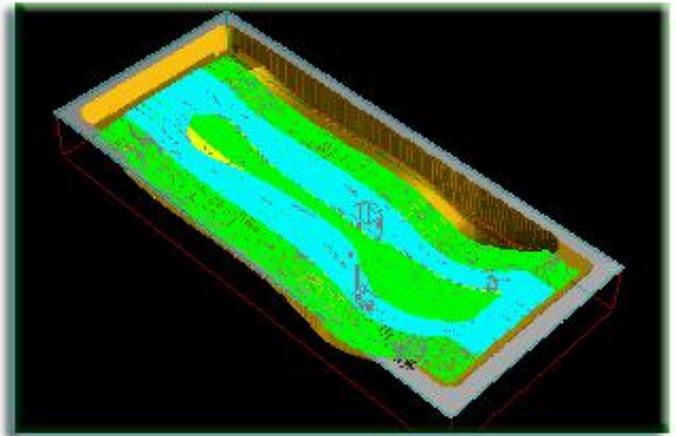


# Numérisation 3D, rétro conception et usinage



Benoit Pouliquen

Bilel Chakroun

Brice Lahouille

Hamza El Gueddari

Quentin Ridet

Sammy Benseri

# Introduction

Durant ce projet nous apprendrons les bases du matriçage et son utilité. En effet, nous allons réaliser la matrice inférieure d'une fourchette, le tout à partir d'un nuage de point, pour, au final, en venir à l'usinage de ce projet. Mais avant cela, nous allons vous expliquer le principe du matriçage.

En technologie, une matrice est l'empreinte en creux, réalisée dans un bloc de matière, qui représente la pièce à créer

## **Estampage :**

L'estampage est une opération de forgeage en trois coups (ébauche, finition et ébavurage). Cette opération consiste à former, après chauffage, des pièces brutes par pression entre deux outillages nommés matrices, que l'on vient fixer sur des presses (hydrauliques, mécaniques...).

On commence par faire l'ébauche de la pièce désirée, en plaçant le lopin dans la matrice d'ébauche. Une fois celle-ci prête, on la met dans la matrice ayant la forme de la pièce voulue. Puis, on vient découper les cordons de bavures.

Le matriçage, réservé aux métaux non ferreux, est une variante de l'estampage (on dit aussi estampage de précision). Dans ce cas la presse hydraulique lente se substitue au marteau-pilon et la pièce est insérée par force dans un outillage (matrice) démontable. Dans le matriçage, il n'y a pas de bavure, il s'agit donc d'une opération en deux temps.

## **Matriçage :**

Pour réaliser une pièce en alliages non ferreux par matriçage (alliages d'aluminium, de cuivre, de titane, de nickel), on commence par chauffer la pièce brute métallique afin de faciliter son modelage. Ensuite, cela consiste à former par déformation plastique une pièce finie

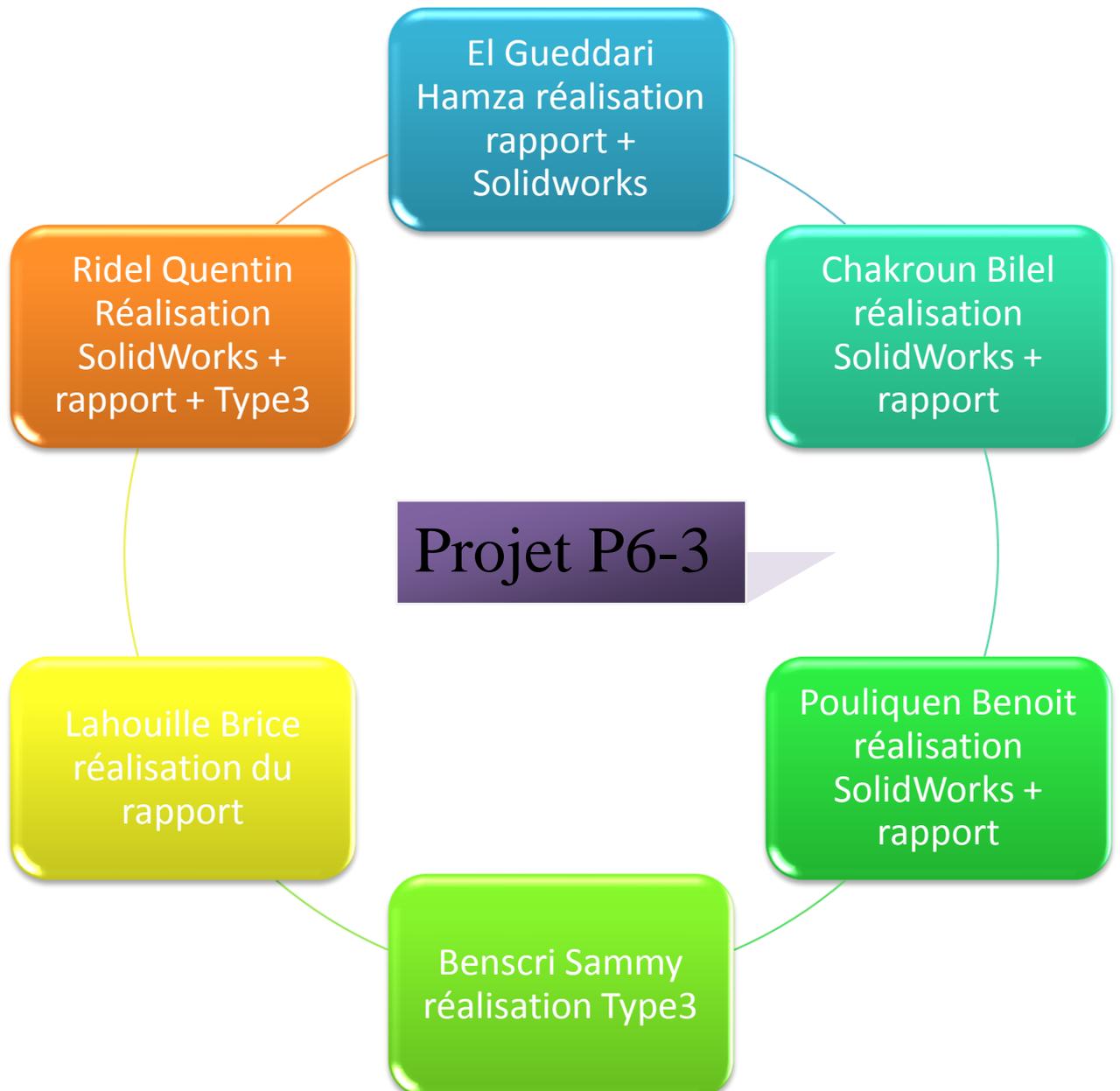
Le matriçage est une opération de forge effectuée à l'aide d'outillage appelés des matrices (demi-matrice supérieure et demi-matrice inférieure). Les matrices portent en creux la forme de la pièce.

On présente dans l'outillage une ébauche. Celle-ci peut être préparée en forge libre (éventuellement à la main pour les pièces de petites dimensions) ou à l'aide de matrices d'ébauche. Cette opération a une très grande importance pour le corroyage et pour l'orientation des fibres et que l'on retrouvera dans la pièce finale.

L'excédent de métal file en bavure dans le logement prévu à cet effet. La bavure est ensuite découpée en suivant le contour de la pièce.

En gros, le matriçage est une opération qui permet d'avoir plusieurs pièces métalliques identiques mais le seul défaut de cette opération est le fait qu'on ne peut pas insérer des motifs de décoration ou autres (pays d'origine, marque...) et pour cela il vaut mieux utiliser l'**Estampage**.

# Organisation du travail et gestion de projet



# Réalisation du produit

## Choix du matériau :

Afin d'avoir un produit fini résistant et efficace dans son utilisation (dans notre cas une fourchette), il convient de choisir un matériau adapté. Il est impératif que le matériau soit résistant à la corrosion, non toxique et qu'il puisse supporter l'opération d'estampage.

Différents choix se présentent à nous :

**L'aluminium :** Ce matériau possède de nombreuses propriétés comme la légèreté mais il a un gros désavantage il peut devenir cassant lors de l'opération d'estampage. C'est pour cela que notre choix ne se portera pas sur ce matériau.

**L'acier inoxydable :** Il présente toutes les propriétés que nous recherchons, il est résistant à la corrosion, capable de subir l'opération d'estampage sans se rompre à condition d'être porté à haute température. C'est donc lui que nous allons choisir pour réaliser notre matrice

## Choix de la machine :

Les machines-outils spécialisées (aléseuses-perceuses, fraiseuses) à commande numérique ont évolué pour donner ces centres d'usinage à commande numérique permettant d'usiner des formes complexes sans démontage de la pièce. Cependant il est obligatoire de posséder un programme d'usinage afin de donner les informations à la machine pour usiner la pièce.

Les programmes d'usinage sont réalisés à partir d'une origine appelée Origine Programme. Ce programme commande les déplacements relatifs entre le brut et les outils dans le but de réaliser l'usinage de la pièce finale. Ces déplacements sont réalisés dans un repère orthonormé normalisé basé sur la structure de la machine.

Pour réaliser la matrice de notre fourchette, nous avons besoin de machines-outils capables d'usiner notre modèle de matrice préparée sous SolidWorks. L'INSA de Rouen possède certaines d'entre elles au sein du département mécanique.

## Présentation des machines outils de l'INSA de Rouen



### Centre d'Usinage C400V- UGV

Il possède un système de déplacement selon trois axes (x,y,z) pour usiner tout types de pièces.

Il est aussi équipé d'un instrument permettant de mesurer les efforts et la puissance consommée à la coupe



### Centre d'Usinage RV3 REALMECA

En plus du déplacement sur les trois axes, cette machine est équipée d'un système d'arrosage classique de la pièce et de micro pulvérisation..

