

DE LA CONCEPTION A LA FABRICATION DE MEDAILLES PROTOTYPAGE RAPIDE OU USINAGE



Etudiants :

Audrey ROMEYER

Camille THIBault

Kévin BANCE

Maxime MOREAU

Rustam KHABIBULLIN

Yohan BACCALA

Enseignant-responsable du projet :

Faouzi DHAOUADI

Date de remise du rapport : **22/06/09**

Référence du projet : **STPIP6-3/2009 – 43**

Intitulé du projet : ***De la conception à la fabrication de médailles – Prototypage rapide ou usinage***

Type de projet : ***Simulation et veille technologique***

Objectifs du projet :

Découverte des différentes techniques de prototypage rapide.

Maîtrise d'un logiciel de conception.

Conception d'une médaille à l'aide d'un logiciel de CAO.

Simulation numérique de l'usinage de la médaille réalisée.

Réalisation d'une médaille.

TABLE DES MATIERES

1. Introduction	6
2. Organisation du travail.....	7
2.1. Premières séances.....	7
2.2. Type 3.....	7
3. Travail réalisé et résultats.....	8
3.1. Les techniques de prototypage rapide.....	8
3.1.1. Techniques principales	8
3.1.1.1. Injection de cire	8
3.1.1.2. Stratoconception.....	9
3.1.1.3. Polymérisation de résine	10
3.1.2. Autres techniques existantes	12
3.1.2.1. Dépôt de fil fondu	12
3.1.2.2. Lamination	12
3.1.2.1. Impression 3D	13
3.1.2.2. Impression 3D Métal	13
3.1.2.3. Frittage.....	14
3.1.2.4. UGV	14
3.2. Travail réalisé sous le logiciel Type3	15
3.2.1. Elaboration d'un dessin en 2D	15
3.2.2. Mise en relief	18
3.2.3. Création d'un parcours d'outil	19
3.2.4. Ensemble des médailles réalisées	21
3.3. Rencontre d'un professionnel	22
4. Conclusions et perspectives.....	23
5. Bibliographie	24

NOTATIONS, ACRONYMES

CAO : Conception Assistée par Ordinateur

CFAO : Conception et Fabrication Assistée par Ordinateur

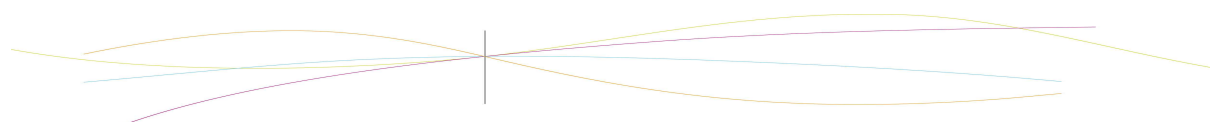
CIRTES : Centre Européen de Prototypage et d'Outillage Rapide (société de recherche sous contrat)

FAO : Fabrication Assistée par Ordinateur

FDM : Fused Deposition Modeling (dépôt de fil fondu)

LOM : Lamination Object Manufacturing (lamination)

UGV : Usinage à Grande Vitesse

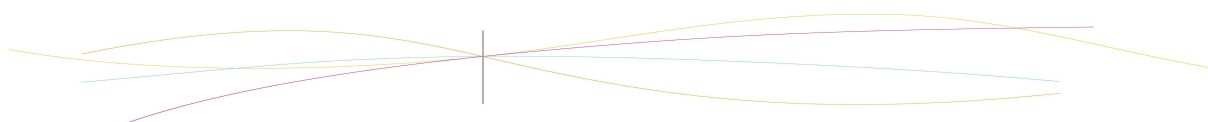


1. INTRODUCTION

Le sujet n°43 était à l'origine « Animation d'un moteur thermique en utilisant un logiciel de conception assistée par ordinateur ». Mais il a été changé après discussion entre les membres du groupe et le professeur responsable M. F. DHAOUADI. En effet, le sujet initial nécessitait une bonne connaissance d'un logiciel de CAO et seulement un étudiant sur les six du groupe maîtrisait un le logiciel de CAO SolidWorks. Le temps disponible était insuffisant pour à la fois apprendre à utiliser un logiciel de CAO et en plus modéliser l'ensemble d'un moteur thermique.

Nous avons tous ensemble approuvé un nouveau sujet proposé par M. DAOUHADI concernant les techniques de prototypage rapide et la conception d'une médaille.

Un industriel a de manière générale deux solutions pour fabriquer son produit. D'une part, il peut choisir l'usinage. A partir d'un programme, une machine-outil va usiner chaque pièce une par une. D'autre part, si l'industriel utilise le prototypage rapide, le temps de fabrication global de son produit sera diminué ainsi que les coûts. L'usinage sera préféré pour l'élaboration de petite série de pièces.



2. ORGANISATION DU TRAVAIL

2.1. Premières séances

Durant la première séance, le professeur nous a montré différents logiciels de CAO tel que Type 3, 3 Design, SolidWorks et également AutoCAD. Type 3 et 3 Design sont particulièrement utilisés dans la bijouterie et la gravure. Nous avons choisi d'utiliser Type 3 car il nous semblait le plus adapté à la conception d'une médaille.

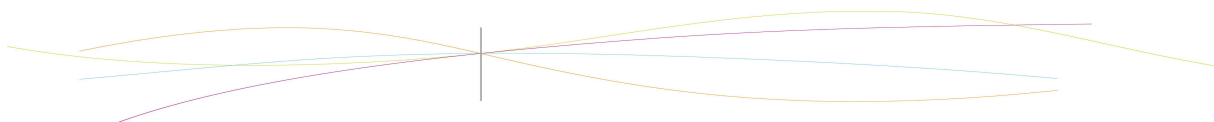
Nous avons décidé de réaliser des médailles qui auraient pour destinataires les diplômés de l'INSA de Rouen. Les médailles ont une face commune pour représenter l'établissement et l'autre face diffère selon le département de l'étudiant. Tout le monde a participé globalement à la conception des médailles. Après un travail en groupe afin de décider de la taille des éléments et de la disposition sur la médaille, les logos pour chaque département ont été imaginés.

Concernant les recherches de techniques de prototypage rapide, nous avons choisi d'en développer trois, chacune attribuée à une personne et ensuite chaque membre du groupe restant a abordé deux techniques.

2.2. Type 3

Le logiciel Type 3 est plus polyvalent que 3 Design, ce dernier est essentiellement conçu pour la bijouterie. Type 3 est beaucoup plus polyvalent, il est utilisé dans le secteur de l'automobile, de l'armement, de l'enseignement, de l'électroménager, de la bijouterie, de la verrerie, de la monnaie ou encore dans le domaine de la gravure.

Type 3 ne permet pas seulement de faire de la CAO mais aussi de la FAO. Un logiciel de CFAO sert à la fois dans la conception d'une pièce en 2D, en 3D mais il peut aussi aboutir à un programme machine qui peut être ensuite transmis à une machine-outil qui va l'exécuter pour usiner la pièce.



3. TRAVAIL REALISE ET RESULTATS

3.1. Les techniques de prototypage rapide

Le prototypage rapide est de plus en plus utilisé aujourd'hui. Ce terme rassemble différentes techniques. La raison essentielle de leur utilisation est qu'elles permettent de diminuer à la fois les coûts et surtout le temps de conception d'un produit et de créer des formes complexes.

En général, ces différentes techniques consistent à former la pièce point par point ou par dépôt de couche de matière. Très souvent le programme transmis à la machine est au format STL. C'est un format de description de géométrie dans lequel la surface d'un solide est représentée par un maillage triangulaire. Ce format est simple ce qui en fait un format universel de prototypage rapide.

3.1.1. Techniques principales

3.1.1.1. Injection de cire

Ce procédé permet de réaliser des prototypes de cire d'une grande précision, de l'ordre de 0,1 mm. La machine réalise des dépôts de cire. La table est mobile selon l'axe Z (cf. Figure 1). Une fois la table réglée, les buses déposent de la cire selon les axes X et Y. Entre deux couches un surfacage est fait par une fraise. En réalité deux cires sont utilisées simultanément, une sert de support et est temporaire, l'autre est la cire du prototype final. La cire support est ensuite totalement éliminée avec une élévation de température et une dilution avec un solvant sélectif.

