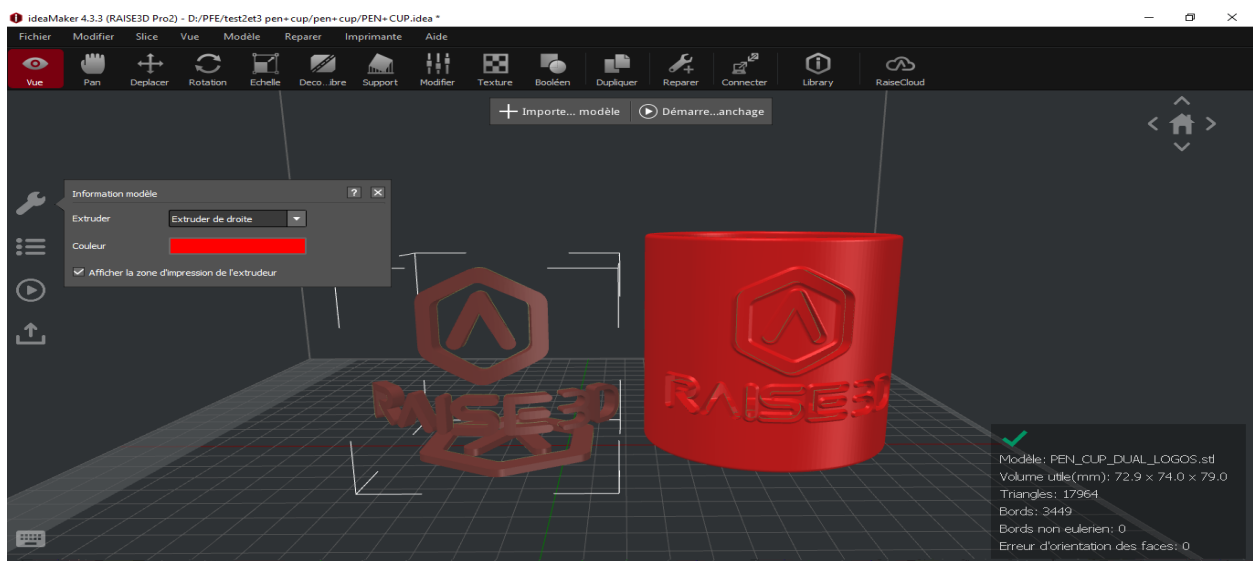


Figure II- 3: Choix de l'extrudeur et la couleur pour le premier STL

Et pour le deuxième STL « PEN_CUP_DUAL

-4.

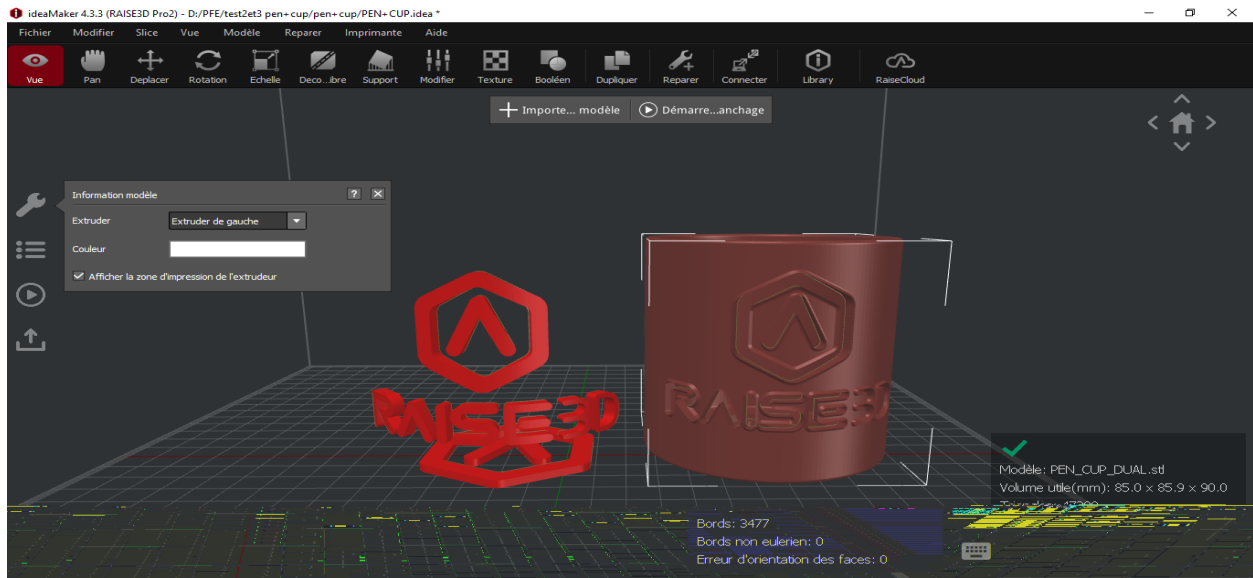


Figure II- 4: Choix de l'extrudeur et la couleur pour le deuxième STL

modèle qui correspond au modèle physique réel. Comme illustré dans la figure II-5, nous allons sélectionner les deux fichiers STL et les aligner dans le menu " Modèle " > " Aligner les modèles sélectionnés ".

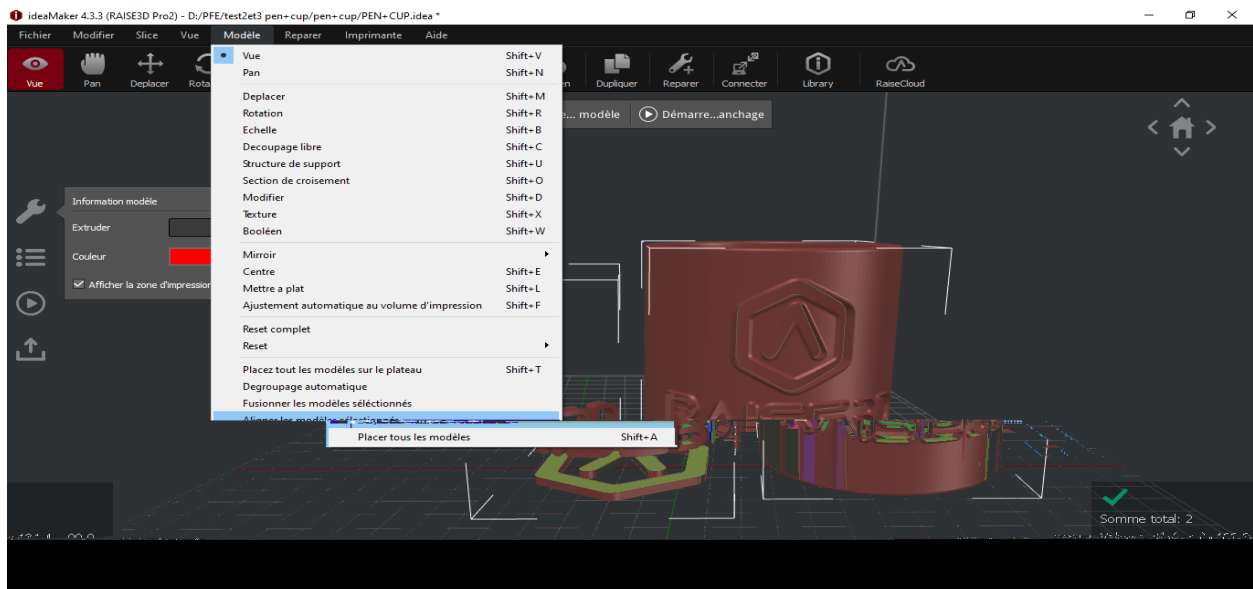


Figure II- 5: Alignement des deux STL du modèle « Pen & Cup dual color »

Après avoir aligné le modèle, nous avons démarré le tranchage dans l'onglet " Démarrage de tranchage ". Nous avons choisi le profil " Standard qualité - Pro2 - PLA " et cliqué sur « Slice ». Nous constatons que le temps d'impression estimé est supérieur à 10 heures, comme le montre la figure II-6.

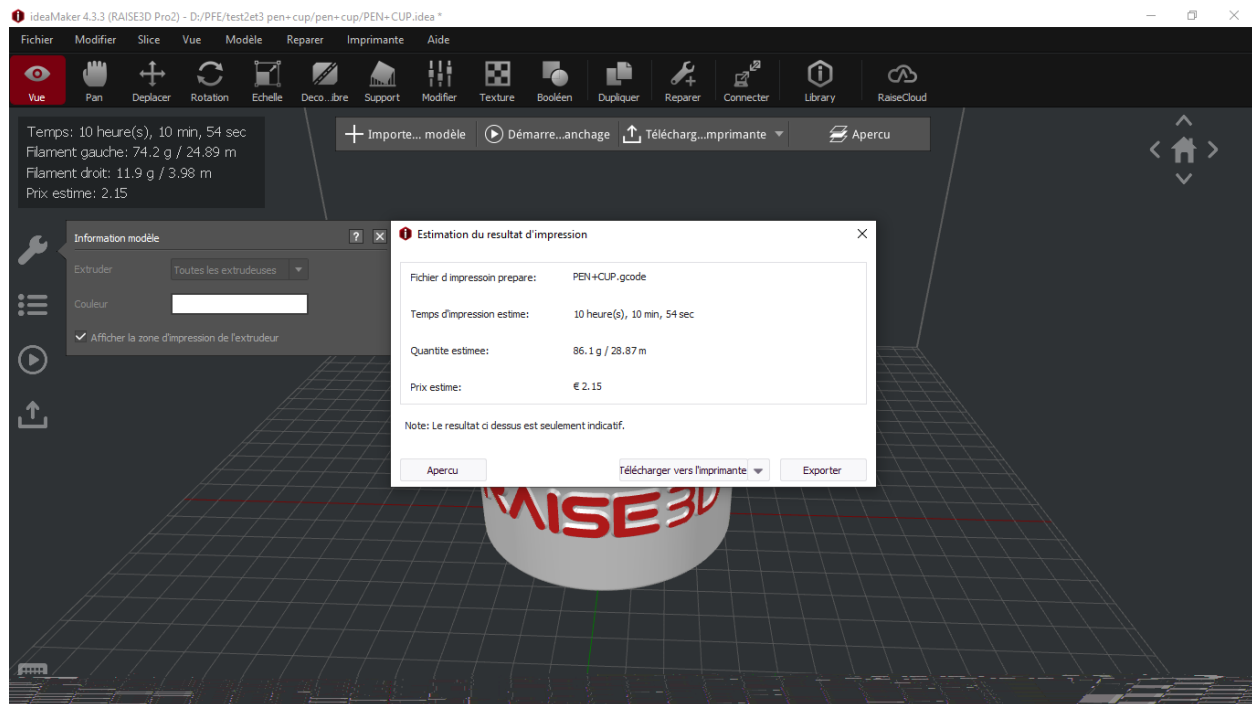


Figure II- 6: Estimation du résultat d'impression pour le modèle « Pen & Cup dual color »

Ce temps nécessite la présence au laboratoire pendant plus de 10 heures ce qui est un peu difficile et temps. C'est pourquoi nous allons réduire ce temps d'impression à partir de la diminution de volume du modèle. Nous allons réaliser deux tests d'impression : le premier avec une échelle de 0,5 et le second avec une échelle de 0,7.

II.2.1. « Pen & Cup dual color » avec l'échelle de 0,5

Pour réduire le temps d'impression, nous allons sélectionner les deux fichiers STL en appuyant sur Ctrl + A. Ensuite, nous cliquons sur l'onglet " Echelle " et sélectionnons " Déformation globale ". Nous choisissons 50% pour l'axe X et lorsque nous cliquons sur la touche " Entrée ", les deux axes Y et Z sont automatiquement réduits à 50%, comme illustré dans la figure II-7.

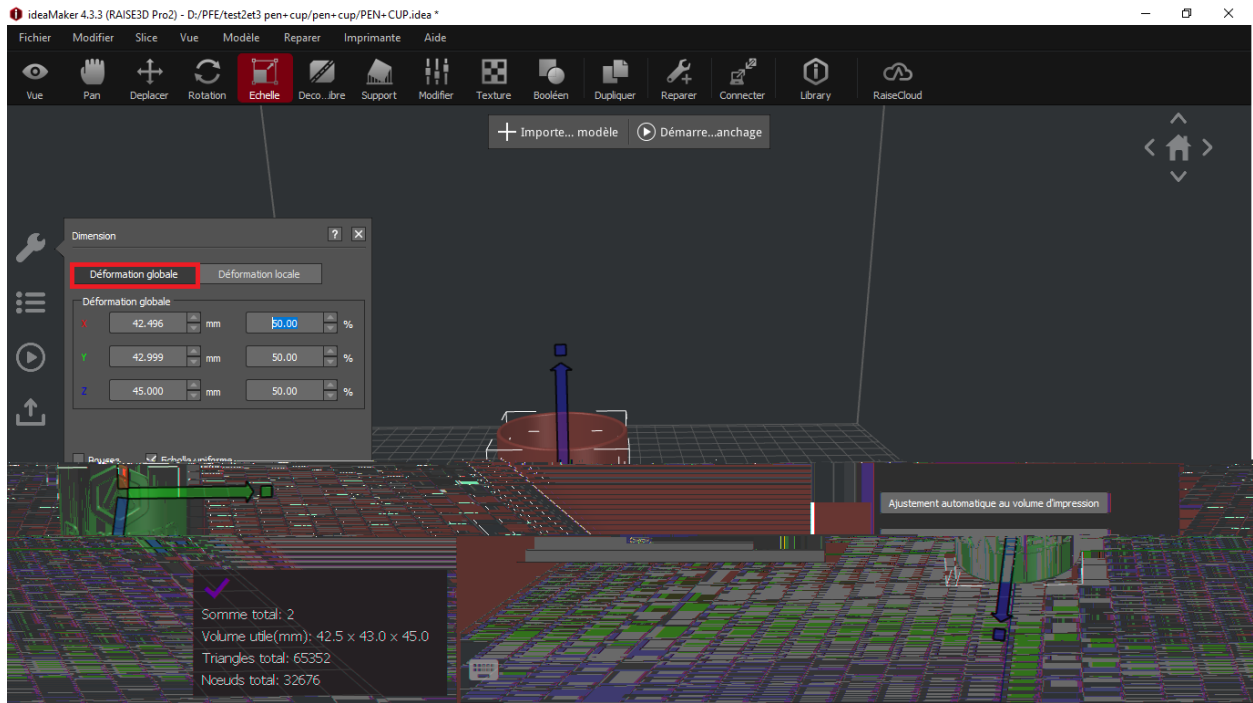


Figure II- 7: Réduire le volume du modèle

Après la réduction du volume du modèle, nous allons démarrer le tranchage dans l'onglet " Démarrage de tranchage ". Nous choisissons le profil " Standard qualité - Pro2 - PLA " et lançons le tranchage en cliquant sur « Slice », comme le montre la figure II-8.

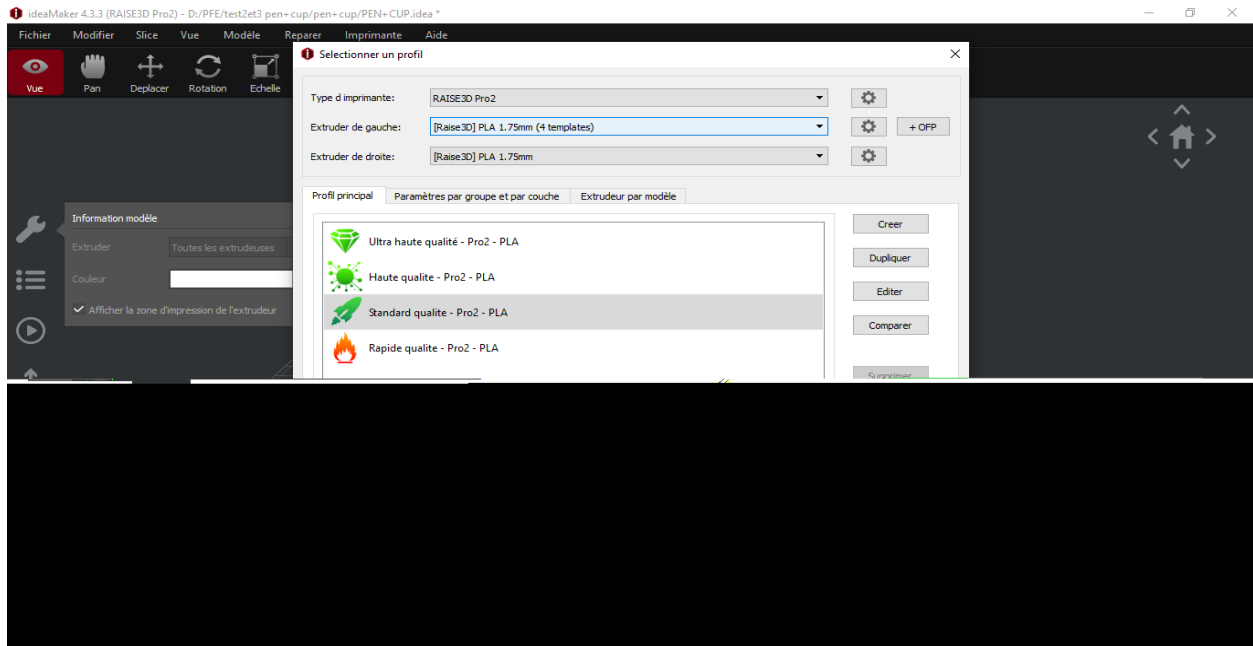


Figure II- 8: Tranchage du modèle après la réduction du volume

e e

figure II-9.

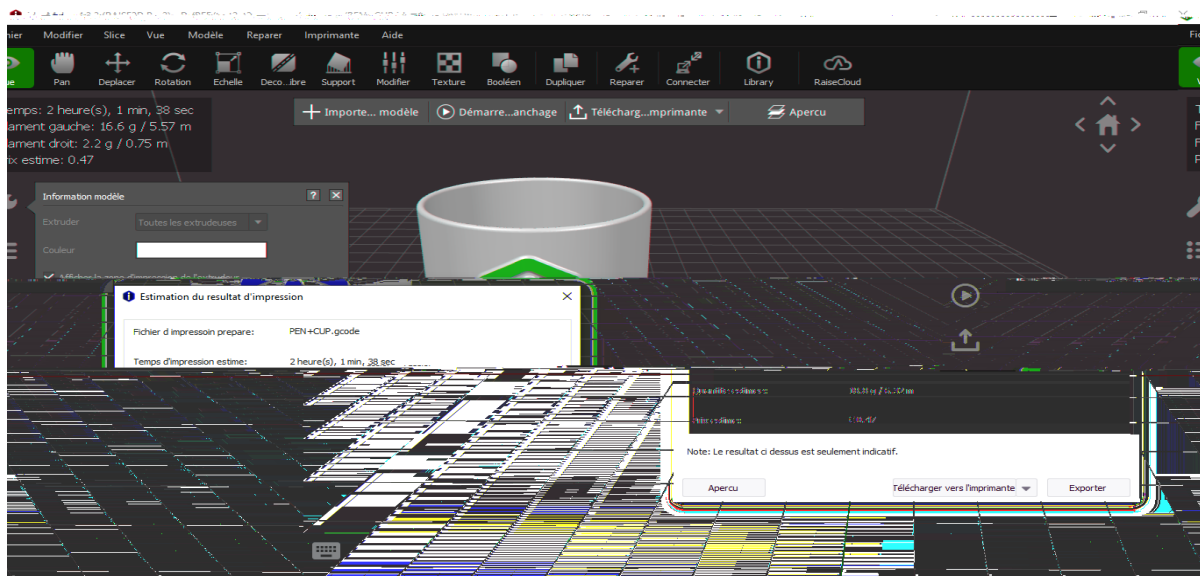


Figure II- 9: Estimation du résultat d'impression après la réduction du volume

Maintenant, nous pouvons imprimer ce modèle après avoir transféré le fichier G-code sur l'imprimante avec une clé USB. La figure II-10 montre l'écran tactile de l'imprimante qui affiche les données de notre modèle au début

e

e



Figure II- 10: Ecran tactile de l'imprimante RAISE3D Pro2 au début d'impression du modèle « Pen & Cup dual color »

La figure II-11 montre les données de l'état de l'impression après un certain temps, ainsi qu'une photo des extrudeurs en cours d'impression du modèle.

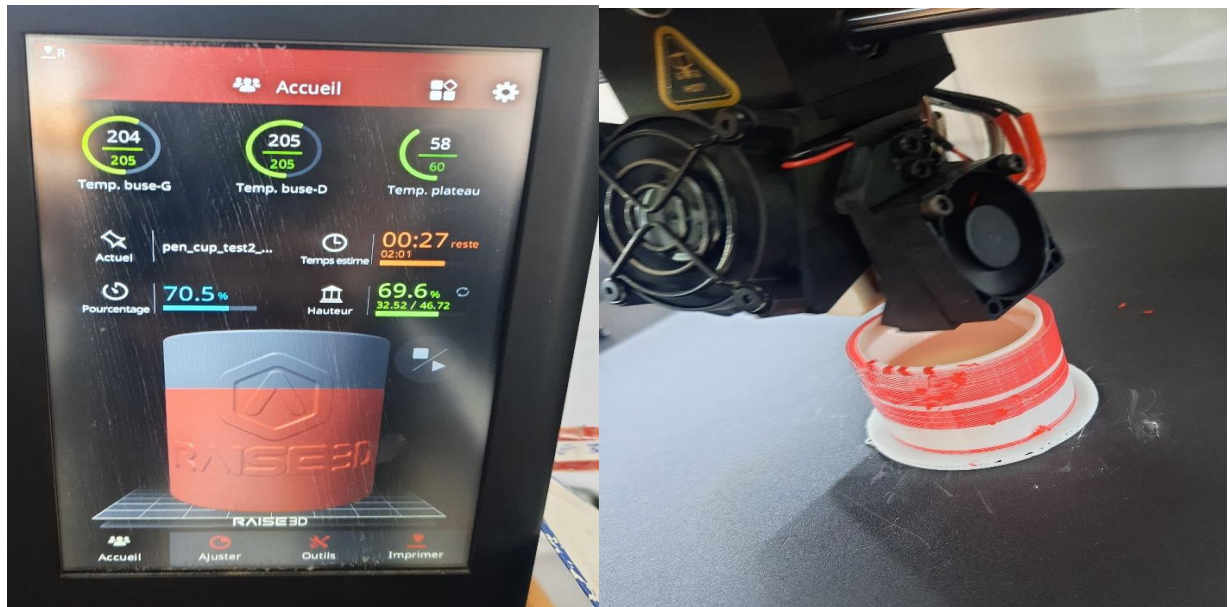


Figure II- 11: Impression en cours du modèle « Pen & Cup dual color »

Après l'achèvement du processus d'impression, nous extrayons le modèle final imprimé, comme le montre la figure II-12.