## Choix de l'outil

Ces centres d'usinage sont équipés de magasins d'outils (tourelles, tables, chaînes) sur lesquels sont disposés les différents outils. Les changements d'outils équipant la (ou les) tête(s) d'usinage sont programmés en fonction de la définition numérique de la pièce.

### **Présentation des modes de numérisation**

Avant d'avoir pu commencer à travailler sur notre projet, il a fallu au préalable numériser la matrice de la fourchette afin d'obtenir le nuage de points. En effet numérise l'objet pour en générer le modèle numérique sur lequel on va ensuite pouvoir travailler. C'est ce que l'on appelle la rétro-conception. Il existe différentes manières d'obtenir le modèle numérique d'un objet, chaque technique a sa spécificité.

-L'imprimante ou le scanner 3D



Le principe du scanner 3D est simple : l'objet est introduit dans l'appareil qui prend des photographies de l'objet selon des angles connus. Le plus souvent 3 photographies suffisent. Ensuite le logiciel calcule une image numérique en trois dimensions. Ce procédé est très précis.

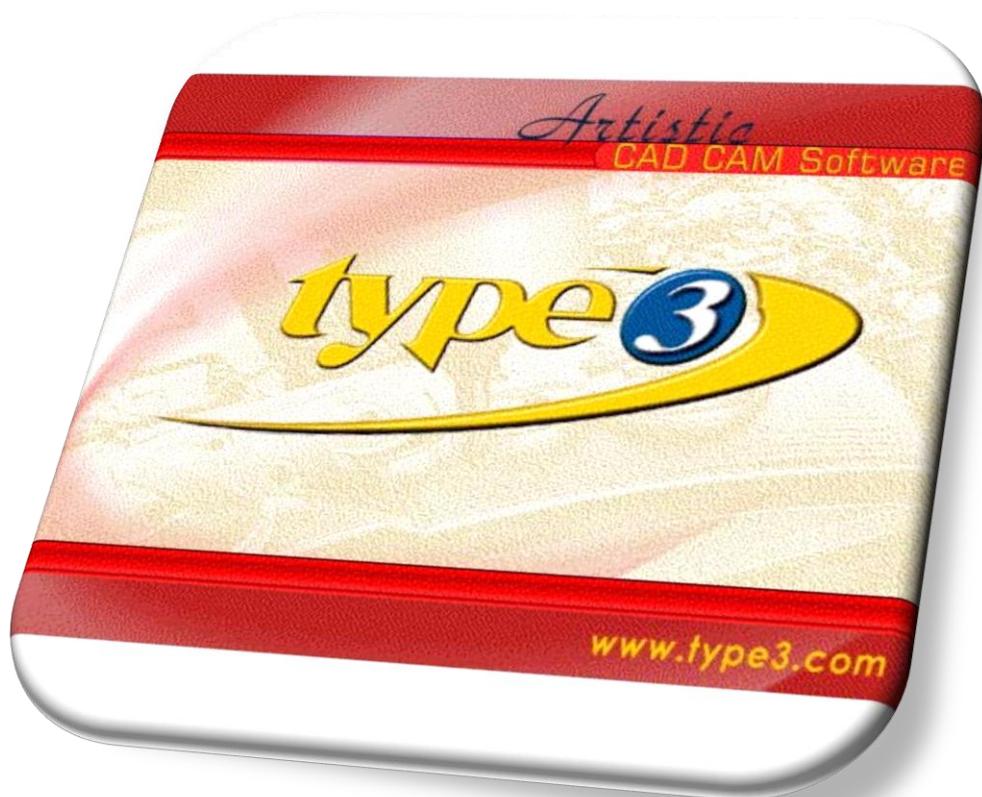
-Le palpement mécanique

Cette fois le principe est différent, une machine possédant un palpeur de diamètre et de précision variable va repérer mécaniquement les contours de la pièce en mesurant une multitude de points à partir d'une origine préalablement fixée par l'utilisateur. Les coordonnées de ces points sont ensuite transmises à l'ordinateur qui construit le nuage de points. Le procédé est assez long mais varie en fonction de la précision et du nombre de points demandés par l'utilisateur.

L'INSA de Rouen possède une machine de palpement mécanique qui a été utilisée pour obtenir notre nuage de points.

# Description des logiciels

## Description Type3



Type3 est un logiciel de fabrication de référence pour les utilisateurs de machines à commandes numériques ainsi que de conception artistique. Il permet de lier les arts graphiques avec l'industrie de la gravure typographique. Le module de Cao (Conception Assisté par Ordinateur) comprend beaucoup d'outils pour créer plus rapidement et de manière plus libre encore. Il y a également un module de FAO incorporé qui permet une qualité de finition supérieure.

Type3 est composé de 3 onglets :

- TypeEdit
- TypeArt
- Cam

## **1. TypeEdit**

TypeEdit permet de concevoir, reproduire et fabriquer n'importe quelle forme. L'on peut également manipuler textes et logos, avec à disposition une bibliothèque de polices de caractères, de formes, de logos, de symboles... TypeEdit peut également être associé à tout type de scanner. En effet, il est capable de transformer les données reçus en droites et courbes tangentes. Rappelons avant tout que TypeEdit est un logiciel de conception 2D, et que la conception 3D se fait sur TypeArt.

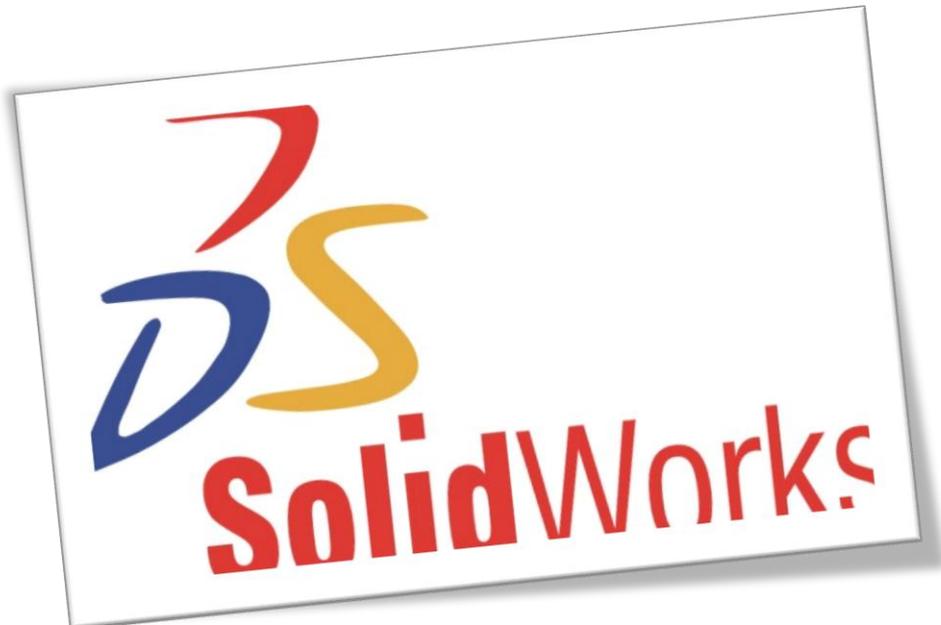
## **2. TypeArt**

TypeArt est le module permettant de manipuler les surfaces et d'en sculpter. Il permet de transformer un dessin ou une photo en une sculpture. Il permet également de combiner plusieurs objets comme une surface de base (dans ce projet cela correspond à la surface de contact de la matrice inférieure et supérieure) et le nuage de points de la fourchette. Un autre outil de TypeArt, assez sympathique à utiliser, est la visualisation en 3D du projet en cours. Cela permet de voir en trois dimensions ce que l'on réalise et voir si cela correspond bien à l'image que l'on s'en était faite.

## **3. CAM**

CAM correspond à un module de FAO (Fabrication assistée par ordinateur). Il contient déjà une bibliothèque d'outils prédéfinis mais donne également la possibilité d'en créer de nouveaux. Cet onglet permet d'entrer les différents paramètres pour le parcours d'outils ainsi que les outils à choisir en vue d'une exportation potentielle vers une machine d'usinage. Il permet aussi de visualiser en 3D le parcours d'outils.

## Description Solidworks

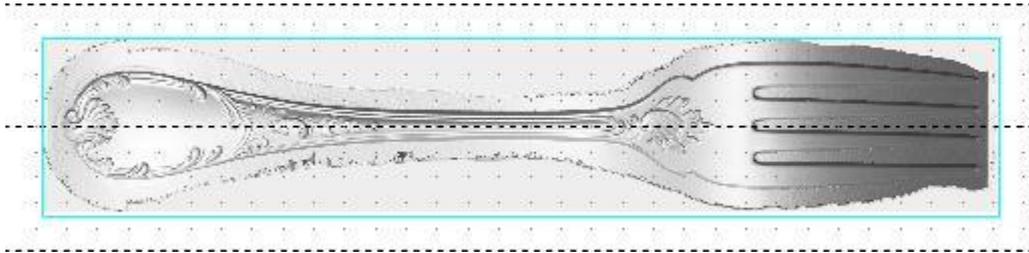


SolidWorks est un logiciel qui permet de modéliser en 3D en utilisant la conception paramétrique (il s'agit de définir une entité par des paramètres qui peuvent être modifiés facilement). Il génère 3 types de fichiers relatifs à trois concepts de base : la pièce, l'assemblage et la mise en plan. Pour nous, nous nous sommes surtout servis du premier concept. Ces fichiers sont liés. En effet, une quelconque modification à quelque niveau que ce soit est répercutée vers tous les fichiers concernés. Par exemple si on modifie une pièce, alors l'assemblage correspondant sera modifié également.