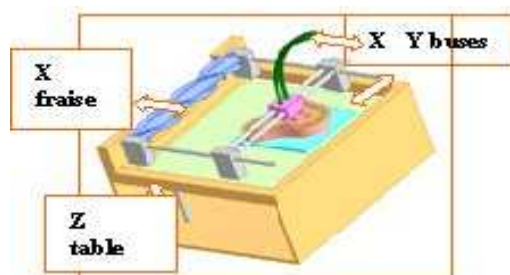
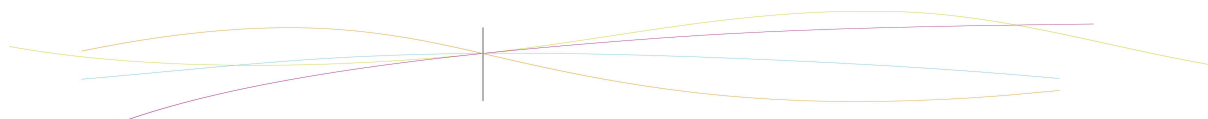


Figure 1 : Schéma technique de l'injection de cire montrant les axes de fonctionnement

L'avantage de cette technique de prototypage rapide est la qualité des détails obtenus mais elle est limitée aux petites pièces compte tenu du temps relativement long nécessaire à la réalisation. Cette méthode est appréciée dans les domaines requérant de la précision tels que l'horlogerie, la bijouterie et les micro-connecteurs.

Une fois que l'étape de conception du produit est achevée, l'industriel peut réaliser un moule. La cire est alors injectée directement dans celui-ci, il peut éventuellement contenir plusieurs empreintes de la pièce. Le temps de fabrication du prototype en cire est alors fortement diminué.

Obtenir un prototype de cire est très intéressant car il existe une technique de moulage appelé « cire perdue » (cf. Figure 2). On réalise autant de prototype en cire que de pièces finales que l'on veut obtenir. Les prototypes sont disposés en arbre, des bâtons de cire sont ajoutés, ceux-ci seront les conduits à la fois d'évacuation de la cire et



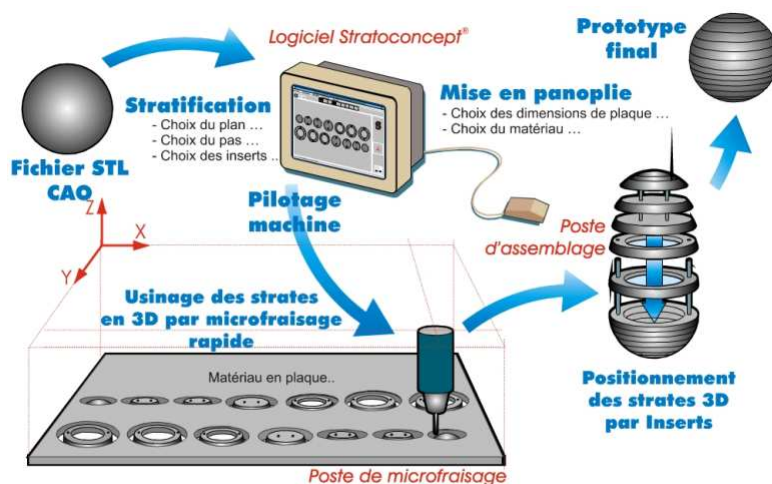
d'acheminement du métal en fusion. Ensuite on plonge le montage dans de la céramique, on cuit le moule, la cire se liquéfie et est évacuée. Il ne reste ensuite qu'à couler le métal en fusion dans les empreintes. Enfin on démoule et on nettoie.



Figure 2 : Démarche pour le moulage à cire perdue

3.1.1.2. Stratoconception

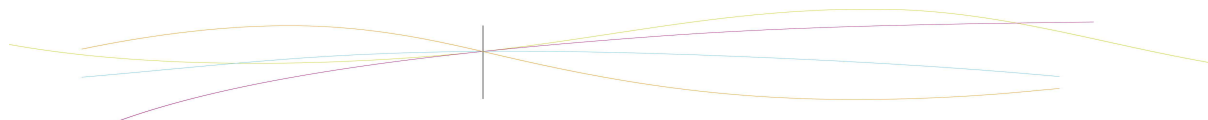
La Stratoconception est un procédé breveté de prototypage rapide permettant de fabriquer directement par couches de type solide/solide une pièce créée par CAO, sans rupture de la chaîne conception/fabrication. Le procédé de Stratoconception est développé au CIRTES depuis 1990 et a fait l'objet de nombreuses communications ainsi que de dépôts de brevets et de marques.



Procédé de Stratoconception® breveté - Brevets et marques CIRTES - Saint-Dié-des-Vosges - FRANCE

Figure 3 : Schéma de principe de la Stratoconception

A partir d'un fichier STL (cf. Figure 3), la pièce est décomposée, tranchée en un ensemble de couches élémentaires simples, appelées strates, dans lesquelles sont introduits des renforts et des inserts. Les pièces élémentaires sont identifiées en choisissant deux plans parallèles bornant la pièce (cf. Figure 4) et le pas en fonction de la géométrie de la pièce et des contraintes mécaniques qui s'y exerceront. Une mise en panoplie est effectuée puis les strates sont fabriquées directement par micro-fraisage rapide ou par découpe laser à partir de matériaux en plaques. Ces pièces élémentaires sont ensuite assemblées et imbriquées pour reconstituer le produit final. L'assemblage des strates est pris en compte dès l'étape de conception afin d'assurer la tenue aux contraintes mécaniques pendant l'utilisation. Les inserts servent à la fois de pions de positionnement et de liens entre les strates. Dans le cas de pièces à parois minces, ils sont placés à l'extérieur de la pièce par l'intermédiaire de pontets sécables.



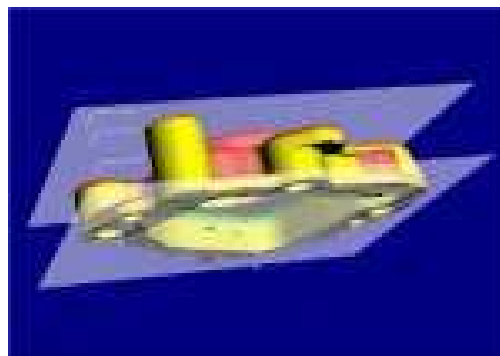


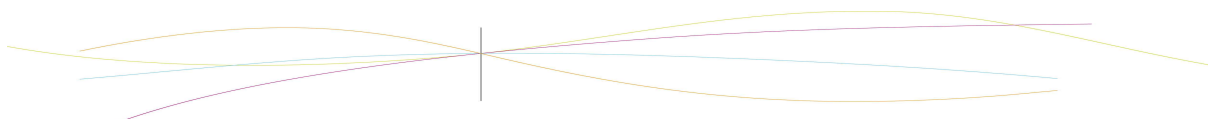
Figure 4 : Plans parallèles bornant la pièce

Le procédé est très rapide, il est particulièrement adapté pour les maquettes, les prototypes mais également pour les outillages, voire les pièces de série. Il est sans limitation de forme intérieure ou extérieure, sans limitation de matériaux (bois, polymères, métaux) et sans limitation de taille (de quelques millimètres à plusieurs mètres). Les limites sont finalement imposées d'une part par le marché des matériaux en feuilles (plastique, carton, métaux...) et leurs formats de commercialisation (4015 x 1850, 1000 x 2000...), d'autre part par la performance des procédés de découpe utilisés (jet d'eau, laser, micro-fraisage...).

3.1.1.3. Polymérisation de résine

La polymérisation de résine ou Stéréolithographie est actuellement l'un des procédés de prototypage rapide les plus reconnus et utilisés dans l'industrie. La qualité de la pièce fabriquée et le respect des détails par le logiciel de CAO y sont pour beaucoup. Par contre la sensibilité des pièces à la lumière du jour est susceptible de provoquer des effets dits de curling, c'est à dire de déformation et de torsion, et un jaunissement au cours du temps. Il existe cependant des moyens pour réduire fortement ces effets.