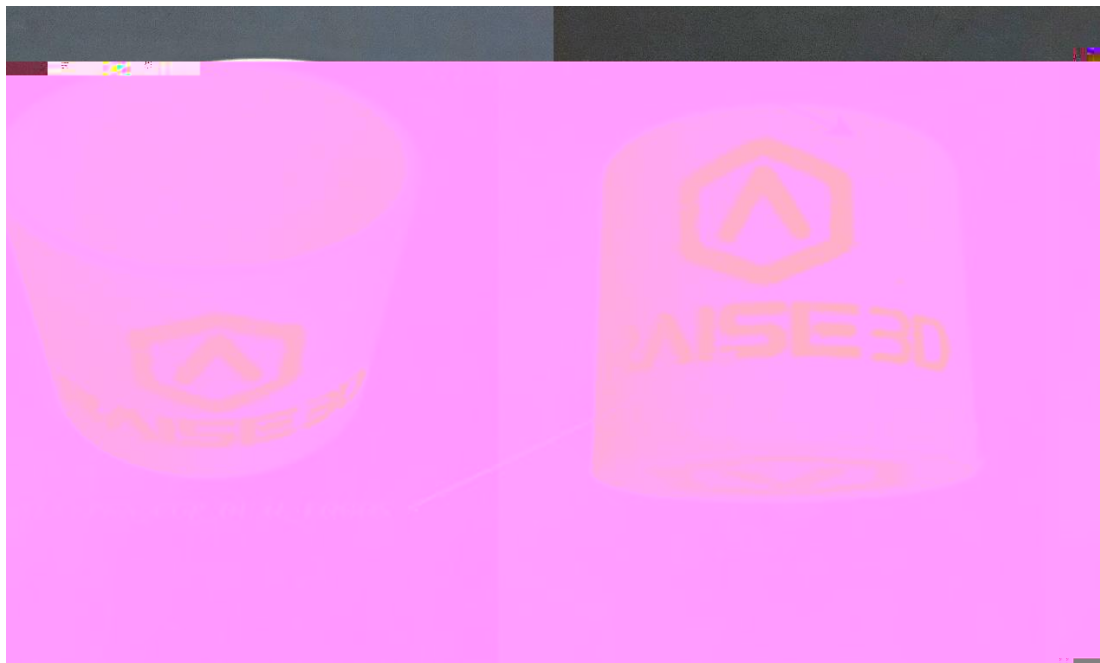


Figure II- 12: Modèle réel « Pen & Cup dual color »

II.2.2. « Pen & Cup dual color » avec l'échelle de 0,7

Pour le modèle « Pen & Cup dual color » avec l'échelle 0,7, nous allons apporter quelques modifications au volume du modèle et à la couleur des filaments. Nous avons appliqué le même processus de réduction de volume du modèle que « Pen & Cup dual color » avec l'échelle 0,5. Pour ce faire, nous avons sélectionné le modèle, puis dans le menu " Echelle ", nous avons choisi " Déformation globale " e

II-13.

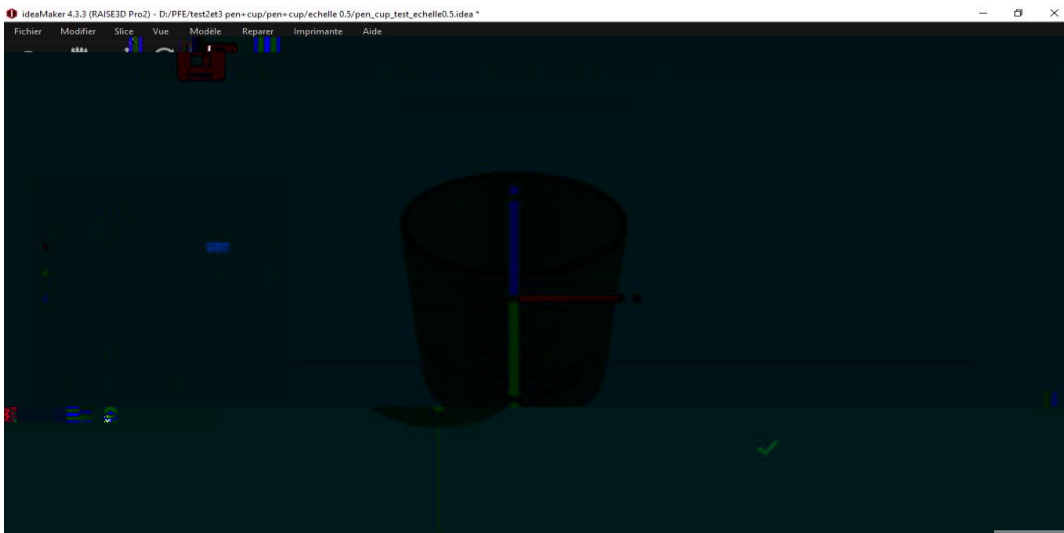


Figure II- 13: Réduction du volume de modèle à 70%

Nous inversons les extrudeurs (donc nous inversons les couleurs) pour les deux STL composant ce modèle afin de distinguer ce test du test précédent, comme le montre la figure II-14.

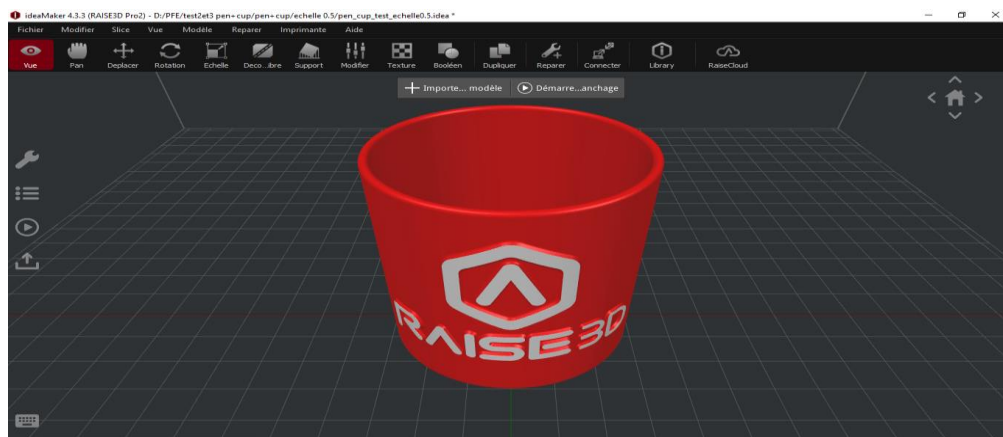


Figure II- 14: Inversement des extrudeurs

Après avoir appliqué ces modifications et appliqué le tranchage de ce modèle avec « Slice », une estimation du résultat d'impression est générée, comme le montre la figure II-15.

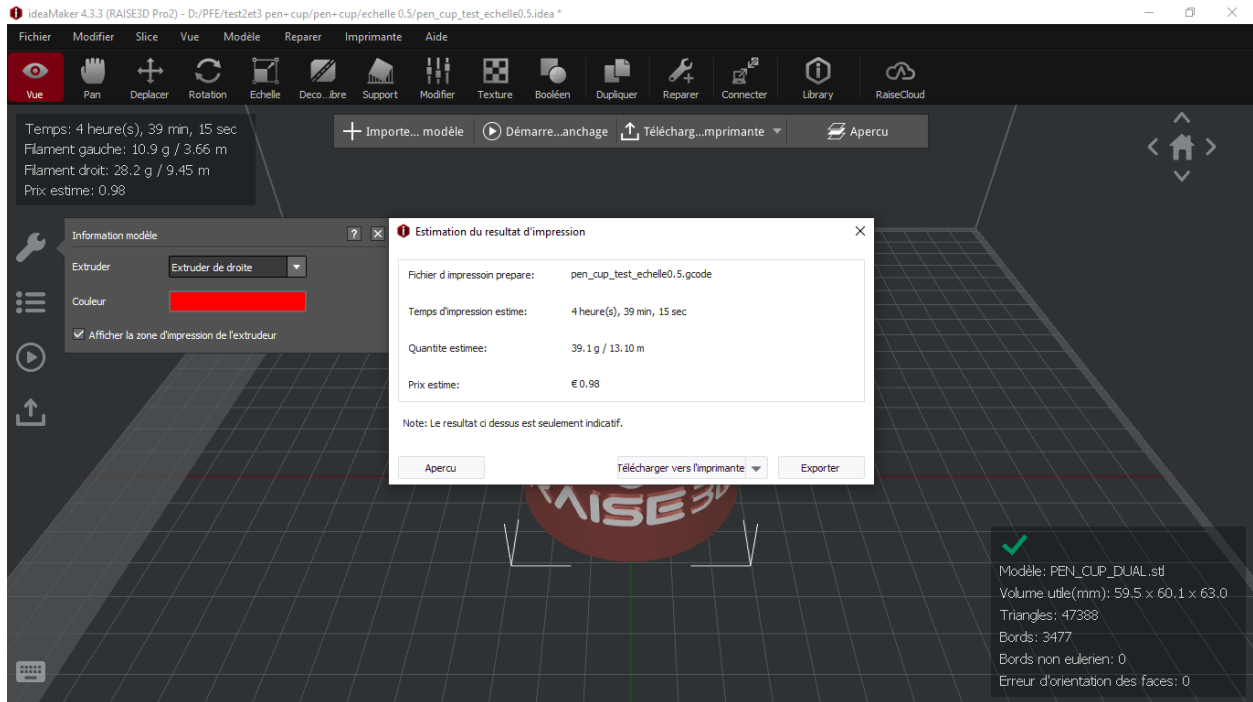


Figure II- 15: Estimation du résultat d'impression du deuxième test d'impression

-code et le transporter vers
« Pen & Cup dual color »

e e e
e e -16.



Figure II- 16: Résultat d'impression réel du modèle « Pen & Cup dual color »

II.3. Essais d'impression du modèle « Rounded HEX Spinner »

Le modèle « Rounded HEX Spinner » est un porte-clés en bi-couleur. Il est similaire au modèle « Spinner 3HEX » avec une différence dans la partie extérieure, qui est arrondie. La figure II-17 présente le fichier projet Ideamaker de ce modèle.

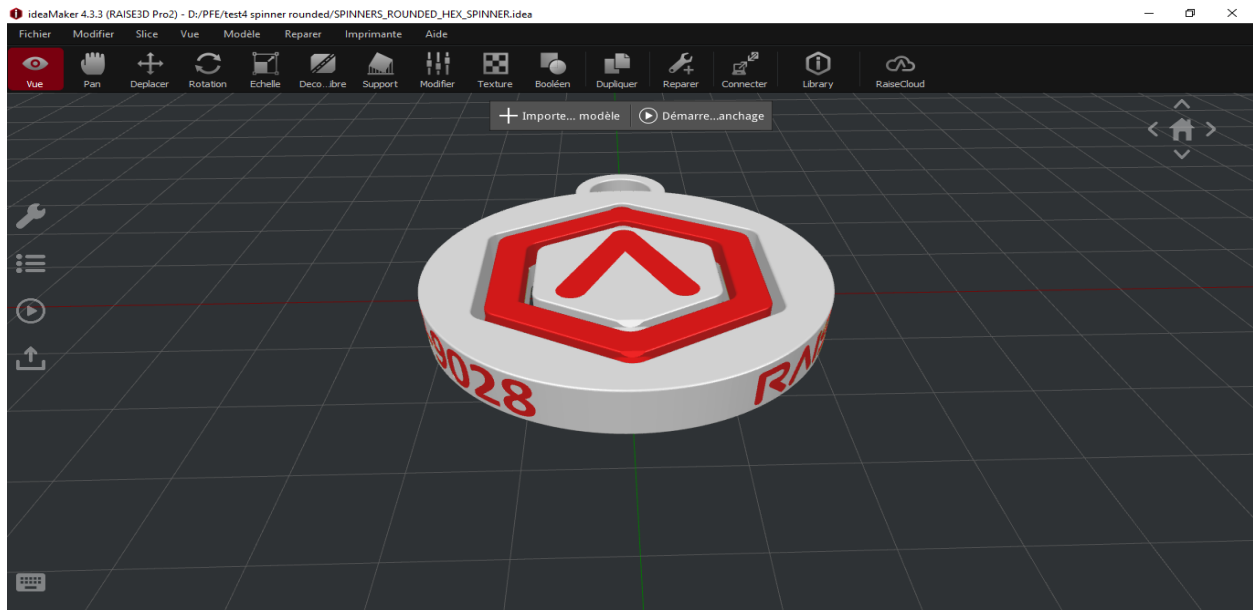


Figure II- 17: Modèle « Rounded HEX Spinner » dans Ideamaker

Le modèle est composé de trois pièces en deux couleurs : blanc et rouge. Le fichier projet Ideamaker est disponible sur la bibliothèque des modèles de site web de la compagnie RAISE3D. Ce fichier projet contient un assemblage composé de trois pièces en deux modèles STL. Chaque modèle STL présente les formes géométriques pouvant être imprimées avec la même couleur.

La figure II-18 montre les deux STL du modèle « Rounded HEX Spinner ». STL1 « `ROUNDED_HEX_SPINNER_COLOR1` » situé à la gauche de la figure, il est attaché avec la STL2 « `ROUNDED_HEX_SPINNER_COLOR2` »

La figure II-18 montre les deux STL du modèle « Rounded HEX Spinner ». STL1 « `ROUNDED_HEX_SPINNER_COLOR1` » situé à la gauche de la figure, il est attaché avec la STL2 « `ROUNDED_HEX_SPINNER_COLOR2` »

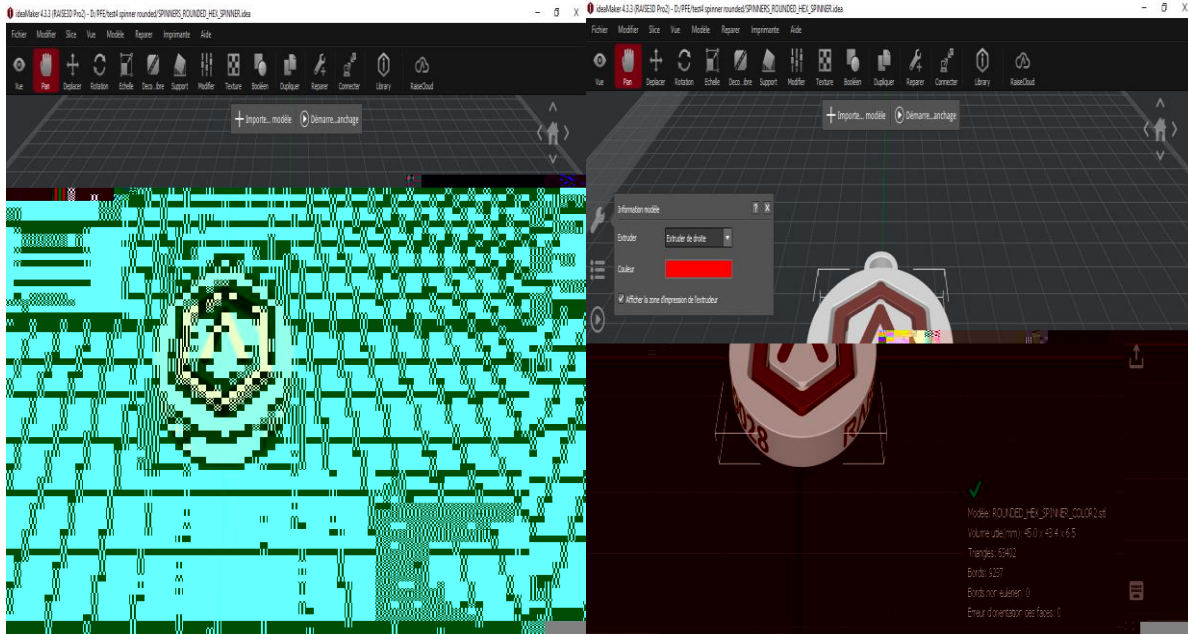


Figure II- 18: STL1 et STL2 composant le modèle « Rounded HEX Spinner »

Pour le modèle « Rounded HEX

Démarrage de tranchage " et choisir le profil " Haute qualité - Pro2 PLA ", comme le montre la figure II-19.

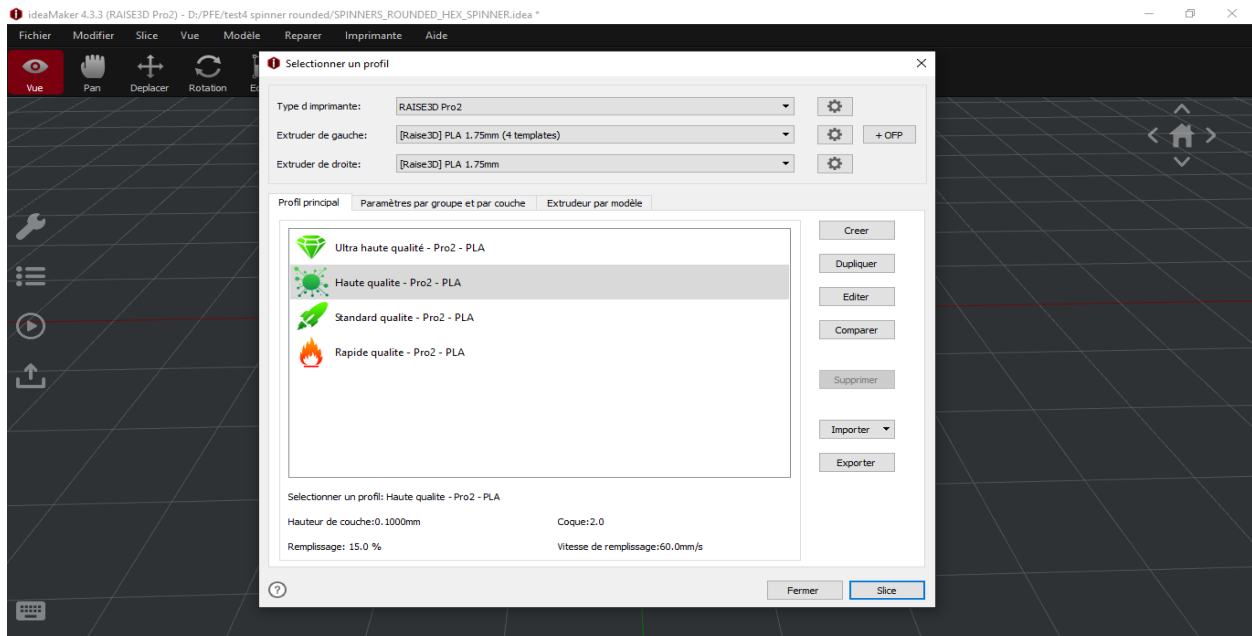


Figure II- 19: Choix du profil de tranchage pour le modèle « Rounded HEX Spinner »

Slice e e

sera générée, comme illustré sur la figure II-20.

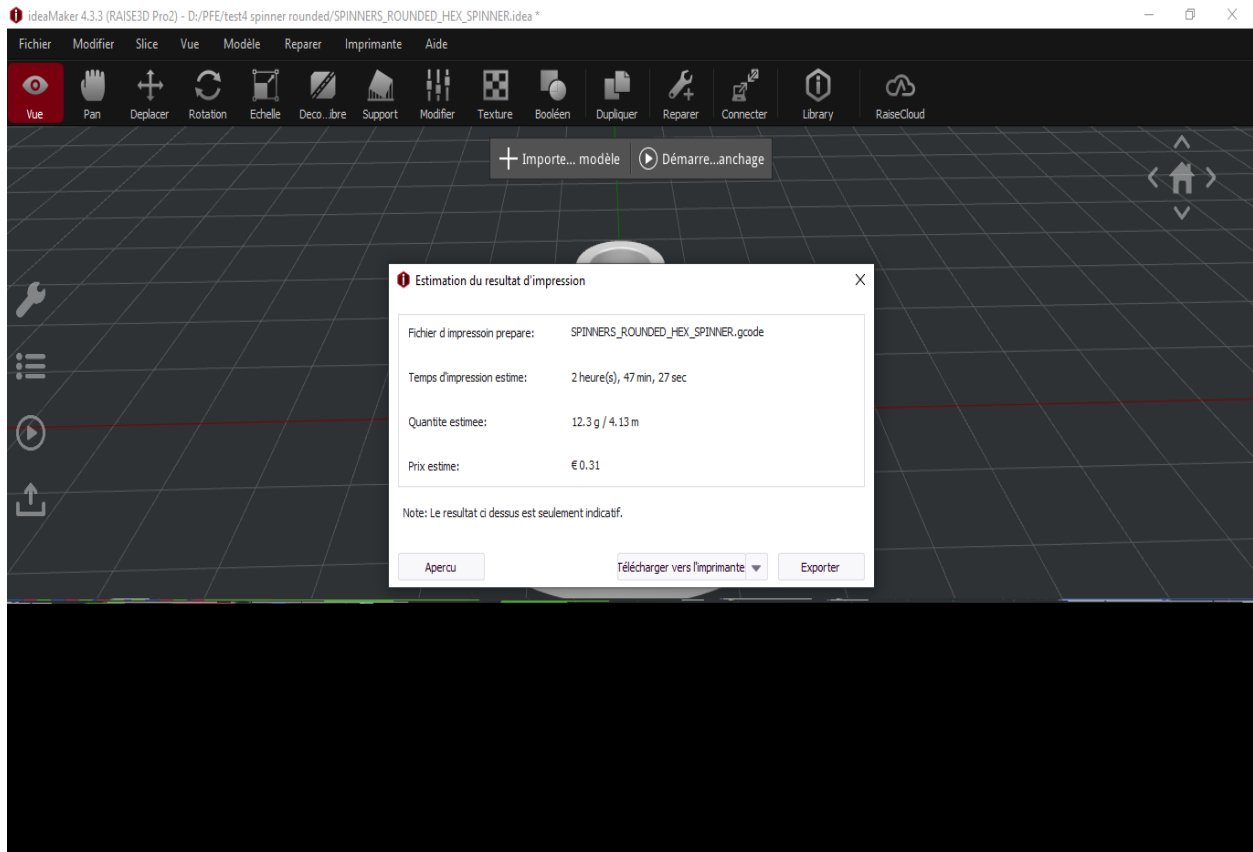


Figure II- 20: Estimation du résultat d'impression du modèle « Rounded HEX Spinner »

raisonnable et que no

le fichier G- e e e

-code sur un flash

e rs comme le

montre la figure II-21.

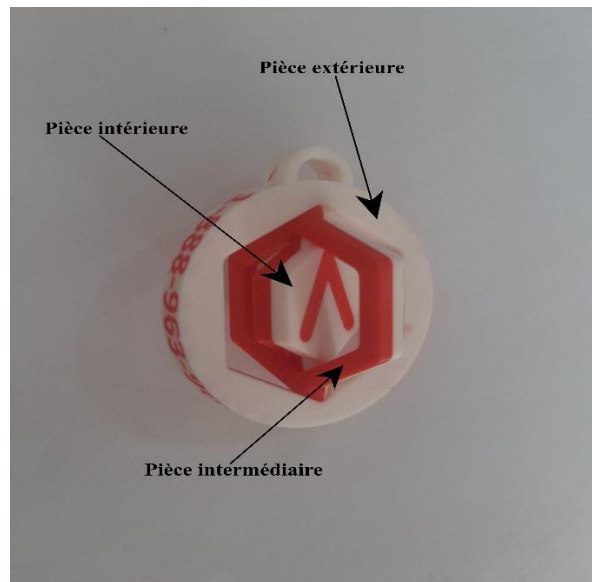


Figure II- 21: Modèle réel « Rounded HEX Spinner »

A partir du travail sur ce modèle nous comprenons la notion de la différence entre la CAO et la FAO telles que la CAO et la FAO sont deux étapes distinctes mais complémentaires dans le processus de fabrication additive. Le modèle « Rounded HEX

e e e
e

La

CAO permet de créer le modèle numérique précis et la FAO permet de le transformer en pièce physique de haute qualité.

II.4. Conclusion

Les essais d'impression bi-couleur réalisés sur les modèles « Pen & Cup » et « Rounded HEX Spinner » ont démontré la capacité d'Ideamaker à réaliser des impressions bi-couleur précises et de qualité. Ces essais ont également permis de mieux comprendre la différence entre la CAO et la FAO pour la fabrication additive.

**Chapitre III : Préparation et
impression 3D en deux
couleurs des logos de
l'université UABT et de
laboratoire de recherche
IS2M**

III.1. Introduction

Ce chapitre est consacré à la préparation des logos du laboratoire de recherche IS2M et de l'université de Tlemcen UABT. Les modèles 3D des logos ont été créés par des travaux antérieurs e couleurs avant de les convertir au format STL et de les imprimer avec l'imprimante RAISE3D Pro2du laboratoire IS2M.

III.2. Logiciel CAO SolidWorks

SolidWorks est une plateforme de conception assistée par ordinateur (CAO) 3D réputée pour sa large gamme de fonctionnalités, sa facilité d'utilisation et sa popularité dans divers secteurs d'activité. Il est lancé en 1995 par trois ingénieurs américains, il a été acquis par Dassault Systèmes en 1997. SolidWorks contient trois types de fichiers principaux interconnectés : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Il est couramment utilisé pour la conception de produits industriels, la création de prototypes et l'application des modifications sur les pièces. [10]

SolidWorks se caractérise par sa grande compatibilité avec différents formats de fichiers CAO. Cette polyvalence permet aux utilisateurs d'échanger facilement des données avec d'autres programmes et plates-formes. Les formats de fichiers pris en charge par SolidWorks sont : IGES, STEP, VRML, STL, Parasolid, 3D Manufacturing Format, Additive Manufacturing Format, Catia

III.3. Logo de l'université de Tlemcen UABT

e e e e
base et les motifs. Parmi ces derniers il y a la mosquée au-
e e
e e
deux couleurs en même temps.