De nombreux logiciels viennent compléter l'éditeur SolidWorks, comme Type3 par exemple. Des utilitaires orientés vers certains métiers comme pour la tôlerie, bois, BTP... mais aussi des applications de simulation mécanique voire même des images de synthèse travaillent à partir des éléments de la maquette virtuelle.

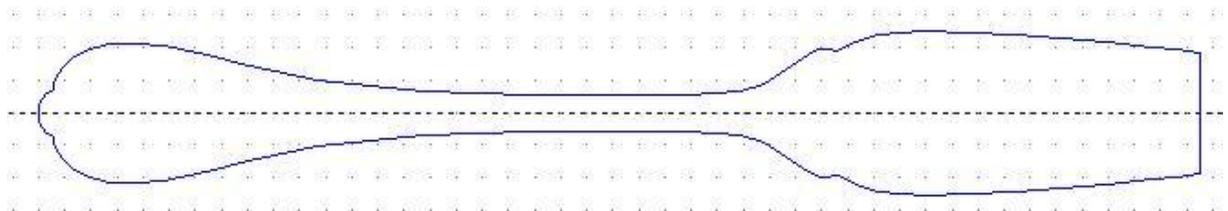
# Réalisation sous TypeEdit

Tout d'abord M Dhaouadi, après avoir palpé la matrice avec une machine, nous a donné une numérisation sous type 3, nous permettant d'avoir une ébauche générale de la forme à obtenir.



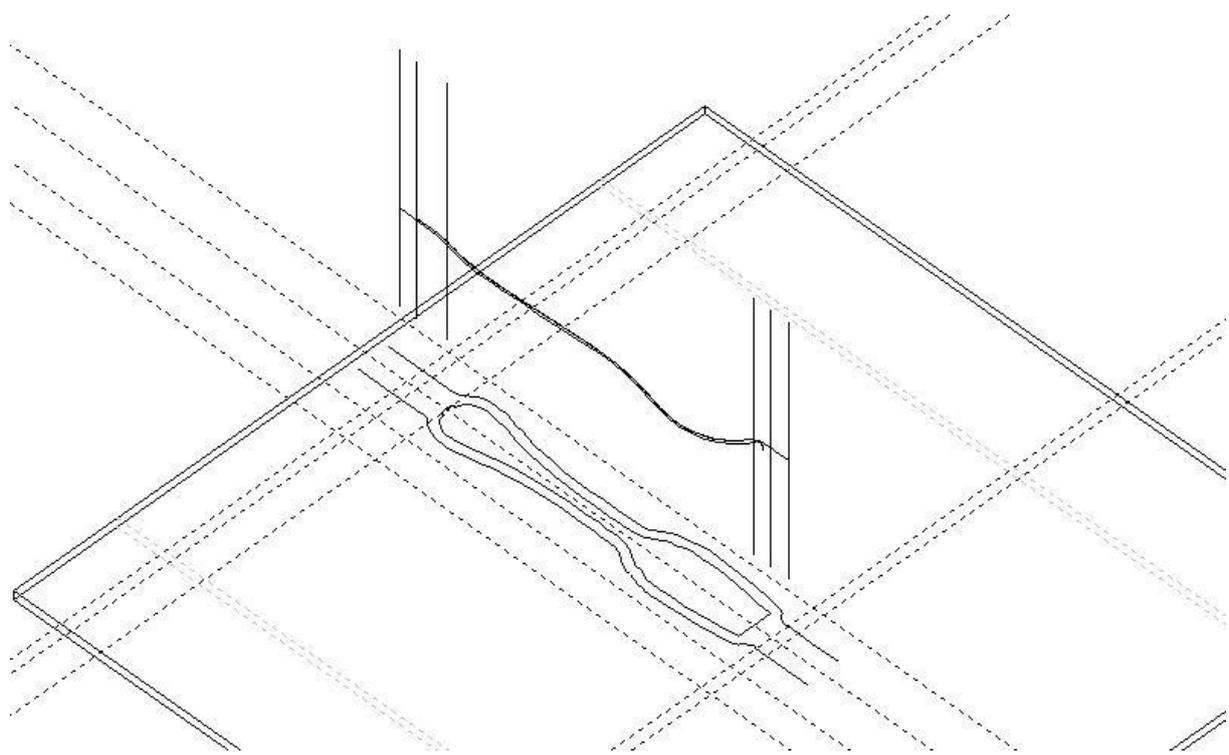
Par la suite, comme nous n'avons jamais utilisé type3, M. Dhaouadi nous a montré un peu comment cela fonctionnait en plaçant le nuage de point à l'origine (0,0) en effectuant des rotations et des translations avec différents outils de TypeEdit. En effet, le scan que l'on obtient après avoir palpé la matrice n'est pas toujours positionné comme on le souhaiterait

Ensuite nous avons tracé une courbe autour de la forme générale au moyen du crayon de Bézier (l'équivalent de l'outil spline sous SolidWorks) en vue 2D.



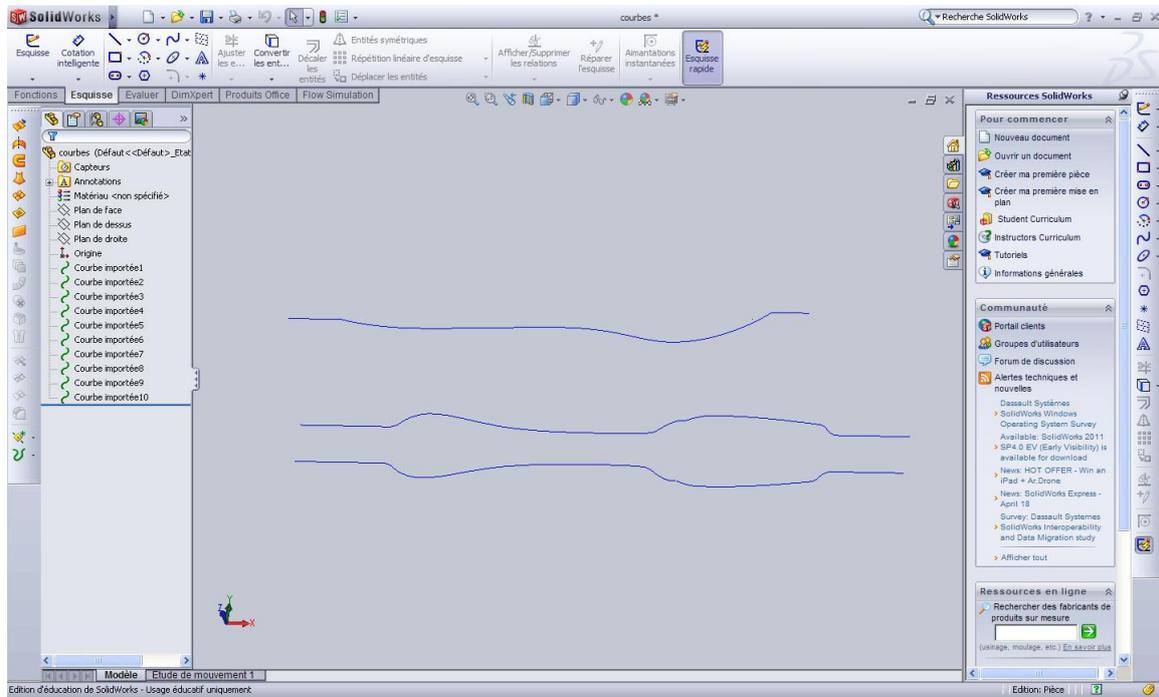
On sélectionne le contour que l'on vient de tracer et l'on fait un copier de cette courbe.





