

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

FACULTE : Technologie

DEPARTEMENT : Génie Mécanique

N° :



DOMAINE : Sciences et Technologie

FILIERE : Génie Mécanique

OPTION : Productique

Mémoire présenté pour l'obtention
Du diplôme de Master Académique

Par: HAFIDI Saida

Intitulé

**Modélisation géométrique par rétro conception
d'une pièce complexe**

Soutenu devant le jury composé de:

SLAMANI Mohamed	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Président
AMROUNE Salah	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Rapporteur
MENASRI Noureddine	Université Mohamed Boudiaf - M'sila	Examineur

Année universitaire : 2016 /2017

Remerciement

Je remercie ALLAH le tout puissant de m'avoir donné le courage et la volonté de mener à ce terme ce présent travail

J'adresse le grand remerciement Mr. Amroune Salah enseignant au département de génie mécanique, Université de M'sila, encadreur de mon thèse de Master, pour la confiance qu'il m'a accordé en me proposant ce thèse. De plus, son enthousiasme et sa confiance qui m'ont donné les motivations nécessaires pour réaliser ce travail.

Je veux également remercier le directeur de l'unité de recherche CNC monsieur Rezoug zeglache Djamel et le chef de service monsieur Bessai Abdelkarim, je remercie encore monsieurs : Redoui Abdelhak, Arselen Mustapha, Boukers Walid.

Sommaire

Tables des matières

Remerciements

Table des matières

Liste des figures

Notations

Introduction générale.....02

Chapitre I : généralité sur la rétro conception

I.1. Introduction.....04

I.2.Définition de la rétro conception.....05

I.3.Le principe de rétro conception.....06

I.4.Les raisons industrielles du rétro-conception.....07

I.5.Les logiciels utilisés pour la rétro conception.....10

Chapitre 02 : Les méthodes de la rétro conception

II.1.Introduction.....18

II.2.Rétro conception de pièce à partir de scanning laser 3D.....18

II.3.Reconstruction des surfaces à partir d'image.....21

II.3.1. Sketch Tracer.....21

II.3.2. Présentation de méthode.....21

II.4.reconstruction 3D par stéréovision.....23

II.5.Reconstruction 3D par MMT.....25

II.5.1. Principe de MMT.....	25
II.5.2. Principe du logiciel associé à la MMT.....	26
II.5.3. Principe de palpage	27
II.5.4. Le module de surface gauche.....	27
II.6. Conception des surfaces.....	28

Chapitre 03 : Rétro conception à partir d'un scanner 3D de type FARO

III.1. Introduction.....	33
III.2. Propriétés de scanner FARO.....	34
III.3. Scanner d'une ailette turbine partie compresseur.....	35
III.4. Traitement des données.....	39

Chapitre 04 : Fabrication Assistées par Ordinateur FAO

IV.1. Généralité sur la FAO	58
IV1.1. FAO (CAM).....	58
IV.2. Les centres d'usinage 5 axes.....	59
IV.2.1. Développement des machines	59
IV.2.2. Description	60
IV.2.3. Quelques opérations qui trouvent dans les centres usinage	61
IV.2.4. Les points forts.....	62
IV.3. Partie FAO (Usinage de ailette)	63

IV.3.1. Les ateliers d'usinage dans un CATIA V5	63
IV.3.2. Etude l'usinage de l'ailette par CATIA V5.....	64
Conclusion générale.....	71

Annexes

Références bibliographiques

Résumé

Liste de figures :

Figure I.1 : Les étapes de la méthode de rétro-conception ;

Figure I.2 : La rétro-conception d'une aube de turbine usée ;

Figure I.3 : Exemple de rétro-conception de l'imprimerie (**a**-une photo de l'imprimerie **b**-modèle CAO) ;

Figure I.4 : La rétro-conception d'une barre de stabilisatrice ;

Figure I.5 : Rétro-conception d'un bouchon de voiture (Delahaye) ;

Figure I.6 : La rétro-conception d'une pompe de direction assistée ;

Figure I.7 : L'opération d'extrusion ;

Figure I.8 : Exemple de rétro-conception avec Geomagic ;

Figure I.9 : Exemple de rétro-conception avec CATIA ;

Figure I.10 : Exemple d'une pièce industrielle rétro-conçue avec 3DReshaper ;

Figure I.11 : Rétro-conception d'engrenage ;

Figure I.12 : Numérisation d'électrode (**a**-L'électrode est automatiquement numérisée **b**-le modèle CAO) ;

Figure II.1 : Numérisation d'une forme quelconque (électrode) ;

Figure II.2 : Scanne de pièce moins complexe (électrode) ;

Figure II.3 : Nuage de points résultant d'un cycle d'acquisition par scanning laser ;

Figure II.4 : Le modèle CAO ;

Figure II.5 : Exemple d'une pièce de forme quelconque ;

Figure II.6 : Les paramètres de l'esquisse ;

Figure II.7 : Le modèle géométrique ;

Figure II.8 : Dispositif utilisé dans la stéréovision ;

Figure II.9 : Le principe de stéréovision ;

Figure II.10 : Machine à mesurer tridimensionnelles MMT (Université de M'sila) ;

Figure II.11 : Machine à mesurer tridimensionnelles MMT MXF 203 (MEI SONLGAZ M'sila) ;

Figure II.12 : Palpeur de la MMT (Université de M'sila) ;

Figure II.13 : Le fichier GSD_PointSplineLoftFromExcel ;

Figure III.1 : Scanner 3D de type FARO (MEI SONLGAZ M'sila) ;

Figure III.2: La pièce de forme complexe (a- la pièce scanné, b- le modèle CAO) ;

Figure III.3 : Le produit liquide de type SHERWIN ;

Figure III.4 : Le plan choisir ;

Figure III.5 : Le plan de logiciel de scanner ;

Figure III.6 : Disposition expérimental (a- début de scanne, b- fin de scanne) ;

Figure III.7: Le nuage de point ;

Figure IV.1 : La chaine numérique ;

Figure IV.2 : Centre d'usinage 5 axes (MEI) ;

Figure IV.3 : Centre d'usinage 3 axes (Université de M'sila) ;

Figure IV.4 : Les ateliers d'usinage dans un CATIA V5 ;

Figure IV.5 : Le programme G-Code (a. Le premier partir de programme b. Le dernier partir de programme) ;

Notations :

CAO : Conception Assistée par Ordinateur ;

DES: Digitized Shape Editor;

QSR: Quick Surface Reconstruction;

MMT : Machine à Mesurer Tridimensionnelle ;

FAO : Fabrication Assistée par Ordinateur ;

NURBS: Non-Uniform Rational Basis Spline;

IGES: Intial Graphics Exchange Specification ;

MEI: La société de Maintenance des Equipements Industriels ;

MOCN: Machine-outil à Commande Numérique ;

MIT: Masschusetts Institue of Technology;

CNC: Computer Numerical Control;

ISO: International Organization for Standardization;

Introduction général

Introduction général :

Lors des dernières décennies, la modélisation géométrique est devenue un outil précieux pour diverses applications dans de nombreux domaines tels que la conception industrielle, comme les voitures, les bateaux etc.

La retro conception 3D des surfaces des pièces par des moyens de mesures tridimensionnelles permet de donner en un temps relativement court une image des surfaces 3D sous forme d'ensembles des points. Les domaines d'utilisation de la retro conception sont très variés : la mécanique, l'art, l'architecture... . En ce qui nous concerne, nous nous intéressons à son application dans le domaine du génie mécanique pour des applications de duplication de formes qui consiste à reproduire la copie d'un objet à partir de ses surfaces numérisées.

Dans ce contexte on a fait une étude sur la rétro conception des formes complexes, pour atteindre cet objectif, on a subdivisé notre travail en quatre chapitres

Dans le premier chapitre nous avons fait une étude théorique sur la rétro conception avec un aperçu sur leur technologie. Et dans le deuxième chapitre on a présenté les différentes méthodes de rétro conception.

Le troisième chapitre a été réservé à la méthode de rétro conception, on a choisi une forme complexe (ailette d'une turbine à gaz) et on a procédé à la numérisation de cette pièce à l'aide d'un scanner FARO, on tient à signaler que ce travail a été réalisé dans l'entreprise MEI (Sonlegaz Draa Alhadja M'sila).Après l'acquisition des données sous forme de nuage de points (Fichier texte),

On a fait la reconstruction de la forme avec le logiciel CATIA V5. La partie fabrication a été réservé pour le chapitre quatre. Et à la fin on a clôturé notre étude par une conclusion générale.

Chapitre I :
Généralités sur la rétro conception

I.1.Introduction

La rétro-conception transforme, dans le concept de modélisation, un modèle de niveau de concept spécifique en modèle d'un niveau de concept plus élevé; ce qui constitue une étape largement reconnue comme étape déterminante dans le cycle de conception du produit.

La rétro-conception s'oppose à l'ingénierie directe qui est un processus produisant les pièces physiques à partir du modèle géométrique. Beaucoup de techniques ont été développées et exposées dans une vaste littérature [1-5, 8] sur la rétro-conception.

La méthodologie de la rétro conception a été combinée avec de nombreuses méthodes de modélisation telles que la modélisation géométrique et la modélisation par les caractéristiques. La reconstruction en trois dimensions (3D) est une des branches principales de la rétro-conception où un objet physique est transformé en modèle géométrique de diverses représentations [6].

I.2.Définition de la rétro conception

La rétro-conception ou la rétro-ingénierie (en anglais : reverse engineering), est une activité qui peut être utilisée dans plusieurs domaines tels que l'ingénierie mécanique, électrique, génie civil, informatique, médicale, aéronautique, ingénierie navale, etc...

En ingénierie mécanique, la rétro conception est l'activité qui consiste à réaliser des fichiers CAO (Conception Assistée par Ordinateur) à partir de l'objet physique. Plus précisément, la rétro conception est le concept fondamental de la fabrication d'une pièce en se basant sur son modèle original ou physique sans l'utilisation d'un dessin technique.

Dans le domaine de la conception mécanique, la rétro conception fait partie d'un processus global débutant par la numérisation de la pièce d'étude, ce qui termine à la génération d'un nuage de points. Les domaines d'application de la rétro conception peuvent être très divers. En effet, la rétro conception concerne le prototypage virtuel, la métrologie, la sauvegarde du patrimoine industriel ou des besoins industriels. Ces domaines font appel à la rétro conception pour des raisons industrielles différentes [7].

I.3. Le principe de rétro conception

Le principe de la rétro conception repose sur la collecte des données sous forme d'un nuage de points issu de la surface de l'objet à scanner numériquement (au moyen d'un scanner 3D) ou à palper mécaniquement (Figure I.1). Ce nuage de points est traité par des fonctions CAO permettant la reconstruction de surfaces à partir desquelles un modèle paramétrique est codé fini par l'utilisateur et le système générateur (choix des cotes et des relations inter cotes, tolérance...)

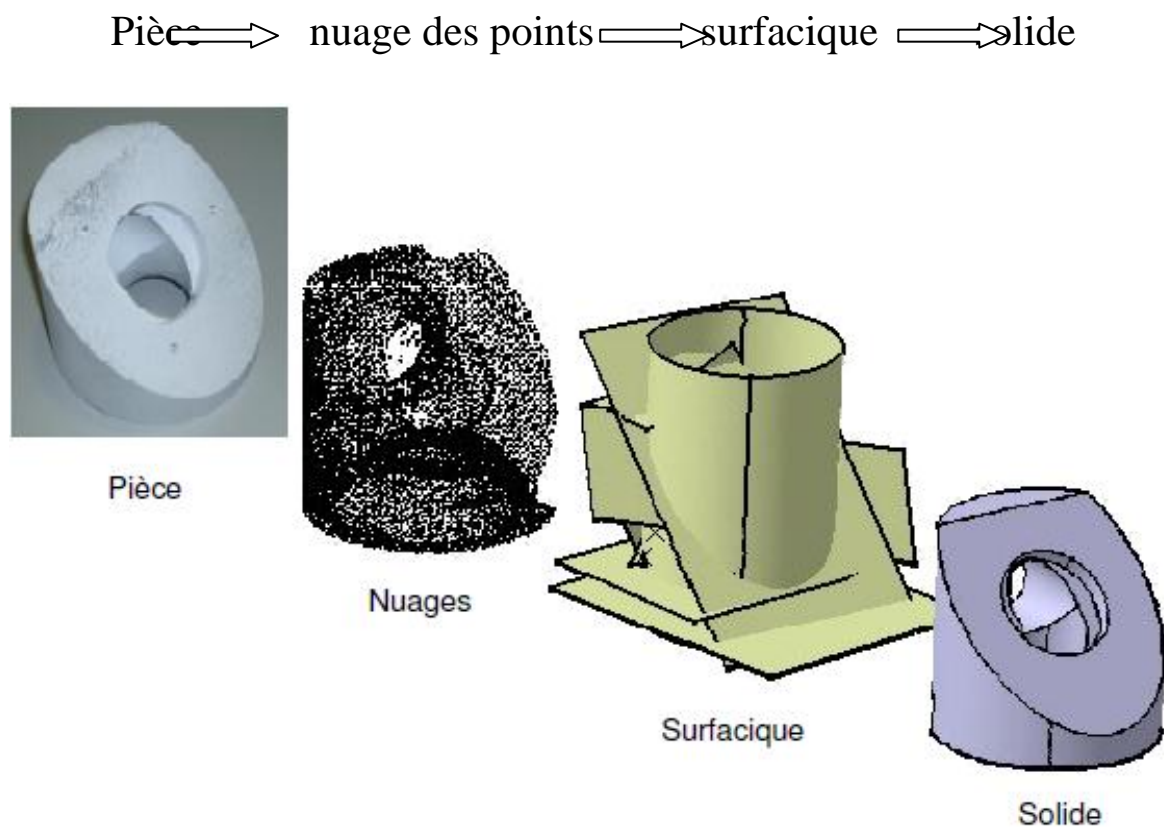


Figure I.1 : Les étapes de la méthode de retro conception [9].