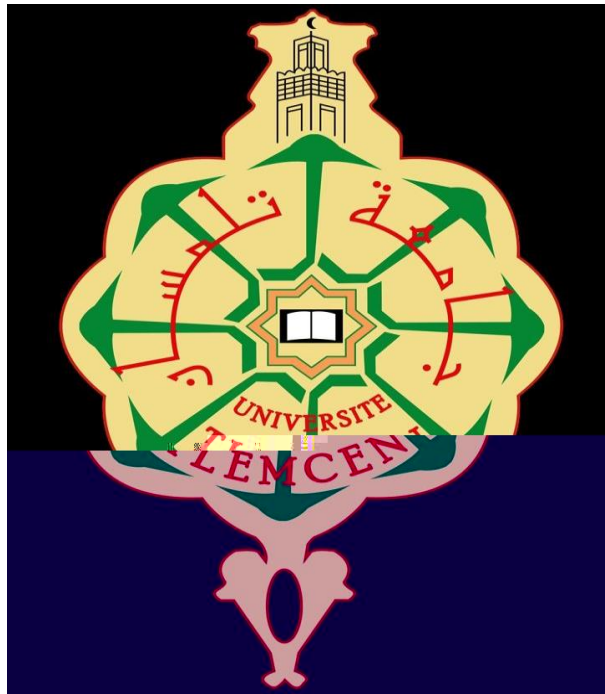


Figure III- 1: Image 2D du logo de l'université de Tlemcen

La figure III- e e
travail antérieur du projet e

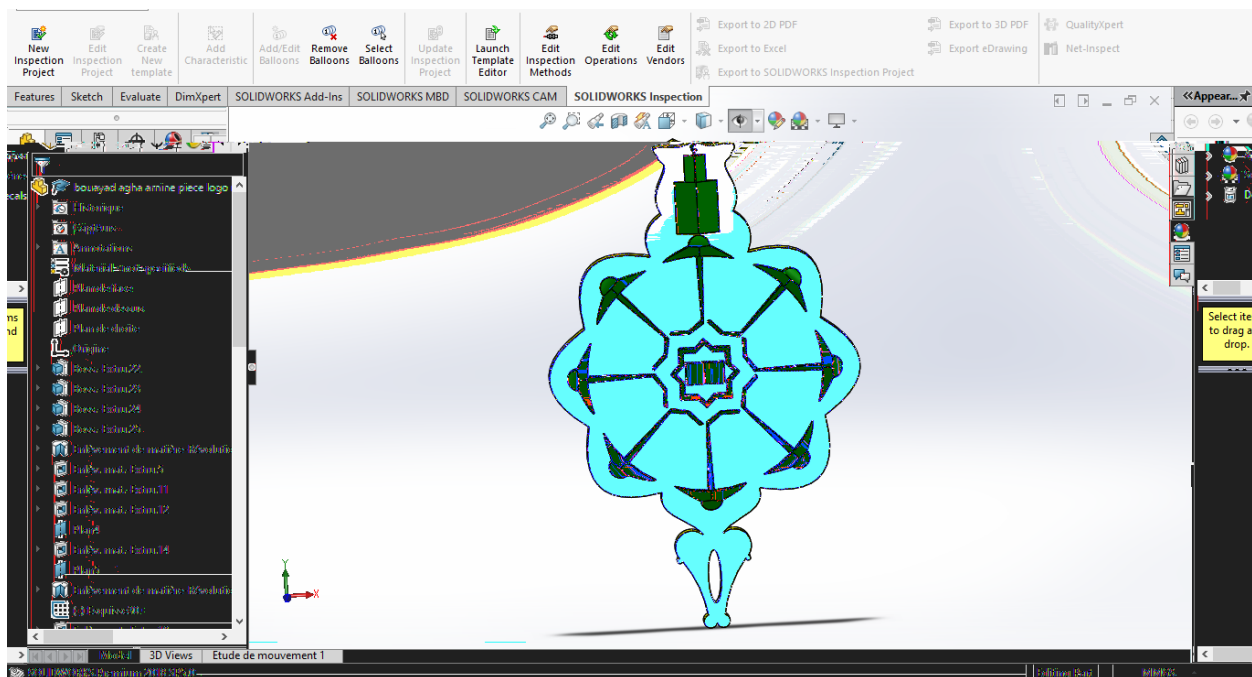


Figure III- 2: Vue en 3D du logo de l'université [11]

Nous allons imprimer ce modèle en deux options d'impression : la première option avec une seule couleur et la deuxième option en deux couleurs.

III.3.1. Première option

Pour cette option nous allons directement enregistrer le logo au format STL (voir la figure III-3)

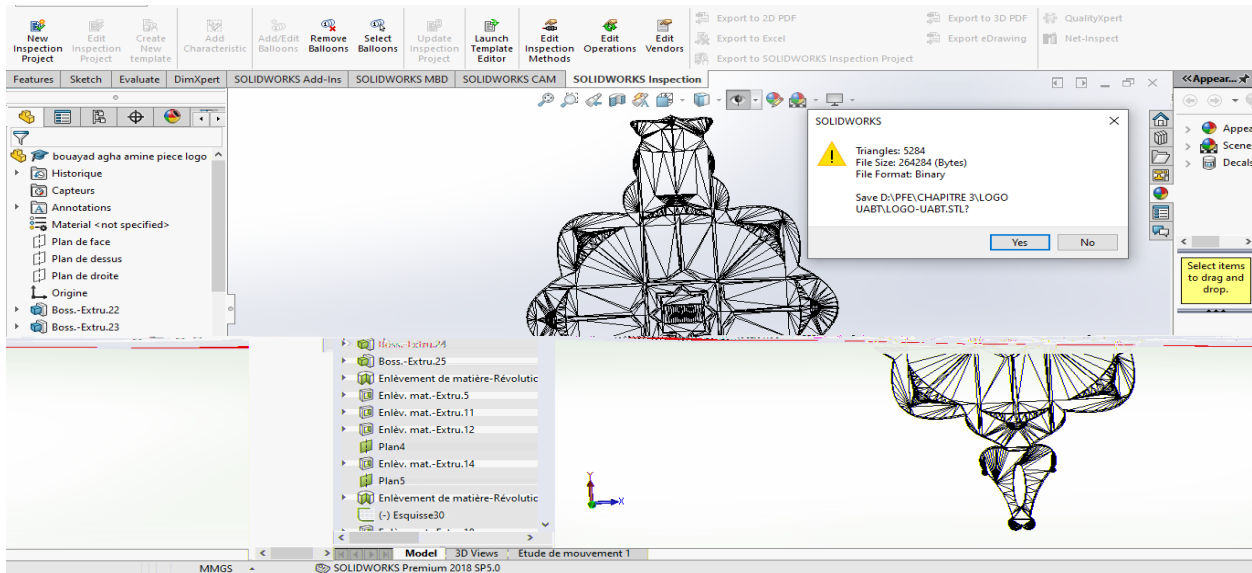


Figure III- 3: Maillage du logo UABT

Nous allons directement trancher le logo en choisissant le profil « Standard qualité - Pro2 PLA » comme le montre la figure III-4.

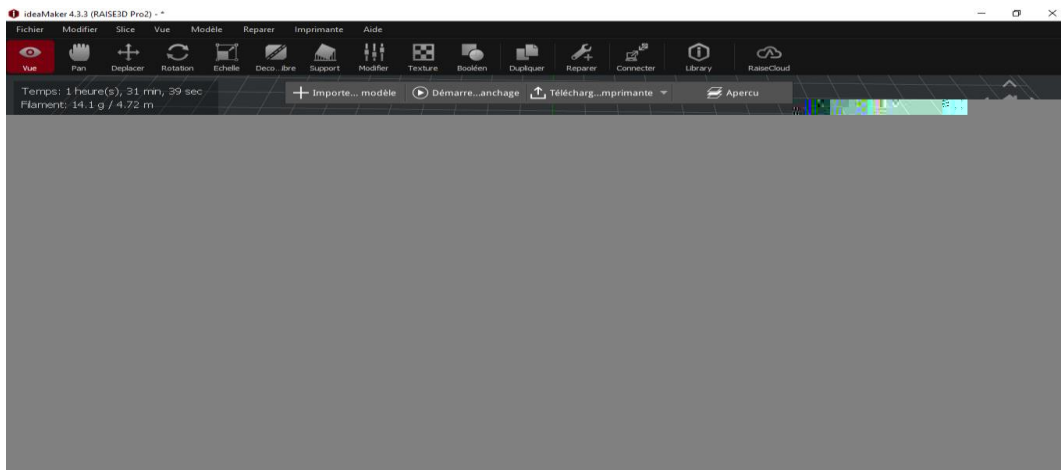


Figure III- 4: Tranchage du logo UABT

Après, nous allons exporter le fichier G-

mprimante avec une clé USB

e

-

e

-5.



Figure III- 5: Résultat d'impression réel du logo UABT

III.3.2. Deuxième option

Notre objectif dans e

de

séparer le modèle original en deux parties, chacune possédant une couleur. Comme première

e e

Sketch » qui entoure le modèle original

comme le montre la figure III-6.

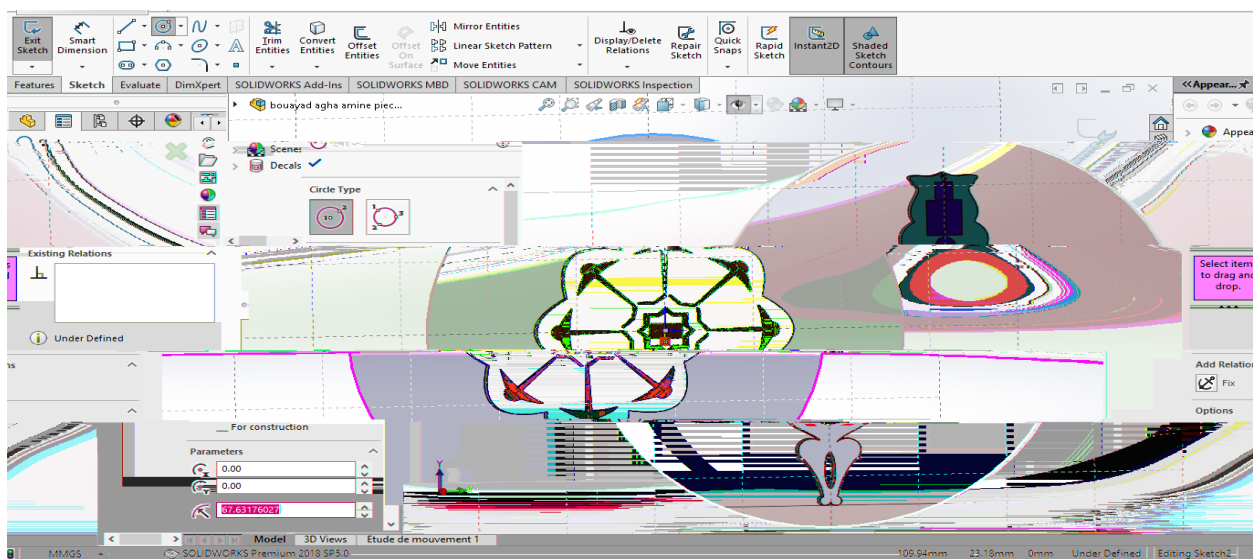


Figure III- 6: Création d'un cercle

Ensuite, nous allons séparer la base du modèle du motif
comme le montre la figure III-7.

Offset Entities »

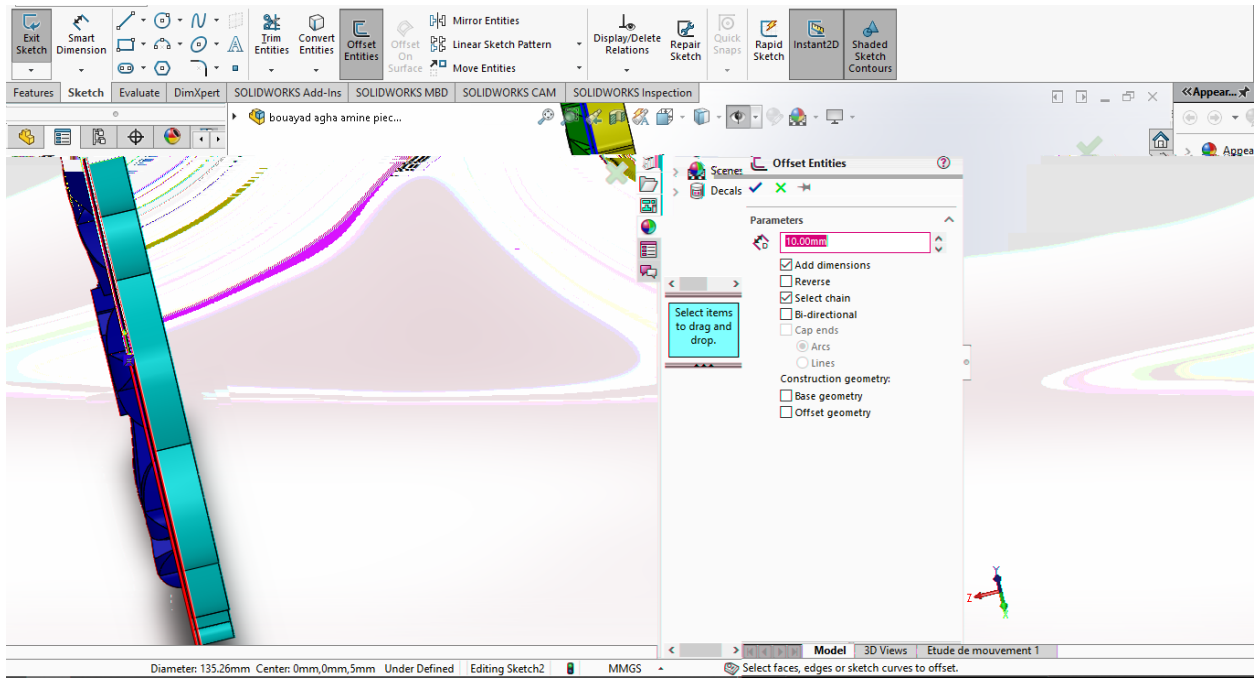


Figure III- 7: Action de séparation du modèle en deux parties

Extruded Cut

« Features » pour garder les motifs du logo comme le montre la figure III-8.

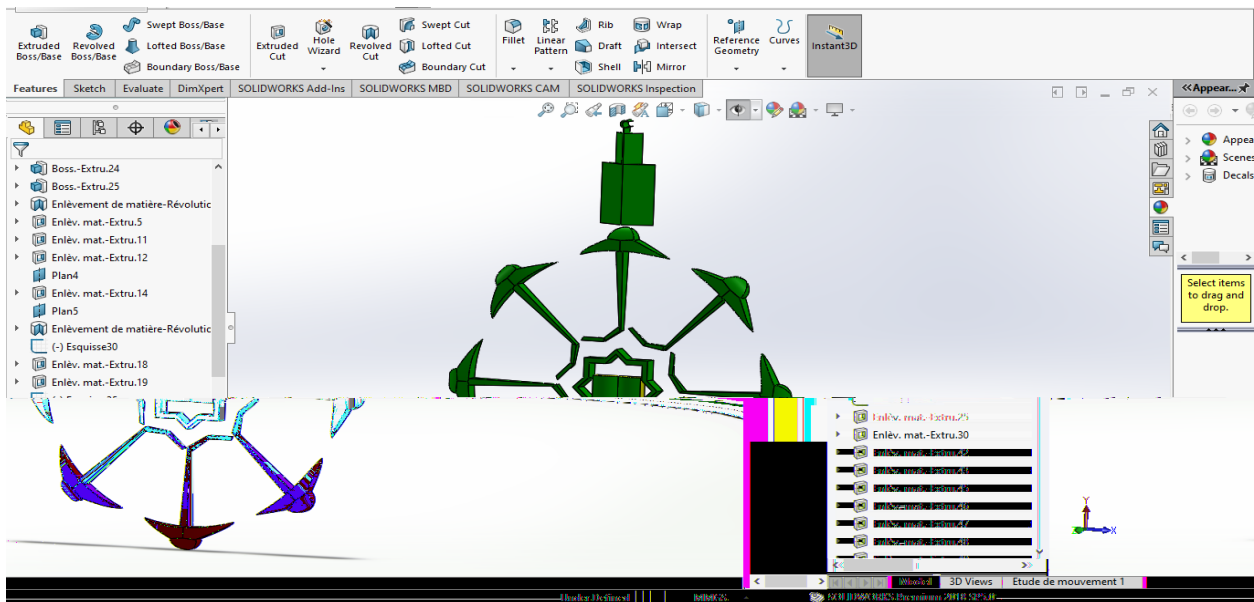


Figure III- 8: Partie motif du logo UABT

Maintenant, nous pouvons enregistrer cette partie du logo avec le format STL comme le montre la figure III-9.

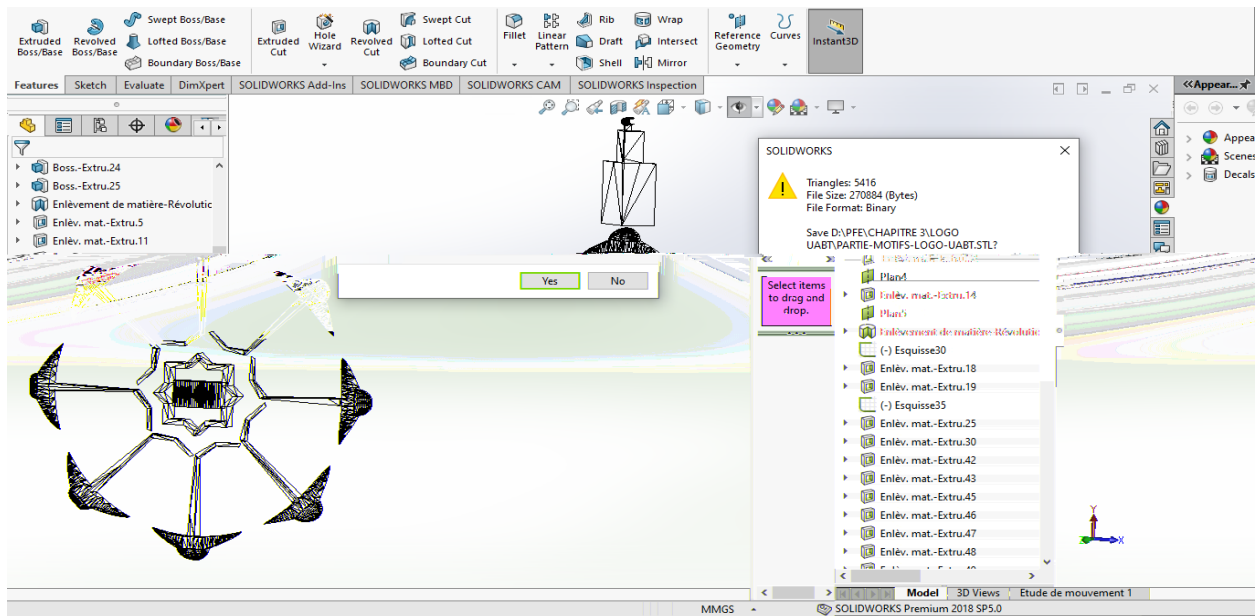


Figure III- 9: Maillage de la partie motif logo UABT

Nous allons répéter les mêmes étapes précédentes pour garder la base du logo. La figure III-10 présente la pièce CAO de la base du logo.

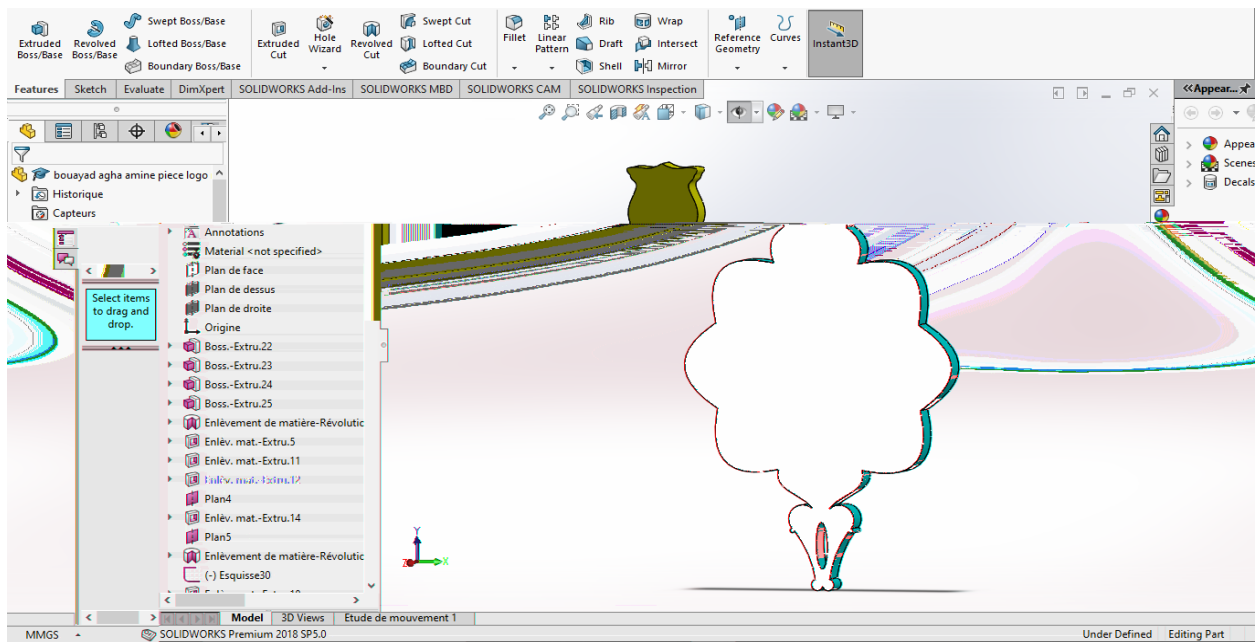


Figure III- 10: Partie base du logo UABT

Nous allons enregistrer la partie base du logo

-11.

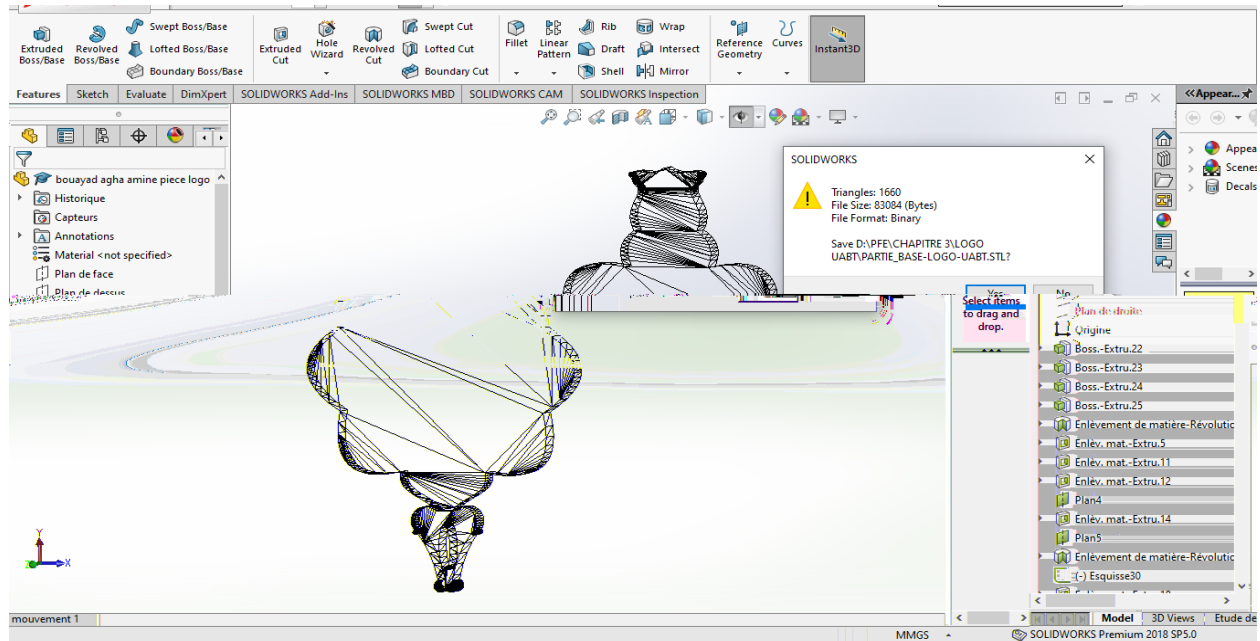


Figure III- 11: Maillage de la partie base logo UABT

Maintenant, nous passons vers le logiciel FAO Ideamaker. Nous allons ouvrir les deux fichiers STL dans le même fichier projet Ideamaker comme le montre la figure III-12.