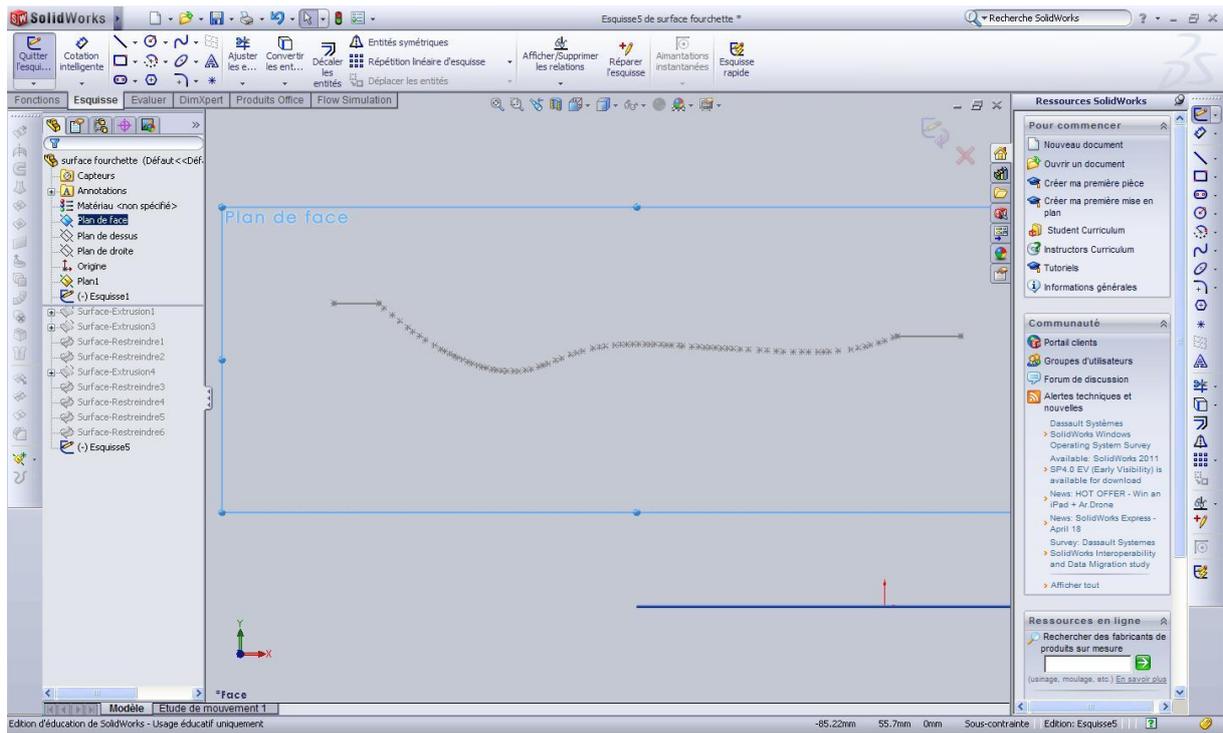
# Réalisation sous SolidWorks

Tout d'abord nous avons importé les courbes faites sous TypeEdit

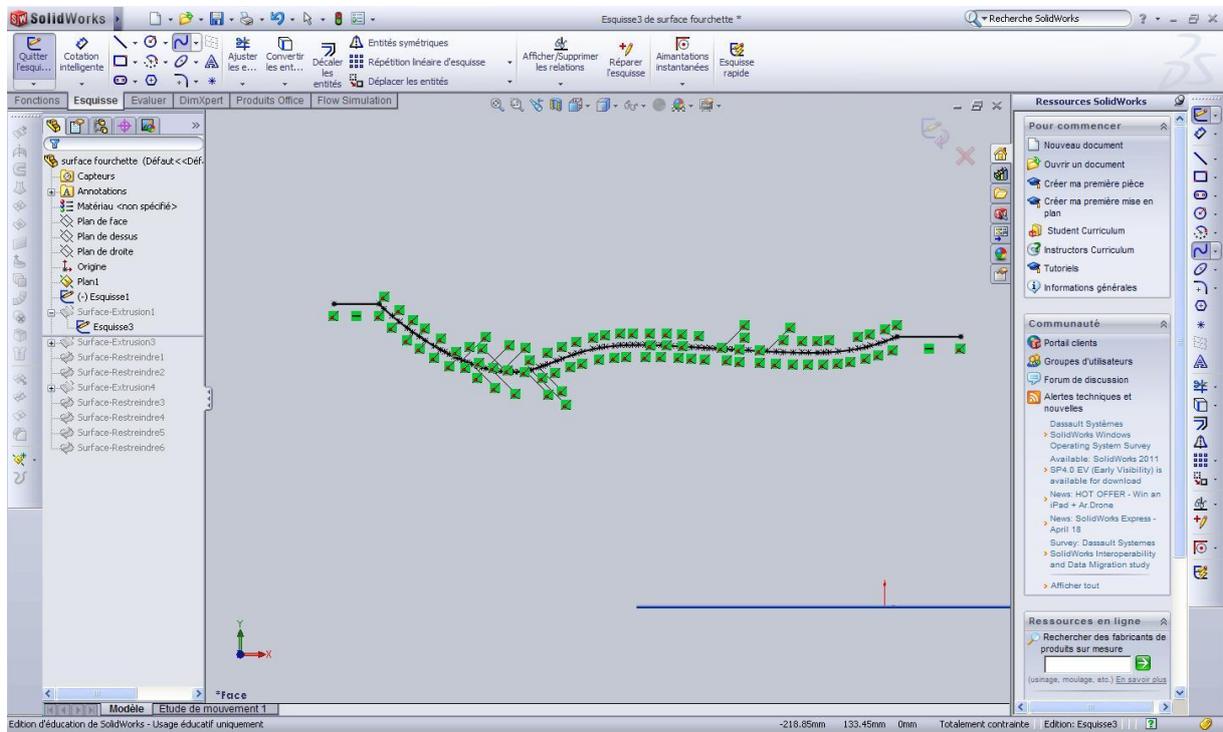


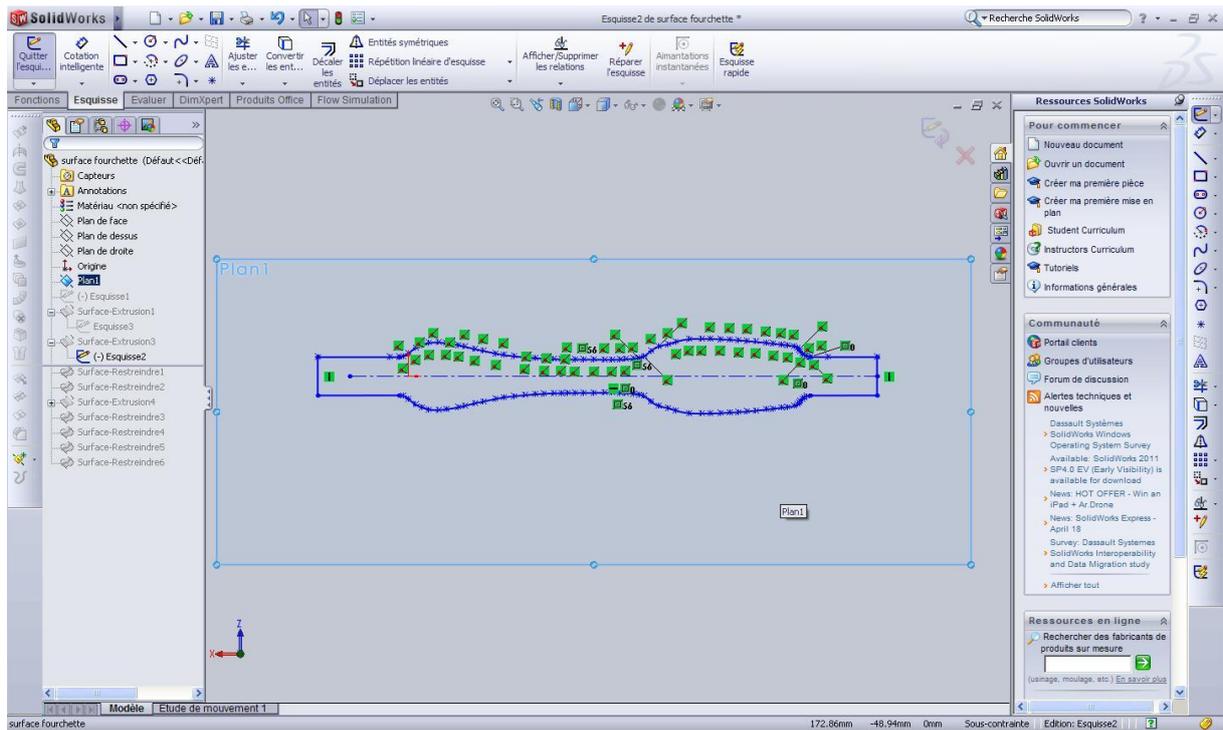
Cependant, SolidWorks considérait une courbe comme étant constituée de plusieurs courbes. Il nous était donc impossible d'extruder pour avoir de la matière... Pour résoudre ce problème, nous avons tenté de fusionner les courbes, cependant, il ne voulait toujours pas extruder les courbes.

Après avoir réfléchi au problème, nous avons décidé de nous mettre dans un plan normal à une courbe, puis de mettre un zoom puissant sur la courbe et enfin de placer beaucoup de points tout au long de la courbe.

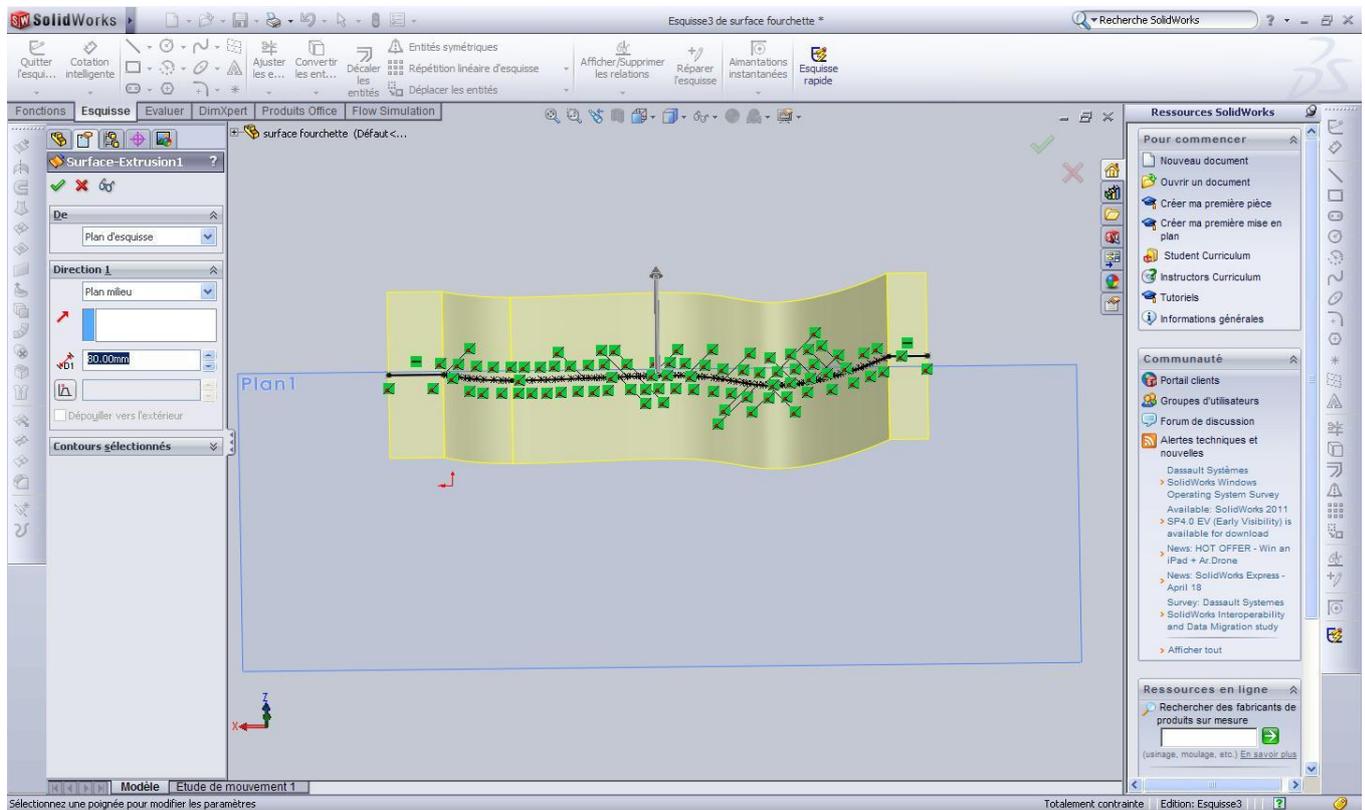


Ainsi, nous avons notre nuage de points suivant la courbe donnée. Nous avons ensuite utilisé l'outil spline (un crayon qui permet d'esquisser des courbes). Et nous sommes repassés par tous les points que nous avons marqués. Nous obtenions ainsi une courbe suivant parfaitement la courbe initiale que nous avons importée.