Sous l'action d'un laser (cf. Figure 5), une résine liquide est solidifiée par l'action d'un laser provoquant de la chaleur. Un scanner ou un jeu de miroirs dynamiques permet au faisceau de lumière émis par le laser de balayer la surface de la résine. Le mouvement des miroirs du scanner, pilotés par un ordinateur décodant et interprétant les données du logiciel de CAO fait parcourir au rayon laser une trajectoire qui correspond à une section de la pièce souhaitée. Sur son passage, la résine est polymérisée par le laser (seule la région balayée reste solidifiée). La précision, l'état de la surface et le temps de fabrication dépendent du choix de la hauteur des couches. Après qu'une section soit réalisée, la plate-forme supportant l'objet en cours de fabrication descend dans la cuve de résine d'une hauteur égale à l'épaisseur de la section qui est habituellement entre 0,07 mm et 0,75 mm. Une pièce en trois dimensions est obtenue à partir de l'empilement des couches. Juste après la polymérisation d'une section, la surface est nivelée de façon uniforme par un système de raclage. Une fois que la surface de la cuve remplie de résine est immobile et que la surface est nivelée, le laser démarre la polymérisation de la section suivante.



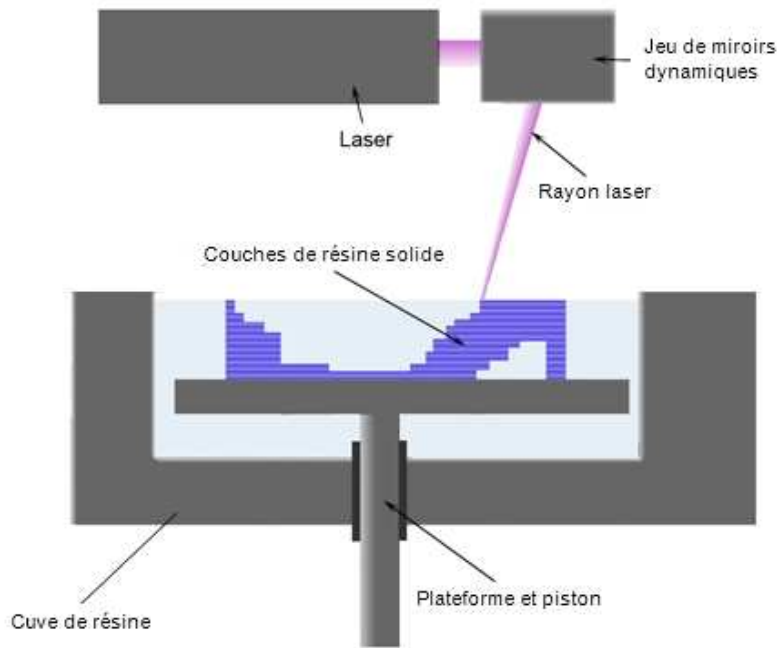


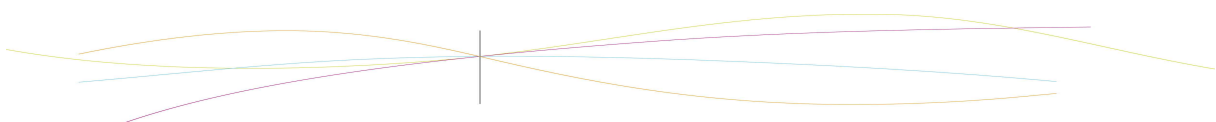
Figure 5 : Schéma de fonctionnement de la polymérisation de résine

En 1988, la première machine (cf. Figure 6) appliquant ce procédé apparaît sur le marché.



Figure 6 : Machine appliquant la technique de polymérisation de résine

Les possibilités sont multiples. Ce procédé permet la fabrication de boîtiers de protection pour des outils comme les calculatrices, ou alors la fabrication de figurines. L'avantage avec la Stéréolithographie, c'est que les objets qui en ressortent peuvent être très détaillés. C'est pour cela qu'on l'utilise aussi pour fabriquer des dents ou encore reconstituer des squelettes à partir des empreintes faites sur des fossiles. Nous pouvons également utiliser ce procédé pour fabriquer des coques pour les téléphones portables, les aspirateurs ou encore les joints et les membranes flexibles. En fait, tous les objets qui sont généralement en plastique et de taille inférieure à soixante centimètres, existent certainement en résine époxy ou acrylate.



3.1.2. Autres techniques existantes

3.1.2.1. Dépôt de fil fondu

Le procédé FDM a été développé en 1988 par Stratasys (USA). Il utilise le mouvement d'une machine 3 axes pour déposer un fil en fusion sur la pièce en cours de fabrication. La solidification est instantanée quand le fil entre en contact avec la section précédente. Cette technologie permet de fabriquer par couches successives, des prototypes par extrusion de fil fondu d'ABS, de Polycarbonate, ou de Polyphénisulphane.

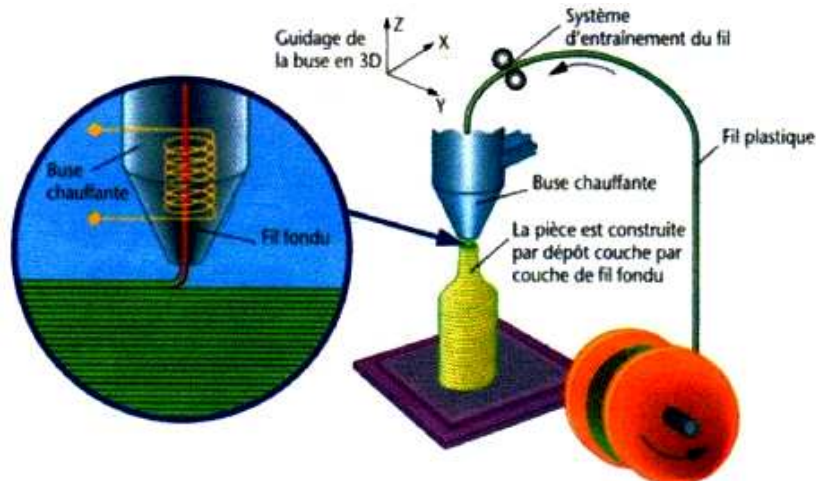


Figure 7 : Schéma du procédé FDM

La nouvelle technologie de dépôt de fil thermoplastique permet la fabrication de prototype fonctionnel précis et résistant. Les matériaux utilisés sont complémentaires d'un point de vue chimique et mécanique : résistance traction, flexion, température et résistance aux solvants et hydrocarbures. C'est grâce à ces caractéristiques et à cette complémentarité que l'on peut parler de prototype fonctionnel.

L'ordre de précision de 0.1 mm à 0.5mm (selon la taille du prototype) permet de réaliser des pièces d'une excellente qualité et de fidéliser à cette technique les plus grands constructeurs notamment dans les domaines de l'automobile et de l'aéronautique.

3.1.2.2. Lamination

Le procédé LOM procède par empilage de couches de matériaux thermocollant automatiquement découpés par un laser de puissance. Il permet de fabriquer des pièces pleines à moindre coût. La technologie LOM n'utilise pas le changement d'état des matériaux. Des feuilles sont découpées, empilées et collées. Selon les techniques utilisées, le découpage peut être la dernière opération.

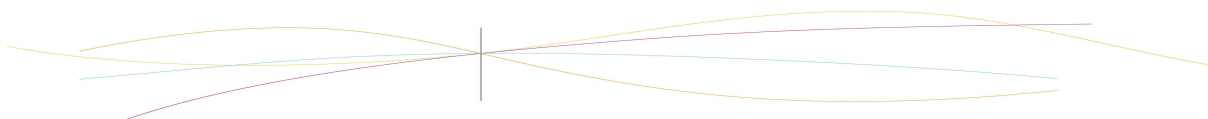




Figure 8 : Machine appliquant la technique LOM

Une feuille de papier mince, recouverte d'un film de polypropylène, est déposée sur la section précédente et comprimée à haute température. La chaleur fait fondre le film qui colle la feuille de papier. Un laser découpe le contour correspondant à la section considérée à une profondeur égale à la hauteur de couche. La pièce finale a une texture proche de celle du bois.