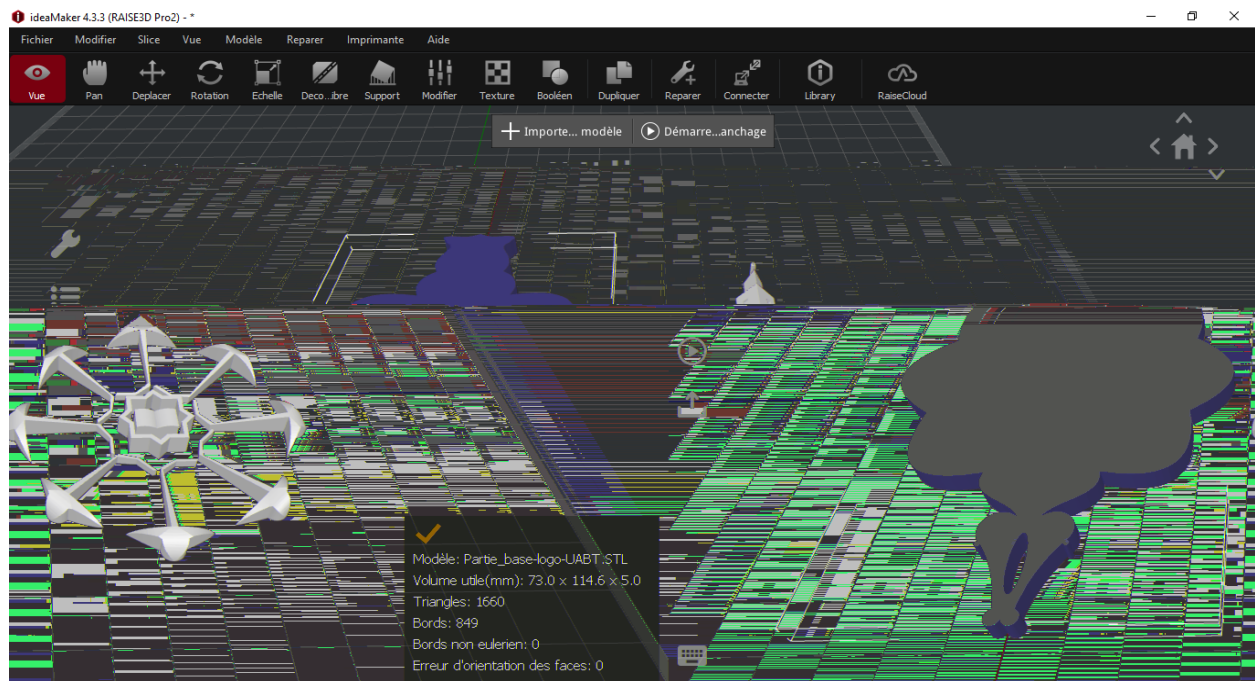


Figure III- 12: Les deux STL composant le logo

-motif-logo-UABT " et
r blanche pour " Partie-base-logo-UABT ". Après, nous allons

e

-13.

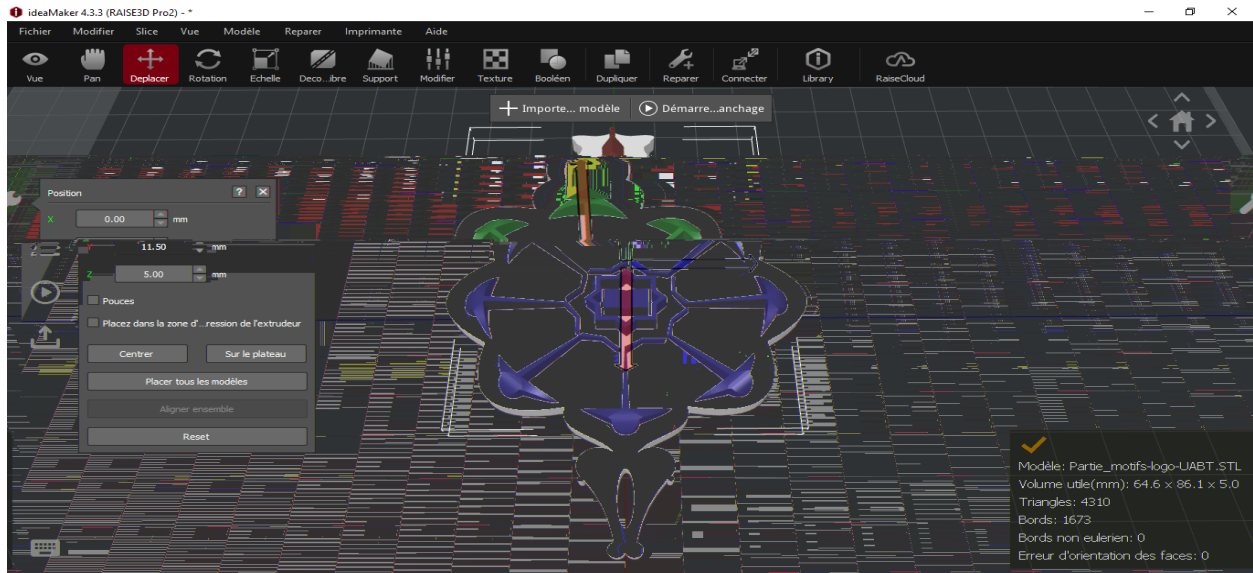


Figure III- 13: Alignement des deux STL

Nous allons trancher la pièce FAO final du logo en choisissant le profil « Standard qualité- Pro2 - PLA » comme le montre la figure III-14.

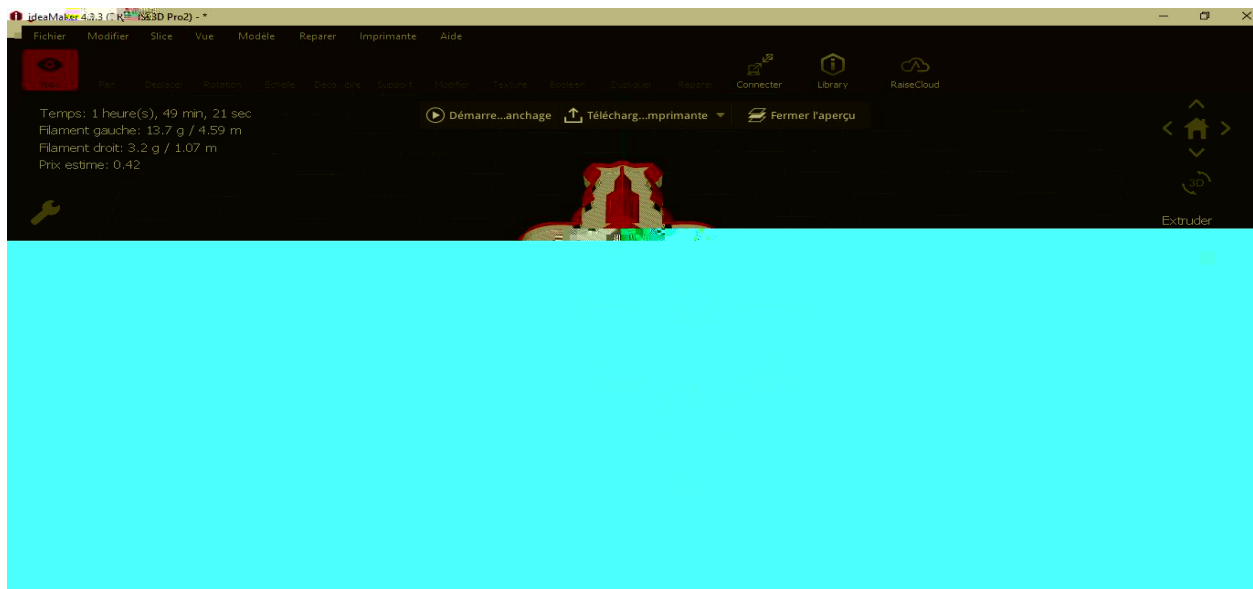


Figure III- 14: Estimation du résultat d'impression du logo

Après, nous allons exporter le fichier G-
modèle physique du logo. La figure III- e

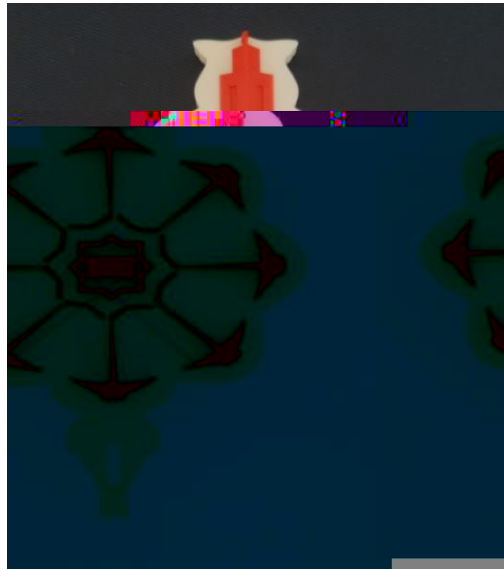


Figure III- 15: Modèle physique du logo UABT

Nous allons produit un

-16.

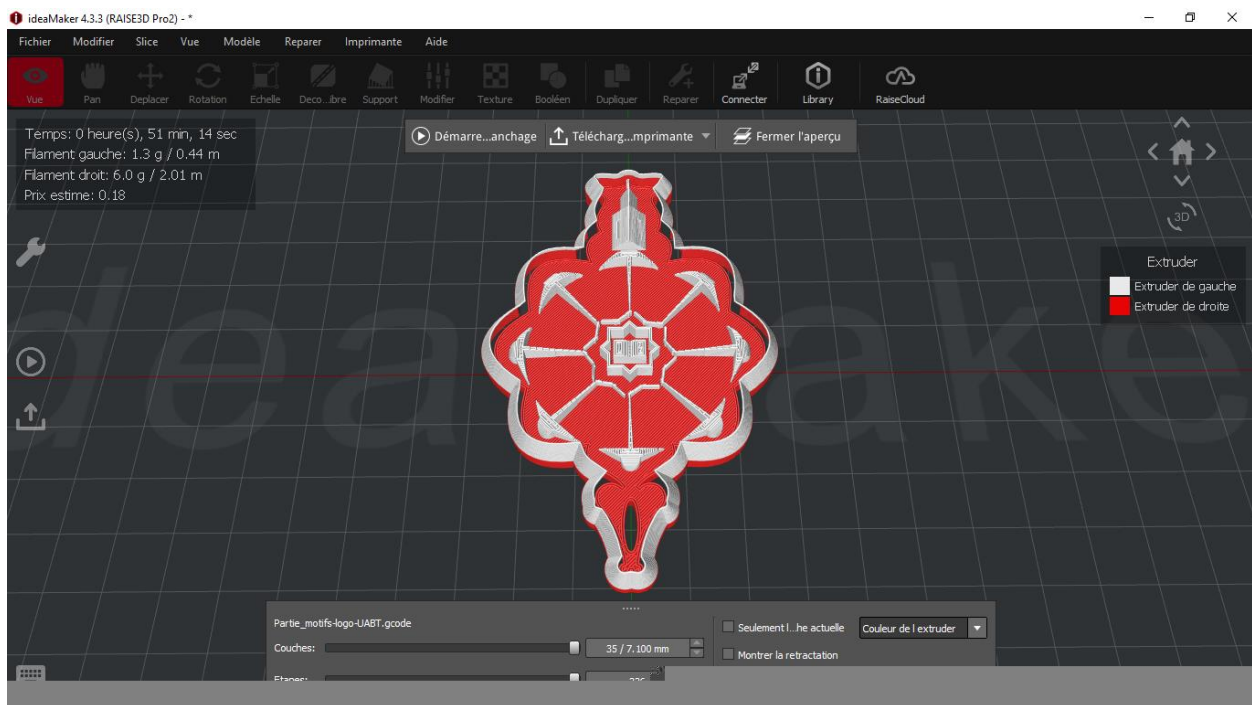


Figure III- 16: Estimation du deuxième test d'impression du logo UABT

La figure III-

e

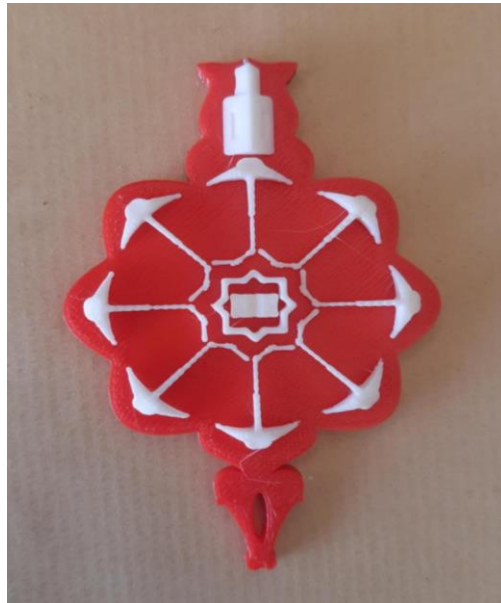


Figure III- 17: Résultat réel du deuxième test d'impression

III.4. Logo du laboratoire de recherche IS2M

Ce logo représente une image stylisée du laboratoire de recherche de la faculté de technologie de l'université de Tlemcen, tandis que les initiales "IS2M" signifient "Ingénierie des Systèmes Mécaniques et Matériaux".



Figure III- 18: Image 2D du laboratoire de recherche

Dans cette partie du travail nous allons commencer par une application similaire que la pièce de logo UABT sur le logo de IS2M. La figure III-19 présente le modèle CAO final du logo, qui est e e [12].

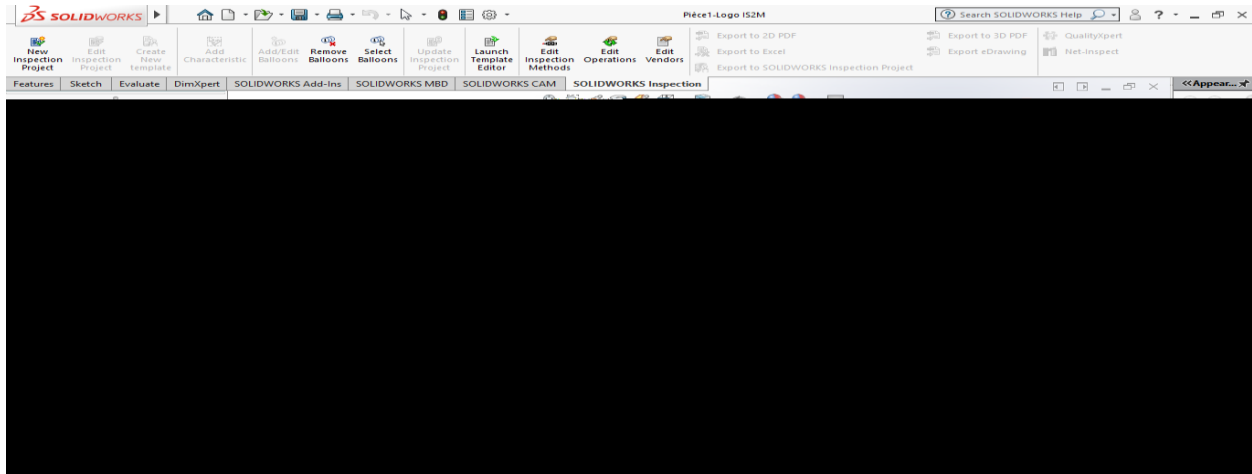


Figure III- 19: Modèle 3D original du logo IS2M [12]

La première étape consiste à éliminer les géométries non nécessaires du logo original qui sont les e our former un porte clé e Sketch », ensuite on va les supprimer en choisissant l'option « Up to surface » située dans la section « Direction 1 » à l'aide de l'outil « Extruded Cut ». Ce processus supprimera les deux supports, comme le montre la figure III-20.

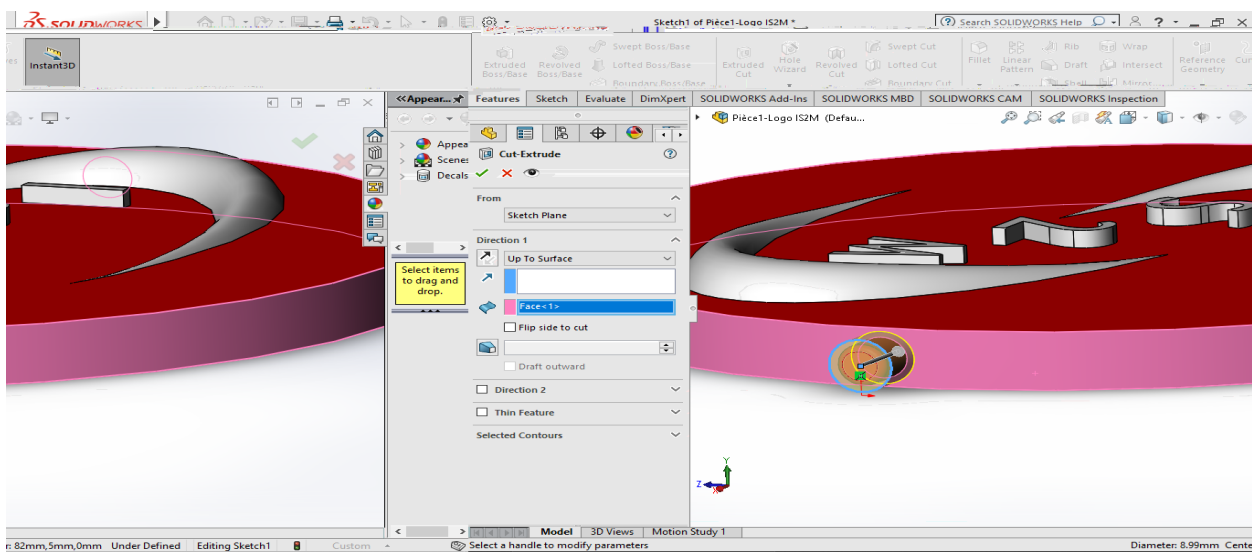


Figure III- 20: Action de suppression des deux supports

nous allons séparer le
Offset Entities » comme le montre la figure

III-21.

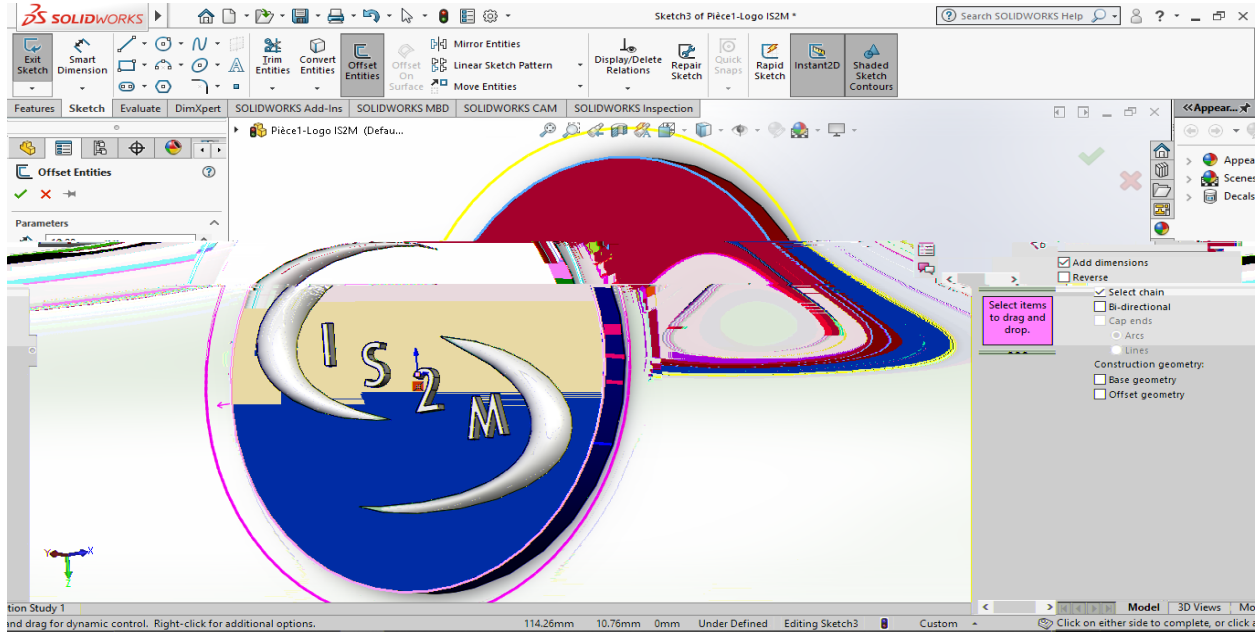


Figure III- 21: Séparation du modèle en deux parties

Par la suite, nous allons supprimer la b
Extruded Cut » comme
-22.

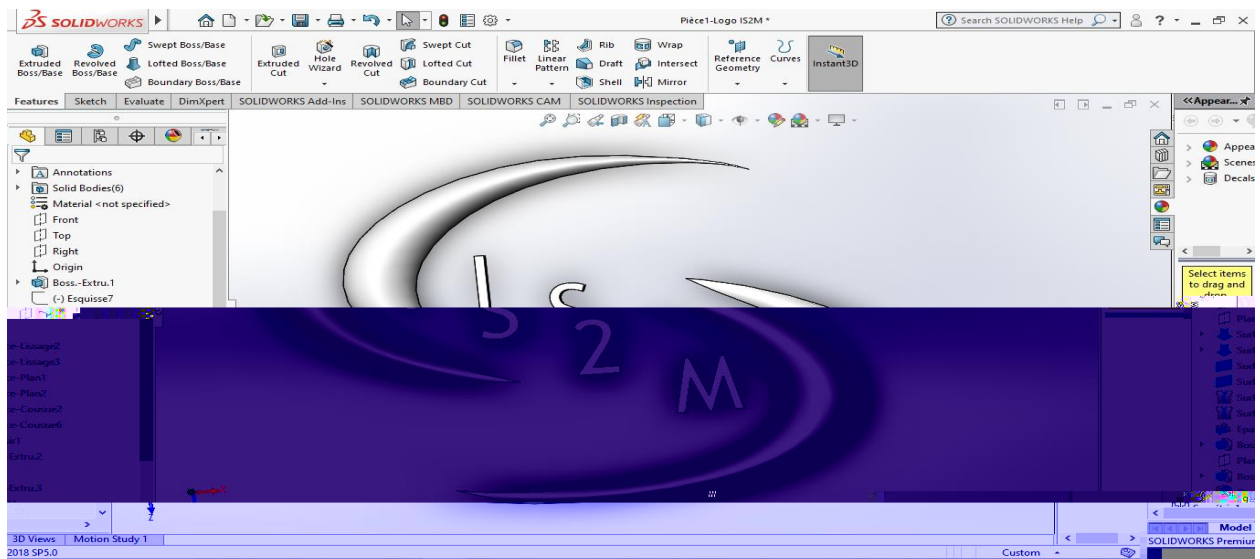


Figure III- 22: Partie motif logo IS2M

Nous allons enregistrer cette partie comme un fichier STL comme le montre la figure III-23.