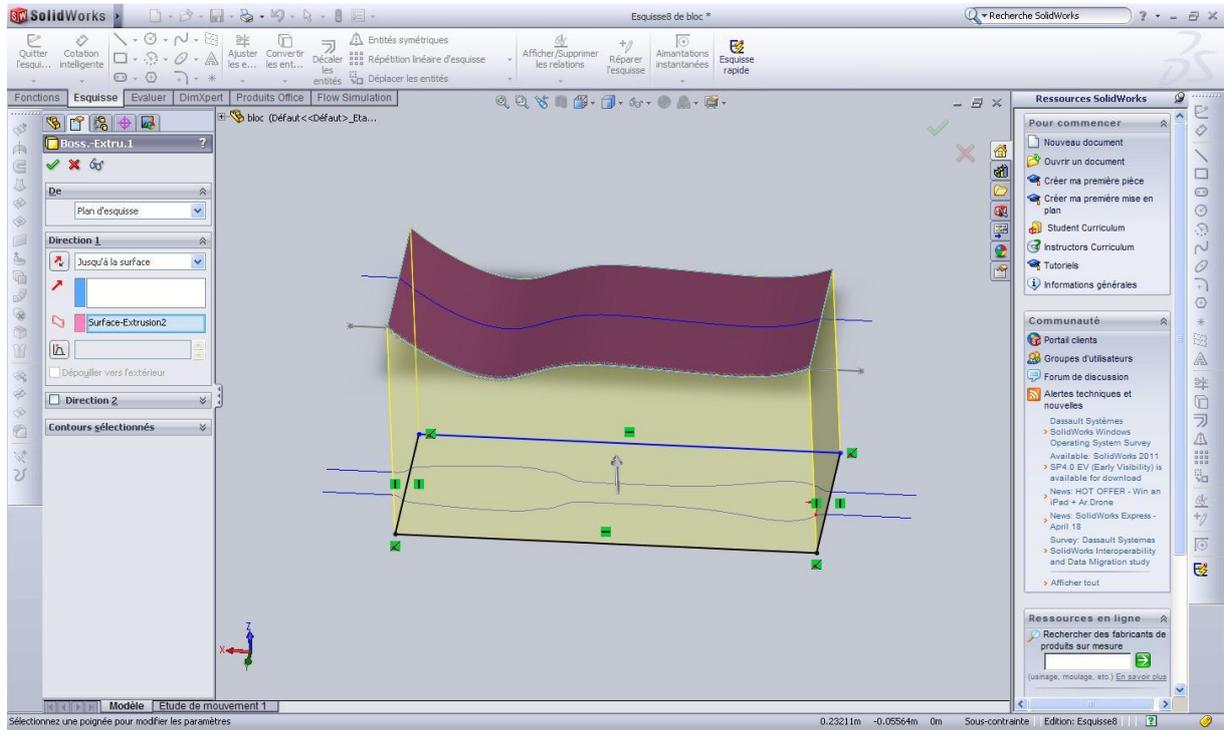




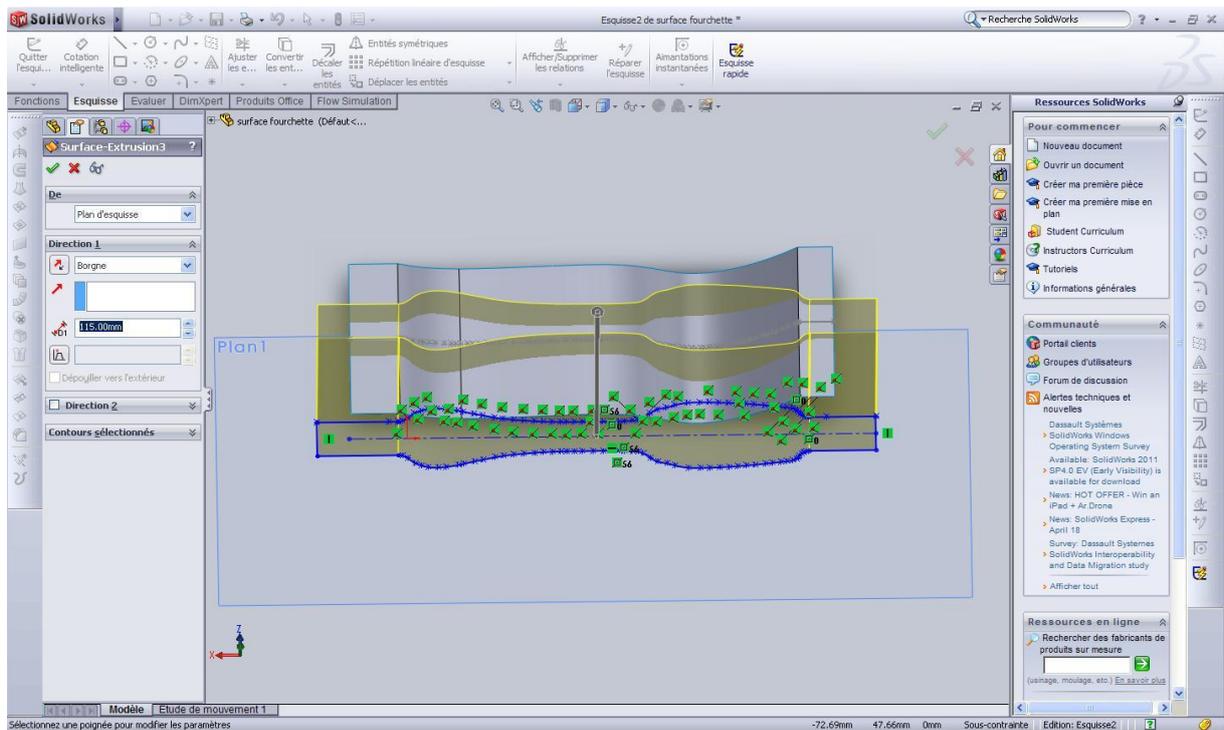
Après cela, nous avons du apprendre à utiliser l'outil surface. En effet, nous n'étions pas habitués à utiliser cet outil. Après un léger apprentissage, nous avons donc extrudé la surface, avec comme modèle la courbe du dessus.



Ensuite, comme nous ne maîtrisons pas trop l'outil surface, nous avons voulu extruder la surface en un seul bloc. Ainsi nous souhaitons obtenir le bloc final que nous allons utiliser.



Cependant, nous avons réalisé par la suite que cette méthode ne fonctionnait pas réellement et nous rencontrions certains problèmes. Nous nous sommes donc résignés à utiliser l'outil surface. Nous avons donc extrudé la surface avec la courbe du dessous.



# Réalisation sous TypeArt

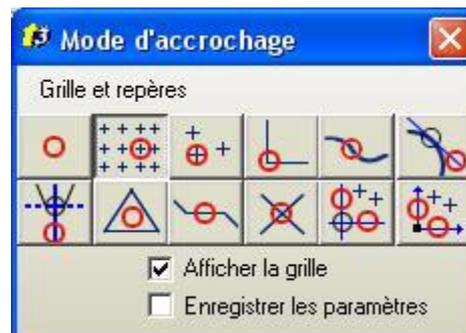
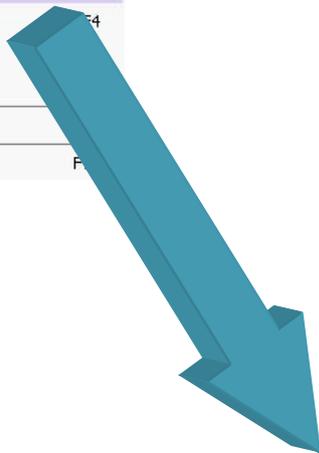
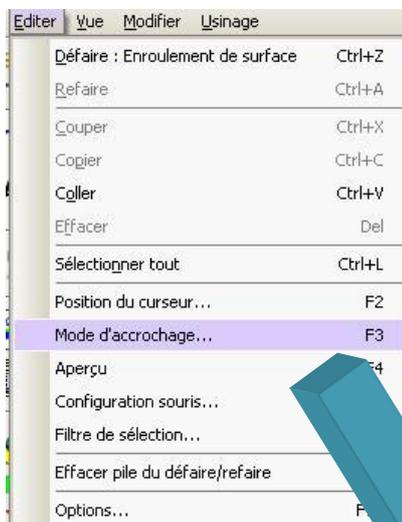
## Création des maillages

Dans cette partie on commence par importer la surface réalisée sous Solidworks. Ensuite on effectue la même opération que précédemment avec l’empreinte intérieure. SolidWorks nous permet alors d’obtenir une autre surface.