3.1.2.1. Impression 3D

L'impression 3D est une technique de prototypage rapide récente. Issue du MIT (Massachusetts Institute of Technology), elle permet de produire un objet réel à partir d'un fichier CAO en le découpant en tranches puis en déposant ou solidifiant de la matière couche par couche pour, en fin de compte, obtenir la pièce terminée. Le principe est donc assez proche de celui d'une imprimante 2D classique : Le principe de réalisation est basé sur l'agglomération de poudre après déposition de gouttelettes de liant sur l'ensemble des points d'une même section. Une fois terminée, la pièce est plus volumineuse que ce qu'elle devrait être pour compenser les phénomènes de rétrécissement provoqués par le traitement postérieur.

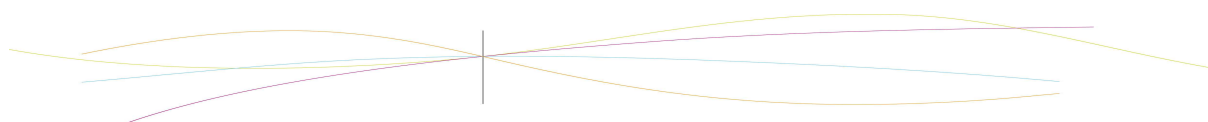
Par rapport aux autres techniques de prototypage rapide traditionnelles, l'impression 3D est nettement meilleur marché et plus rapide, mais la solidité des pièces, ainsi que la précision, sont légèrement inférieures.

Les applications sont donc multiples, mais comme vous l'aurez compris, cette technique s'oriente plus vers de l'architecture, du design ou encore de l'industrie. Elle est ainsi idéale pour la visualisation de projets, de vérification d'ergonomie, etc.

3.1.2.2. Impression 3D Métal

Cette technique fonctionne sur le même principe que l'impression 3D de pièces. La machine permet de fabriquer un outillage et des pièces directement. Les matériaux qui peuvent être utilisés sont les poudres métalliques et céramiques.

Les pièces alors produites sont plus résistantes, et la poudre de métal permet une précision accrue. En revanche le prix de production augmente tout comme la technicité requise pour utiliser les machines.



3.1.2.3. Frittage

D'une façon générale on peut dire que, sous l'action d'un laser, une poudre va être agglomérée par frittage. Pour cette technique, en plus des polymères thermo-fusibles classiques (polyamides, PMMA...), on peut utiliser des élastomères, des poudres métalliques, des cires ou encore du sable de fonderie.

Le principe de fonctionnement est le suivant : le faisceau émis par le laser est projeté à la surface de la poudre par un jeu de miroirs dynamiques. Ensuite, le mouvement de ces miroirs, pilotés par un ordinateur fait parcourir au faisceau une trajectoire correspondant à une section de pièce considérée. Sur son passage, le laser fait fondre la poudre et seule la région balayée est solidifiée. Précision, état de surface et temps de fabrication dépendent du choix de la hauteur de couche.

Après réalisation d'une section, la plate-forme, supportant l'objet immergé dans la poudre, descend dans la cuve d'une hauteur correspondant à l'épaisseur de la section (habituellement entre 0,07 mm et 0,2 mm). L'empilement des couches permet ainsi d'obtenir une pièce tridimensionnelle. Consécutivement au frittage d'une section, un rouleau d'alimentation additionne une couche de poudre uniformément sur la surface préalablement réalisée. Le laser peut alors démarrer le frittage d'une nouvelle section.

Ce procédé permet de générer des pièces sans contrainte de forme du fait de l'absence de support. Il est important de noter que la poudre non frittée peut être, en grande partie, réutilisée.

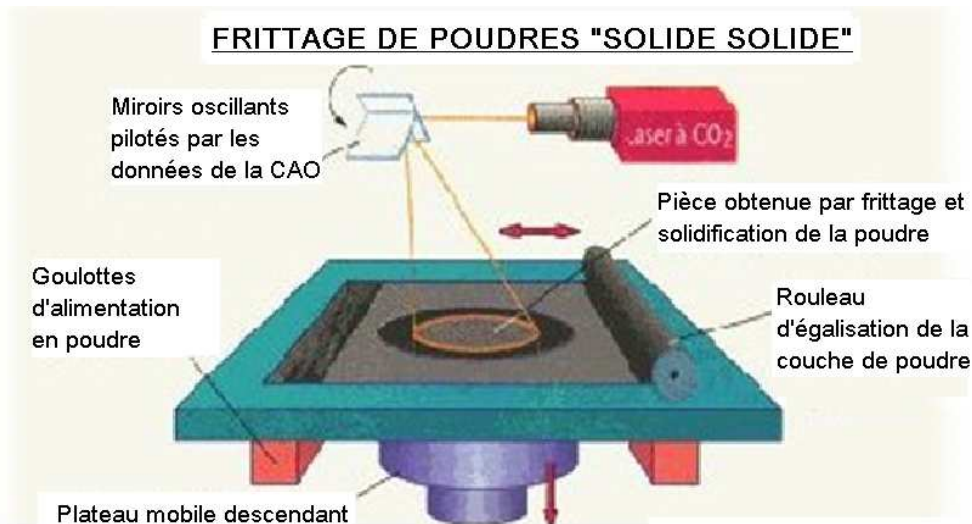


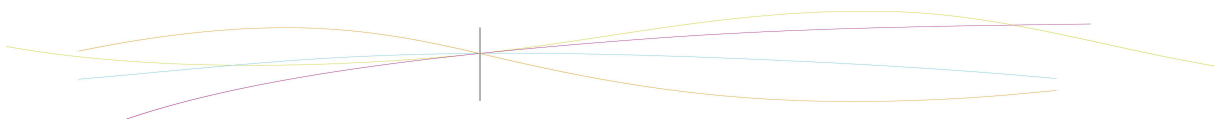
Figure 9 : Schéma technologique du frittage laser de poudre

3.1.2.4. UGV

Dans le domaine des opérations d'usinage, une de ces techniques prometteuses est l'usinage à grande vitesse, ou UGV. En général, on parle d'UGV quand les vitesses de coupe et les vitesses d'avance sont cinq à dix fois plus grandes que pour l'usinage classique. La conséquence de cette définition est que les vitesses de coupe atteintes sont définies par : les matériaux à utiliser, le type d'opération et l'outil employé.

La machine outil et les outils doivent être adéquats pour cette technique afin de profiter au maximum de l'UGV.

En ce qui concerne la machine outil, la broche principale doit pouvoir tourner longtemps à un régime élevé, tout en gardant un battement minimal et fournir suffisamment



de couple. La structure de la machine doit être suffisamment rigide pour supporter les forces d'inertie et ce, à cause du déplacement rapides des axes. Les axes, quant à eux, doivent permettre des mouvements rapides. Le programmeur doit être adapté pour pouvoir traiter rapidement une grande quantité d'informations. Enfin, ce dernier doit comporter des méthodes de compensation spécifiques afin d'éliminer les écarts de chemin de l'outil.

Maintenant, qu'en est-il pour les outils. Lors de l'usinage conventionnel, la contrainte mécanique provient presque uniquement des efforts d'usinage. En revanche, les forces centrifuges sur l'outil peuvent devenir extrêmement importantes ; c'est pourquoi un outil parfaitement équilibré est donc une exigence absolue.

Quant au principe de fonctionnement, il est très similaire à celui de l'usinage classique sauf que, comme nous l'avons vu précédemment, les machines et outils utilisés sont spécifiques à cette technique. Le principe de l'usinage est d'enlever de la matière de manière à donner à la pièce brute la forme voulue, à l'aide d'une machine-outil. Par cette technique, on obtient des pièces d'une grande précision.

Grâce aux vitesses de coupe élevées, les phénomènes de coupe intervenant entre la pièce, l'outil et le copeau sont différents de ceux observés en usinage conventionnel. La chaleur dégagée lors du cisaillement du copeau n'a pas le temps de se propager dans la pièce et l'outil. Par conséquent, la majeure partie de cette chaleur est évacuée par le copeau (environ 80% en UGV contre 40% en usinage conventionnel). On remarque aussi que plus la vitesse de coupe augmente, plus l'énergie spécifique de coupe diminue (puissance électrique consommée par la machine divisée par le débit copeaux).