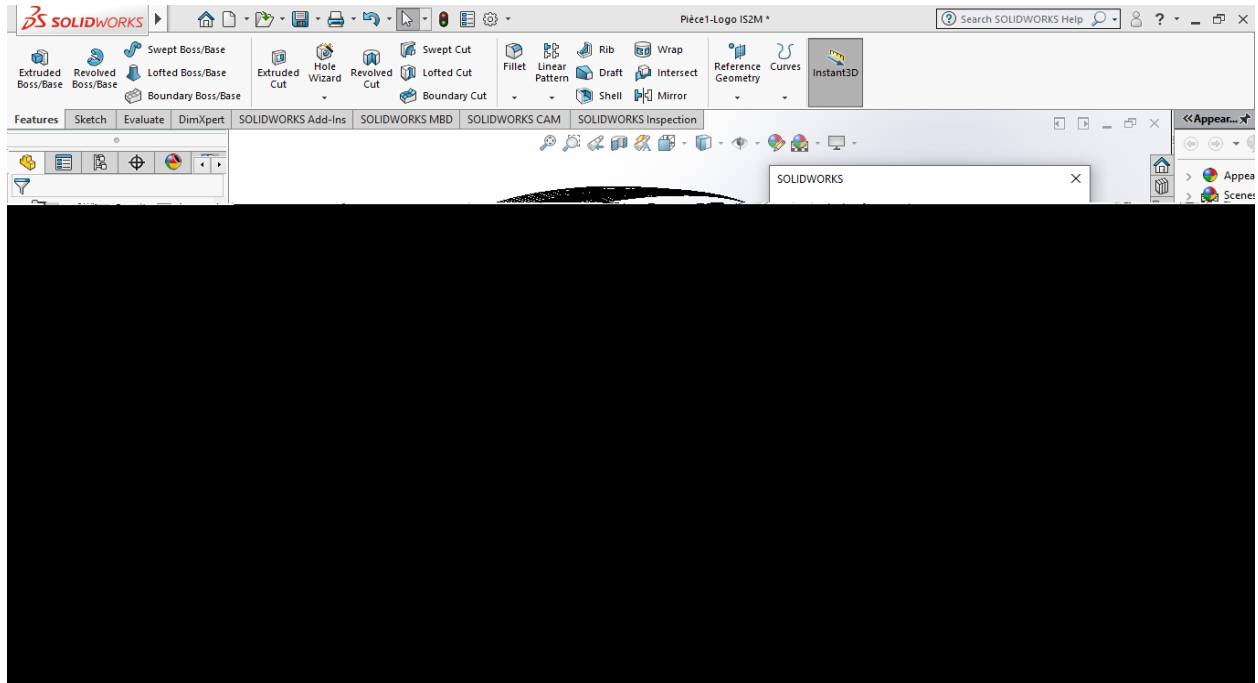


Figure III- 23: Maillage de la partie motif logo IS2M

indiqué sur la figure III-24.

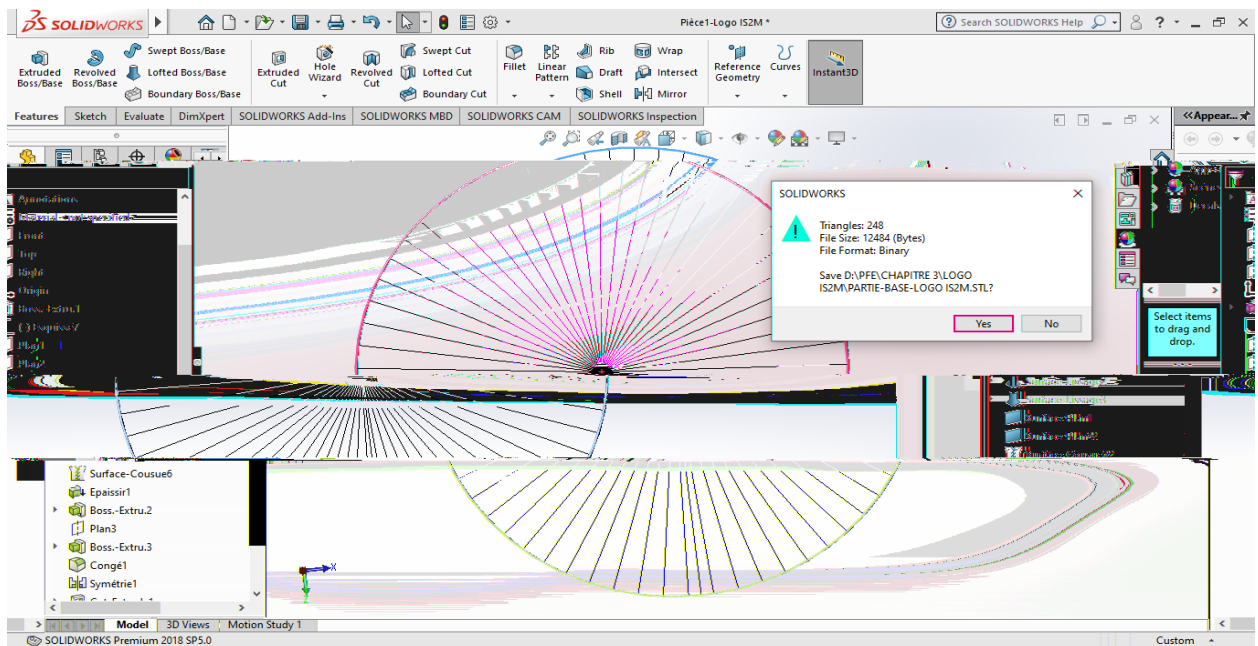


Figure III- 24: Maillage de la partie base logo IS2M

Maintenant, nous allons ouvrir les fichiers STL dans le logiciel Ideamaker et les aligner à partir de
e
droite pour les motifs comme le montre la figure III-25.

Figure III- 25: Modèle FAO final du logo IS2M

Après le tranchage de ce modèle en choisissant le profil « Standard qualité Pro2 PLA » nous
allons exporter le fichier G-code et le transporter vers l
e
-26.



Figure III- 26: Modèle réel du logo IS2M

Maintenant, nous allons commencer un travail plus compliqué sur ce modèle. Ce travail consiste à diviser le modèle en deux parties par une ligne diagonale. La première partie du logo contient les motifs au-dessus de la diagonale avec la demi base inférieure et le contraire pour la deuxième partie.

III.4.1. Application des modifications sur SolidWorks

Notre objectif est de faire des modifications sur le modèle de logo IS2M afin de le séparer en deux

Le processus de modification consiste à diviser le modèle du logo IS2M en deux parties distinctes, chacune correspondant à une couleur d'impression souhaitée. Nous allons choisir la vue de dessus e Sketch » nous allons choisir une ligne et faire une diagonale sur le logo comme le montre la figure III-27. Nous veillons à ce que la ligne ne touche aucun motif du logo.

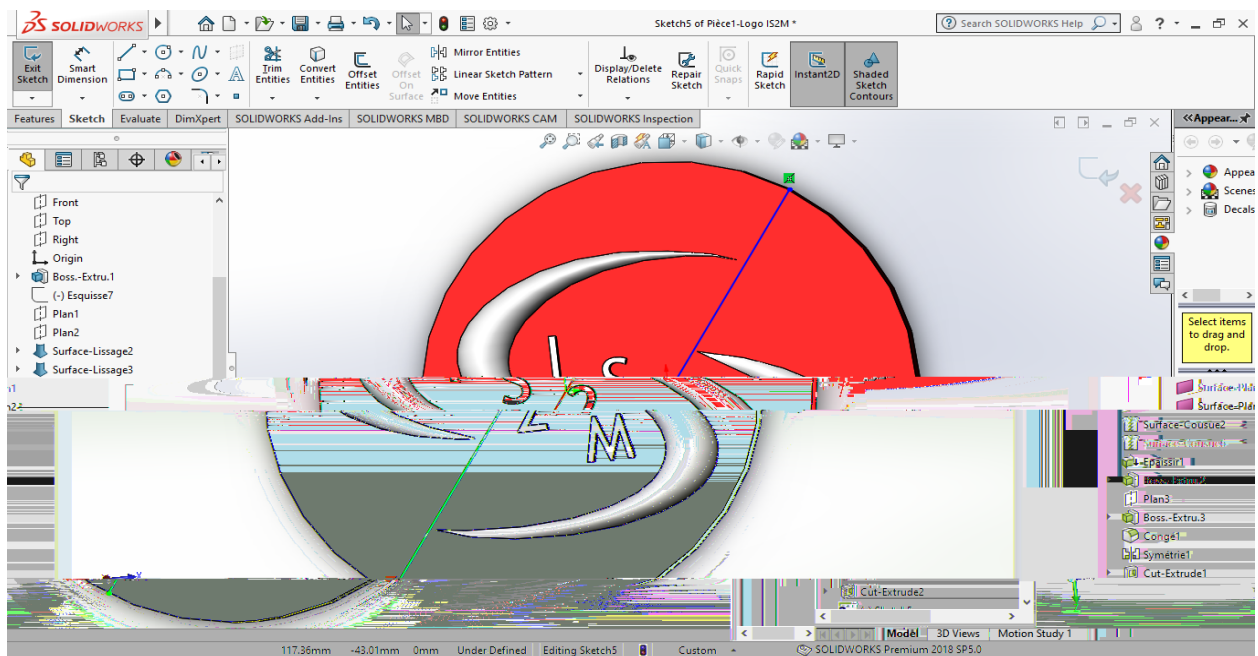


Figure III- 27: Création de la ligne de coupe

Toujours dans l'onglet "Sketch", nous sélectionnons l'outil "3 Point Arc" pour tracer un demi-cercle englobant la partie contenant les lettres "I S" et le croissant. Ensuite, nous passons à l'onglet

"Offset Entities", comme illustré sur la figure III-28. Cet outil nous permet de diviser le logo en deux pièces distinctes.

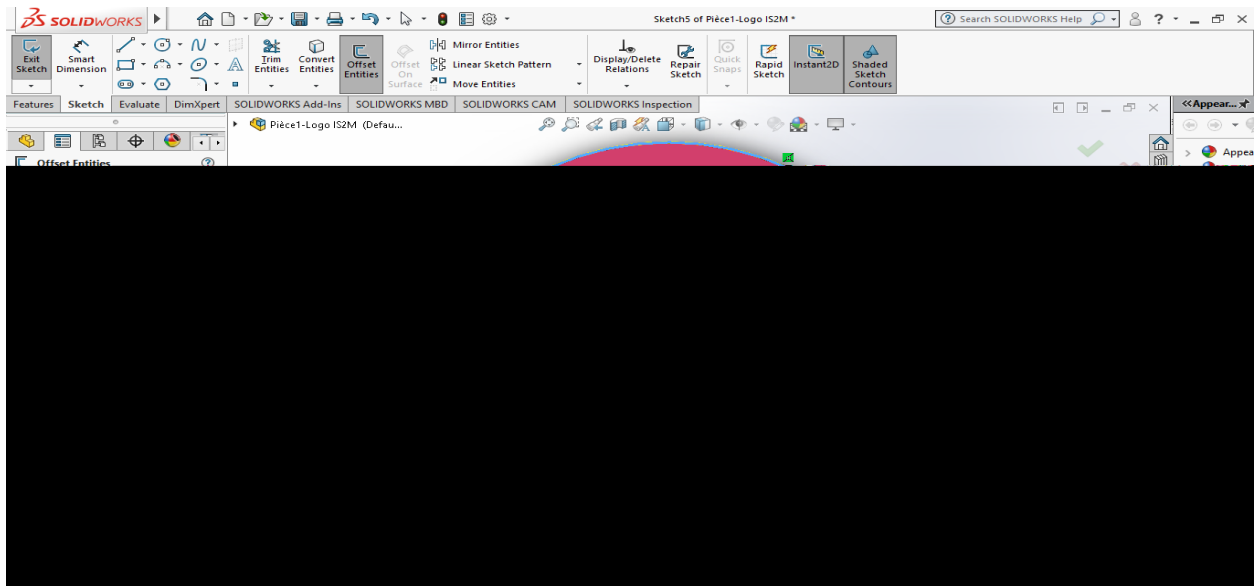


Figure III- 28: Séparation des deux parties du modèle

Ensuite, dans l'onglet « Features », nous sélectionnons l'outil « Extruded Cut ». Nous définissons la base de l'extrusion comme étant la zone située sous les lettres "I S" et le croissant du logo, comme illustré sur la figure III-29. Cette opération permet de supprimer cette zone du demi-cercle.

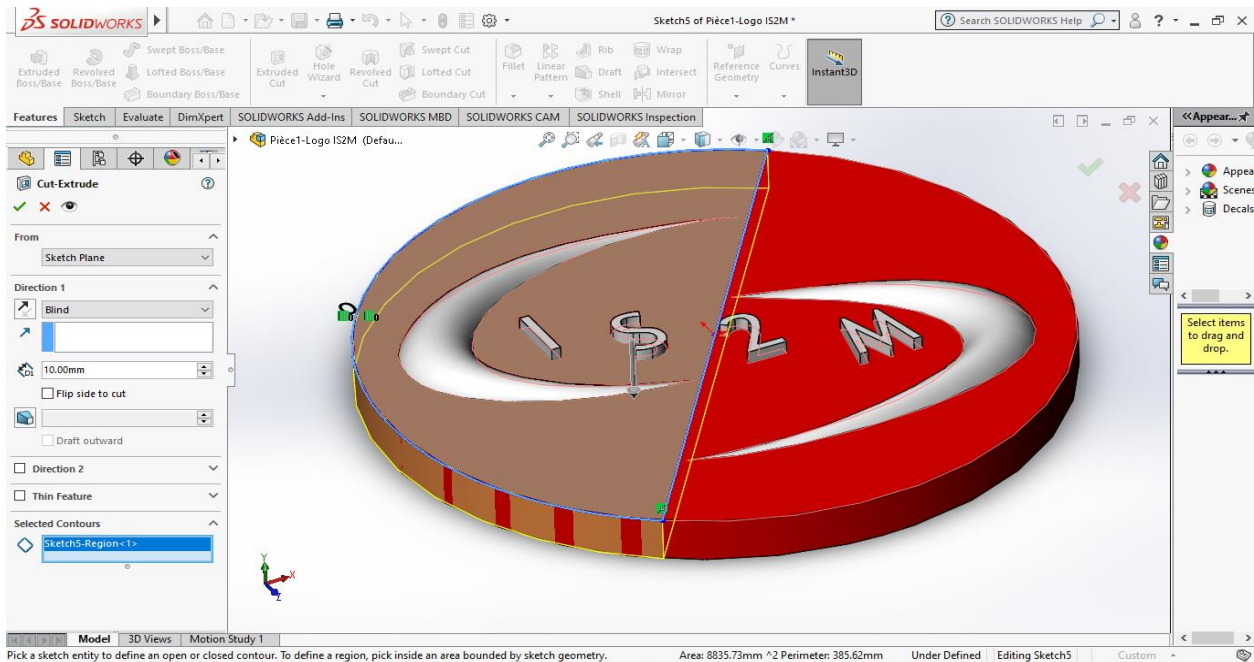


Figure III- 29: Action de la suppression de la demi base à gauche

Le deuxième demi-cercle sera traité en suivant les mêmes étapes que le premier. Nous allons utiliser l'outil « Extruded Cut », mais avec le sens d'extrusion inversé. Cela permet de supprimer le chiffre "2", la lettre "M" et le deuxième croissant, comme le montre la figure III-30.

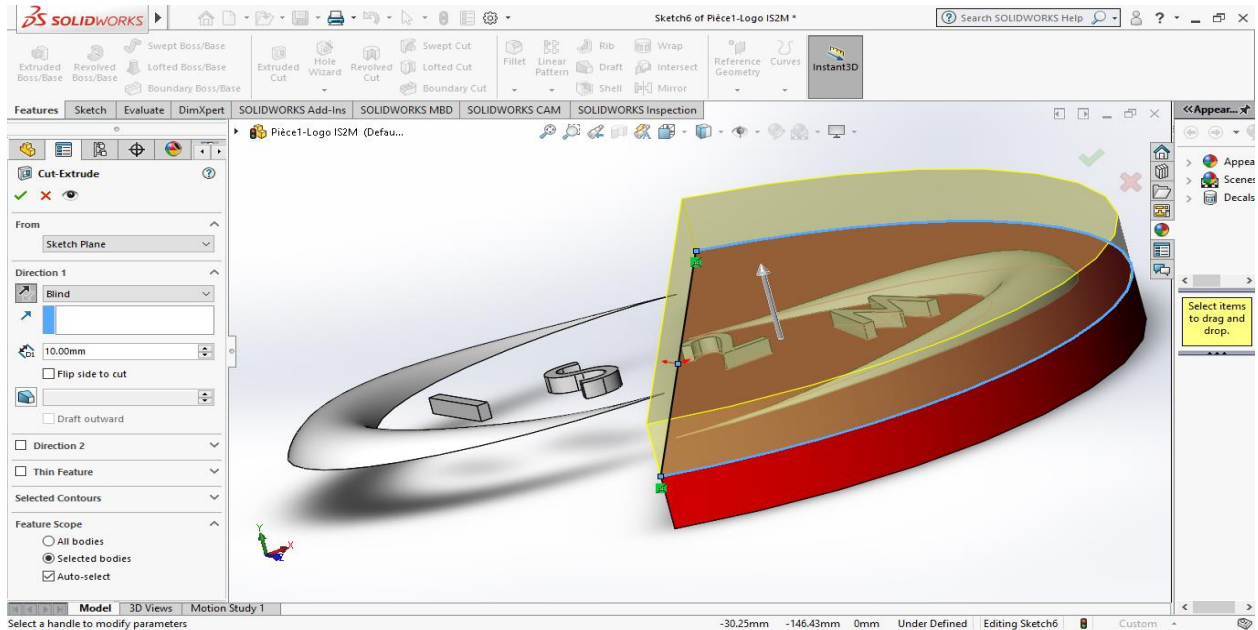


Figure III- 30: Action de la suppression du motif à droite

Nous attribuons une couleur uniforme au modèle, en l'occurrence le rouge. Le résultat final est présenté dans la figure III-31.

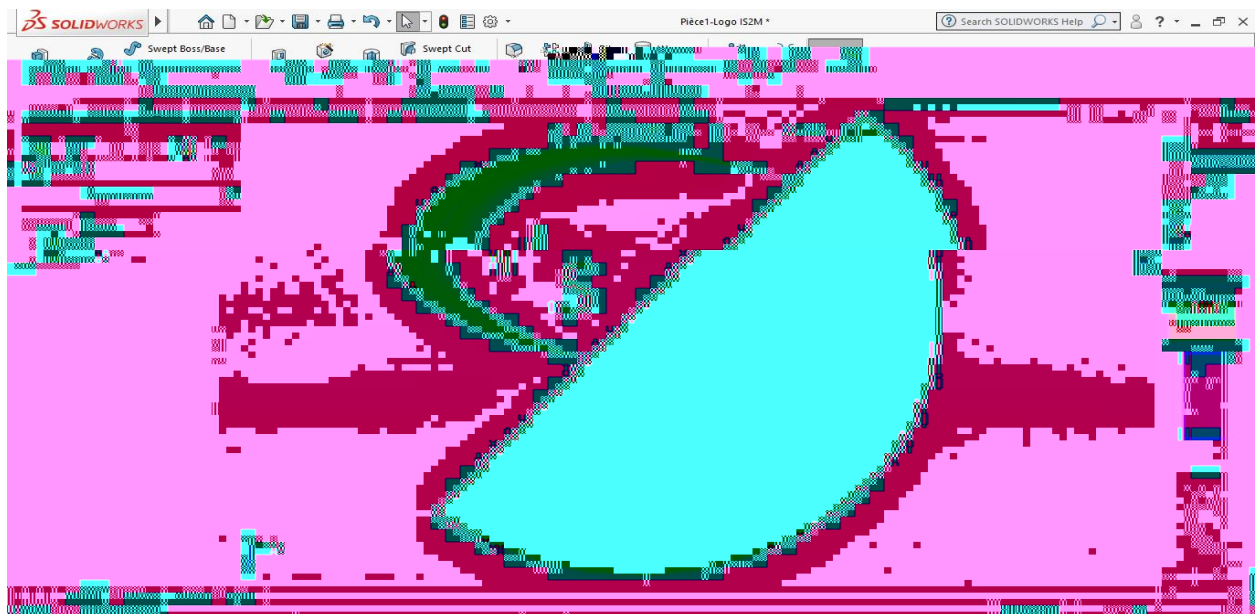


Figure III- 31: Partie rouge du logo IS2M

Nous allons enregistrer cette partie de la pièce originale en un premier modèle au format STL pour e -32 et III-33.

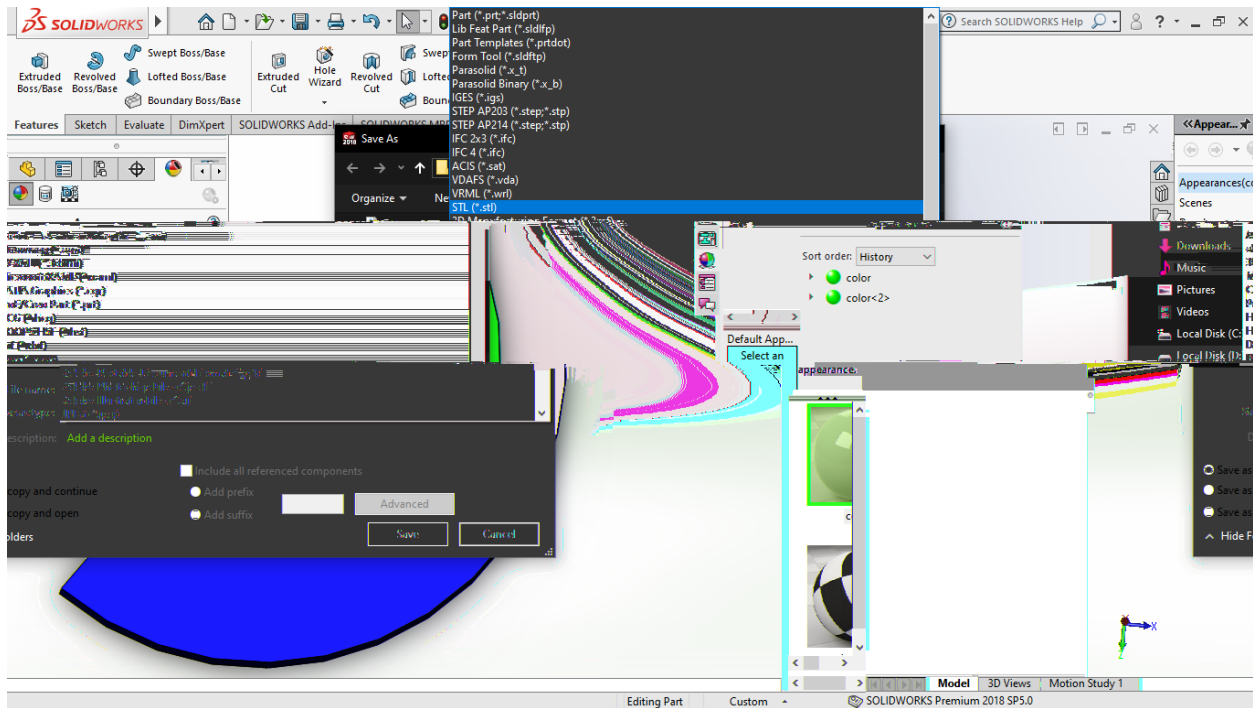


Figure III- 32: Enregistrement du modèle au format STL

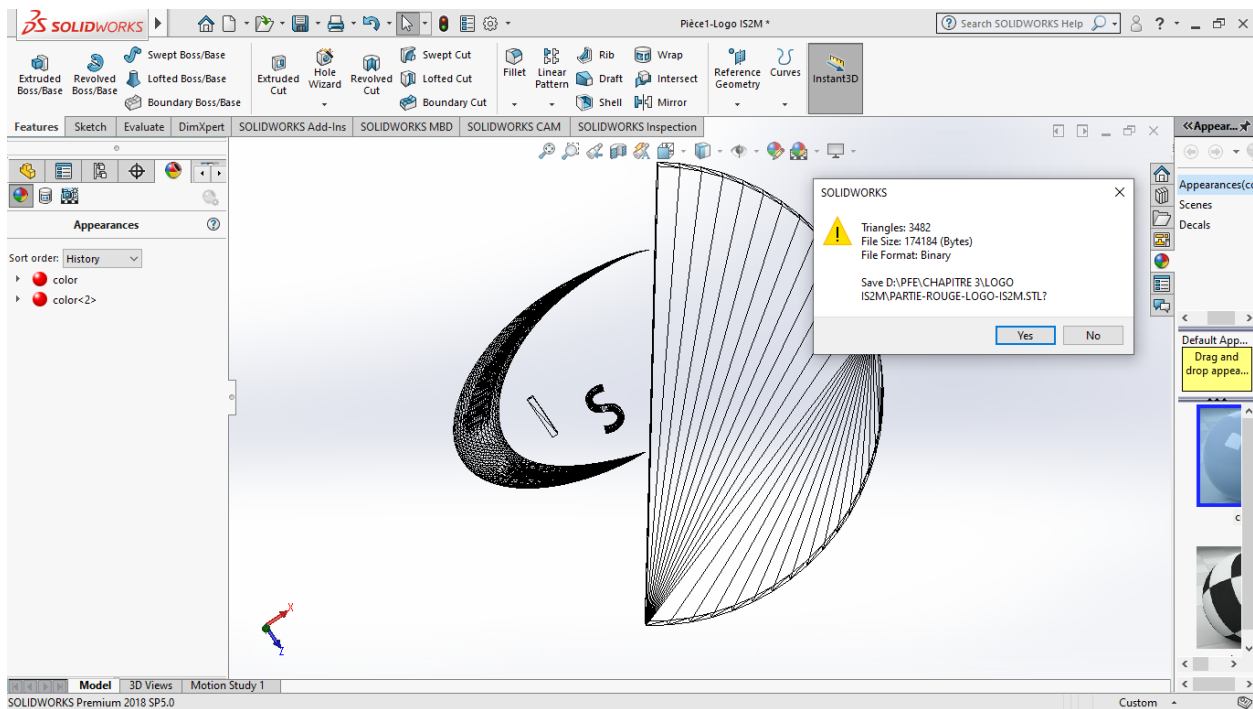


Figure III- 33: Maillage de la partie rouge du logo IS2M

Pour créer la deuxième partie du logo, il faut reproduire les mêmes étapes sur le modèle original, en conservant uniquement le croissant, le chiffre "2" et la lettre "M". La couleur blanche sera attribuée à cette partie, comme illustré sur la figure III-34.