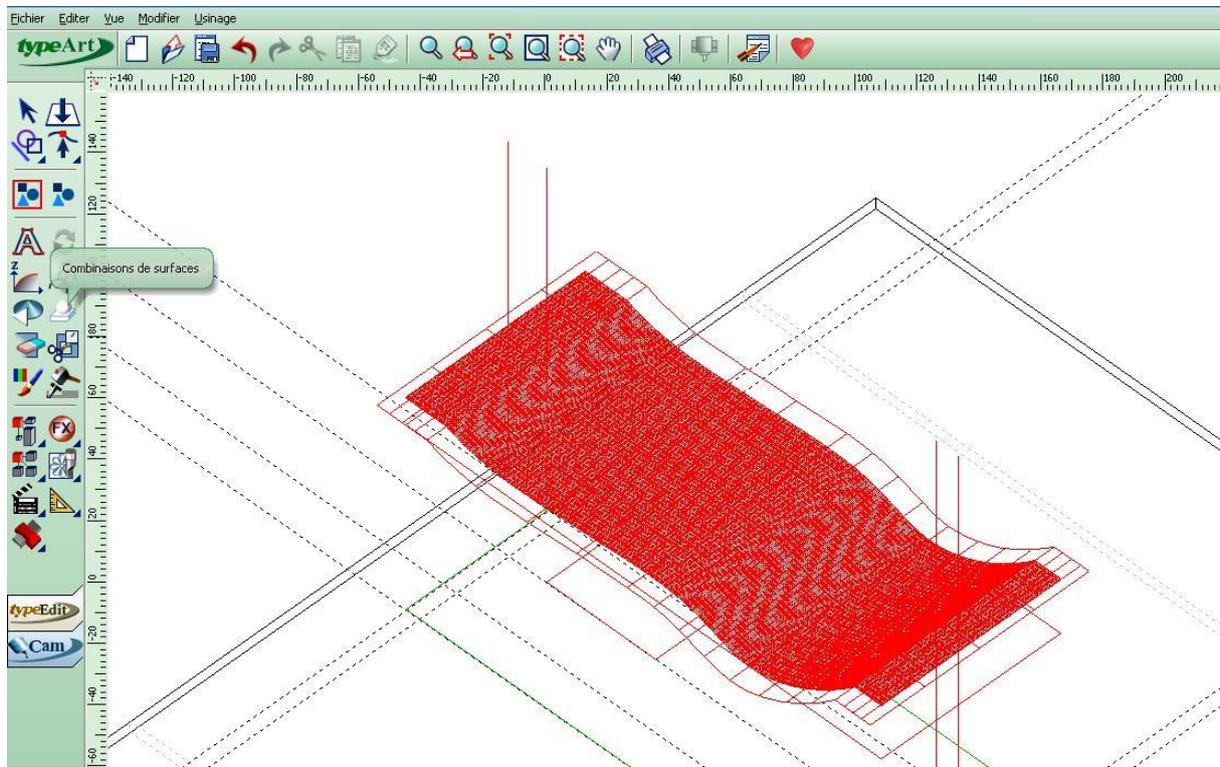
On fait un maillage grâce à la première surface, cela sert à usiner la matrice industrielle par la suite.

Ensuite on copie la première surface dans un nouveau plan, puis on trace le contour de l’empreinte avec un rectangle.

Pour cela, on se place en vue 2D et on fait les quatre arêtes du rectangle en bougeant les réglettes. Suite à ça, on trace le rectangle avec l’outil *ad-hoc* puis F3 (accrochage grille et repère).



Ensuite on clique sur l'onglet type art

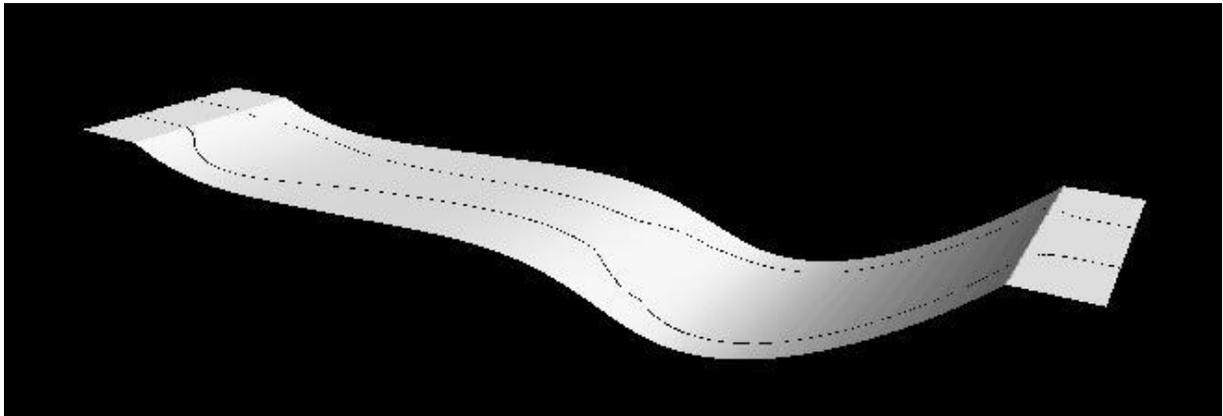


On sélectionne alors la surface et son empreinte (en rouge) puis, on clique sur le bouton « combinaison de surfaces » et on remplace donc la surface par le maillage avec une résolution de 0,05 mm. Autrement dit, cela représente l'espace entre deux points. On obtient donc le premier maillage.

On passe ensuite à la deuxième surface. Ce maillage va correspondre aux dégagements auquel on applique une résolution similaire. On obtient ainsi le deuxième maillage.

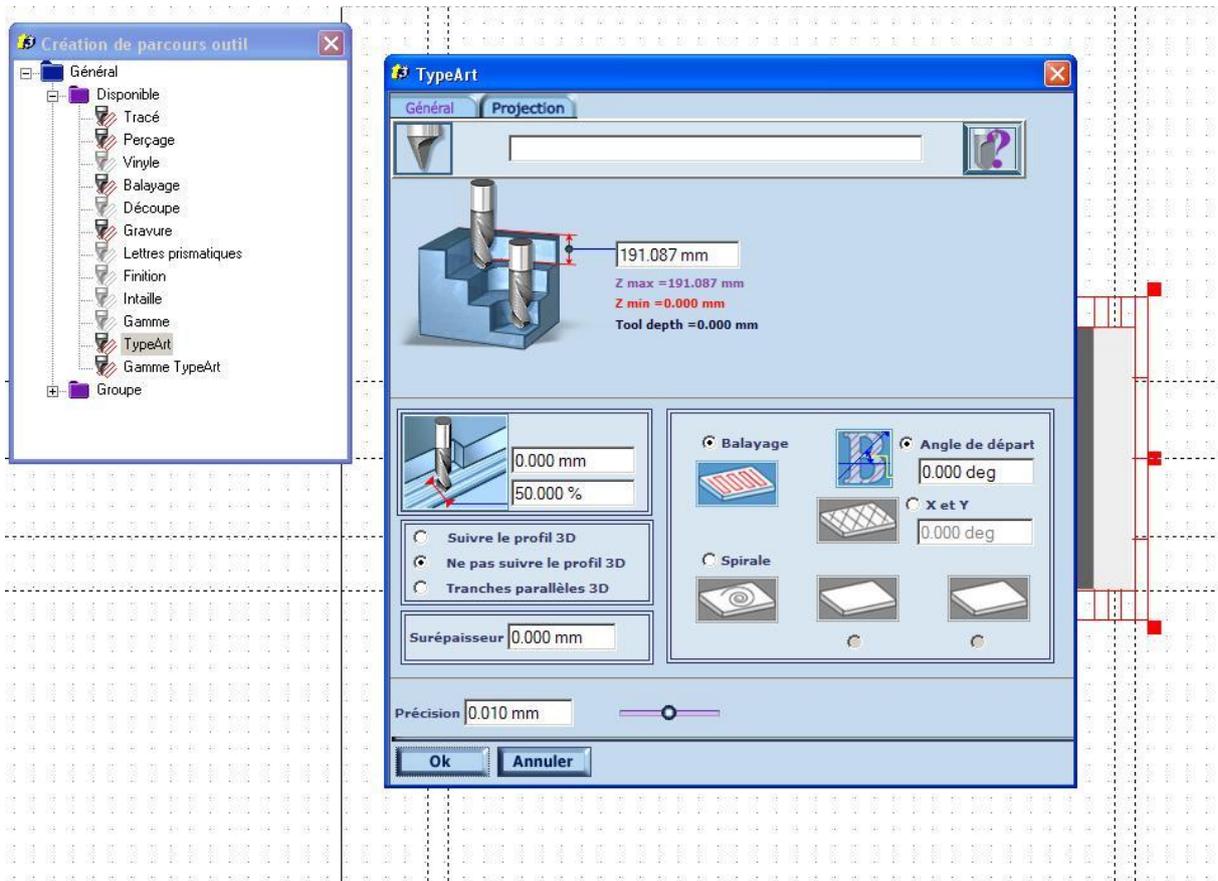
On choisit maintenant de prendre une empreinte de plus petite taille dans un nouveau plan, et on copie la première surface puis on trace l'empreinte de sorte que le contour extérieur que l'on a créé précédemment à l'aide de l'offset puisse rentrer dedans. On fait la même opération ensuite dans Type Art avec cette fois une résolution plus petite de 0,02mm, ce qui permettra d'être plus précis. Nous obtenons donc le troisième maillage.