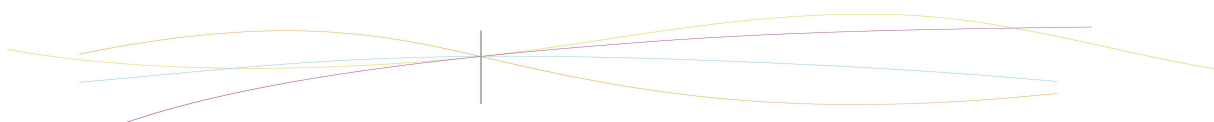


Figure 10 : Machine réalisant l'UGV

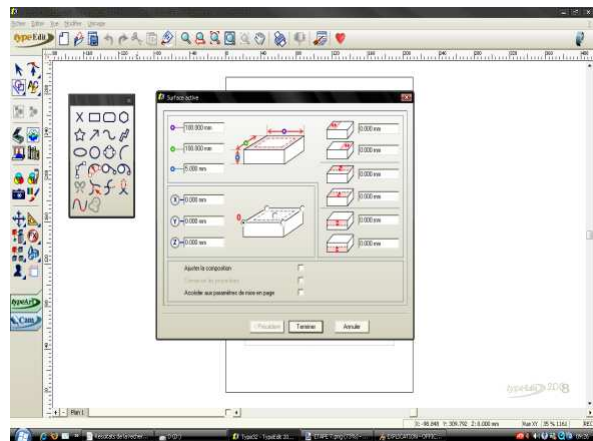
3.2. Travail réalisé sous le logiciel Type3

3.2.1. *Elaboration d'un dessin en 2D*

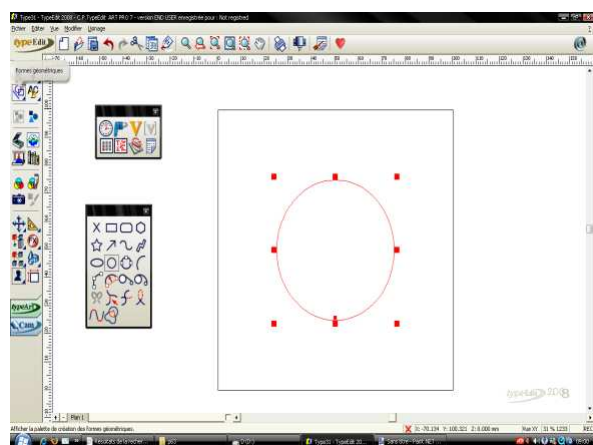
Le logiciel Type 3 est constitué de trois grandes parties. La première partie est appelée « Type Edit », elle permet de concevoir en 2D. Voici l'exemple de la démarche pour réaliser une roue dentée que l'on a utilisée pour la médaille du département génie mécanique.



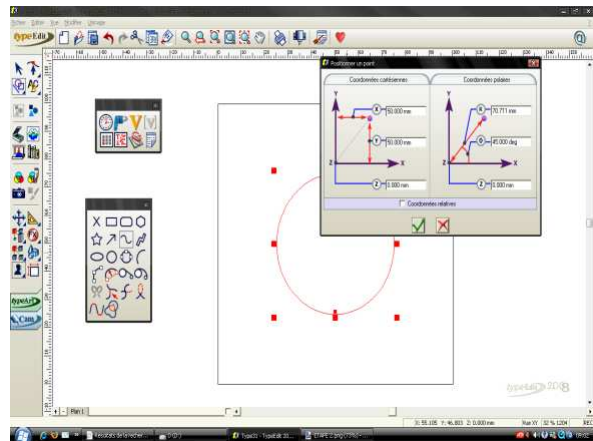
Étape 1 : Choisir la surface active adéquate (la surface sur laquelle nous travaillons). Il s'agit, en quelque sorte, d'un plan en 3D, il faut choisir les coordonnées en X,Y et Z.



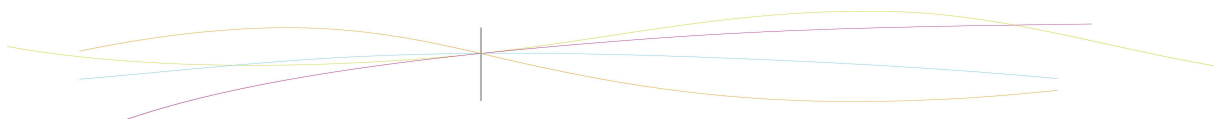
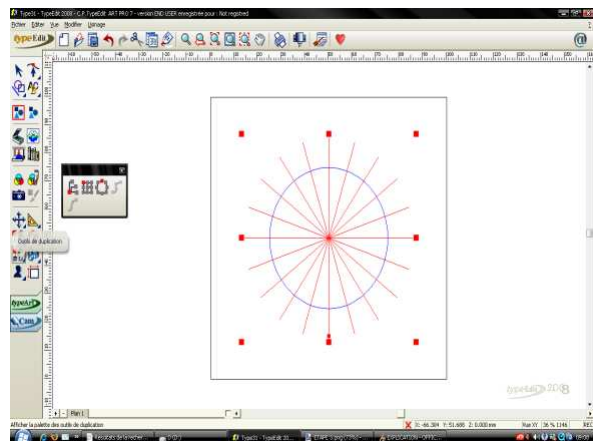
Étape 2 : Créer un cercle (au milieu de la surface active de préférence). Pour choisir les coordonnées du cercle, on peut appuyer sur la touche F2, les coordonnées polaires ou cartésiennes sont proposées.



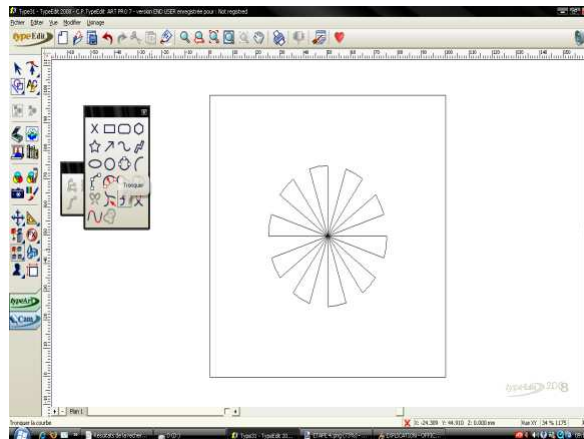
Étape 3 : Sélectionner "Forme Géométrique" et s'il le faut, positionner le point de départ sur le centre du cercle. Pour obtenir un segment, maintenir la touche "Ctrl" enfoncée.



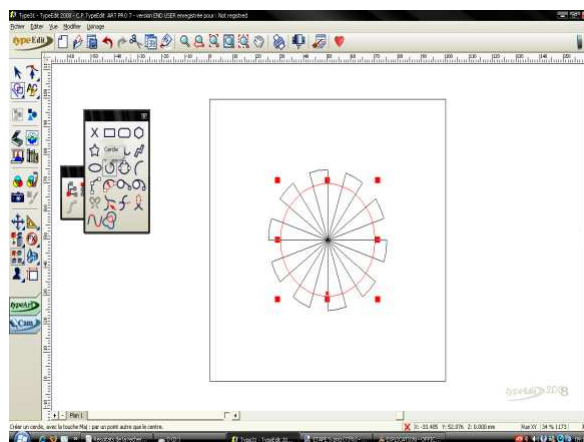
Étape 4 : Sélectionner "Outil de Duplication" et duplication circulaire. Un écran apparaît et vous demande le nombre de duplications : Voir l'image de gauche pour visualiser ce qu'on obtient.