I.4. Les raisons industrielles du rétro-conception :

La rétro-conception peut concerner des objets aussi grands que l'avion jusqu'aux plus petits comme la puce électronique. La rétro conception est présente à de nombreuses étapes du cycle de vie d'un produit. Cette généralisation s'explique par l'amélioration des techniques de numérisation (ROMER) et des performances de calculs de reconnaissances géométriques. Au cours des années, plusieurs raisons industrielles concrètes peuvent être recensées. Nous citons les raisons les plus importantes :

- Composants usés ou cassés pour lesquels il n'y a aucune source d'approvisionnement. Ce contexte concerne les pièces plus ou moins anciennes qui ont subi un changement dans leurs géométries dû à des usures ou cassures (Figure I.2).

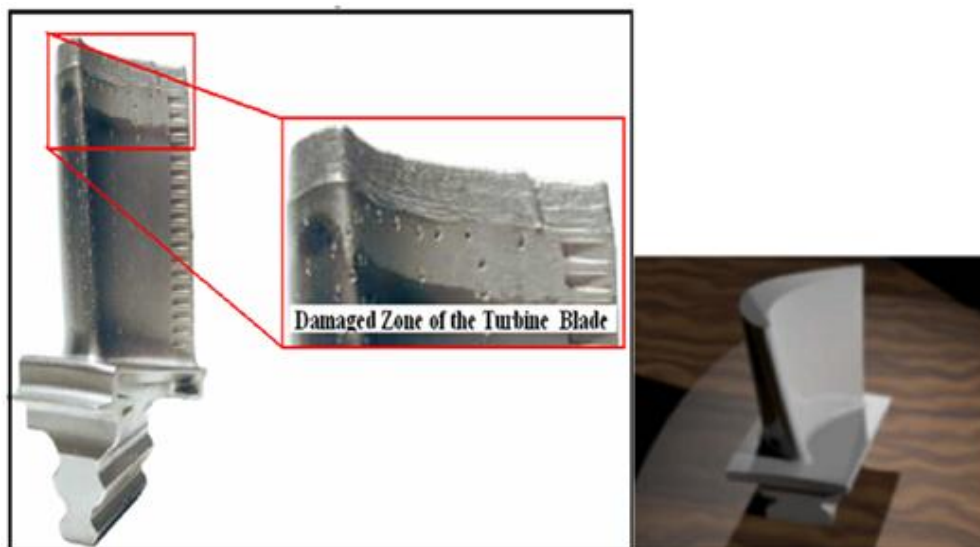


Figure I.2 : La rétro conception d'une aube de turbine usée[7].

- La conception originale n'est pas supportée par une documentation suffisante ou adéquate (Figure I.3). Ce cas concerne la muséologie et la sauvegarde du patrimoine industriel où il n'y a aucune information sur la structure du produit, c'est-à-dire il n'y a pas de plan, pas de schéma, seule, la pièce physique est disponible.



a-une photo de l'imprimerie



b- modèle CAO

Figure I.3 :Exemple de rétro-conception de l'imprimerie (a-une photo de l'imprimerie b- modèle CAO) [7].

- Le modèle original CAO n'est pas suffisant pour soutenir des modifications. C'est le cas des pièces où pour des raisons de propriétés industrielles (Figure I.4), certaines informations n'ont pas été fournies au sous-traitant de production. Dans ce cas, une rétro-conception a lieu afin d'effectuer quelques modifications pour en assurer la bonne conformité vis-à-vis de la production.

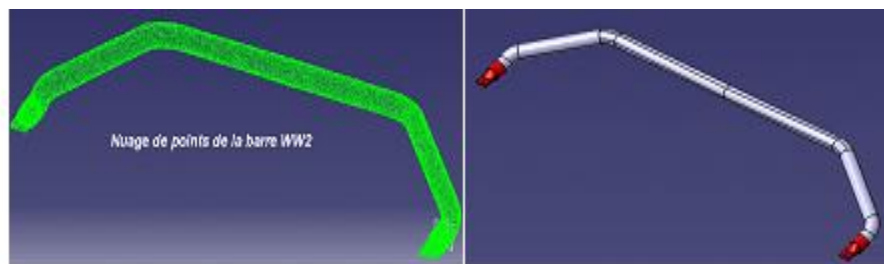


Figure I.4 : La rétro-conception d'une barre de stabilisatrice [7].

- Le fabricant original n'existe plus ou ne fabrique plus le produit, mais il y a une nécessité de fabriquer le produit (Figure I.5). C'est le cas des pièces à longue durée de vie dans les domaines du transport et militaire. La rétro-conception a dans ce cas pour finalité d'améliorer la fabrication de pièces obsolètes pour fabriquer des pièces de rechange.



Figure I.5 :Rétro-conception d'un bouchon de voiture (Delahaye) [7]

- Amélioration de la performance et/ou les fonctionnalités de produit. Ce contexte concerne les pièces qui ont été mal conçues et qui doivent être mises à jour pour assurer des bonnes fonctionnalités(Figure I.6).

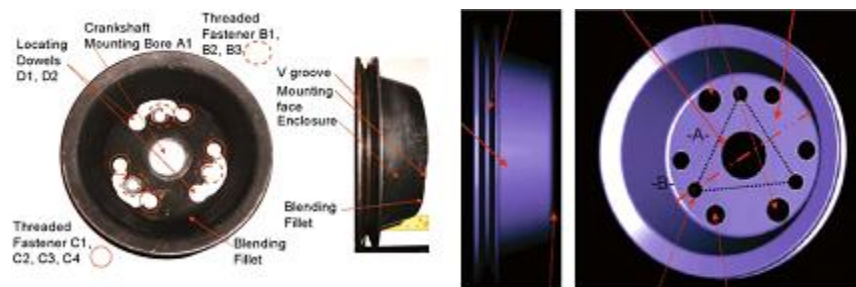


Figure I.6 :La rétro-conception d'une pompe de direction assistée [7].

- Manque de pièces additionnelles (pièces de rechange).
- Actualisation des matériaux désuets ou des processus de fabrication désuets. Ce cas concerne les pièces anciennes. Le but de la rétro-conception dans ce contexte est de re-fabriquer une pièce avec des matériaux et des procédés d'aujourd'hui.
- Analyse des fonctionnalités des produits des concurrents. La rétro-conception peut être aussi appliquée dans le but d'analyser et d'acquérir les connaissances de fabrication, de fonctionnalités et autres d'une pièce d'un concurrent. Bien qu'évidente, cette raison est en fait souvent en marge des raisons principales.
- Détection des contrefaçons chez des produits concurrents.
- Compréhension des processus de conception d'un produit concurrent [7].

On remarque que les besoins de la rétro-conception sont larges et variés et concernent des composants anciens comme plus modernes. Il est évident que les exemples cités ci-dessus ne dressent pas une synthèse exhaustive des raisons industrielles.

I.5. Les logiciels utilisés pour la rétro conception

Aujourd'hui, de nombreux logiciels existent sur le marché pour répondre à l'emploi industriel et pour supporter l'activité de rétro conception. Ces logiciels permettent d'obtenir un modèle CAO. On trouve plusieurs logiciels :

I.5.1. Geomagic: Ce logiciel est parmi les logiciels ayant des fonctions les plus puissantes pour la rétro-conception. Dans Geomagic studio, il est possible de modifier le nuage de points, le maillage et les surfaces construites dans une même application. Il est aussi possible d'extraire des surfaces orientées et de créer des surfaces CAO. Une reconnaissance automatique du type de surface (plan, cylindre, cône, sphère) et des surfaces à bases de

contours (extrusions et révolutions) peut être faite. Des opérations d'extrusion, de révolution, et d'enlèvement de matière(Figure I.7), utilisant comme esquisse les contours détectés, peuvent être exécutées. Des pièces complexes telles que des aubes de turbines peuvent être modélisées en volumique. En effet, les contours d'esquisse sont automatiquement extraits et l'utilisateur peut ensuite redessiner une nouvelle esquisse par-dessus et générer les fonctions d'extrusion, de balayage etc...

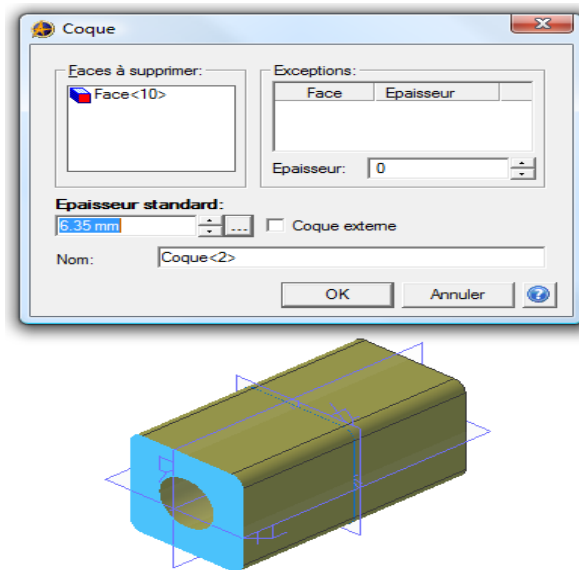


Figure I.7 : L'opération d'extrusion

Il existe encore Geomagic Design X anciennement nommé Rapidform. Il est conçu pour la rétro-conception surfacique et solide. Un nouveau module a été ajouté sur la version 2014 : la modélisation rapide. Ce module accélère la création d'une entité par la détection automatique et la création des extrusions, des filets, des révolutions, des balayages, etc. Il permet de combiner le traitement des maillages issus de scan et les fonctionnalités de modélisation 3D solide paramétrique, de sorte à créer des modèles solides modifiables [7].

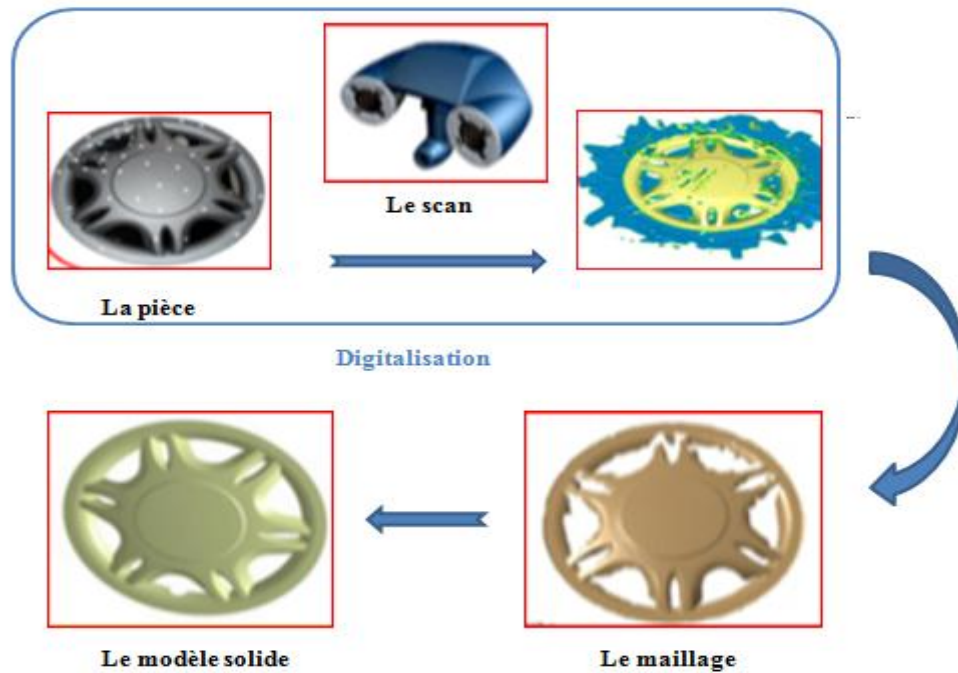


Figure I.8 : Exemple de rétro-conception avec Geomagic.

I.5.2. CATIA: CATIA en anglais signifie (Computer Aided Three dimensional Interactive Application) la traduction en français (conception en 3D interactive assistée par ordinateur). Le logiciel est conçu par Dassault Systèmes et est un logiciel de CAO 3D volumique et surfacique qui bénéficie d'une très large utilisation. Ce logiciel possède des modules dédiés à la rétro-conception comme DES (Digitized Shape Editor) et QSR (Quick Surface Reconstruction).

DSE est utilisé dans les premières phases du cycle de rétro-conception. Dans ce module, on peut importer des diverses formes de données numériques (maillages, nuages de points, etc.).

DSE permet d'appliquer des opérations diverses sur ces données numérisées comme le traitement des nuages de points en supprimant les points parasites ou en conservant uniquement les zones souhaitées. Après le traitement, DSE permet de créer un maillage sur le nuage de points. Une fois le maillage effectué et traité, DES permet de reconstruire des entités géométriques (courbes) pour passer à la phase de création de surfaces. Le modèle résultant de

ce module est principalement composé de surfaces formant par la suite un modèle CAO solide figé.

QSR est un module de CATIA permettant la reconstruction semi-automatique ou automatique des surfaces à partir de nuage de points [7].