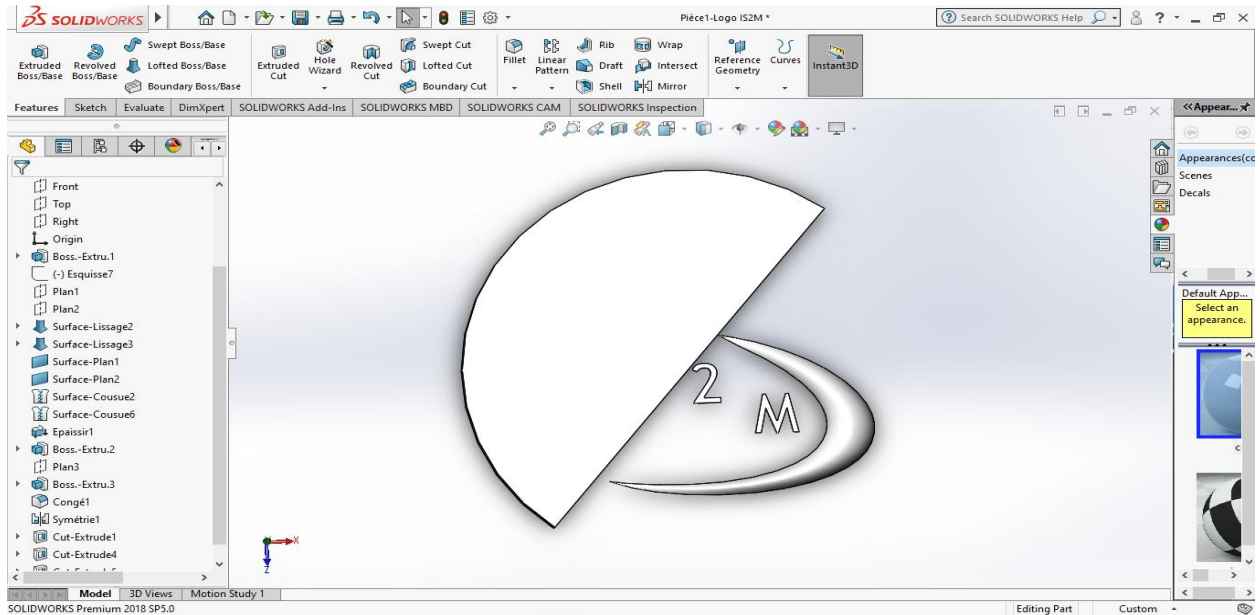


Figure III- 34: Partie blanche du logo IS2M

Nous allons enregistrer cette partie de la pièce originale en un deuxième modèle au format STL comme le montre la figure III-35.

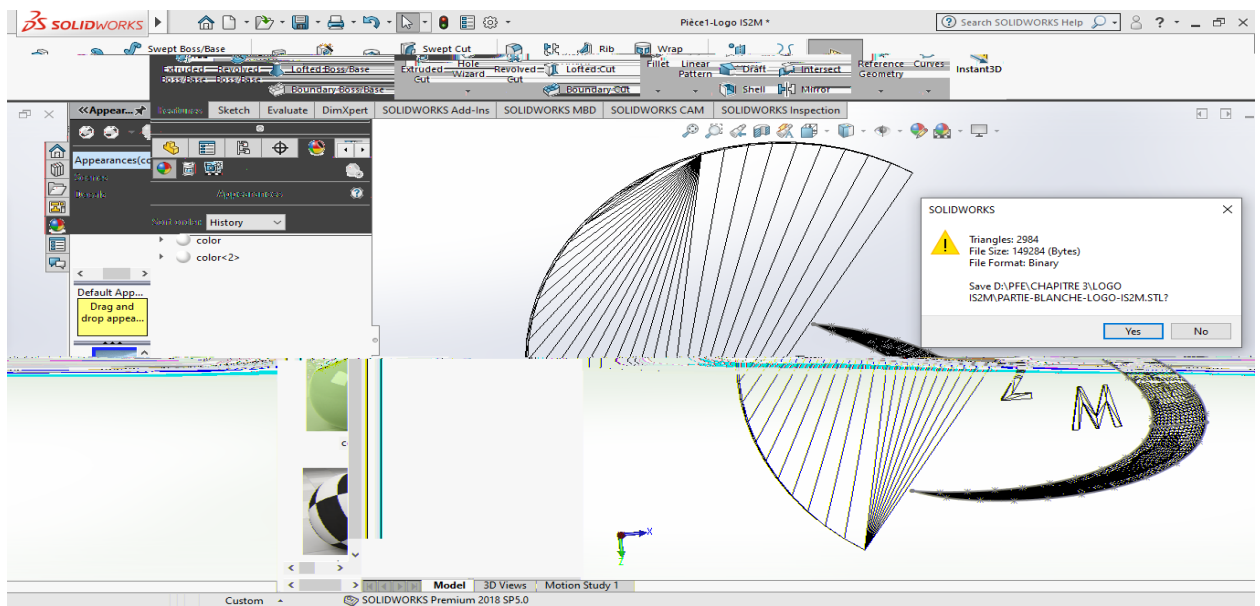


Figure III- 35: Maillage de la partie blanche du logo IS2M

III.4.2. Préparation à l'impression sur la FAO Ideamaker

Une fois les deux parties du logo sont enregistrées au format STL, il est nécessaire de les importer dans un fichier projet IdeaMaker pour préparer le modèle complet du logo à l'impression 3D. La figure III-36 illustre cette étape.

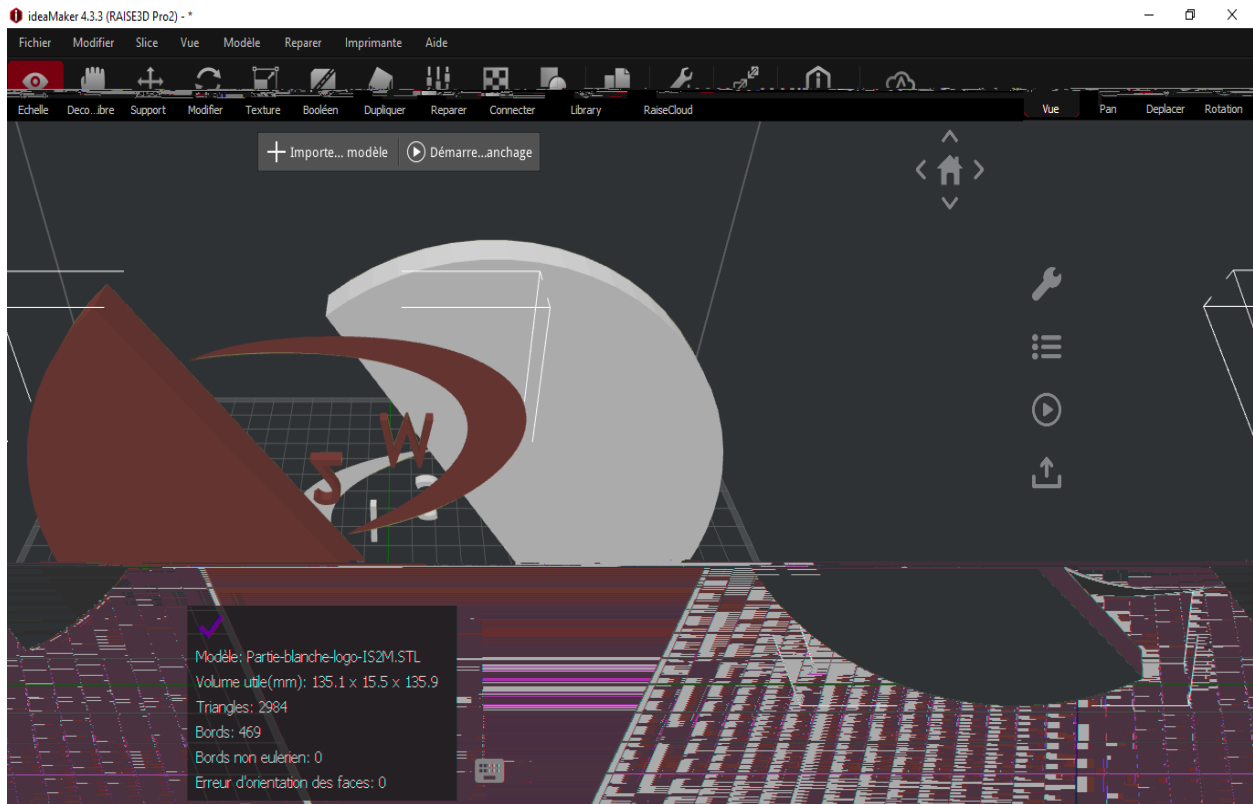


Figure III- 36: Les deux STL composant le modèle du logo

e

positionnerons les modèles sur le plateau d'impression en sélectionnant "Modèle" > "Placez tous les modèles sur le plateau", comme illustré sur la figure III-37.

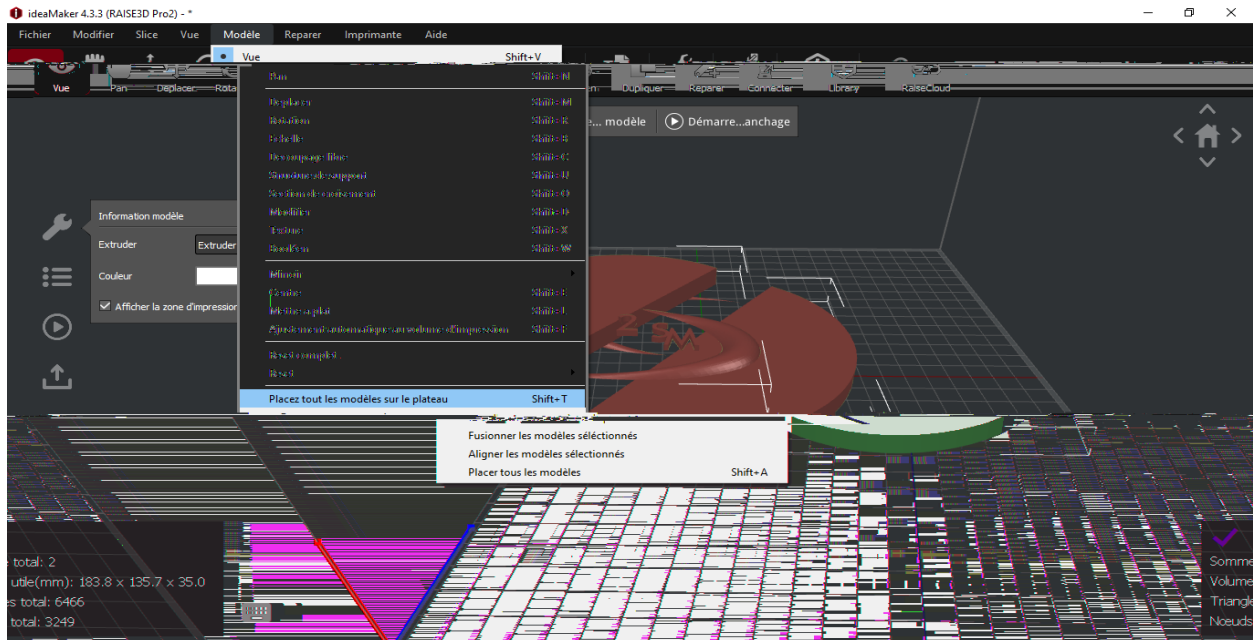


Figure III- 37: Placement des deux STL sur le plateau du logiciel

du modèle "Partie-rouge-logo-IS2M",
-blanche-logo-IS2M".

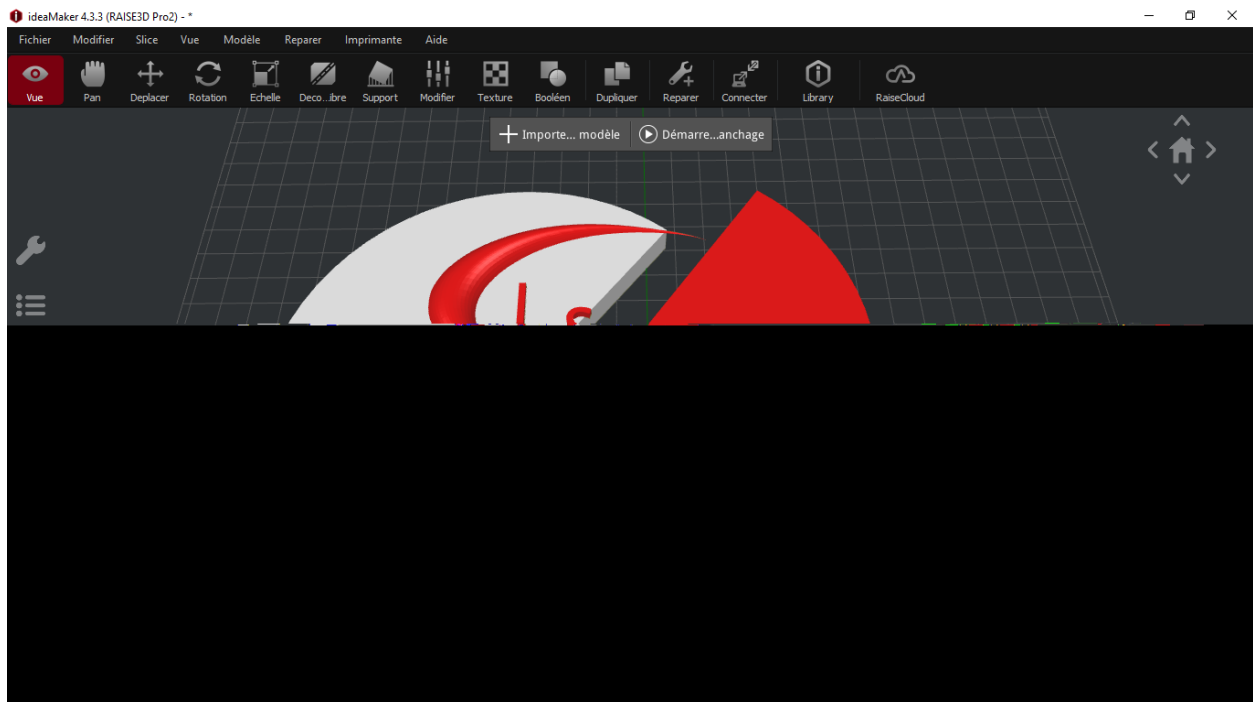


Figure III- 38: Affectation des couleurs et extrudeurs pour les deux STL

Ensuite, nous allons aligner les deux STL précisément pour assembler les deux parties du logo et

e

-39.

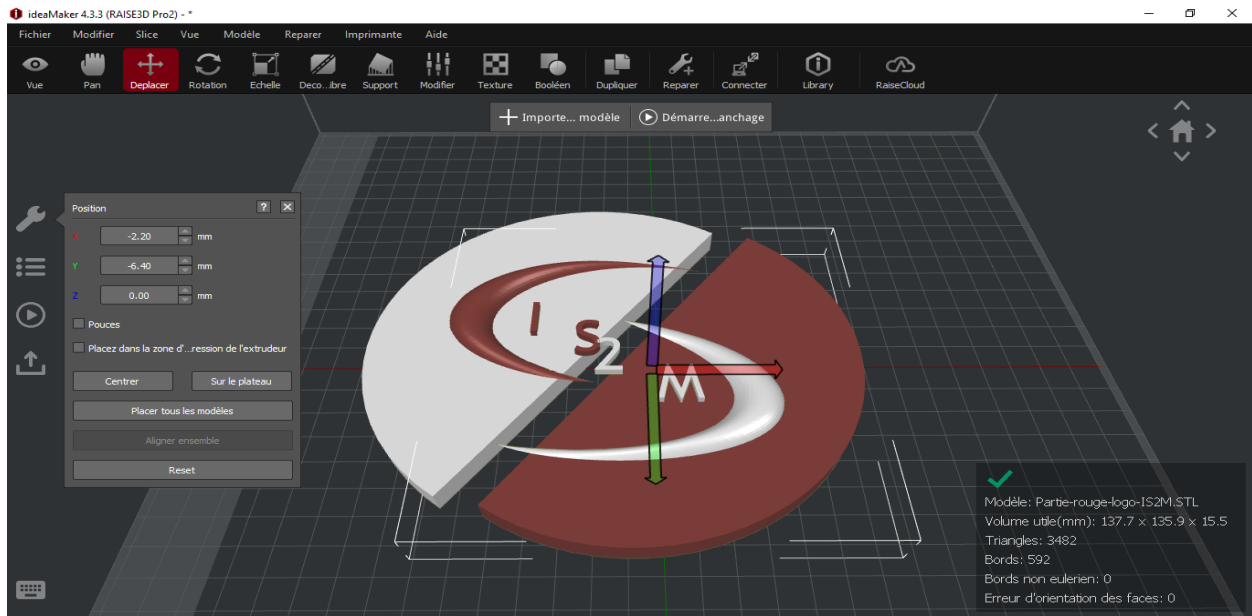


Figure III- 39: Alignement des deux STL

e FAO représentant le logo, nous allons réduire le volume à environ

figure III-40.

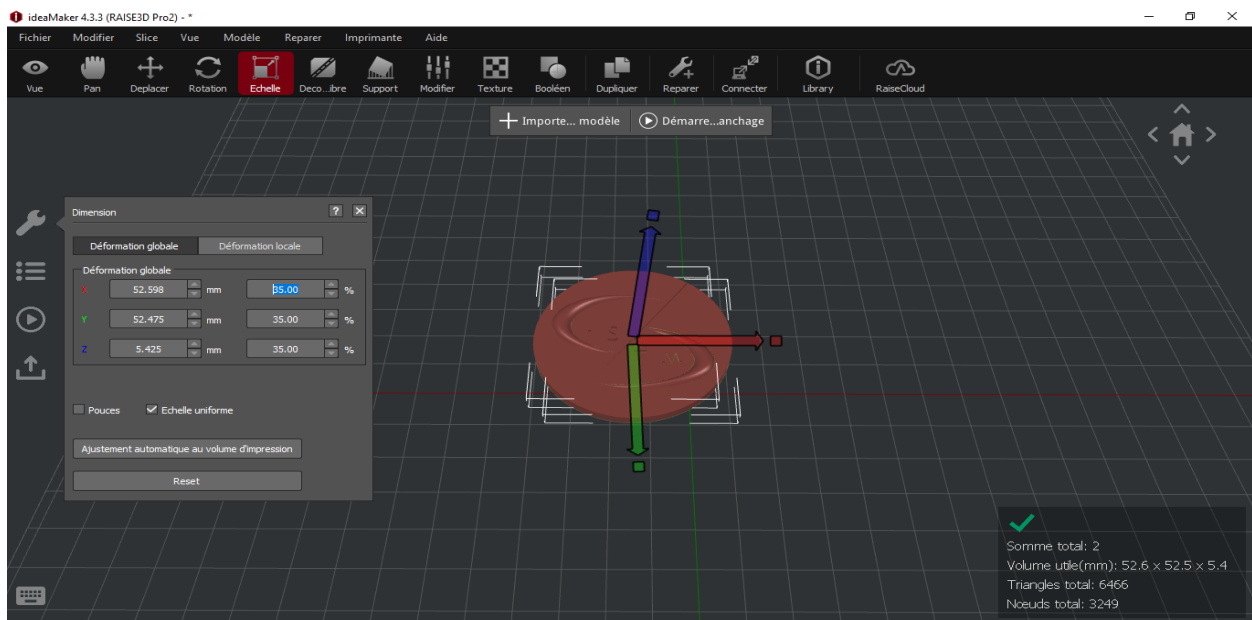


Figure III- 40: Réduction du volume à 35%

Maintenant, nous pouvons démarrer le tranchage du logo en choisissons le profil « Standard qualité- Pro2 PLA » et en cliquant sur « Slice » e
apparue comme le montre la figure III-41.