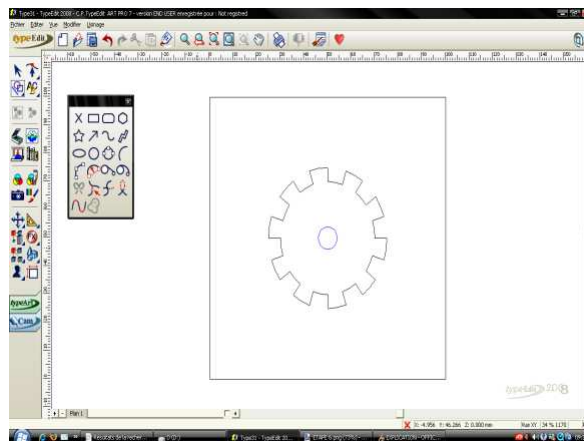
Étape 5 : Sélectionner "Forme Géométrique", puis tronquer. Cet outil permet de supprimer les segments en cliquant dessus avec la souris. On obtient le dessin sur l'image de droite.



Étape 6 : Sélectionner "Forme Géométrique", puis "Cercle". Appuyer sur F2 pour choisir les coordonnées et ainsi, centrer le cercle sur le même centre que le premier.

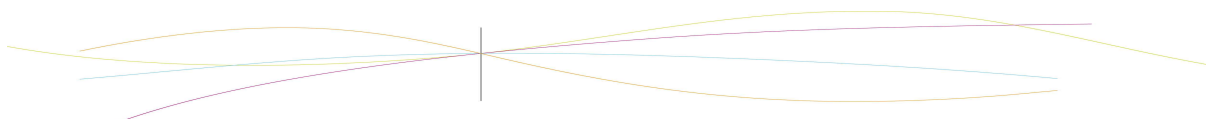


Étape 7 : Tronquer, puis sélectionner "Combiner" pour faire en sorte que le dessin obtenu soit en une seule sélection. Enfin faire un dernier petit cercle au centre pour la place de l'axe.



Dans cette même partie du logiciel, il existe d'autres manières d'obtenir un dessin. On peut importer une image et la vectoriser, à la fin de cette tâche, on obtient les contours de l'image, mais il est souvent nécessaire de le « nettoyer » car les contours peuvent être partiels ou encore en double. Nous avons utilisé cette fonction pour une partie du logo de l'INSA de Rouen présents sur chaque médaille.

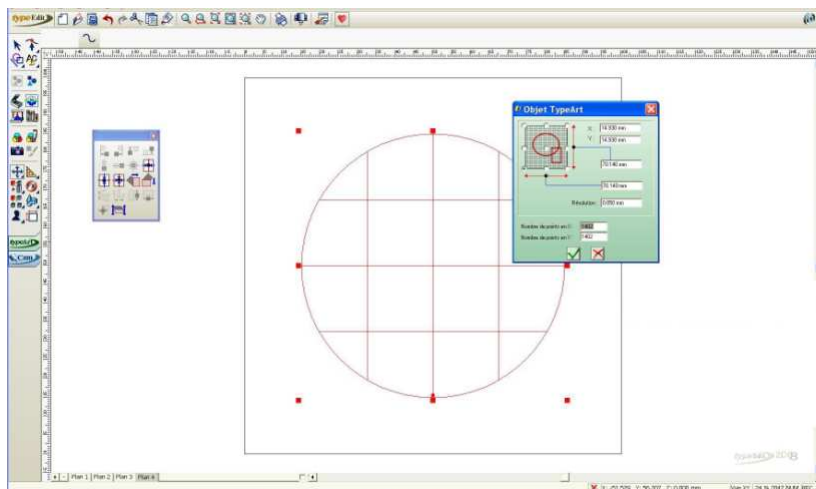
Il est toujours possible d'importer une image sans la vectoriser par la suite. On peut tout simplement utiliser les mêmes outils que pour créer la roue dentée en s'appuyant sur les contours de l'image.



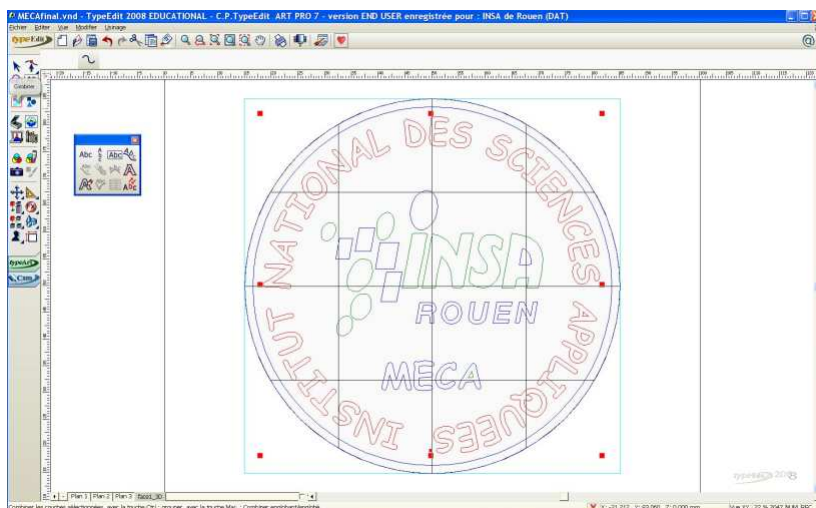
3.2.2. Mise en relief

Dans le deuxième onglet de type 3, nommé « Type Art », il est proposé de créer des galbes. Voici la procédure pour mettre en relief un texte

Etape 1 : Entrer dans l'onglet « Type Art », importer la surface et choisir la précision.



Etape 2 : Convertir le texte « Institut national des sciences appliquées » en courbe.



Etape 3 : Appliquer le galbe choisi selon la hauteur et la courbure souhaitées.

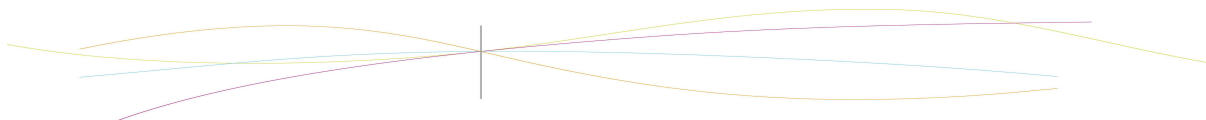
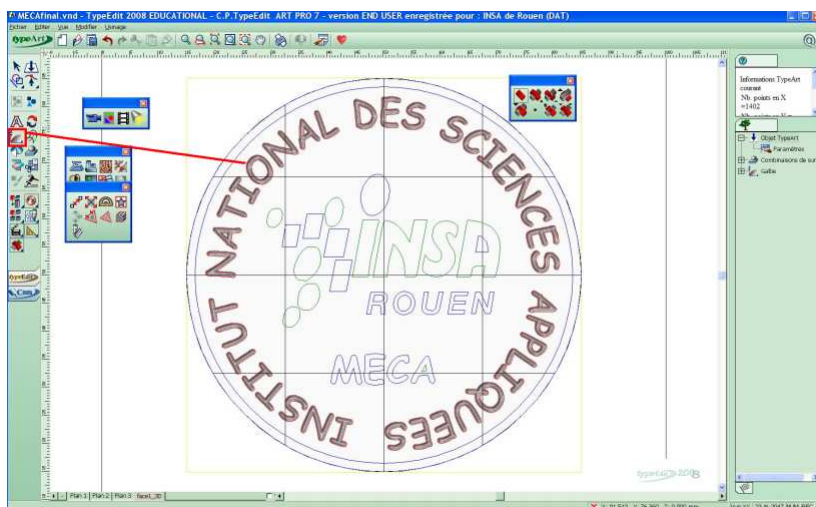