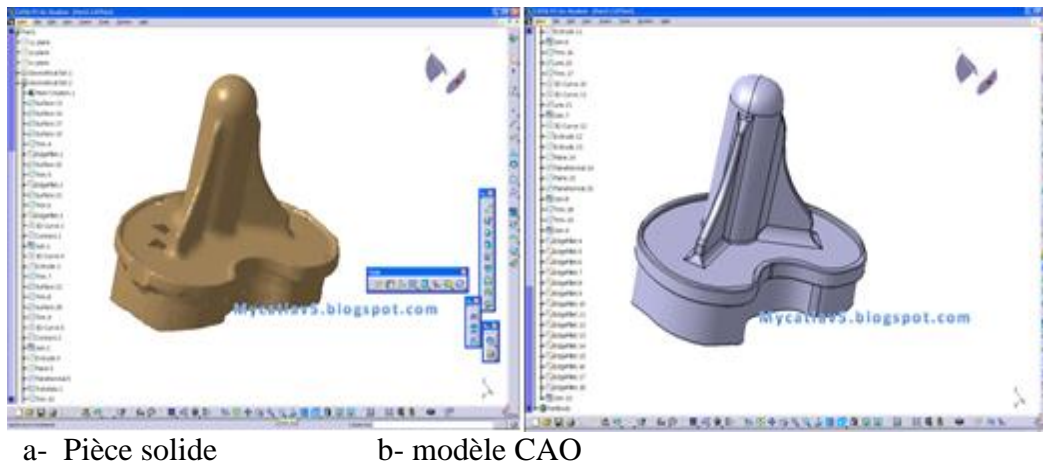


Figure I.9 : Exemple de rétro-conception avec CATIA(a- Pièce solide, b- modèle CAO) [7].

I.5.3.3DReshaper:est une solution de reconstruction de surfaces 3D développée par Technologiste. Cette solution est directement interfacée avec un bras de mesure transportable ROMER. Elle permet la numérisation, la récupération et le traitement de nuage de points (coloration automatique des nuages à l'import, nettoyage et réduction du bruit de mesure), le maillage (maillage 2D, 3D, bouchage de trou, lissage selon courbures et réorganisation), la modélisation, la rétro conception, la reconstruction de surface, le contrôle 3D et l'inspection (alignement de la mesure avec le théorique, comparaison couleur et édition de rapport d'inspection).

3DReshaper propose de faire de la préparation pour la reconstruction surfacique telle que l'extraction de formes géométriques (plan, cylindre), l'extraction de lignes caractéristiques et les calculs des sections [7].

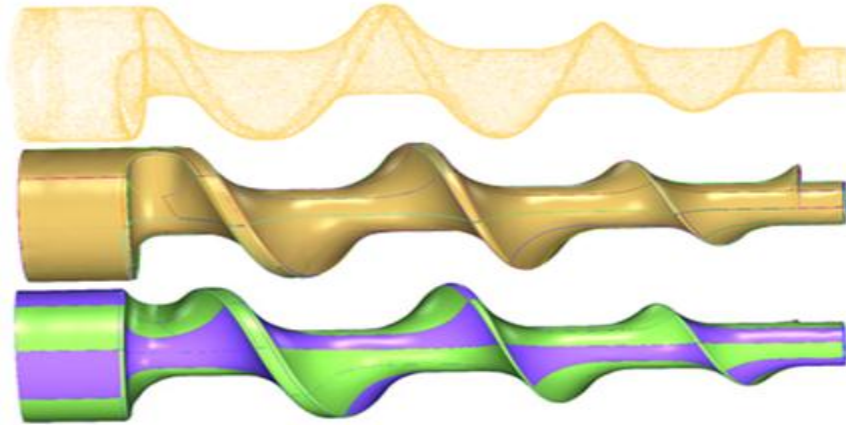


Figure I.10 : Exemple d'une pièce industrielle retro-conçue avec 3DReshaper [7].

I.5.4. 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 [10].

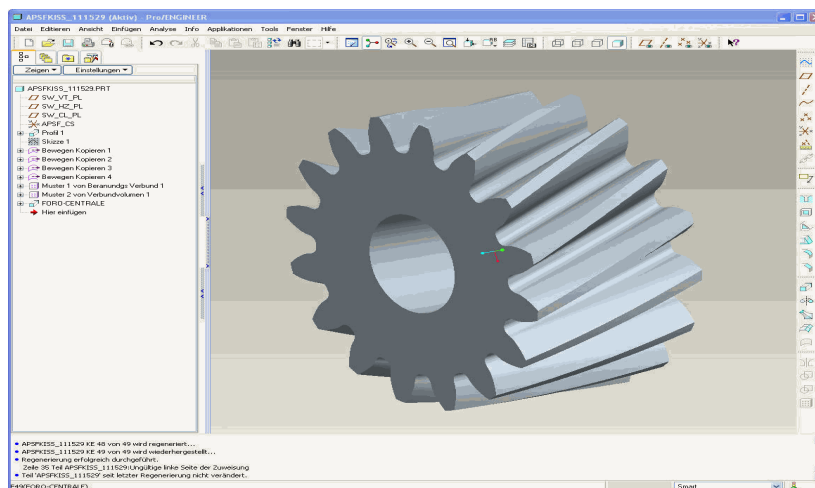
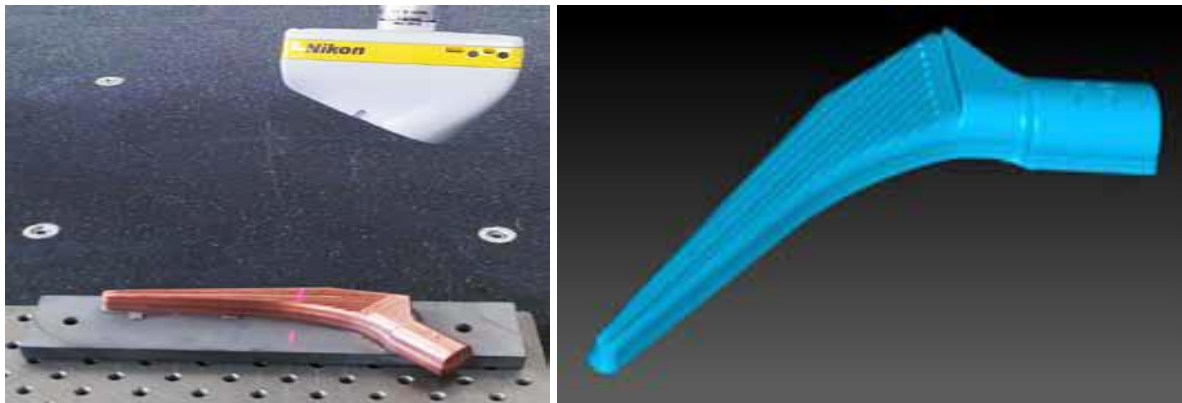


Figure I.11 : Rétro conception d'engrenage.

I.5.5. Nikon Metrology : fournit plusieurs modules logiciels : Focus Scan, Focus inspection, Focus automation, Focus handheld. Le module Focus scan sert à préciser la trajectoire du scanner, en ligne comme hors ligne. En ligne, les déplacements du scanner sur MMT sont gérés et les données acquises sont prétraitées en nuage de points bruts. Hors ligne, Focus scan permet à l'utilisateur de créer, modifier et tester les programmes pièces reposant sur des modèles CAO en laissant la MMT effectuer exhaustivement les mesures. Le module Focus inspection est la référence pour l'inspection par nuage de points. Il réalise l'acquisition des nuages de points, la comparaison avec la CAO et l'inspection des entités géométriques.

A travers son interface utilisateur intuitive, tout le processus d'inspection peut être automatisé. Focus inspection se base sur les informations des entités nominales du modèle CAO. Il peut donc extraire automatiquement les entités correspondantes à partir du nuage de points et comparer les deux [7].



a- Le pièce de forme complexe (électrode)

b- le modèle CAO

Figure I.12 : Numérisation d'électrode (**a-** Le pièce de forme complexe (électrode) **b-** le modèle CAO) [11].

Tous les logiciels, énoncés ci-dessus, proposent, à partir d'un nuage de points, des possibilités de rétro-conception afin de permettre l'obtention d'un modèle CAO. Ce dernier est généralement gelé. De la même façon, ces logiciels ne prennent pas en compte les aspects récurrents dans le processus de rétro-conception.

Chapitre II
Les méthodes de la rétro conception

II.1. Introduction :

La rétro conception est combinée plusieurs méthodes de reproduit de l'objet physique chaque méthode (reconstruction à partir de scanning laser 3D, à partir l'image, par MMT,...).

II.2. Rétro conception de pièce à partir de scanning laser 3D

Le scanning laser combiné avec le palpement tactile sur une machine à mesurer tridimensionnelle (MMT) Nikon Metrology s'adapte parfaitement à la fabrication additive par couche (impression 3D) mise en œuvre par la société française Applications Additives Avancées (3A), spécialisée dans la fabrication additive de série (Figure II.1). Ce système de métrologie moderne est la clé pour réduire les délais ainsi que les coûts de fabrication des composants médicaux, aéronautiques ou mécaniques [11].



Figure II.1 : Numérisation d'une forme quelconque (électrode)[11].

Pour les composants 3D moins complexes, les ingénieurs utilisent la MMT pour mesurer les pièces par palpation, car cela peut être plus rapide et donc moins coûteux en terme de temps opérateur.

La numérisation d'une pièce (Figure II.2) peut prendre entre 30min à 2,5 heures pour un moule en résine hautement complexe, grâce à la vitesse d'acquisition du scanning laser qui mesure 70.000 points par seconde à des intervalles de 22 microns. Il existe des centaines de matrices qui peuvent être numérisées afin que les fichiers CAO soient disponibles dès que les outils sont usés afin d'assurer la continuité de la production d'implants [11].



Figure II.2 : Scanne de pièce moins complexe (électrode) [11].

Les nuages de points issus du scanning 3D de l'ensemble des formes d'un composant sont filtrés et transformés en surfaces de type NURBS (Non-Uniform Rational Basis Spline) qui sont regroupées (Figure II.3) pour créer le modèle CAO [11].

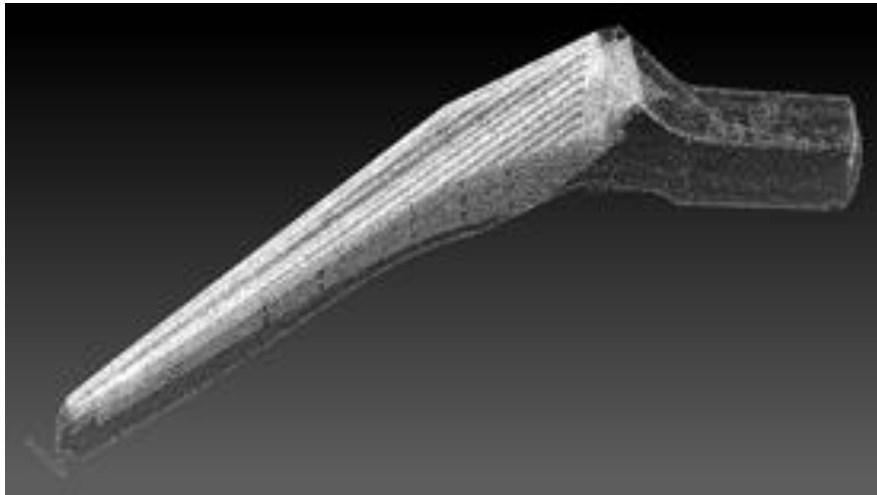


Figure II.3 : Nuage de points résultant par scanning laser [11].

Les modèles CAO numériques (Figure II.4) permettent au client de préparer les cycles d'usinage afin que les matrices de forge puissent être fabriquées sur des machines modernes d'usinage à grande vitesse [11].

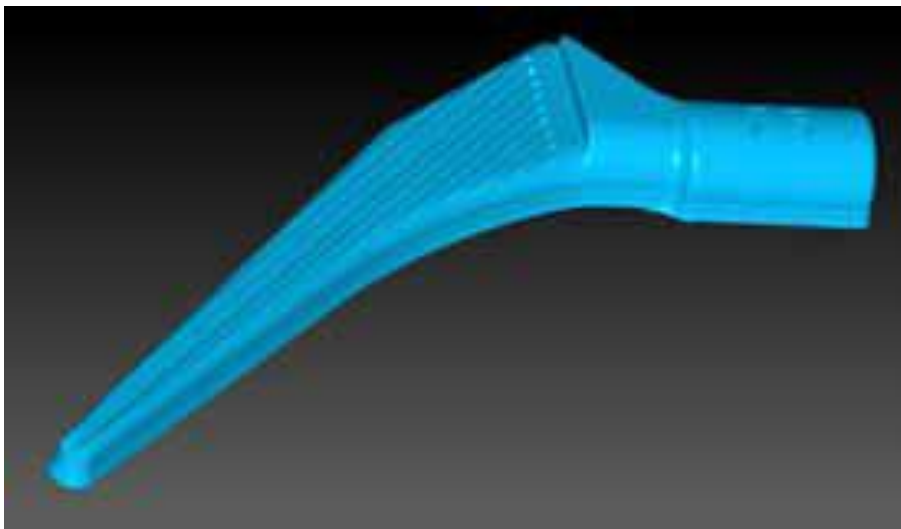


Figure II.4 : Le modèle CAO [11].

II.3. Reconstruction des surfaces à partir d'image

Dans cette méthode on utilise un appareil photo numérique à haute précision pour avoir des images de bonne qualité, le but final de cette méthode est la reconstruction des pièces mécaniques à partir des images prises auparavant, l'image est enregistrée sous format (.jpg, .bmp, tif, ... etc.), ensuite on procède au traitement d'image par un logiciel de CAO, dans notre cas, on a utilisé le logiciel CATIA VR20. Le choix de la pièce utilisée (Figure II.5) est arbitraire, c'est juste pour montrer cette méthode. Une fois l'image a été prise, on utilise les différents ateliers de CATIA.


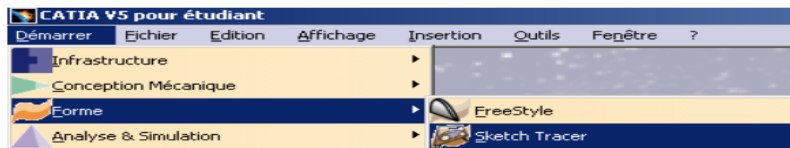
II.3.1.Sketch Tracer  : Cet atelier permet de positionner des images d'un objet (photos, vues 2d, ...etc) dans le but de construire les surfaces de cet objet à l'aide des constructions filaires classiques (esquisses 2D) faites sur l'image.