Avec l'outil visualisation Type Art, on obtient



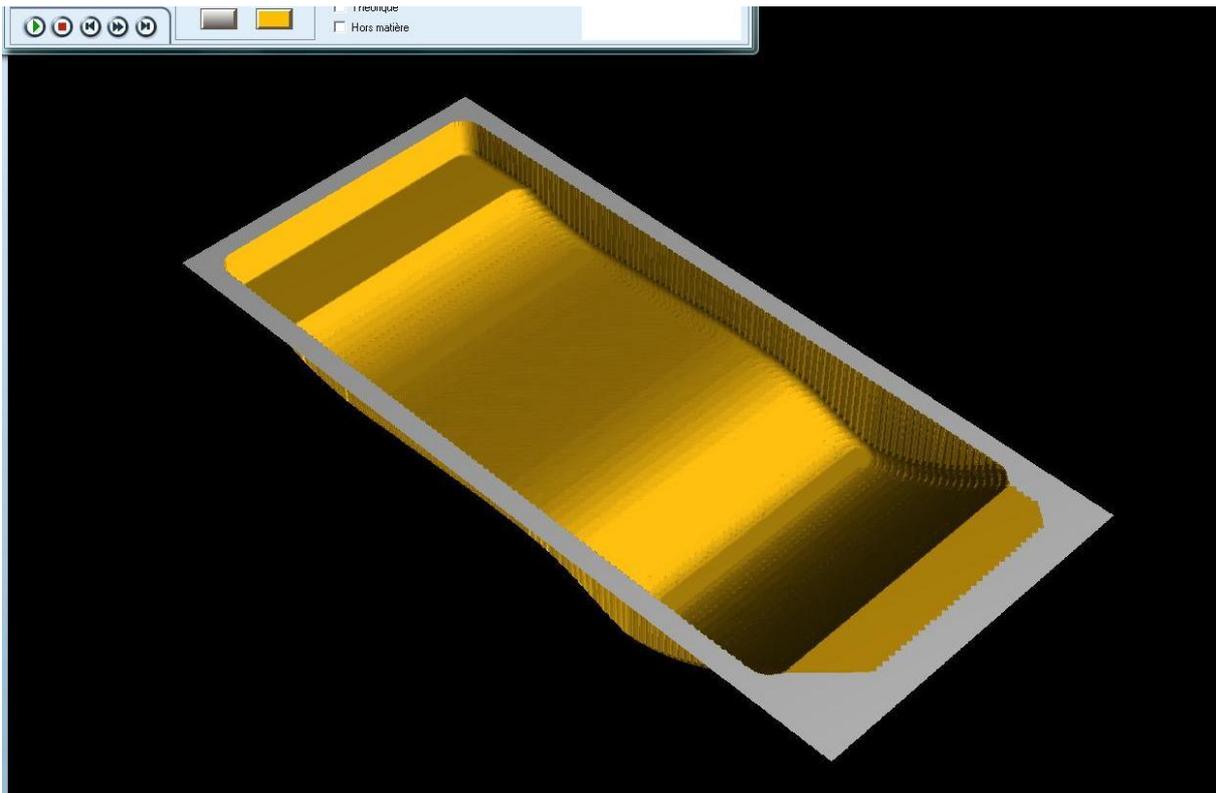
## Parcours d'outils

On passe maintenant à la création du parcours d'outil. On clique sur « création d'un parcours d'outil » dans l'onglet CAM.

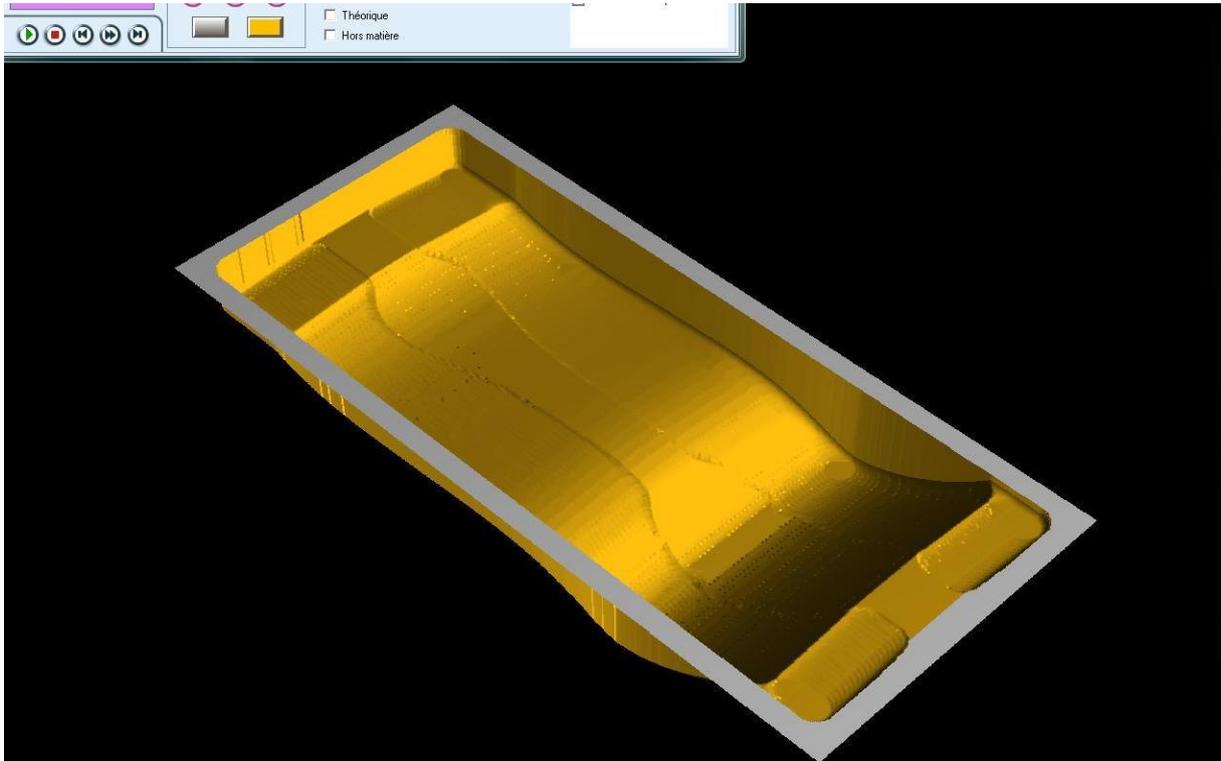


Pour ce qui suit, monsieur Dhaouadi nous a été d'une grande aide. En effet, pour la valeur des données à entrer, étant donné que nous ne connaissions rien dans ce domaine, M. Dhaouadi a rentré les données avec nous. Pour le premier maillage M. Dhaouadi nous a conseillé de prendre une fraise sphérique de diamètre 12 pour avoir l'ébauche générale. Pour le parcours, il vaut mieux choisir un parcours en spirale, car l'outil s'abime lorsqu'il sort de la pièce à usiner. Au moins avec le parcours en spirale, l'outil reste dans le bloc à usiner, il n'y a pas le choc répété du fait d'entrer ou de sortir de la pièce.

Ensuite, après avoir configuré le parcours d'outil pour l'ébauche on peut regarder la simulation NC pour voir ce que ça donne en vrai.

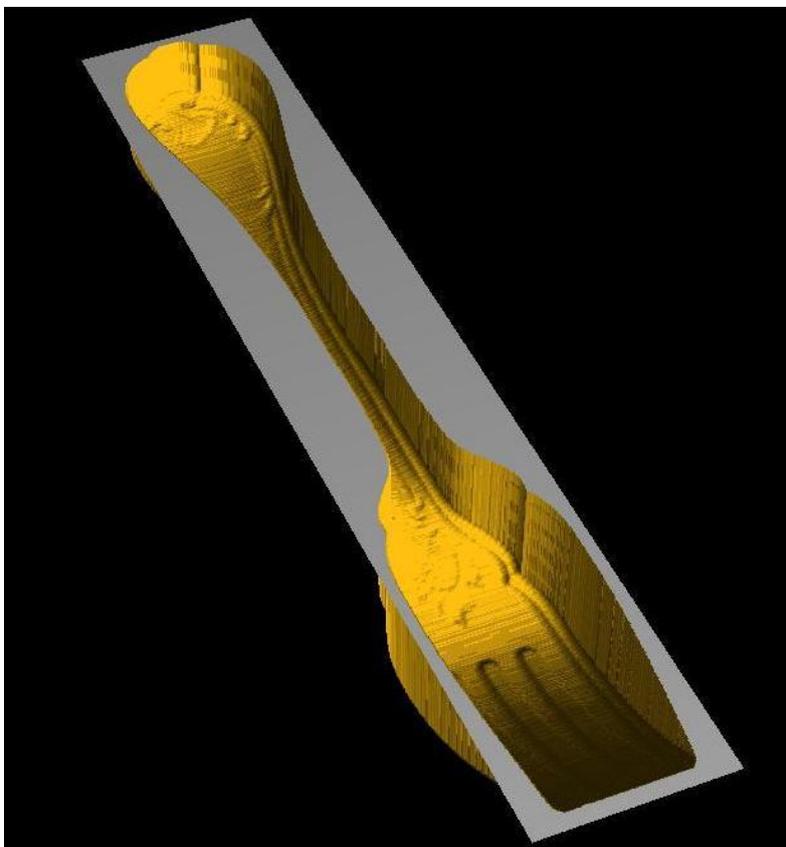
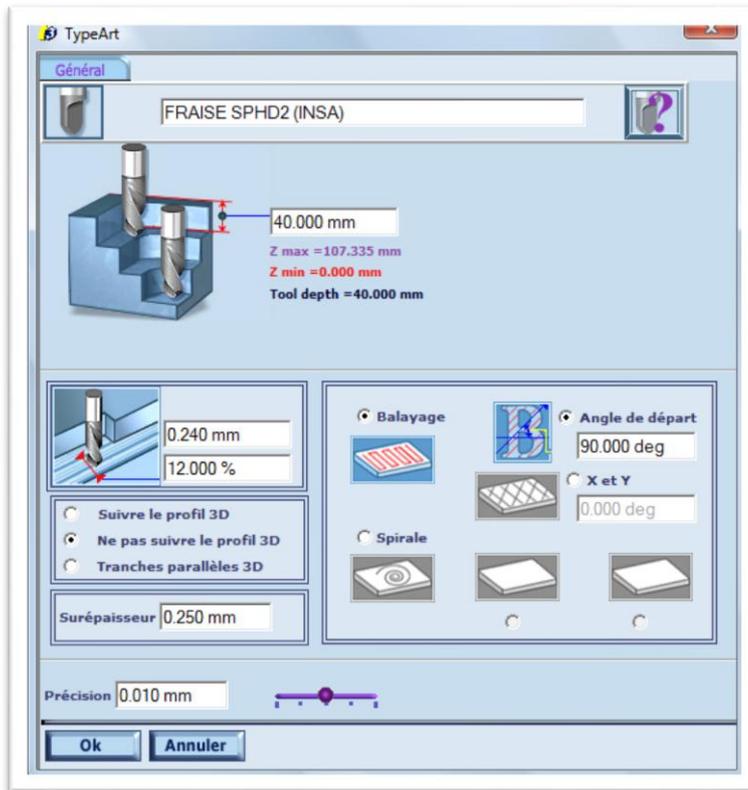