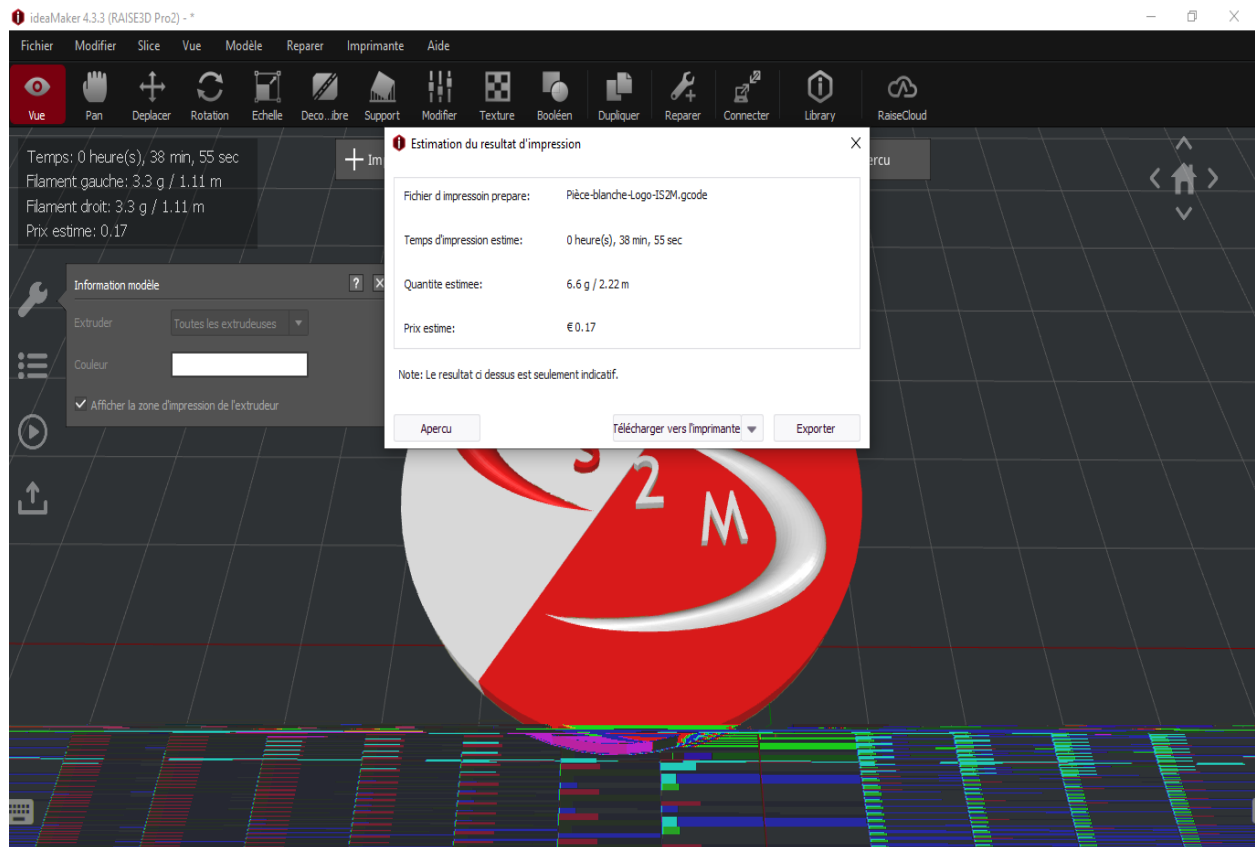


Figure III- 41: Estimation du résultat d'impression pour le logo IS2M

e e e
e e
un problème : les deux parties du logo se sépare facilement (voir la figure III-
après chaque couche, ce qui a induit une solidification séparée des limites communes entre les
deux parties.



Figure III- 42: Résultat d'impression du logo (deux parties séparées)

III.4.3. Modification CAO pour la résolution du problème

Pour résoudre le problème du détachement du logo, nous avons pensé à créer un emboîtement entre les deux parties du logo. Pour cela il faut faire des modifications sur le logo dans SolidWorks. Nous allons ajouter un rectangle aux dimensions précises à la partie blanche du logo et retirer le même rectangle de la partie rouge, comme indiqué sur la figure III-43.

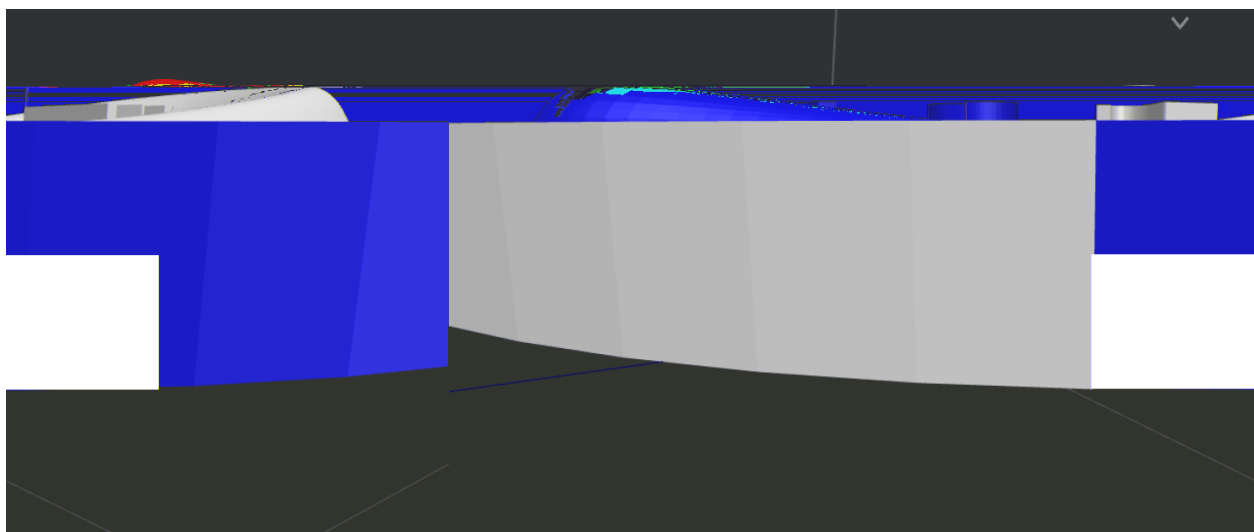


Figure III- 43: Solution CAO du problème

Nous allons ouvrir "Partie-blanche-logo-IS2M" dans SolidWorks et sélectionner le plan de face pour ajouter un rectangle avec une épaisseur de "4 mm" comme montré sur la figure III-44.

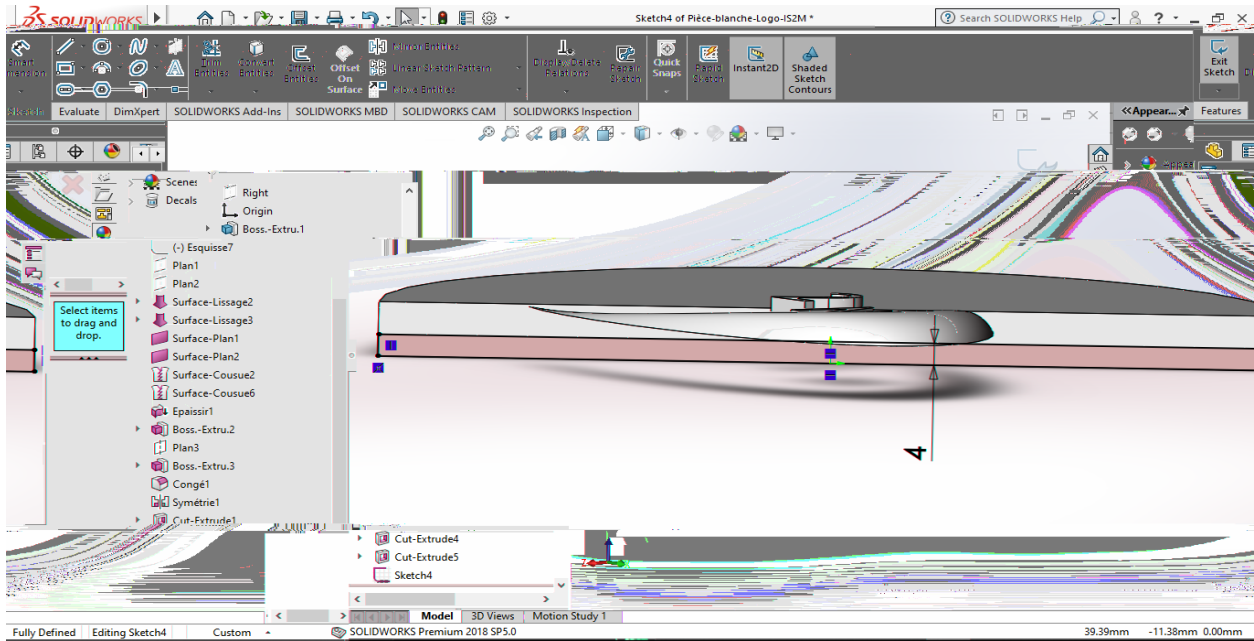


Figure III- 44: Ajout du rectangle

Features
développer le rectangle à "15 mm"

Extruded Boss / Base » pour
-45.

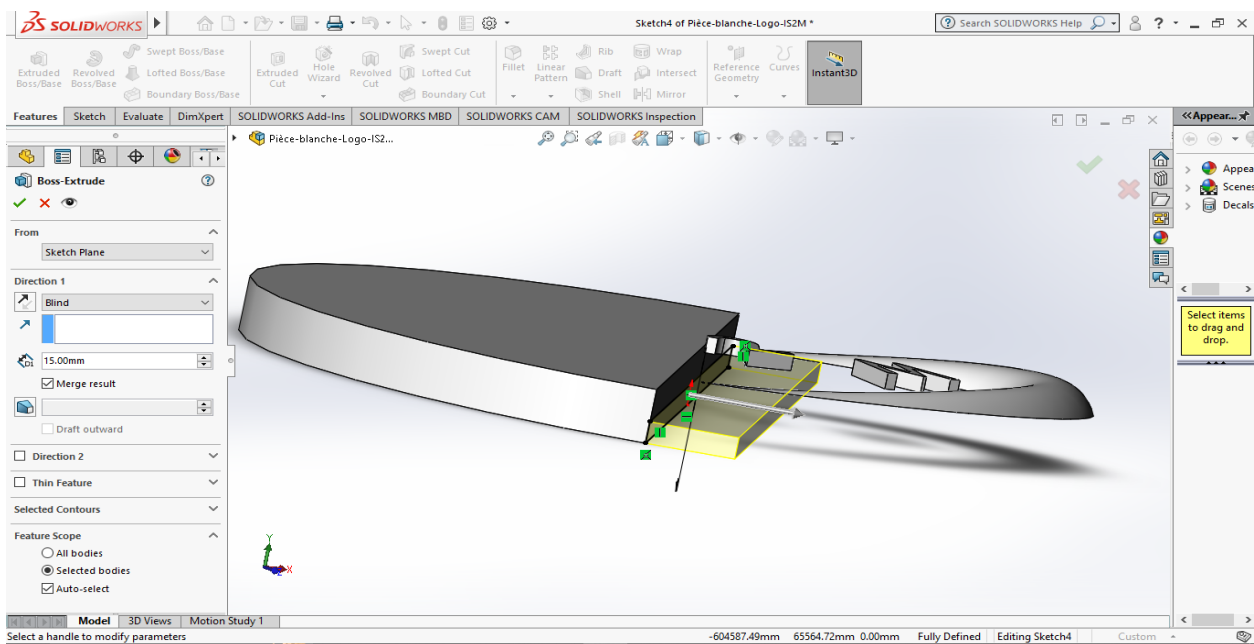


Figure III- 45: Bossage extrudé du rectangle

Pour donner à cette partie une forme circulaire, nous devons tracer deux cercles concentriques : un premier cercle de rayon égal au rayon de la pièce, puis un second cercle de grand rayon. Ensuite, à l'aide de l'outil « Extruded Cut », nous sélectionnons les deux cercles dans « Selected Contours » et supprimons la zone comprise entre ces deux cercles, comme montré sur la figure III-46.

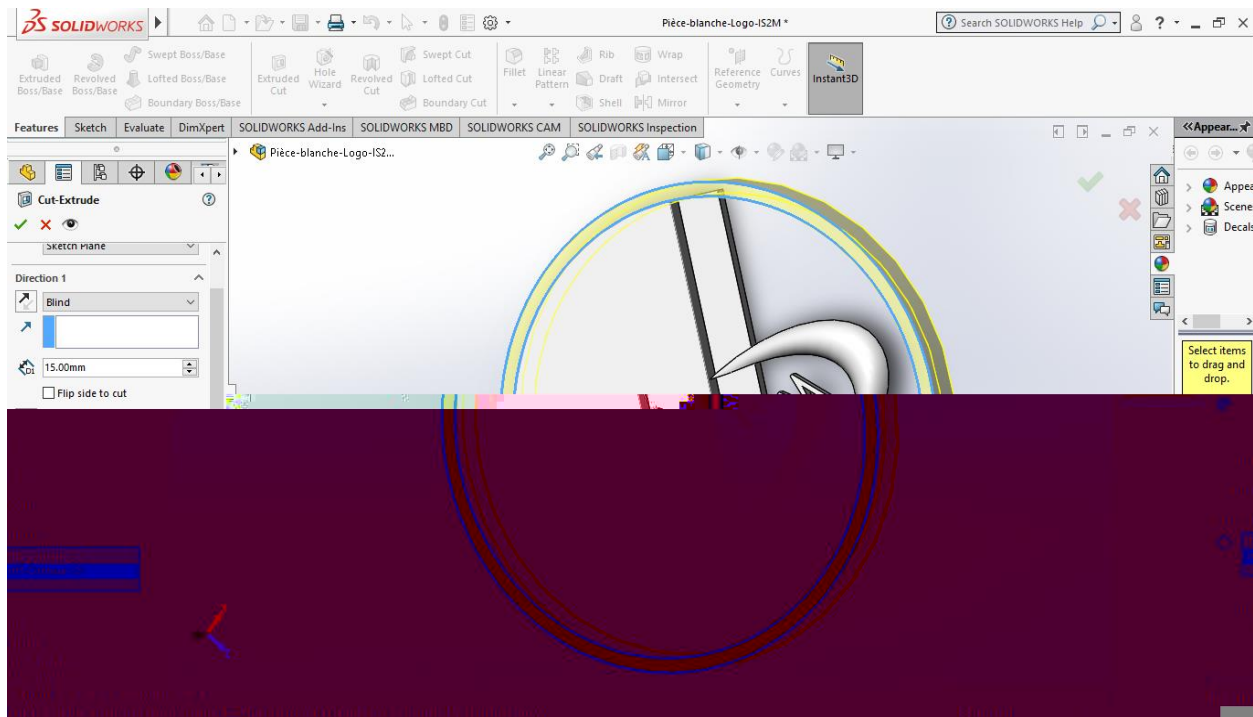


Figure III- 46: Action de suppression des bords du rectangle ajouté

Pour la deuxième partie "Partie-rouge-logo-IS2M", on va retirer un rectangle de longueur "15 mm" et d'épaisseur "4 mm" sur la face connectée avec la première partie. En utilisant l'onglet « Sketch », on crée un rectangle d'épaisseur "4 mm" sur cette face. Ensuite, on va sélectionner l'outil « Extruded Cut » dans l'onglet « Features » pour découper le rectangle sur une profondeur de "15 mm" à l'intérieur de la pièce, comme indiqué sur la figure III-47.

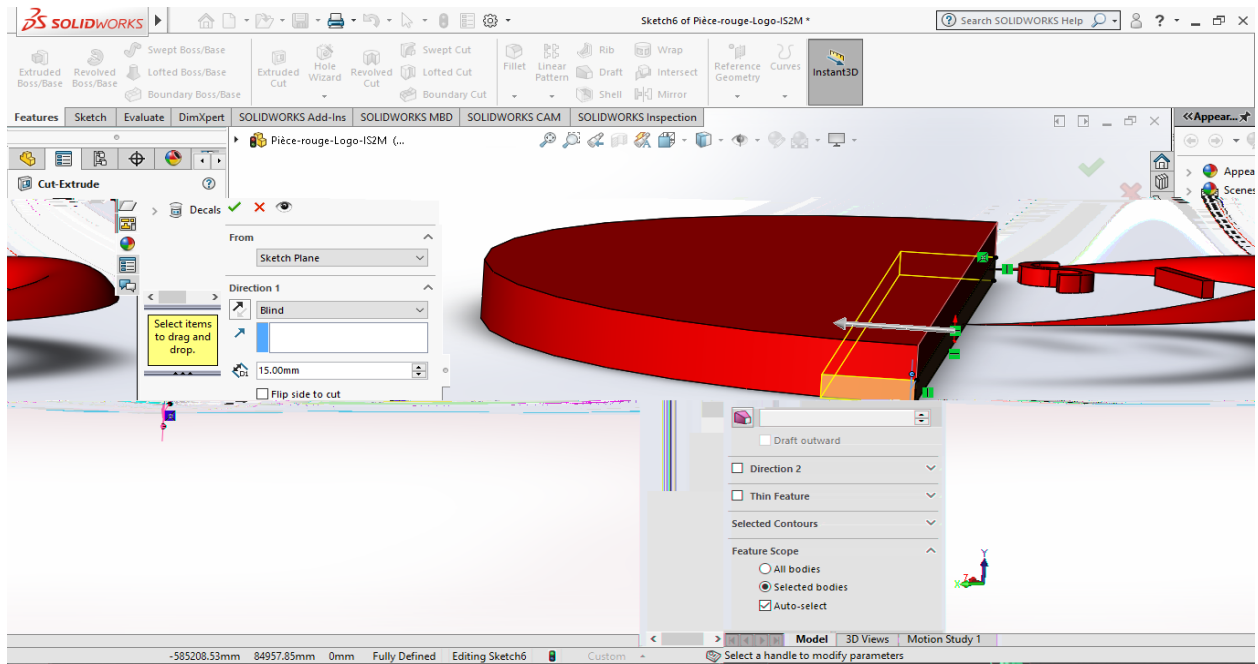


Figure III- 47: Action d'élimination du rectangle

Lorsque on termine les nouvelles modifications sur SolidWorks, on va enregistrer les deux pièces avec le format STL pour les transférer vers le logiciel Ideamaker, comme le montre la figure III-48.

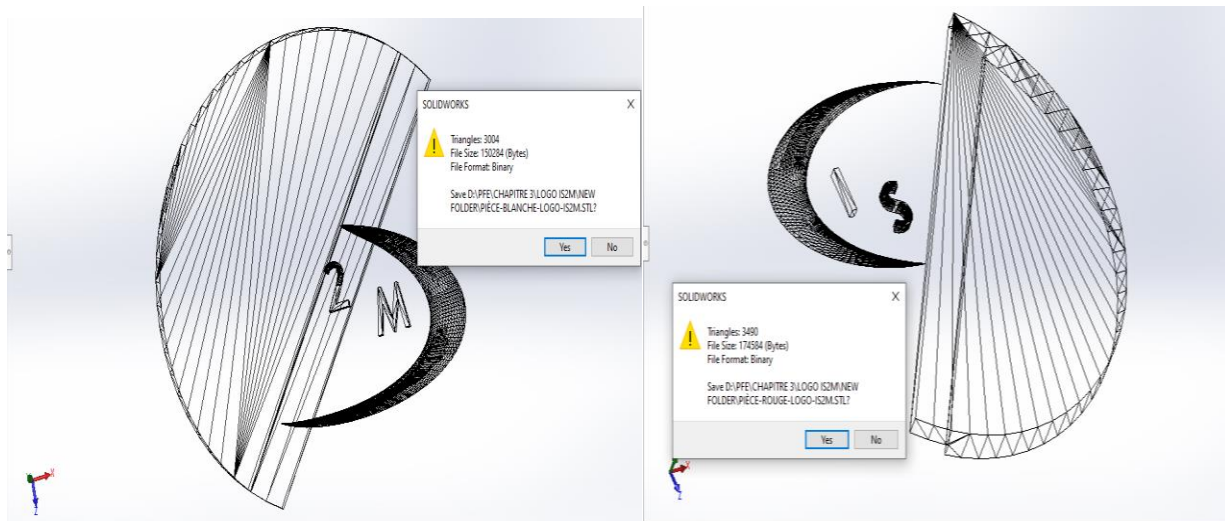


Figure III- 48: Maillage des deux parties du logo

e e e e
e

La figure III-49 montre le modèle final de logo sur le logiciel Ideamaker.

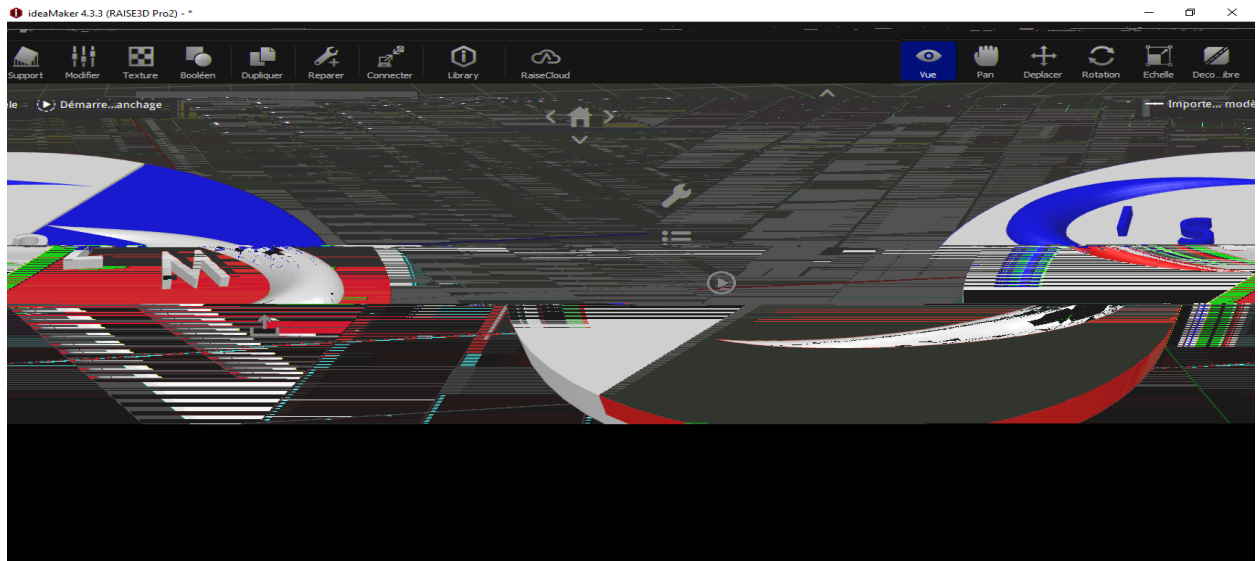


Figure III- 49: Modèle FAO final du logo IS2M

Ensuite, avec le logiciel FAO Ideamaker, nous lançons le tranchage en sélectionnant le profil « Standard qualité -Pro2 PLA ». Nous exportons ensuite le fichier G-code sur l'imprimante RAISE3D Pro2 via un flash disque. La figure III-50 montre le modèle réel du logo IS2M après l'application des modifications CAO nécessaires à sa cohérence.



Figure III- 50: Résultat réel d'impression du logo IS2M

III.5. Conclusion

Ce chapitre présente les étapes détaillées de la préparation et de l'impression 3D des logos de l'université de Tlemcen UABT et du laboratoire de recherche IS2M. Les modèles 3D des logos ont été créés dans le logiciel CAO SolidWorks antérieurement et les conceptions CAO de ces modèles ont été modifiés pour permettre l'impression en deux couleurs. Les modèles STL issus des nouvelles conceptions ont été ensuite exploités dans le système FAO Ideamaker pour la génération

- couleur des logos sont vérifiées sur
RAISE3D Pro2 du laboratoire de recherche IS2M. Cette vérification a montré

e

extrudeurs.

Conclusion Générale

L'impression 3D et la technologie FDM employée dans l'imprimante RAISE3D Pro2, faisant partie intégrante de notre projet de fin d'étude ont été présentées de même que l'importance du fichier d'échange au format STL utilisé dans nos travaux. Le logiciel FAO Ideamaker a été évoqué. Un test du modèle « Spinner 3HEX » du constructeur RAISE3D a été réalisé sur Ideamaker afin de
e e e
impression avec l'imprimante du laboratoire de recherche IS2M.

Les essais d'impression bi-couleur effectués sur les modèles « Pen & Cup » et « Rounded HEX Spinner » du constructeur RAISE3D ont permis de démontrer la capacité d'Ideamaker à réaliser des impressions bi-couleur précises et de qualité. Ces essais ont également contribué à une meilleure compréhension de la distinction entre la conception assistée par ordinateur (modèle géométrique CAO) et la fabrication assistée par ordinateur (modèles FAO-STL : STL1, STL2 pour la deuxième couleur) pour la fabrication additive.

Finalement le dernier chapitre expose les étapes détaillées de la préparation et de l'impression 3D des logos de l'université de Tlemcen UABT et du laboratoire de recherche IS2M. Les modèles 3D de ces logos ont été créés précédemment dans le logiciel CAO SolidWorks et les conceptions CAO de ces modèles ont été modifiés pour permettre l'impression en deux couleurs. Ensuite les modèles STL issus des nouvelles conceptions ont été utilisés dans le système FAO Ideamaker pour générer les fichiers d'impression G-code. L'impression bi-couleur des logos a été réalisée sur l'imprimante
3D RAISE3D Pro2 -code vers

e e
l'influence de la conception CAO sur le résultat final d'impression de la même pièce avec deux extrudeurs pour avoir différentes couleurs sur le même modèle géométrique.