Figure II.5 : Exemple d'une pièce de forme quelconque.

II.3.2. Présentation de la méthode :

Pour démarrage cette de méthode utilisée l'atelier Sketch Tracer, pour cela : Cliquer sur : Démarrer > Forme > Sketch Tracer






Ensuite on choisit le mode de vue (vue de face), et import de la vue correspondante. Pour cela cliquer sur l'icône **Crée un nouveau sketch immersif** (), une boîte de dialogue s'ouvre pour sélectionner l'image de la pièce (photo). Après ça, on définit l'origine de la pièce avec l'origine de la photo (Figure II.6), et on règle les dimensions de la pièce avec l'arrière-plan de CATIA (Sketch Tracer). Et on ajuste les paramètres de l'esquisse.



Figure II.6 : Les paramètres de l'esquisse

Enfin insérer une *Nouvelle Pièce* dans le produit (Icône ) , et crée une courbe« 
»sur le vue de face, et faites une extrusion de l'esquisse (Figure II.7)

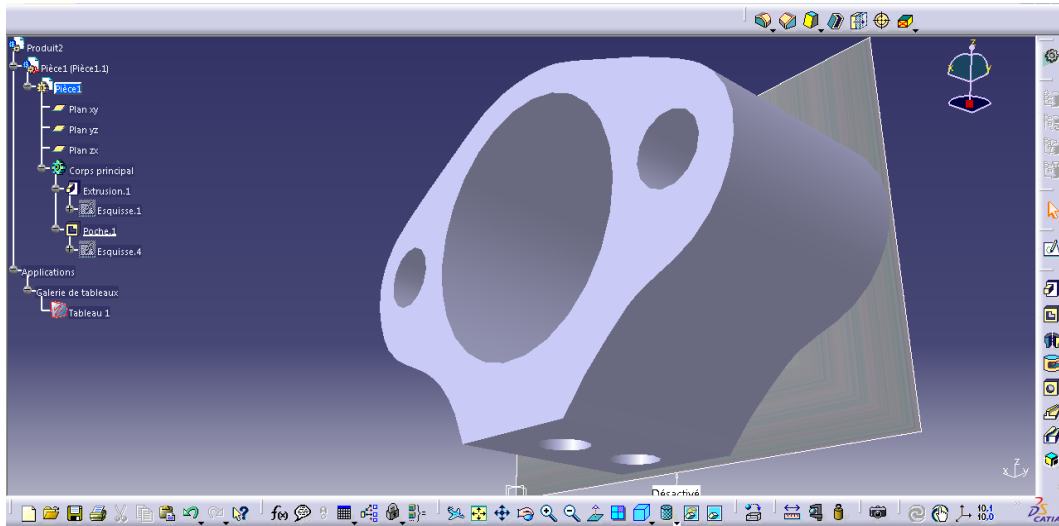


Figure II.7 : Le modèle géométrique

II.4.Reconstruction 3D par stéréovision

La stéréovision est l'une des techniques puissantes utilisées pour obtenir des informations tridimensionnelles sur les coordonnées des points d'un objet à partir du traitement d'une image (Figure II.8). Cette technique est basée sur le principe de la vision humaine en utilisant l'appariement entre positions homologues dans ou plusieurs images. En utilisant une telle méthode, on peut obtenir des mesures tridimensionnelles avec une précision de l'ordre de 20 μ m, précision qui est intimement liée à la disposition et à l'environnement des capteurs stéréoscopiques lors des prises de vue [12].

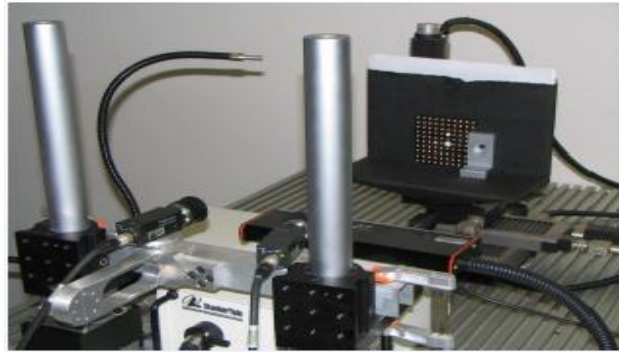


Figure II.8 : dispositif utilisé dans la stéréovision [12].

Les différentes étapes nécessaires pour obtenir le modèle 3D sont présentées dans la Figure II.9, définissant ainsi une chaîne de traitements conduisant à la reconstruction 3D. Le cas particulier où seules deux vues sont disponibles est abordé [12].

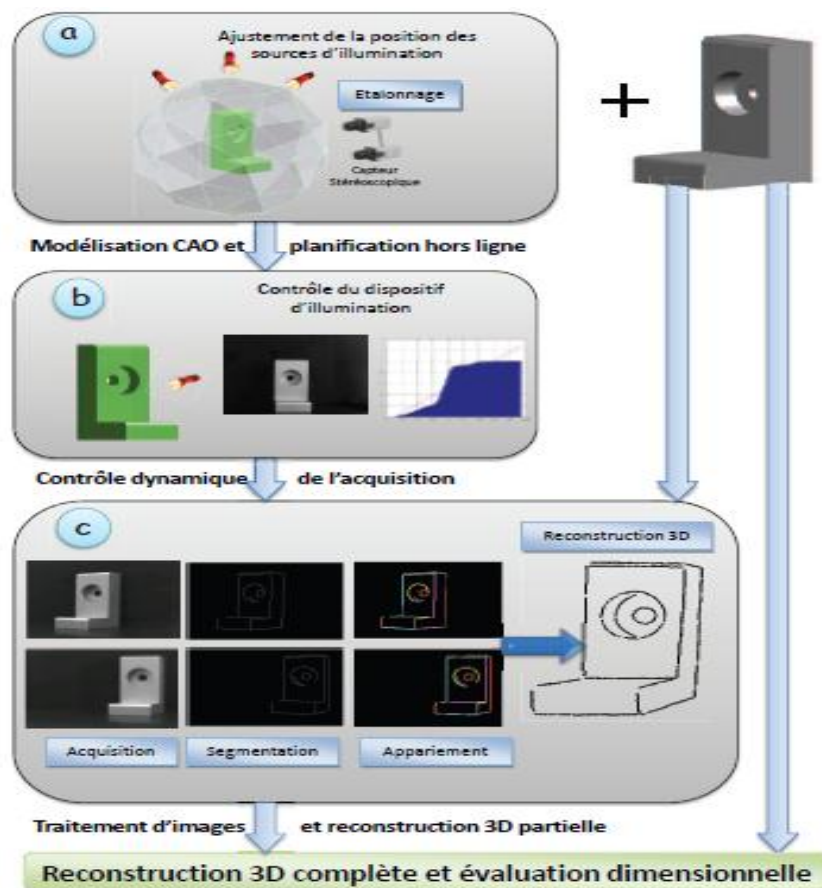


Figure II.9 : Le principe de stéréovision [12].

Les avantages de la stéréovision sont:

- ✓ Très utilisées dans des fins industrielles ;
- ✓ Crée un besoin dans le domaine de l'inspection automatique de pièces complexe ;
- ✓ Optimiser la qualité de leur production ;
- ✓ Absence de contact, d'où de déformation engendrée par contact de capteur avec la pièce ;
- ✓ Possibilité de fonctionnement en milieu hostile ;
- ✓ Augmentation du nombre de pièces vérifiées grâce à l'automatisation ;
- ✓ Grande précision [12].

II.5. Reconstruction 3D par MMT

II.5.1. Principe de MMT :

Pour effectuer les mesures, on déplace un palpeur à contact (rubis sphérique dans la plupart des cas) dans le système de coordonnées de la machine. Ce palpeur délivre un « top » lorsqu'il entre en contact avec la pièce, ce qui permet d'afficher la position du centre du palpeur au moment du contact. Toutes ces informations sont mémorisés par l'ordinateur, afin d'être exploitées par la suite par logiciel de métrologie [13].

A partir des informations acquises au niveau de l'ordinateur par le palpé des points, le logiciel détermine, par des traitements mathématiques, des éléments géométriques associés (Point, Droite, Cercle, plan, Cylindre, Cône, Sphère) afin de réaliser la vérification des spécifications (géométriques et dimensionnelles) du dessin de définition de la pièce [13].



Figure II.10 : Machine à mesurer tridimensionnelles MMT MXF 203 (Université de M'sila).



Figure II.11 : Machine à mesurer tridimensionnelles MMT (MEI M'sila).

II.5.2. Principe du logiciel associé à la MMT :

Le principe des logiciels équipant ces machines est de calculer la position et la dimension d'une surface (plan, cylindre, cône, sphère) représentant « au mieux » (au sens des moindres carrés) l'ensemble des points d'une surface de la pièce [13].

II.5.3. Principe de palpation :

Lorsque vous palpez un point vous venez mettre en contact la sphère du palpeur avec la surface de la pièce. Le système détecte le contact et mémorise les coordonnées du centre du palpeur et non les coordonnées du point palpé parce que le système ne peut savoir où se trouve le point de contact de la sphère et ne peut donc pas compenser le rayon de cette sphère.

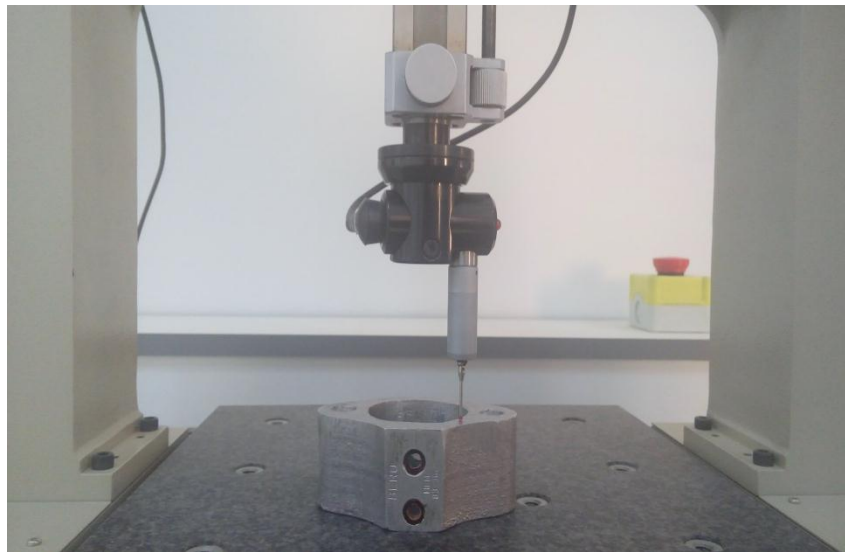


Figure II.12 : Palpeur de la MMT (Université de M'sila).

Si l'on palpe une série de points appartenant à une surface définie (cylindre, plan,...) pour définir cette surface, le système est capable de le faire directement car il est capable de situer la surface par rapport au palpeur et donc de compenser le rayon [13].

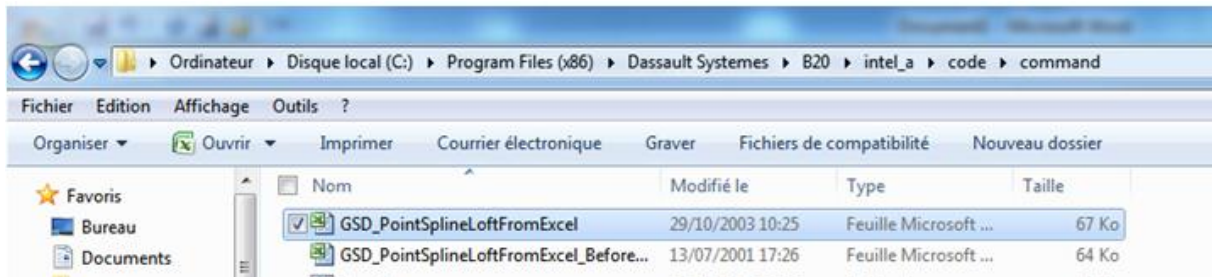
II.5.4. Le module de surface gauche :

La complexité géométriques des surfaces actuelles (contraintes de design,..) fait que l'on a de en plus souvent des surfaces gauches à contrôler. Généralement la MMT reçoit de la CAO un fichier IGES (Initial Graphics Exchange Specification), où elle trouve les coordonnées des points et de la normale d'accostage [13].

II.6. Conception des surfaces :

Dans cette méthode on importe un nuage de points d'un fichier EXCEL vers CATIA V5 R20. Et on utilise les macros de l'application Excel, le fichier utiliser est :

GSD_PointSplineLoftFromExcel, ce fichier se trouve dans le répertoire suivant de votre ordinateur : C:\Program Files\ Dassault Systemes\B20\intel_a\code\command



Ce fichier contient une macro qui permet de tracer des courbes 3D, on remarque, la commande **StartCurve** qui signifie démarrer le traçage de la courbe et **EndCurve** qui signifie la fin du traçage de la courbe. Dans l'exemple illustré dans la Figure II.13, on remarque qu'il y a la possibilité de tracer trois courbes [14].