On fait pareil pour le deuxième maillage :

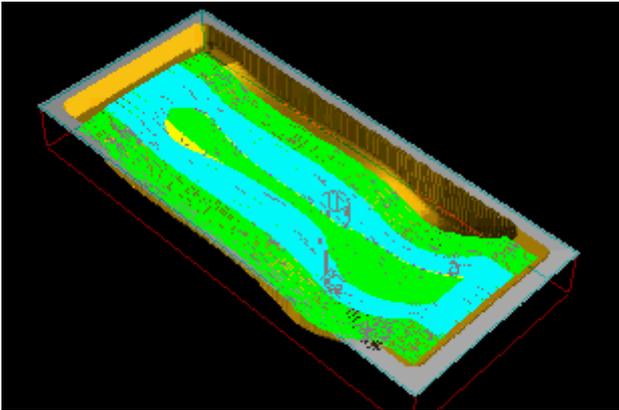
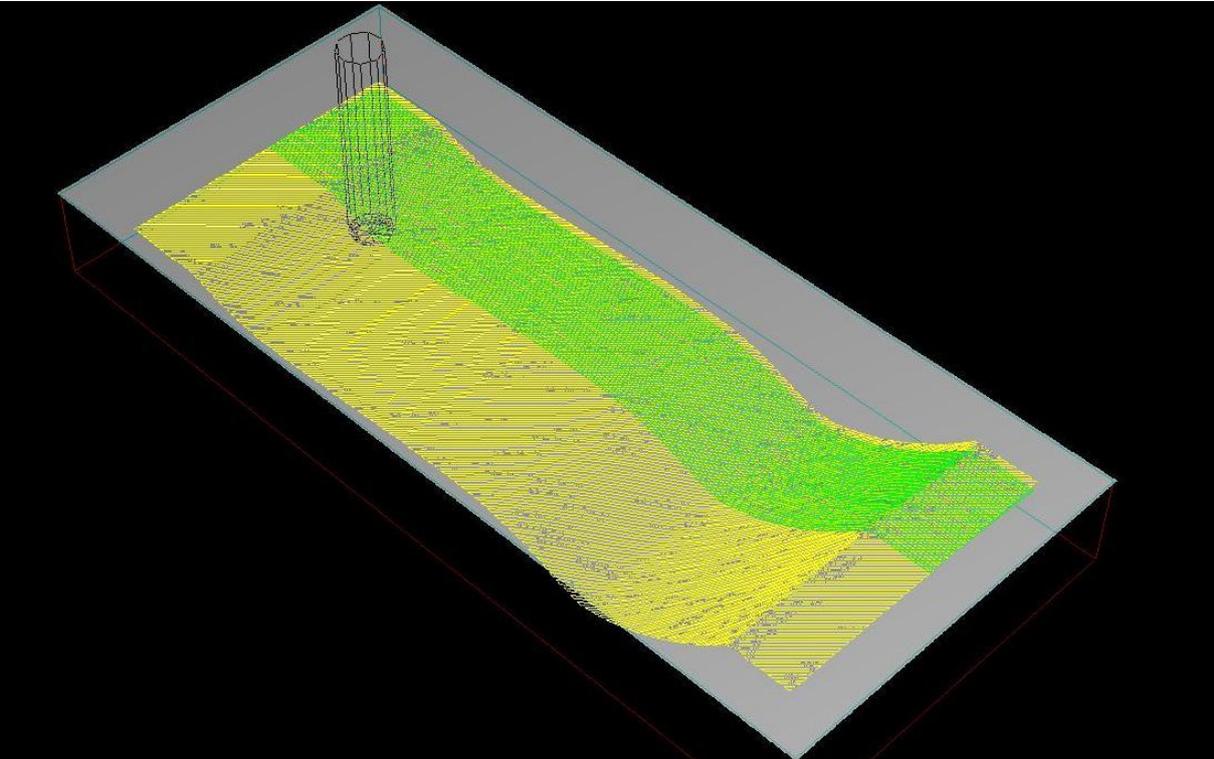


Maintenant pour la finition du cambre, on entre des paramètres plus précis, pour à l'état de finition du cambre. Le but étant de choisir des fraises avec des diamètres de plus en plus petits en laissant une surépaisseur de plus en plus fine pour avoir un travail de plus en plus précis. On utilise au début une fraise de 12 puis une fraise de diamètre 3 avec une surépaisseur de 0.4 mm ensuite une fraise de 2 avec surépaisseur de 0.25mm puis fraise de 1 avec aucune surépaisseur pour les finitions.

Ainsi, pour le troisième maillage, pour faire la demi-finition de l'empreinte, on utilise une fraise de diamètre 2 pour avoir une meilleur précision. Et on rentre les paramètres suivants :



On obtient ainsi la simulation finale de l'ensemble :



Sinon pour les dessins, en industrie et pour un gain de temps et d'argent on utilise la méthode d'électro-érosion. L'électro-érosion est un procédé d'usinage qui permet d'enlever de la matière en utilisant de grosses décharges électriques. Cette technique permet donc d'usiner tous les matériaux conducteurs d'électricités, quelque soit leur dureté. Le procédé d'usinage consiste à faire passer un courant dans un diélectrique, dans le but de recréer le phénomène de la foudre qui frappe le sol. L'action du courant, de très forte intensité, ionise un canal à travers le diélectrique. Un arc électrique se crée de l'électrode vers la pièce à usiner permettant de détériorer la pièce très localement (de l'ordre du nanomètre carré). L'inconvénient est que la vitesse d'usinage n'est pas très élevée, entre 0.2 et 10 mm par minute. Néanmoins l'usinage est très précis, puisqu'on peut facilement atteindre plus ou moins 5 micromètre sur la cote désirée.

# Conclusion

En conclusion nous pouvons dire que ce projet a été très enrichissant tant au niveau humain qu'au niveau de la CAO. En effet, durant ce projet nous avons pu travailler en équipe et profiter des connaissances de tous les membres du groupe ainsi que comprendre les bases de l'utilisation de type 3. Ce n'est pas tout : nous avons aussi pu approfondir nos connaissances au niveau du logiciel SolidWorks dont nous avons commencé l'apprentissage principalement cette année. Pour finir ce projet nous a permis de bien comprendre les tenants et les aboutissants de la conception d'une pièce par CAO. En effet, tout au long de ce projet nous avons travaillé sur les étapes qui précèdent l'usinage d'une pièce à grande échelle et ce en travaillant avec un professionnel : M. Bourgeois.

L'usinage de la matrice n'a néanmoins pas pu être fait en raison de coûts trop élevés en argent et en temps bien que tout soit prêt pour l'usinage de la pièce.

## **Problèmes rencontrés**

Cependant, il y a un point négatif qui a gêné le bon déroulement de notre projet : le manque de clés type 3. Effectivement nous devions les partager entre les groupes et lors de certaines séances nous n'avons pas pu travailler sur le logiciel. Cela a eu un impact sur notre travail car nous aurions pu approfondir encore le projet si nous avions eu les clés à chaque séance.

Nous avons aussi eu du mal dans les premiers temps à nous familiariser avec les logiciels tels que type 3. Cela nous a également retardés dans notre avance sur le projet. Étant donné que nous étions novices en matière d'utilisation de type3, il nous a fallu quelques séances pour nous habituer au logiciel, et heureusement que M Dhaouadi était là pour nous aider.

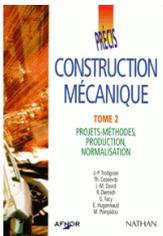
# Remerciements

Nous souhaitons remercier tout particulièrement Monsieur DHAOUADI, professeur encadrant, pour toute l'expertise, les connaissances et le soutien qu'il a apporté durant notre travail. Ainsi que monsieur BOURGEOIS, pour ses explications claires et très utiles.

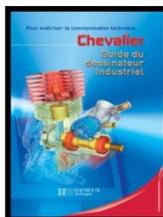
## Sources & logiciels

✚ Professeurs : Monsieur DHAOUADI, Monsieur BOURGEOIS.

✚ Livres :



*Construction mécanique* tome 2. Nathan, Septembre 1996.



*Guide du Dessinateur Industriel*. Hachette, janvier 2003.

✚ Logiciels :

**TypeEdit.** Logiciel de CAO.

**Solidworks.** Logiciel de CAO.

**Paint** Logiciel de retouche photo.