Figure 11 : Rendu en 3D après application du galbe

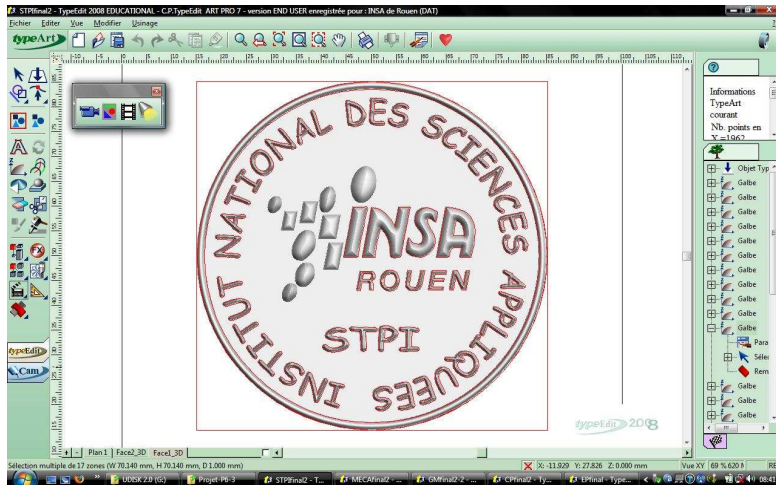


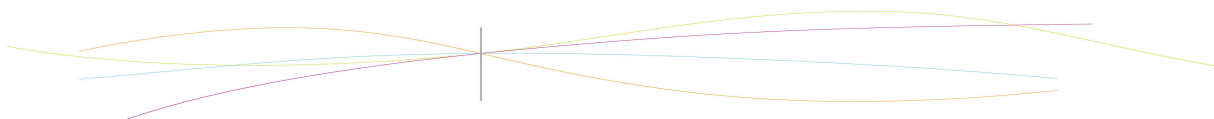
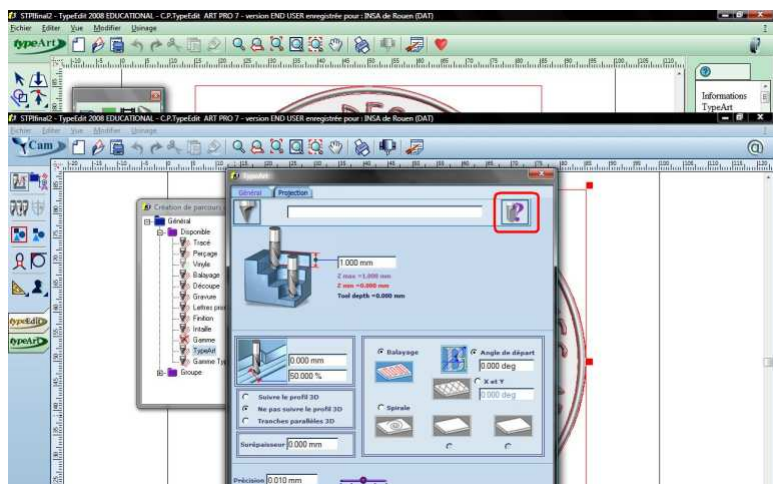
Figure 12 : Médaille sous « Type Art » dont les galbes sont tous définis

Voici le rendu en 3D de la médaille après les différentes étapes précédentes (cf. Figure 11). La deuxième image correspond à l'écran obtenu une fois que tous les éléments ont été pourvus d'un galbe (cf. Figure 12).

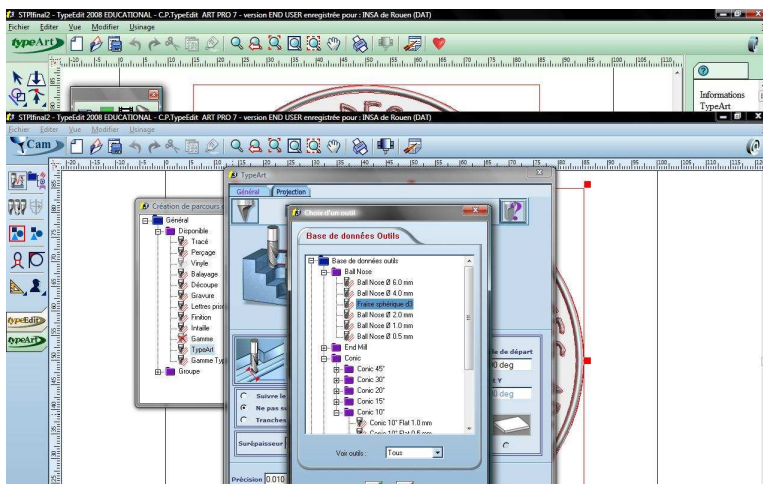
3.2.3. Création d'un parcours d'outil

Le troisième et dernier onglet de Type 3 est nommé « CAM ». Il concerne la simulation de l'usinage de l'objet et la production d'un programme destiné à une machine-outil. Le choix de l'outil est proposé.

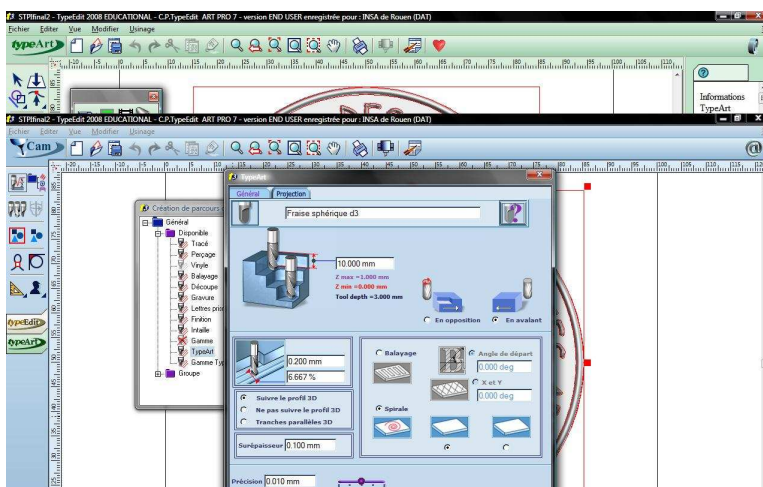
Etape 1 : On sélectionne « Type Art » dans la liste. Car c'est ce que l'on a utilisé pour créer les galbes de la médaille. Cliquer sur l'éditeur d'outil (encadré en rouge).



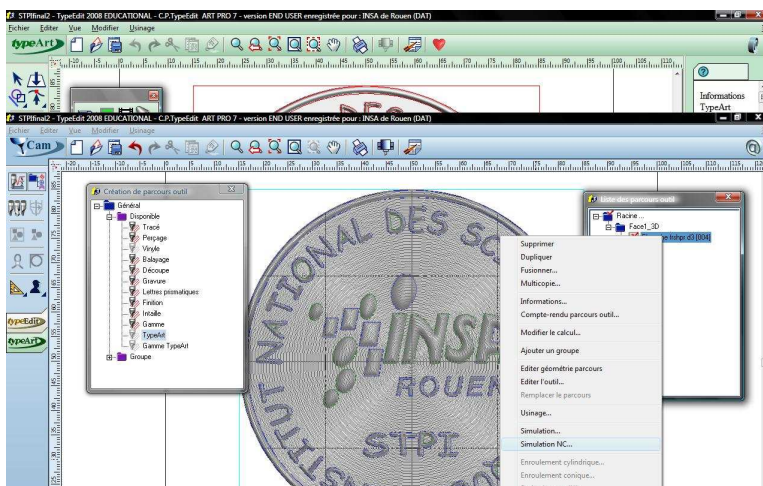
Etape 2 : Choix d'un outil. Il est possible de choisir un outil dans une base de données et ensuite de visualiser et éventuellement modifier les vitesses d'attaque.



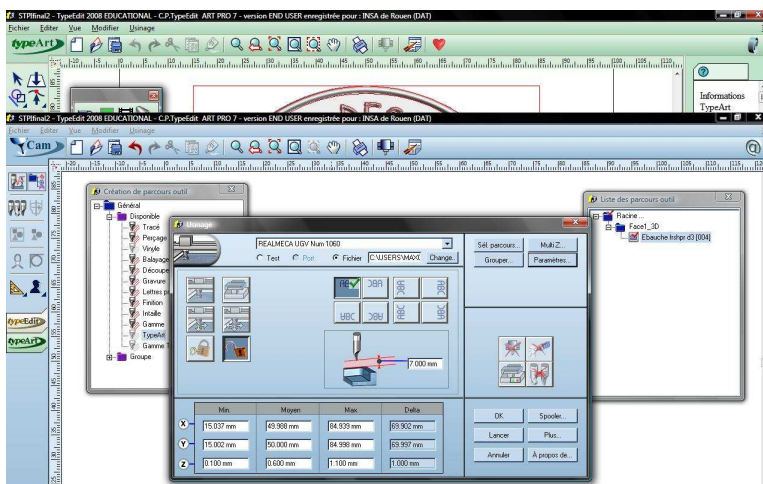
Etape 3 : Choix de la profondeur de travail et du parcours de l'outil. Il est proposé un parcours en spirale ou en balayage, dans ce dernier il est possible de choisir un angle pour l'outil par rapport à la surface pour la finition.