	A	B	C	D	E	F	G	H	I	J	K
1	StartLoft										
2	StartCurve										
3		0	-90	10							
4		0	-30	60							
5		0	50	60							
6		0	110	20							
7	EndCurve										
8	StartCurve										
9		50	-60	0							
10		50	-10	40							
11		50	50	40							
12		50	70	0							
13	EndCurve										
14	StartCurve										
15		100	-100	-10							
16		100	-40	35							
17		100	0	50							
18		100	75	40							
19		100	140	0							
20	EndCurve										
21	EndLoft										
22	End										
23											
24											

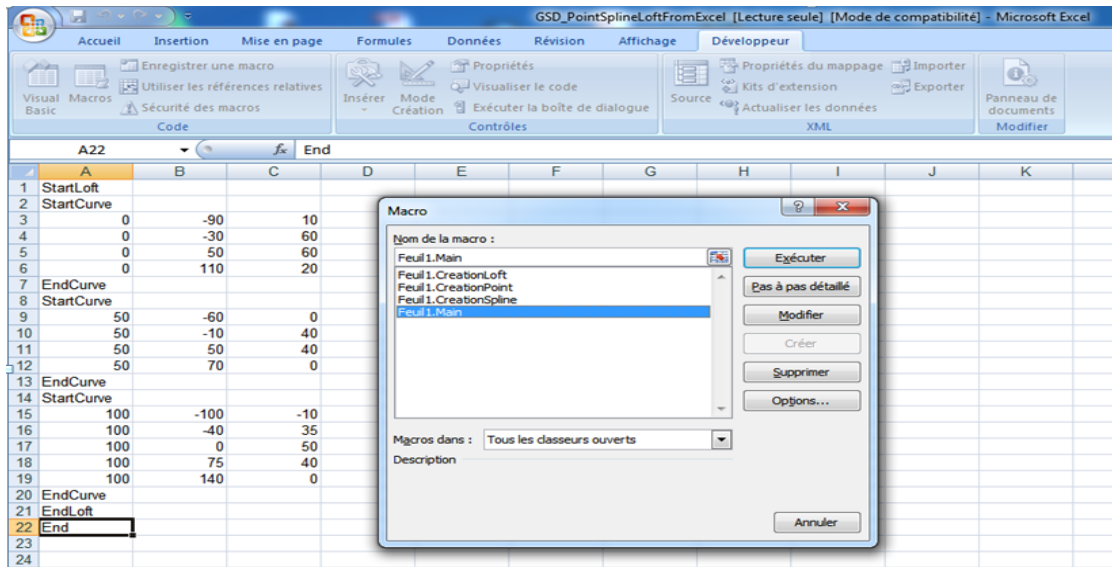
Figure II.13 : Le fichier GSD_PointSplineLoftFromExcel.

Ensuite on exécute la macro qui existe dans Excel, pour ce faire :

- ✓ On Clique sur le bouton Microsoft Office  , puis sur **Options Excel**.

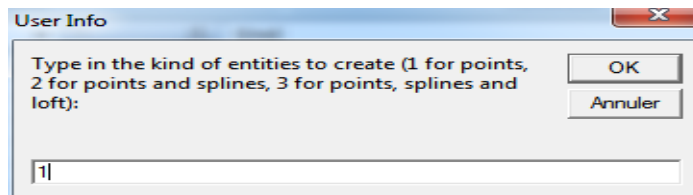
Dans la catégorie **Standard**, sous **Meilleures options pour travailler avec Excel**, on active la case à cocher **Afficher l'onglet Développeur dans le ruban**, puis on clique sur **OK**.

- ✓ On Clique sur macro ou on utilise le raccourcis clavier **Ctrl+F8** pour exécuter la macro :



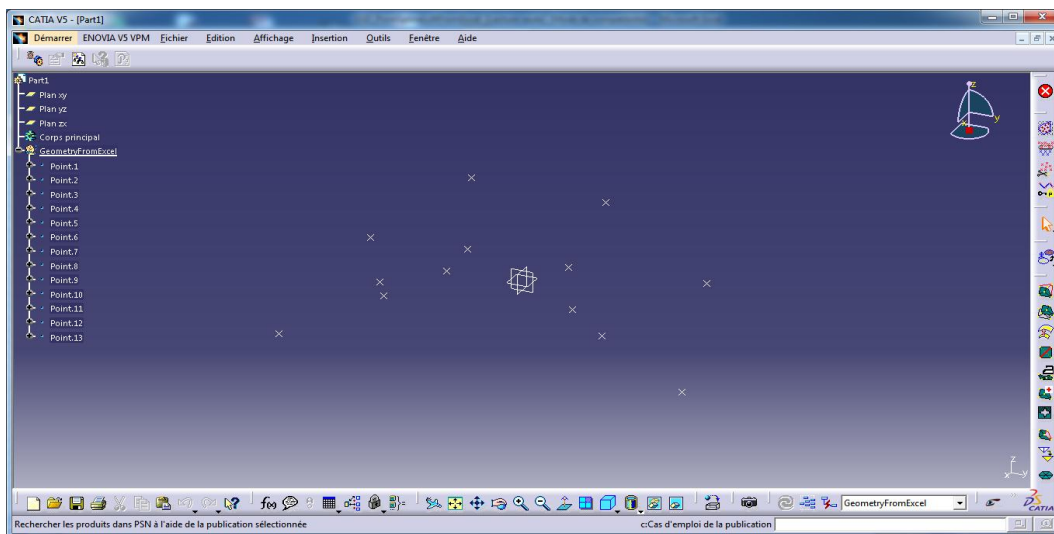
- ✓ On Sélectionne « **Feuil1.Main** » puis on clique sur **Exécuter**

- ✓ On choisit le numéro 1 :

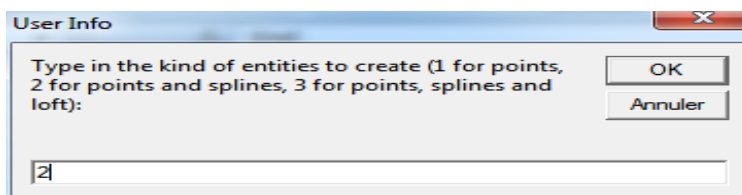


Cette opération permet de tracer le nuage de point à partir de fichier Excel

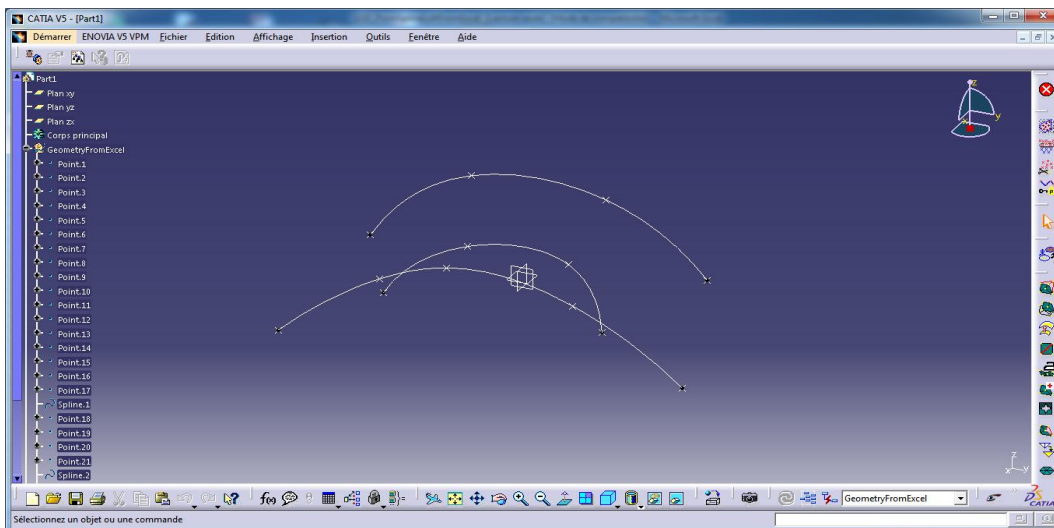
(GSD_PointSplineLoftFromExcel)



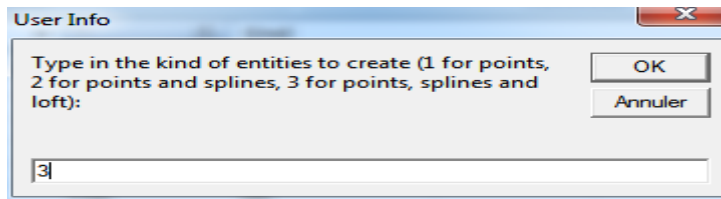
✓ On choisit le numéro 2 :



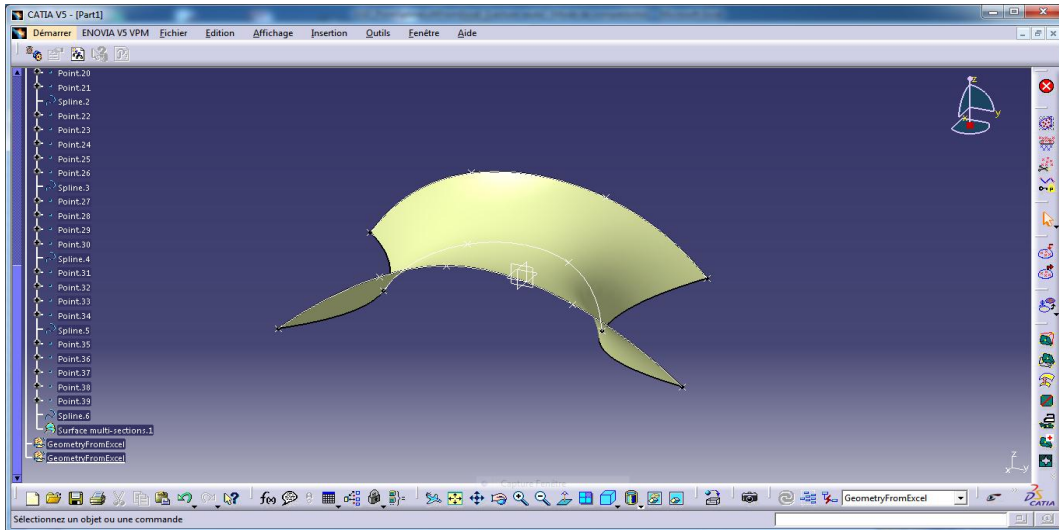
Cette étape permet de tracer des points et des Splines :



✓ On choisit le numéro 3 :



Et enfin les surfaces sont créés :



Chapitre III
Rétro conception à partir d'un scanner 3D
de type FARO

III.1. Introduction :

La rétro-ingénierie de composants permet de générer les fichiers CAO de pièces dont les plans sont soit inexistantes ou ont été perdus. Elle sert aussi à actualiser ou à créer la documentation de l'existant (le tel que construit). Les utilisateurs peuvent ainsi numériser rapidement une pièce ou un objet et créer les modèles surfaciques qui peuvent ensuite être utilisés pour la reconstruction de surface ou la reproduction de pièce [15].

L'objet de ce travail est de numériser une surface de forme complexe (ailette de turbine) avec la méthode de rétro conception en utilisant un scanner de type FARO, cet appareil est disponible au niveau de l'entreprise MEI (SONLGAZ M'sila).

III.2. Propriétés de scanner FARO :

A l'aide de la numérisation laser 3D sans contact, les MMT portables et les scanners 3D de FARO intègrent des processus de modélisation 3D en une seule étape (Figure III.1). Les appareils de mesure sans contact sont ainsi idéaux pour de multiples applications de rétro-ingénierie dont le développement de simulations virtuelles d'intérieurs de véhicules, le prototypage rapide en plasturgie et l'inspection de surfaces composites lors de l'assemblage aéronautique. Les applications n'ont pas de limites [15].



Figure III.1 : Scanner 3D de type FARO (MEI SONLGAZ M'sila).

L'utilisation du scanner 3D offre les avantages suivants :

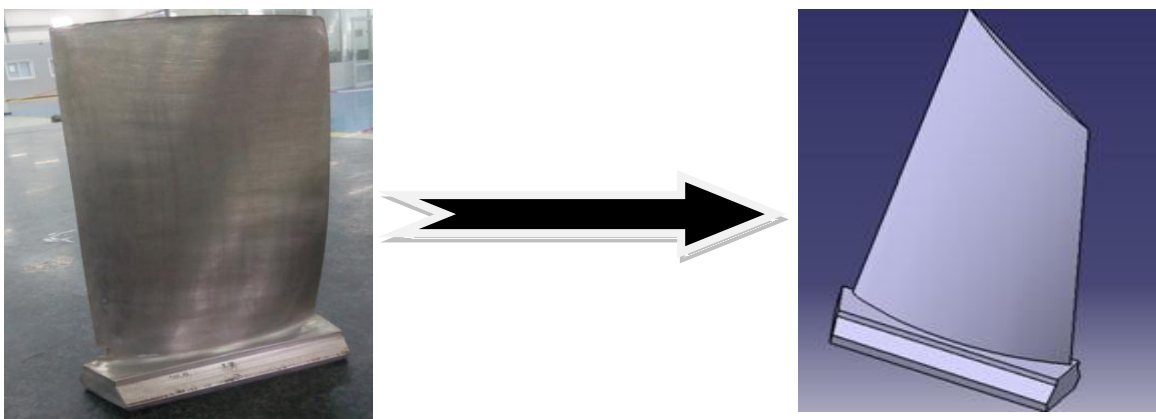
- Effectuez des mesures rapides, des inspections et assurez-vous que les tolérances de conception sont bien respectées grâce aux produits et au savoir-faire de FARO
- Identifiez rapidement les écarts par rapport aux données de CAO nominales avec les solutions de FARO.
- Evitez les pièces hors tolérances à l'assemblage grâce aux solutions de contrôle qualité de réception de FARO.
- Inspectez les pièces en cours de fabrication, directement sur l'outil de production grâce aux solutions FARO.

- Grâce aux solutions FARO, capturez sans contact des formes complexes ou libres sous forme d'un nuage de points.
- Créez des modèles de CAO surfaciques complets de conceptions ou de pièces de rechange avec les MMT portables de FARO.
- Effectuez des contrôles sur machine et en cours de fabrication directement en atelier grâce aux MMT portables de FARO.

- Améliorez le contrôle qualité pour les applications automobiles avec les MMT portables de FARO.
- Améliorez la performance des machines et la qualité produit des usines à papier grâce à FARO.
- Capturez des mesures hautement précises en recherche, conception et application clinique avec les MMT de pointe de FARO[15].