En perspective on peut proposer la réalisation de ce qui suit :

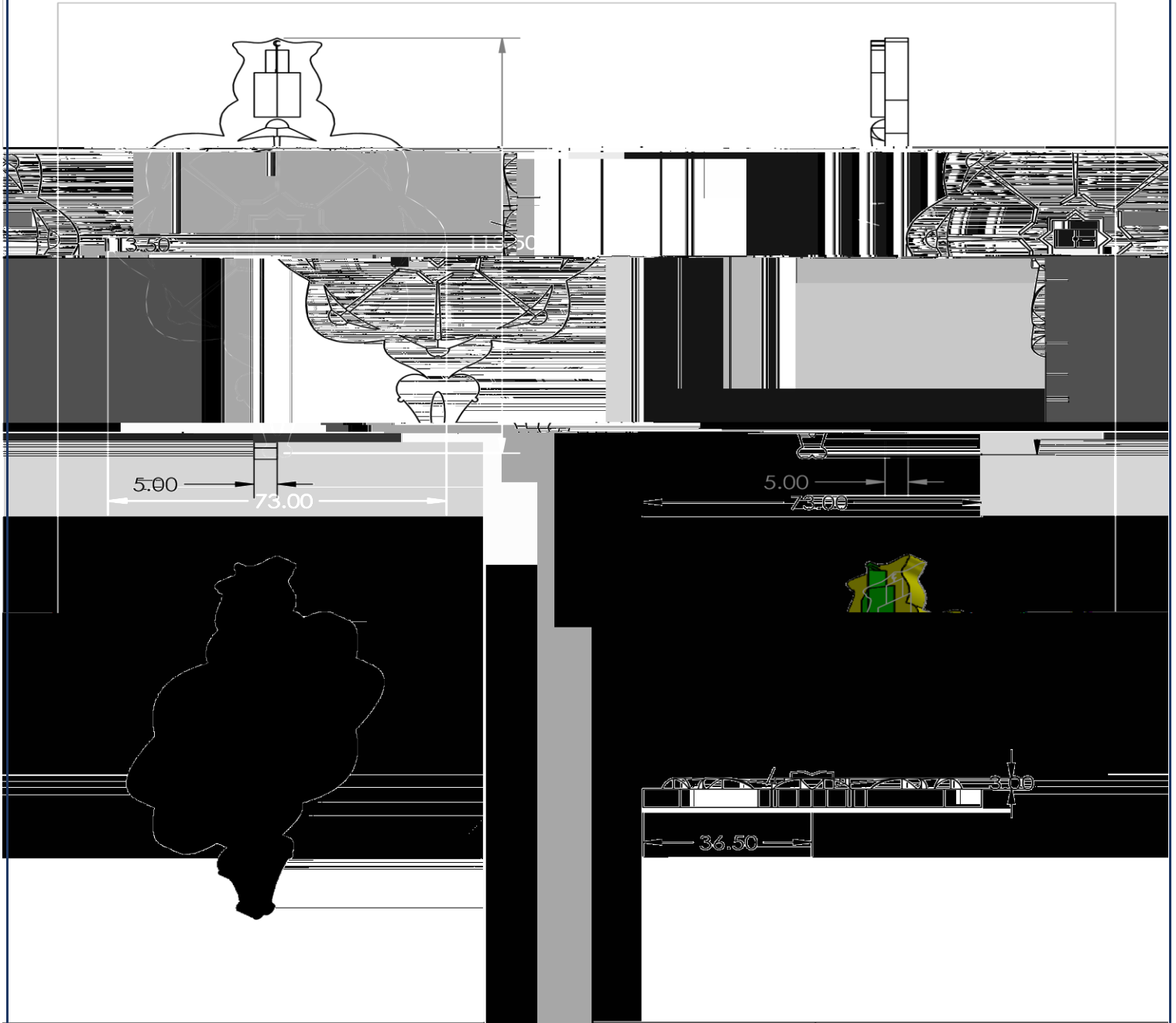
-L e e eux matériaux différents et étudier
e e e

- M e e
de deux extrudeurs uniquement (intégration de la notion de pause programme dans le fichier G-
Code pour changer le filament).

Références bibliographiques

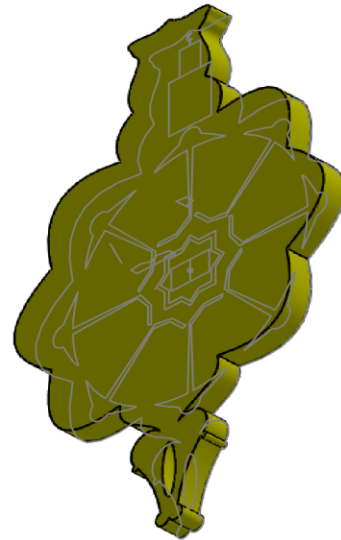
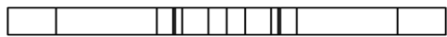
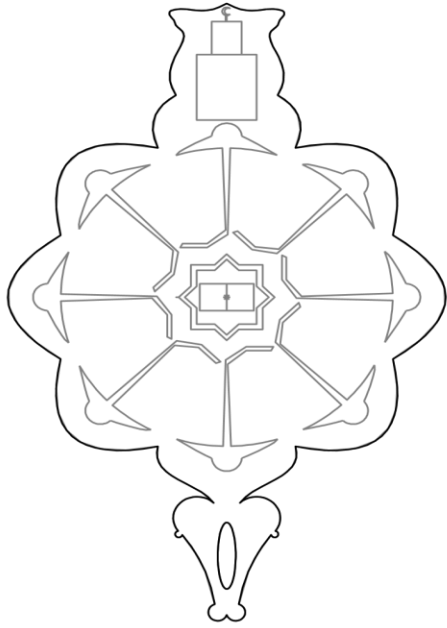
- [1] <https://www.visiativ.com/definition/impression-3d/> « Définition - Visiativ »
- [2] <https://www.universalis.fr/encyclopedie/impression-3d/2-historique-de-l-impression-3d/> «
- [3] <https://www.sculpteo.com/fr/materiaux/technologie-fdm-impression-3d/> « -ce que »
- [4] <https://www.makershop.fr/blog/difference-fdm-depot-filament-sla-stereolithographie-quelle-technologie-pour-quelle-application-2/> « application ? - Makershop »
- [5] A. SEMMOUD, (2023). « Etude de préparation à la fabrication additive par impression ». Mémoire de Master, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- [6] <https://www.hubs.com/knowledge-base/fixing-most-common-stl-file-errors/> « What are the top STL file errors? ».
- [7] I. BENKHEDDA, (2023). « te 3D (Raise3D Pro2) par ». Mémoire de Master, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- [8] https://www.machines-3d.com/imprimante-3d-raise3d-pro2-xml-351_906_610-2654.html « Imprimante 3D RAISE3D Pro2 »
- [9] I. N. BRAHIM, (2022). « e -tête extrudeuse », Mémoire de Master, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- [10] <https://www.sculpteo.com/fr/glossaire/solidworks-definition-fr/> « de modélisation 3D par conception paramétrique »
- [11] M. A. BOUAYAD AGHA, (2021). « e kr Belkaid Tlemcen ». Mémoire de Master, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.
- [12] S. HENAOU, (2020). « prototypage du logo du laboratoire IS2M ». Mémoire de Master, Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen.

Annexe

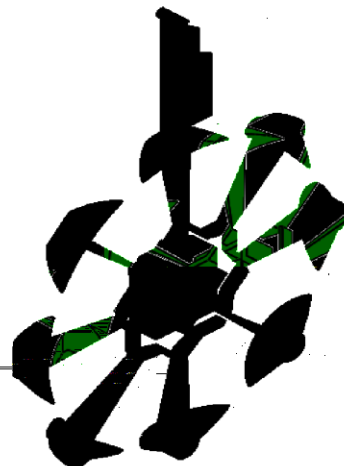
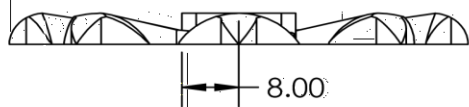
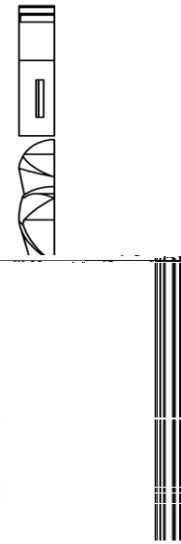
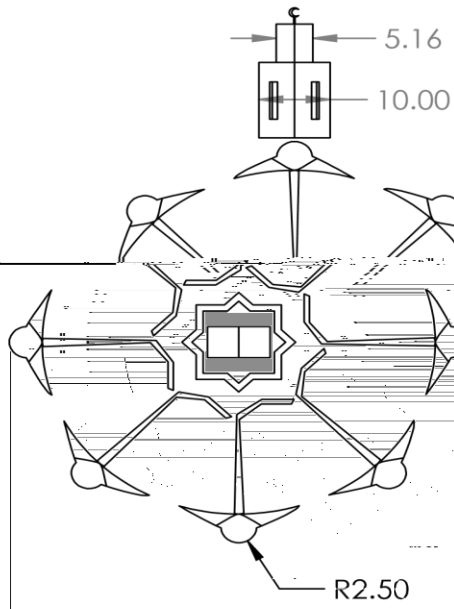


Bellaïd Tlemcen	Construction mécanique
ABT	BOUFANENLA
	06/06/2024

Echelle: 5/6	Université Abou Bakr
	Logo U
KOREVIC - A4	



<p>Echelle: 5/6</p>	<p>Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen</p>	<p>Construction mécanique</p>
	<p>Logo UABT - partie base -</p>	<p>BOUANANIA</p>
<p>FORME · A4</p>		<p>06/06/2024</p>



Echelle: 1/1

Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen

Construction
mécanique

BOUANANLA



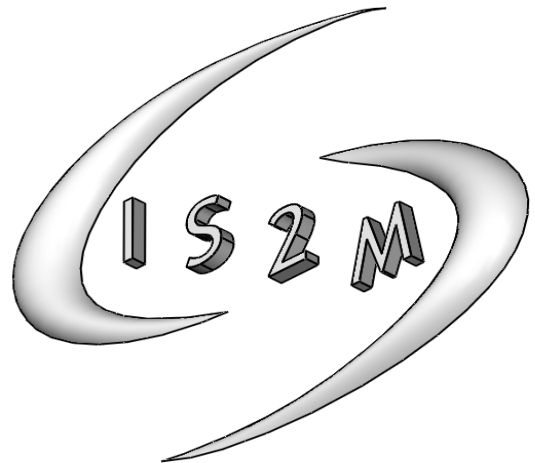
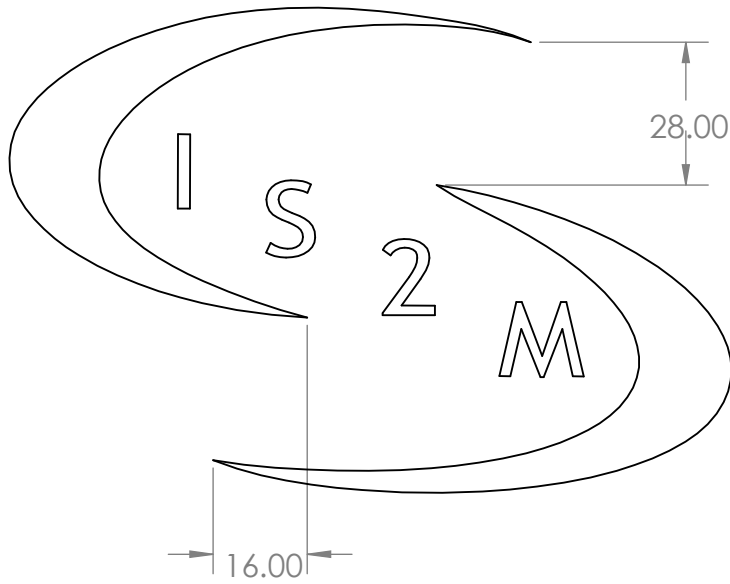
BAI - partie moulin



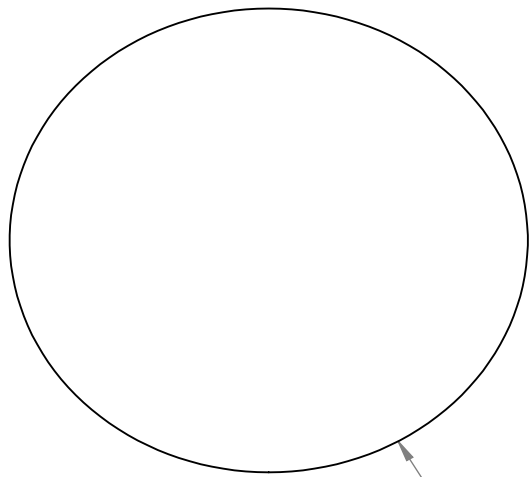
06/06/2024!!!



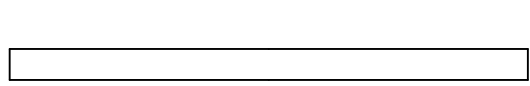
FORME : A4



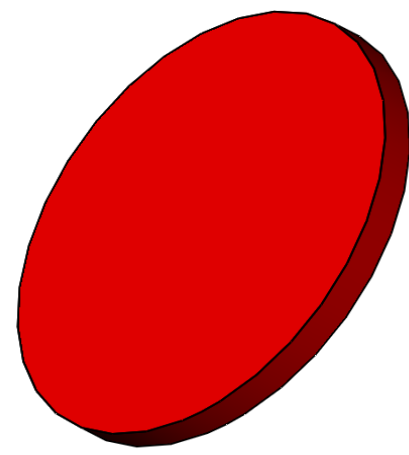
Echelle:5/6	Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen	Construction mécanique
	<h1>Logo IS2M - Motif -</h1>	BOUANANIA
FORME : A4		06/06/2024



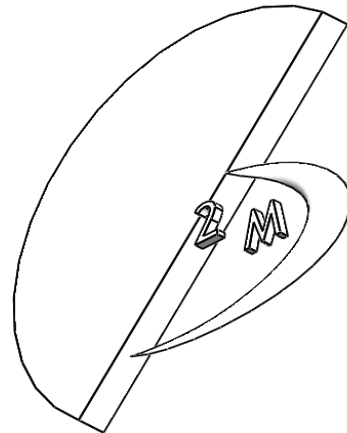
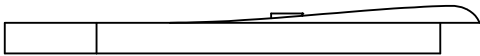
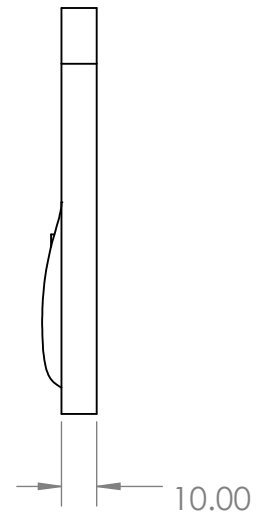
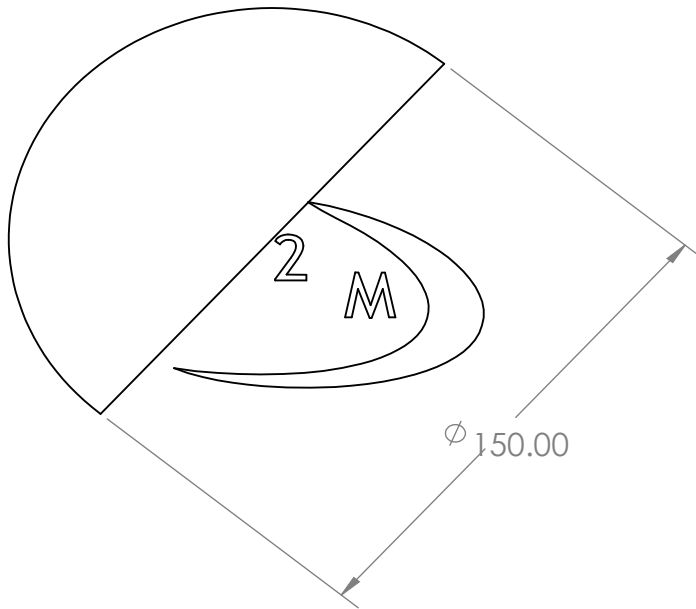
ϕ 150.00



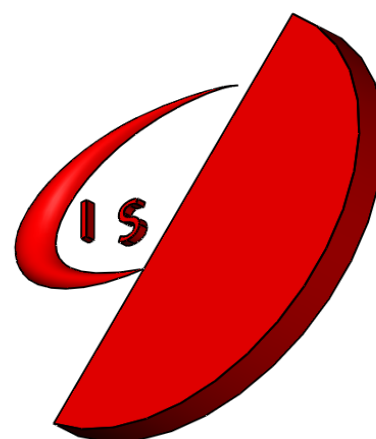
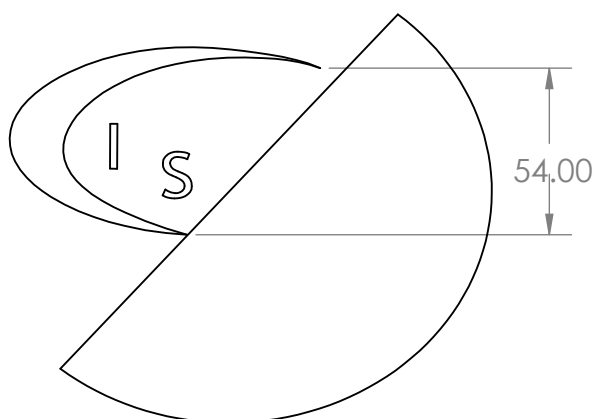
10.00



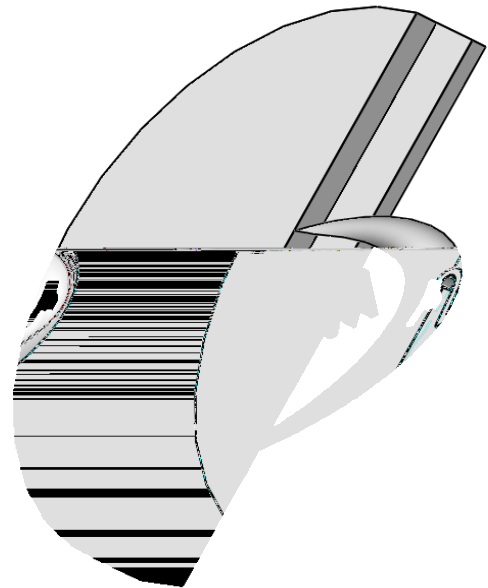
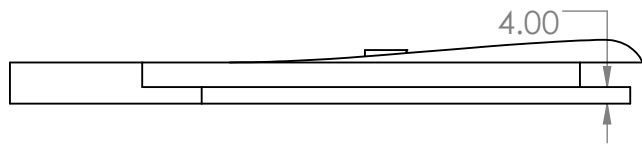
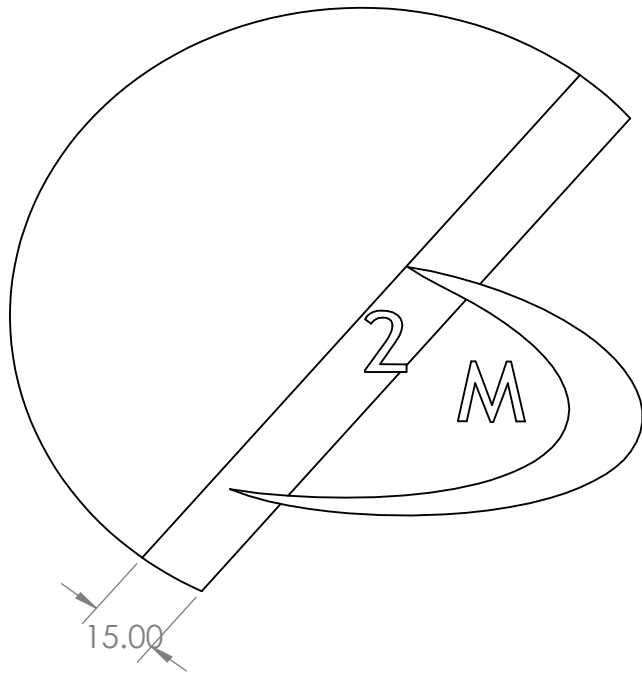
Echelle:1/2	Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen	Construction mécanique
		BOUANANI.A
FORME : A4		06/06/2024



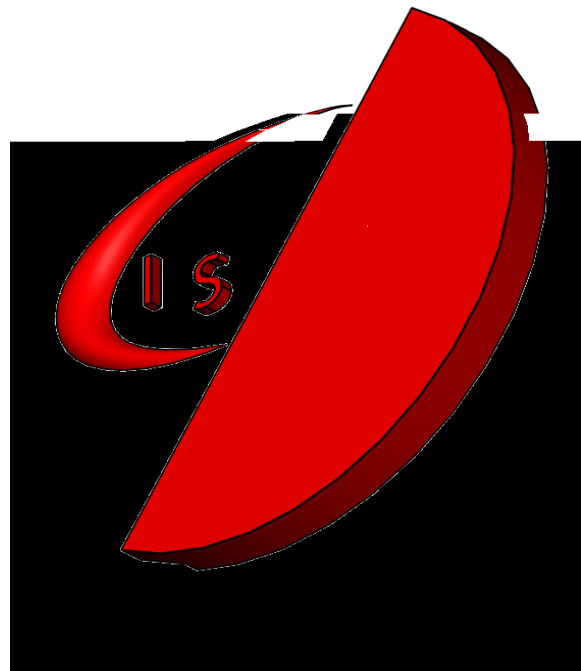
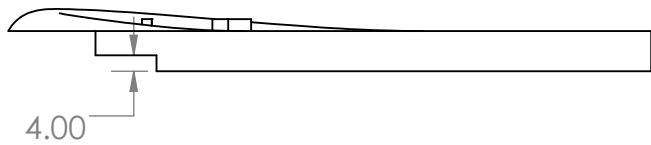
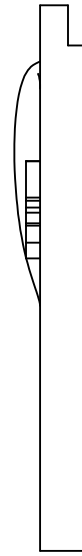
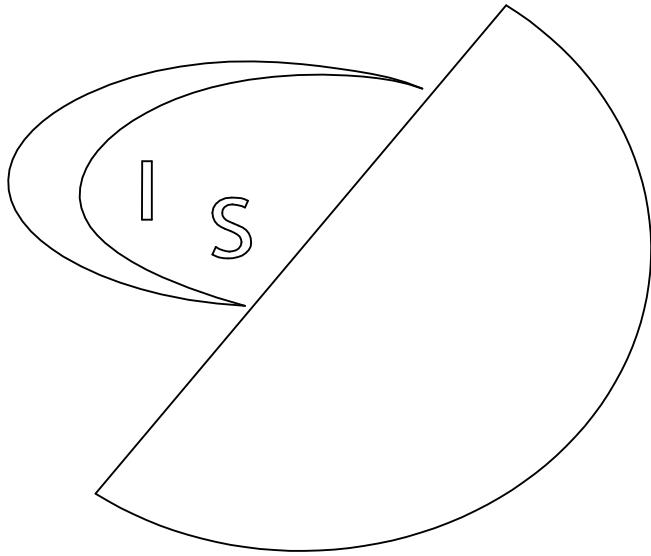
Echelle:1/2	Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen	Construction mécanique
	<h1>Logo IS2M - partie blanche -</h1>	BOUANANIA
FORME : A4		06/06/2024



Echelle:1/2	Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen	Construction mécanique
	Logo IS2M - partie rouge -	BOUANANIA
FORME : A4		06/06/2024



Echelle 2/3	Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen	Construction mécanique
	Partie blanche - Logo IS2M -	BOUANANIA
FORME : A4		06/06/2024



Echelle:2/3	Université Abou Bakr Belkaid Tlemcen	Construction mécanique
	Partie rouge - Logo IS2M -	BOUANANIA
FORME : A4		06/06/2024