Etape 4 : Le parcours d'outil est défini par une succession de points. On peut visionner une simulation de ce parcours mais on obtiendra alors un usinage grossier.



Etape 5 : Dans cette fenêtre, on configure les différentes distances comme par exemple les côtes de l'outil au point de départ et d'arrivée.



Etape 6 : Après avoir effectué les paramétrages précédents il est possible de visualiser l'ensemble de l'usinage final (avec la finition).



3.2.4. Ensemble des médailles réalisées

Nous avons au total conçu huit médailles, une pour chaque département du cycle ingénieur mais aussi une pour le département STPI. Pour chacune d'entre elles, les galbes sont définis sauf pour la médaille GC dû à un manque de temps. Voici ci-dessous l'aperçu recto-verso de chacune de nos réalisations.



Figure 13 : Médaille STPI



Figure 15 : Médaille CP



Figure 14 : Médaille ASI

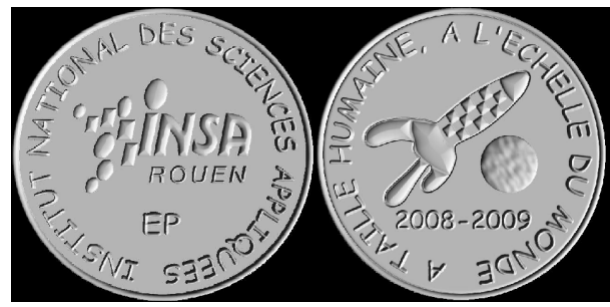


Figure 16 : Médaille EP

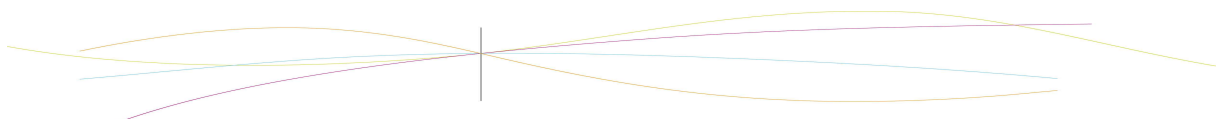




Figure 17 : Médaille GC



Figure 19 : Médaille MECA



Figure 18 : Médaille GM



Figure 20 : Médaille MRIE

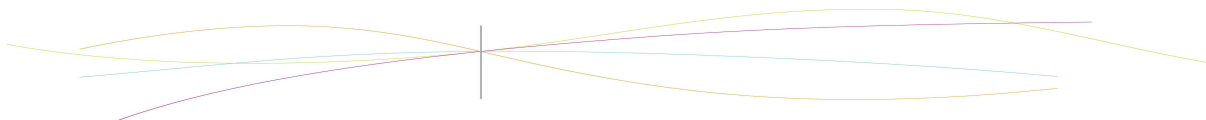
3.3. Rencontre d'un professionnel

Nous avons contacté un professionnel de la bijouterie. Après avoir pris un rendez-vous suite à un appel téléphonique, Maxime et Audrey ont rencontré le jeudi 16 avril 2009 Mme LEFRANCOIS, directrice des bijouteries Lepage. Nous espérons obtenir des informations sur les techniques de prototypages rapides qu'ils utilisaient et leur proposer un projet commun. Ce projet aurait associé le nom de l'INSA et des bijouteries Lepage.

Malheureusement l'entreprise n'utilise pas de telles techniques, ni même de logiciel informatique de CAO que ce soit pour la conception ou la réalisation de leurs produits. Lepage ne fait appel qu'à des dessins faits à la main parfois par des artistes pour réaliser un nouveau bijou. Ce bijou est alors fabriqué soit à la main (lorsqu'il s'agit d'une commande exceptionnelle) ou bien à l'aide de moules appartenant à l'entreprise. L'entreprise a arrêté de concevoir de nouveaux moules depuis le début des années 90, les nouvelles collections sont basées sur les anciens moules.

Les bijoux peuvent être visualisés en 3D à la demande des clients afin de le voir sous tous les angles possibles et de façon précise. Ce fichier est créé par une société lyonnaise à la demande de la bijouterie.

Notre rencontre a été relativement inutile pour notre projet en lui-même mais elle nous a apporté un enrichissement personnel en rencontrant un professionnel et en découvrant l'ensemble du processus de conception et de fabrication de l'entreprise Lepage qui diffère de ce que l'on avait imaginé.

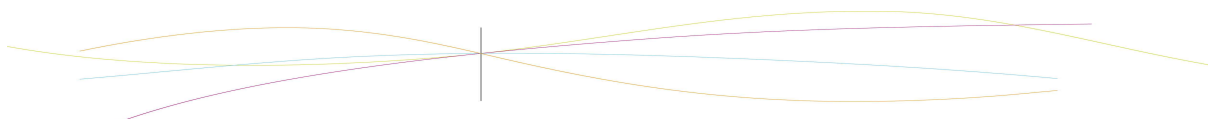


4. CONCLUSIONS ET PERSPECTIVES

Aujourd'hui, le prototypage rapide est, nous l'avons vu, une étape très importante dans le processus de la conception à la réalisation d'une pièce. Il permet de réduire et de faciliter considérablement la durée de développement, de diminuer les coûts mais aussi de créer des formes complexes. Nous avons pris connaissance de différentes techniques de prototypage rapide mais également de tout le travail à fournir en amont. Ceci passe notamment par un logiciel de CAO tel que Type 3 que nous avons appris plus ou moins à maîtriser tout au long de ces séances.

Ce projet nous a permis de découvrir, littéralement, le prototypage rapide ainsi que ses différentes techniques. Nous avons également pris conscience de tout le processus de développement nécessaire pour obtenir une pièce ou un prototype concret à partir d'une idée abstraite. La maîtrise d'un logiciel de CAO nous sera peut-être utile pour des projets futurs dans le cadre de notre scolarité ou même dans la vie professionnelle. L'organisation du groupe s'est installée naturellement et s'est avérée relativement efficace et productive. De plus, le travail en équipe fera sans doute partie intégrante de nos métiers d'ingénieur. C'est pourquoi, ce projet a été une expérience enrichissante pour chacun d'entre nous.

Ce projet a consisté essentiellement à concevoir des médailles pour chaque département. Une poursuite envisageable de notre travail serait d'étudier les coûts d'une fabrication des différentes médailles à l'échelle d'une promotion de l'INSA de Rouen. Pourquoi ne pas envisager par la suite la production « réelle » ?



5. BIBLIOGRAPHIE

Tous les sites sont valides au 21 juin 2009

<http://www.afpr.asso.fr/RP2/content/sourcing/guide/procedes>

<http://www.invention-europe.com/prototypage.htm>

<http://www.vuillermoz.fr/univers-bijoux.php?RubGlossaireID=1&DefinitionID=5>

http://www.icriq.com/fr/productique_tfp/techniques_prototypage_2007-02-27.html7

Injection de cire et moulage à cire perdue

<http://www.andreharvey.com/french/wax.html> (valide le 21 juin 2009).

<http://www.protomold.fr/ProtomoldProcess.aspx>

<http://philippe.allancon.free.fr/cireperdue/obtmod.htm>

Stéréolithographie :

<http://en.wikipedia.org/wiki/Stereolithography>

http://img.directindustry.fr/images_di/photo-g/machine-de-prototypage-rapide-par-stereolithographie-13283.jpg

Stratoconception :

Yves Houtmann, « Thèse : Décomposition avancée de modèles numériques CAO pour le procédé de Stratoconception – Développement des outils associés », Nancy Université, 2007

<http://www.stratoconception.com>

<http://www.cirtes.com/index.php?option=content&task=view&id=53&Itemid=32>

<http://www.w3d.fr/strato.htm>

Autres techniques :

<http://fr.wikipedia.org/wiki/UGV>

http://fr.wikipedia.org/wiki/Impression_3D#FDM_.28fused_deposition_Modeling.29

http://en.wikipedia.org/wiki/Laminated_object_manufacturing