III.3. Scanner d'une ailette de turbine partie compresseur

Dans le cadre de mon projet de fin d'étude, j'ai effectué un stage de court durée à la société MEI Songaz M'sila pendant 15 jours, la société ma donner l'opportunité d'utiliser le scanner de type FARO donc, on a choisi une pièce de forme complexe (ailette de turbine) présentée dans la figure III.2a. Les étapes les plus importantes de la rétro conception sont illustrées dans les points suivants :



a- La pièce scanné

b- Le modèle CAO

Figure III.2 : Le pièce de forme complexe (a- la pièce scanné, b- le modèle CAO).

- ✓ **étape 1** : Nettoyage de la pièce à l'aide du papier verre pour enlever les petits grains et avoir une surface propre avant de passer à la numérisation de la pièce, il est à noter que cette opération nécessite un soin particulier pour ne pas endommager la surface de la pièce ;
- ✓ **étape 2** : Arrosage de la surface de la pièce par un produit liquide de type SHERWIN(Figure III.3), cette opération a pour but d'avoir une bonne réflexion des rayons laser vers le capteur de réception des données de l'appareil (scanner FARO).



Figure III.3 : Le produit liquide de type SHERWIN.

- ✓ **étape 3** : Cette étape est composée de deux parties, la première concernant le scanner FARO, sur ce on doit choisir un plan qui sert de référence pour démarrer l'opération de numérisation de la surface de la pièce (Figure III.4).



Figure III.4 : Le plan choisir.

La deuxième partie concerne le logiciel du scanner FARO (Figure III.5), Le plan choisi doit être valide pour avoir un fichier texte qui regroupe les données de l'acquisition sous forme de trois coordonnées x, y et z

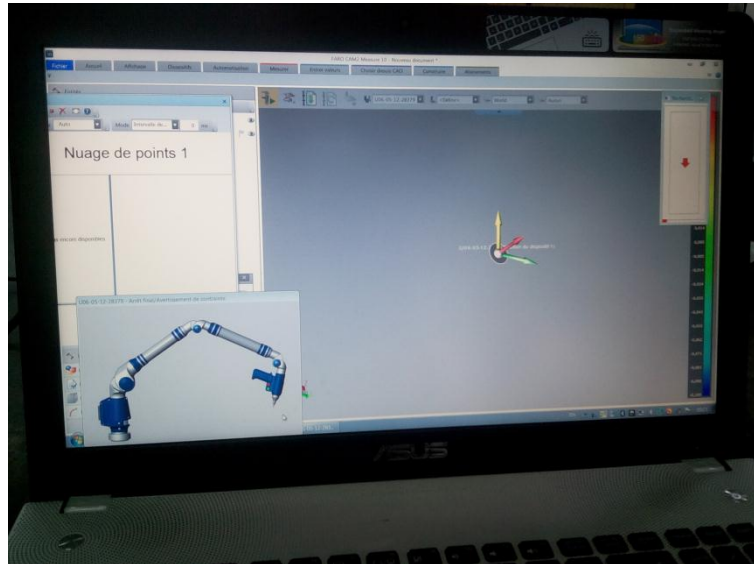
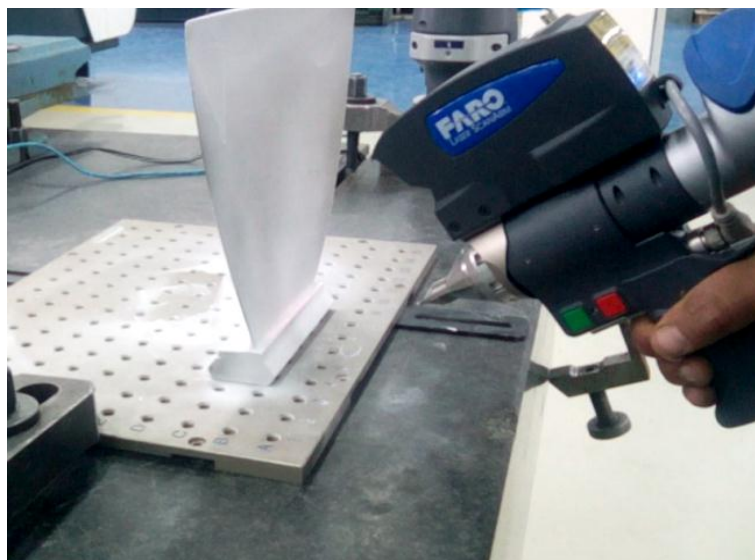


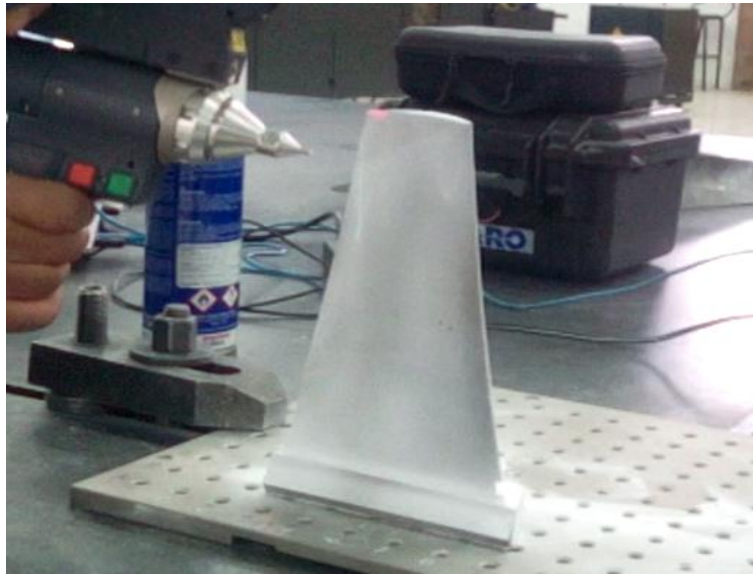
Figure III.5 : Le plan de logiciel de scanner.

✓ **étape 4 :** Scanne de la pièce, l'opérateur qui manipule le scanner manuellement doit balayer toute la surface de la pièce, il commence d'un point initial, généralement on le choisit en bas à droite (Figure III.6a);



a- Début de scanne (point de démarrage).

Il continue le scanne de la surface de la pièce jusqu'à le point final (en haut à gauche de la pièce) (Figure III.6b)



b-Fin de scanne.

Figure III.6 : Disposition expérimental (**a**-Début de scanne, **b**- Fin de scanne).

Le temps alloué à cette opération varier entre 15 à 20 min pour avoir toutes les données sous forme de nuage de points qui avoisine les 1 400 000 points réparties sur les trois axes x, y et z, ces points sont enregistrés sur un fichier texte qu'on peut manipuler par la suite avec l'application Excel ou autre.

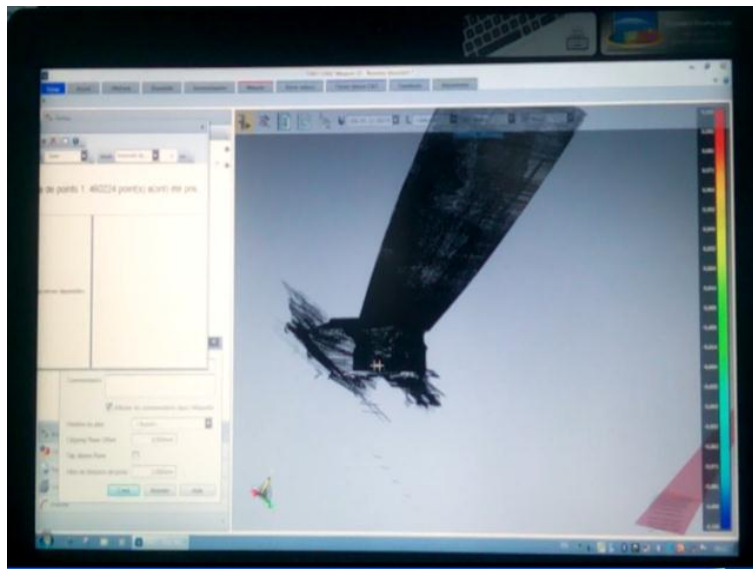


Figure III.7: le nuage de point.

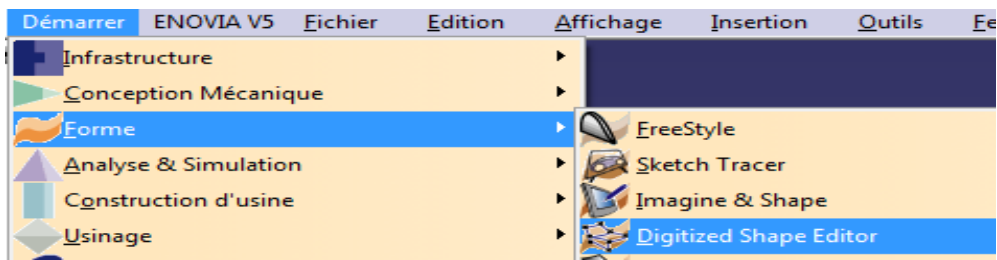
III.4. Traitement des données

Nous utiliserons le logiciel CATIA V5 R20  pour construire l'ailette turbine.

1. Lancer le logiciel de CAO CATIA

Démarrer le module **Digitized Shape Editor**

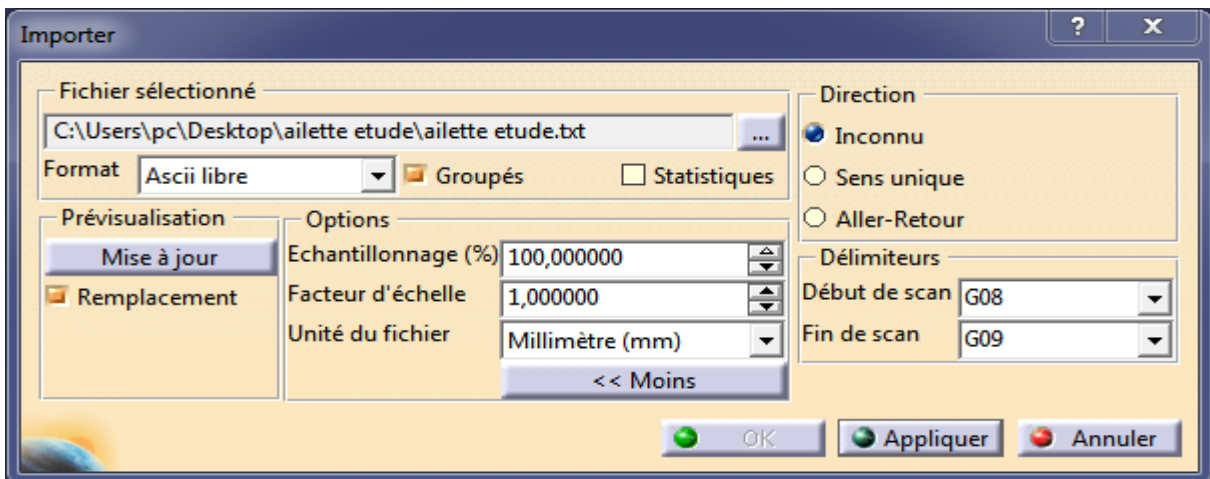
Pour cela, sélectionner **Démarrer/Forme/Digitized Shape Editor**



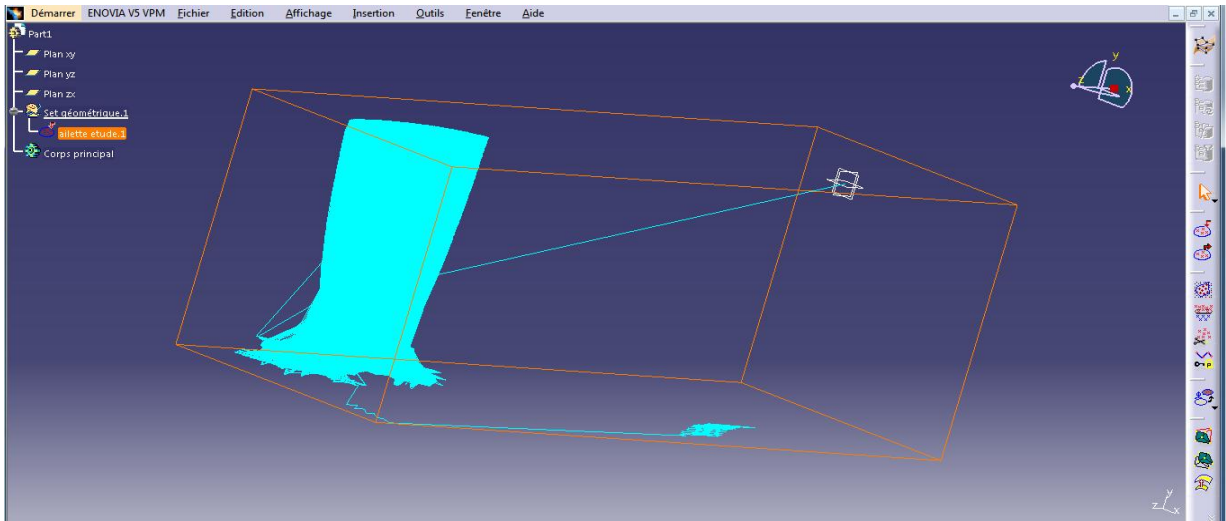
En utilisant la barre d'outil (Importer) pour ouvrir le fichier texte qui contient les informations de la pièce scannée sous forme de points (x, y et z), nous tenons à préciser que le fichier texte obtenu contient plus de 1 400 000 points.

2. ouvrir le fichier de nuage de point sous forme texte (ailette etude.txt)

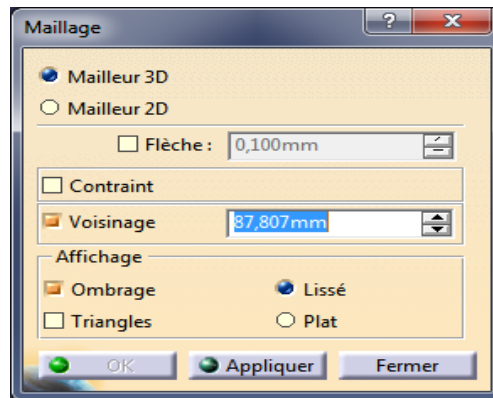
Import des nuages de points à des formats propriétaires ou neutres (ASCII)



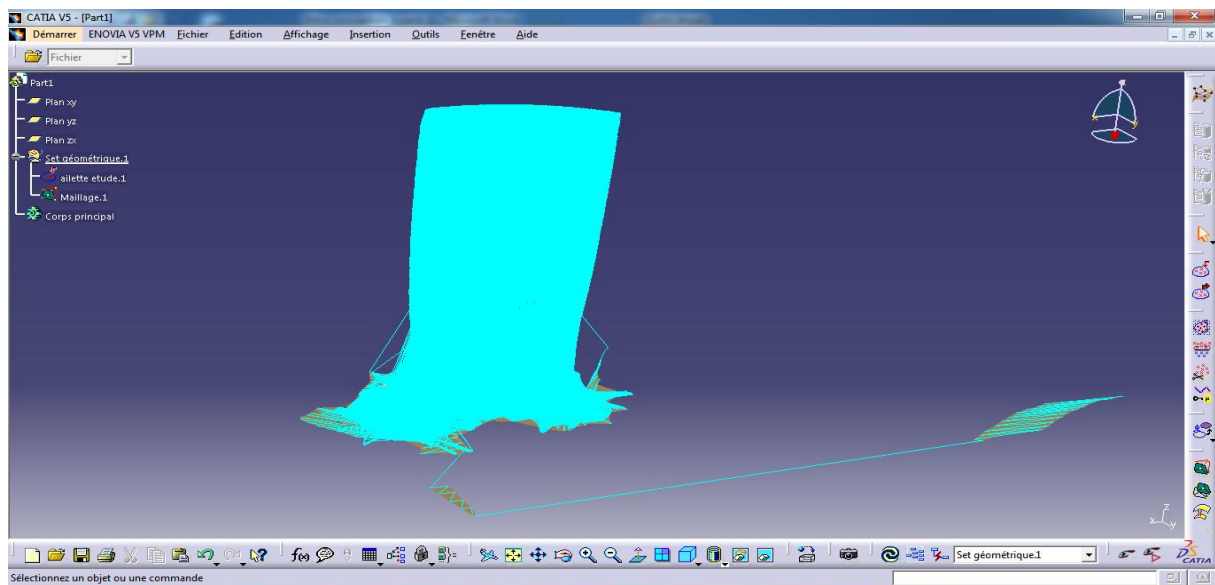
Une fois le fichier chargé on clique sur le bouton (**Appliquer**) puis **Ok**.



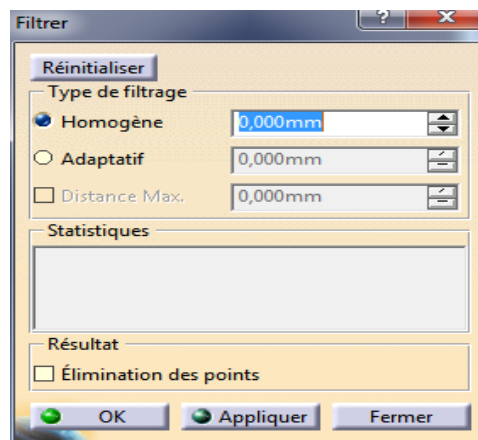
3. on passe à l'étape suivante qui consiste à mailler la pièce, pour ce faire, on clique sur l'icône maillage ensuite, on clique sur la pièce.



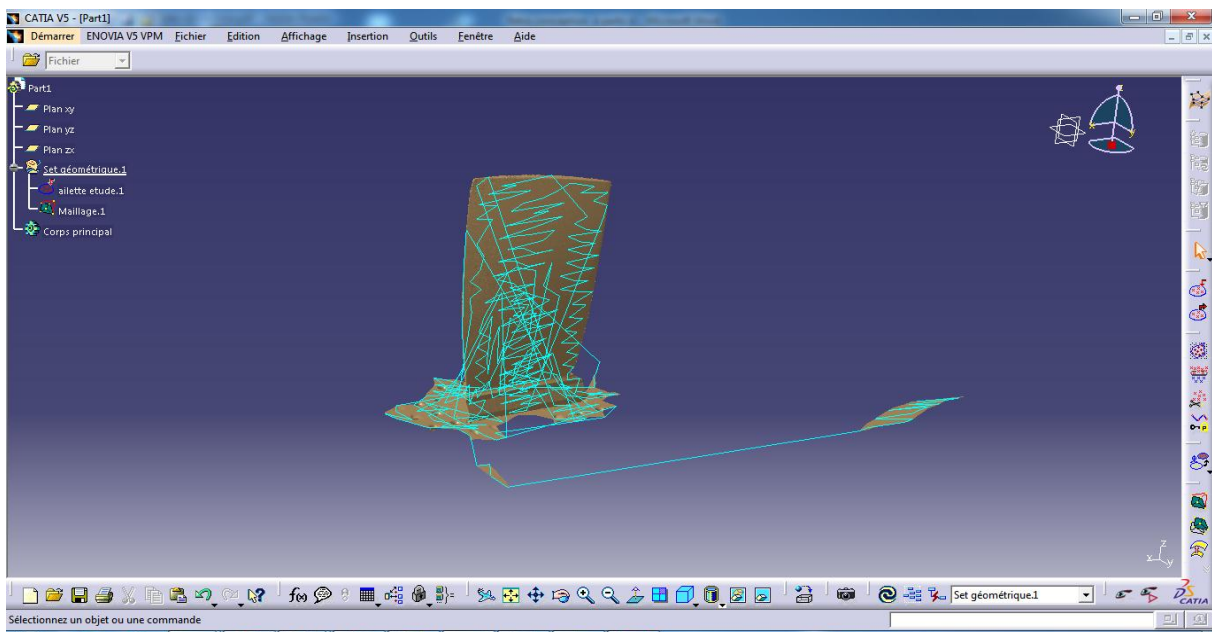
Une fois on termine l'étape de maillage on obtient deux pièces, une sous forme de nuage de points et l'autre sous forme solide.



4. on passe au filtrage des points, pour ce faire, on clique sur l'icône filtré qui se trouve sur la barre d'outils édition nuage de points.

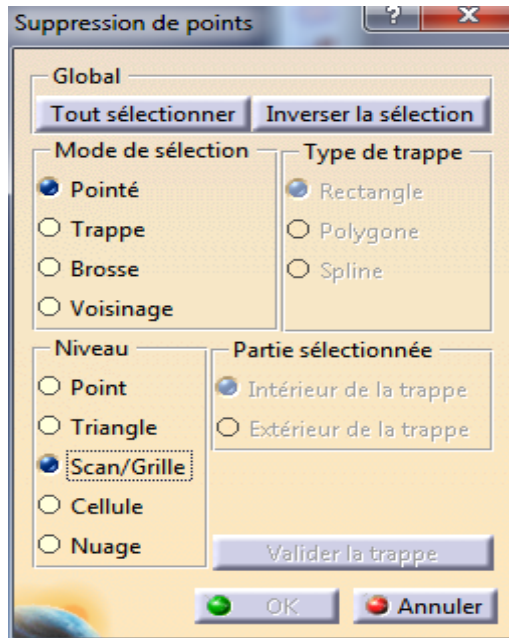


On clique sur la pièce pour avoir un filtrage de points, c'est-à-dire on élimine des points qu'on a en surplus. Cliquer sur **Appliquer** et **OK**.

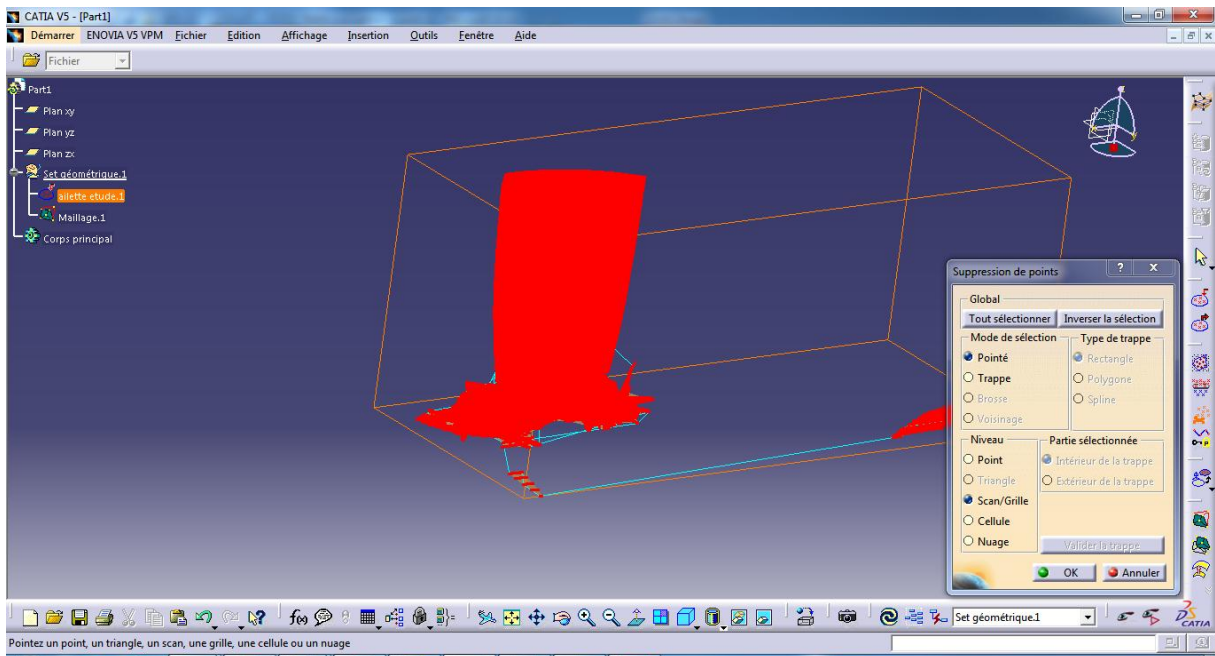


5. Puis supprimer les points additions dans le maillage

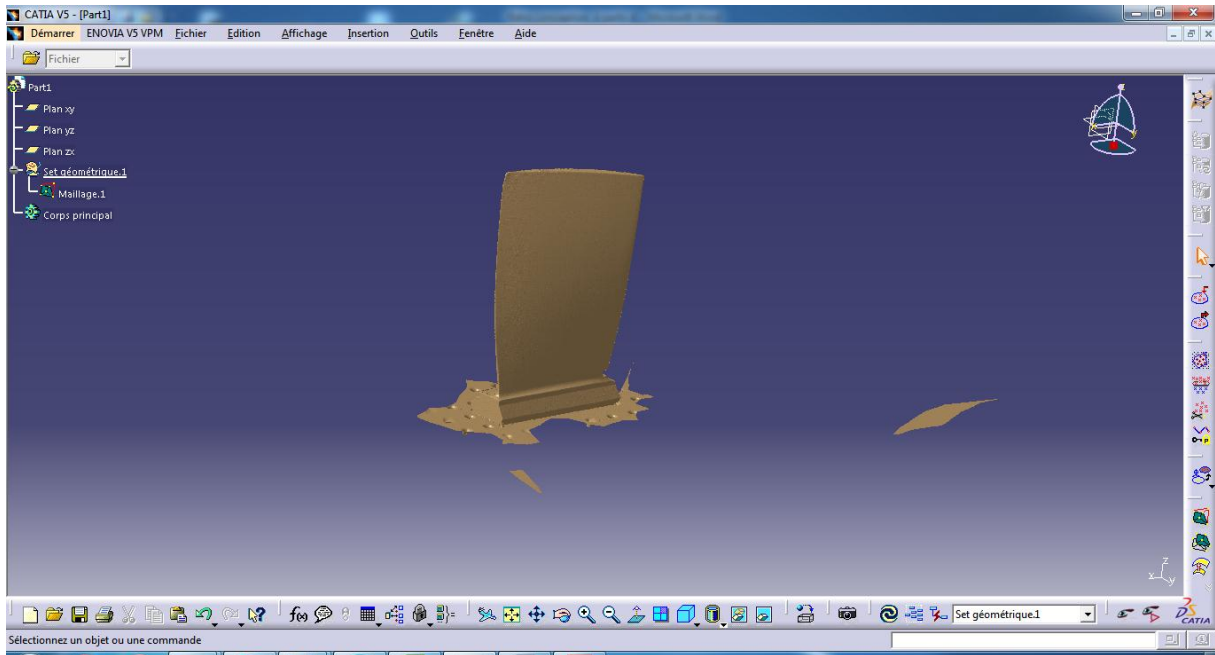
Pour cela en cliquant le bouton **Suppression de points** () en trouve dans la barre d'outils **Edition de nuage de point**



Ensuite cliquer sur la pièce :

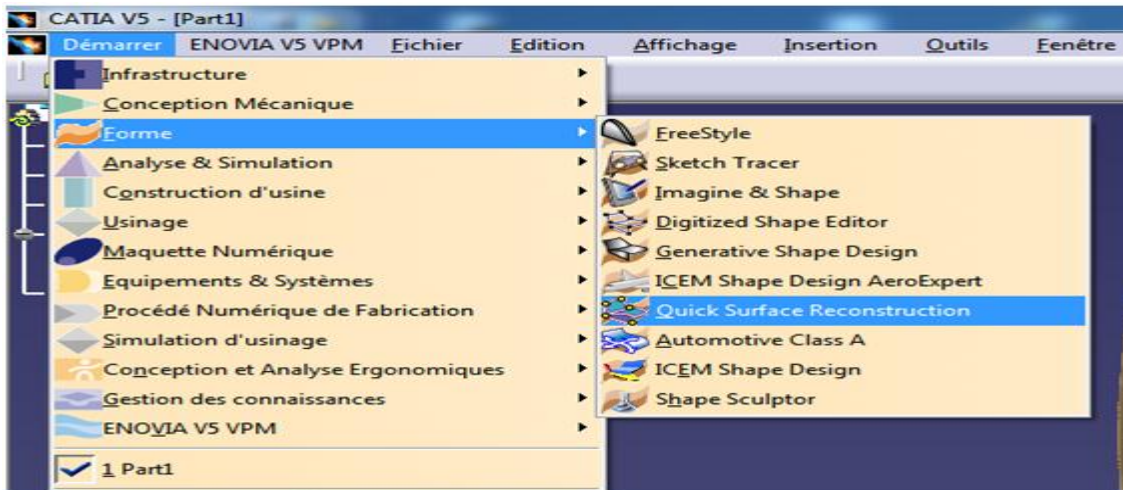


Cliquer sur **OK**, en fin recouvre la pièce solide



6. Démarrer le module **Quick Surface Reconstruction**

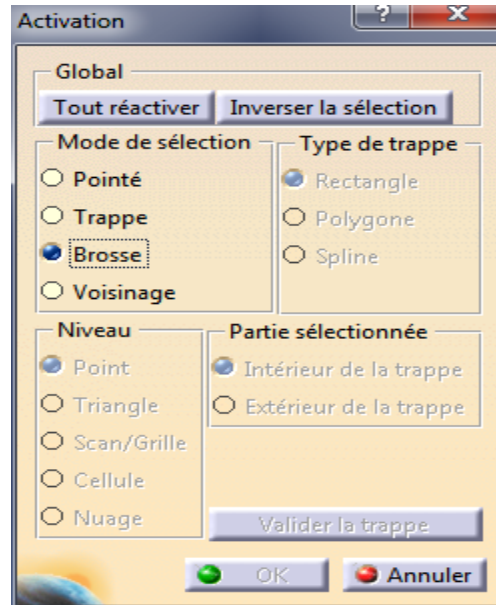
Pour cela, sélectionner **Démarrer/Forme/Quick Surface Reconstruction**



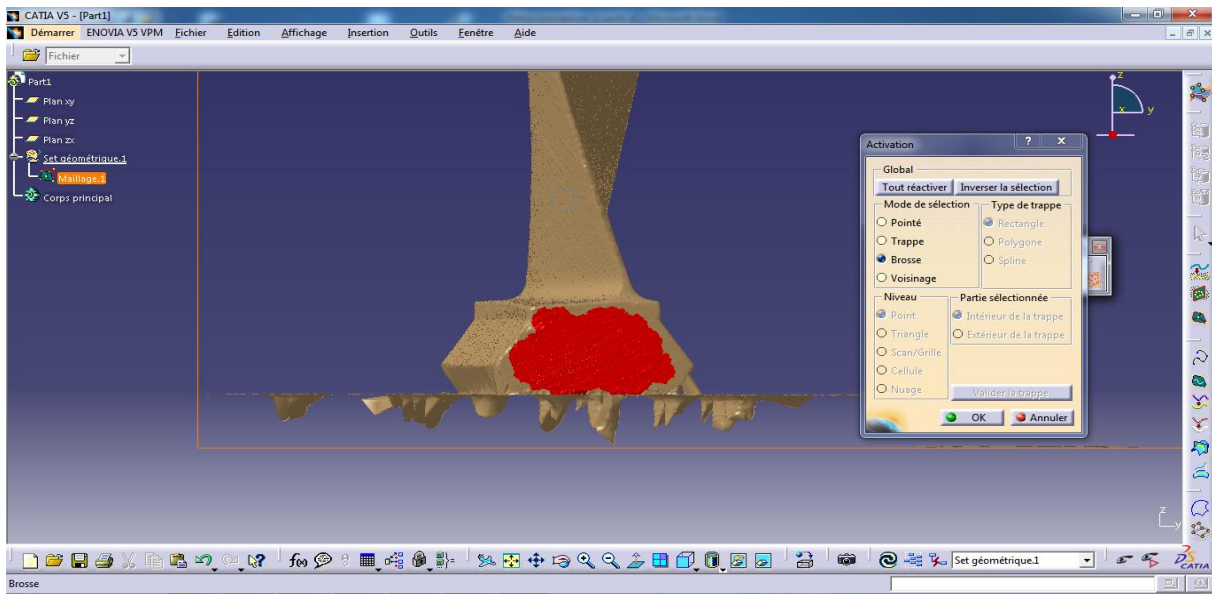
7. Ensuite créer les surfaces de pied de l'ailette :

Pour cela en utilisant la barre d'outils **Edition nuage de point** puis en clique le bouton

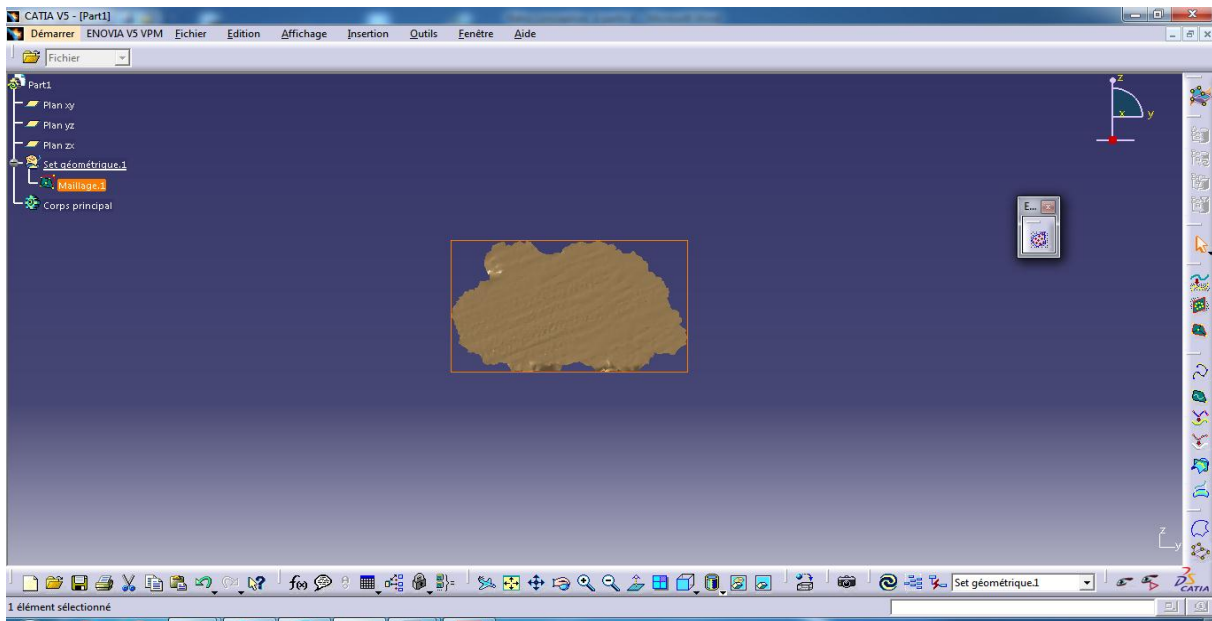
Activer ()




En choisir un vue de face :

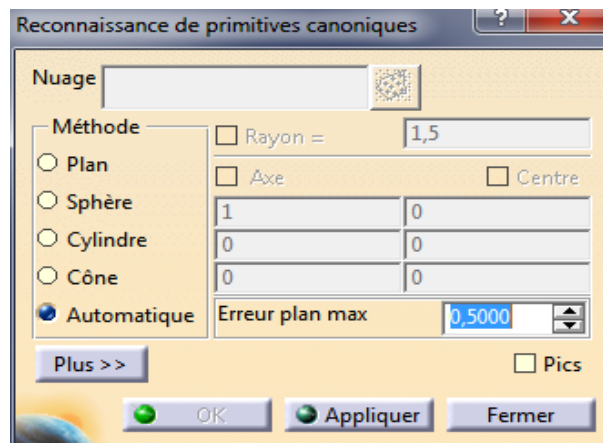


Cliquer sur **OK**

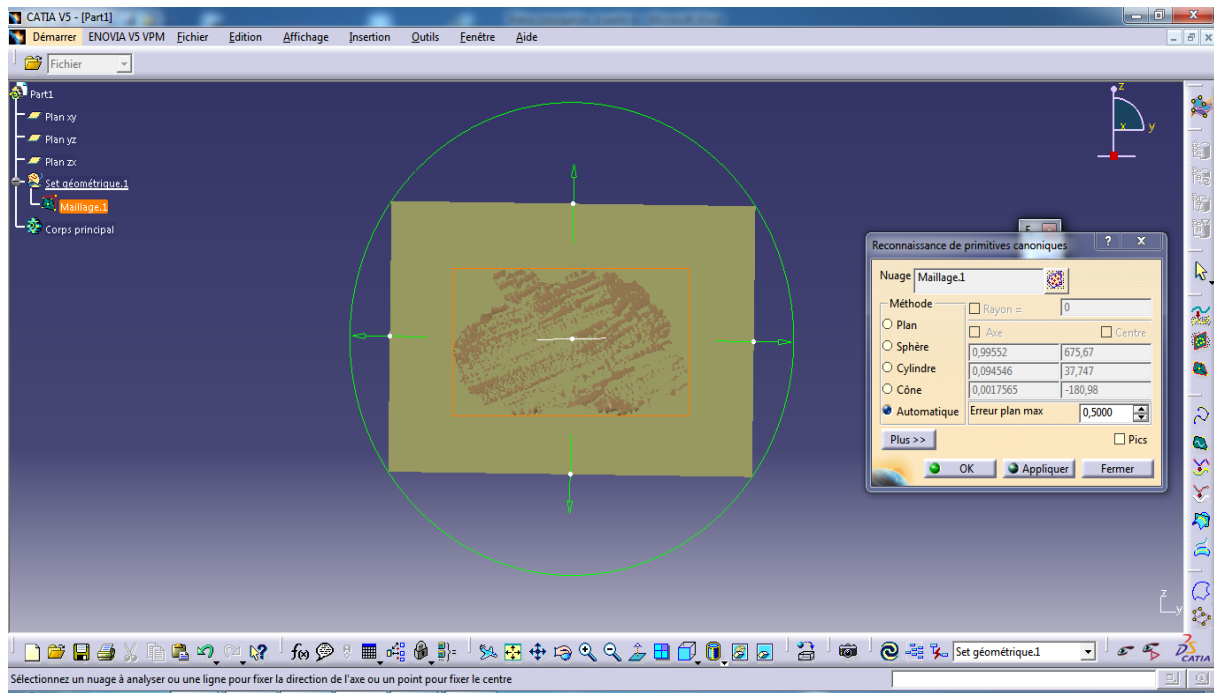


8. créez une surface, pour celui-ci cliquez sur l'icône **Reconnaissance de primitives**

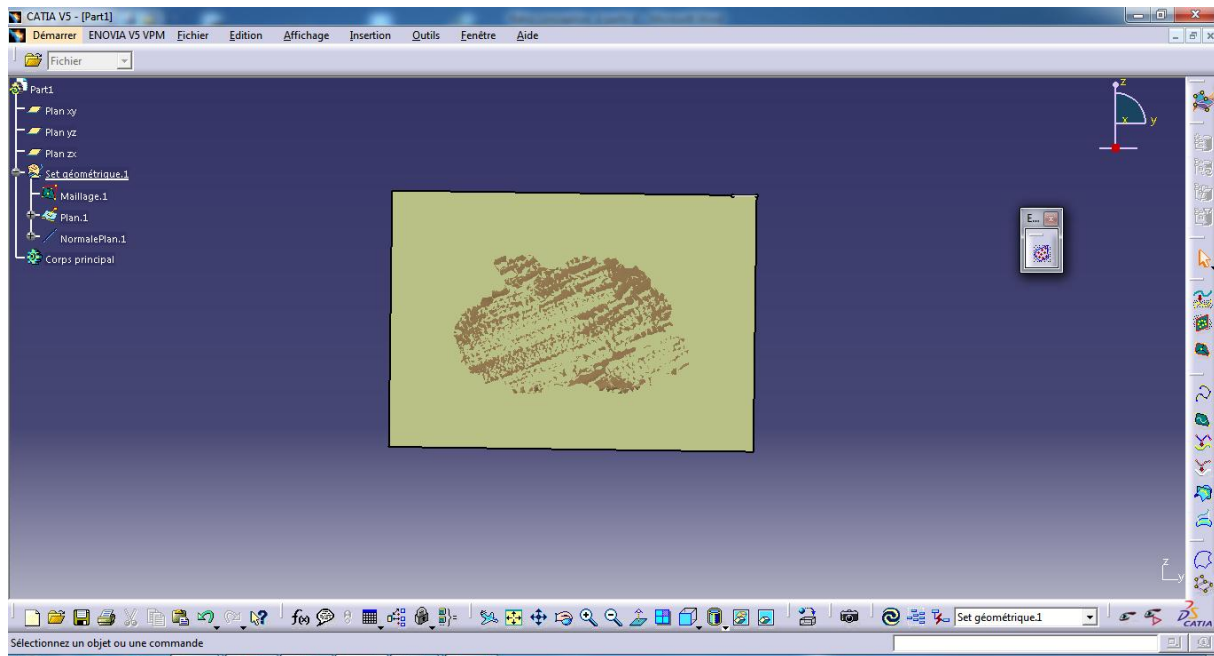
canoniques () dans la barre d'outils **Création des surfaces**



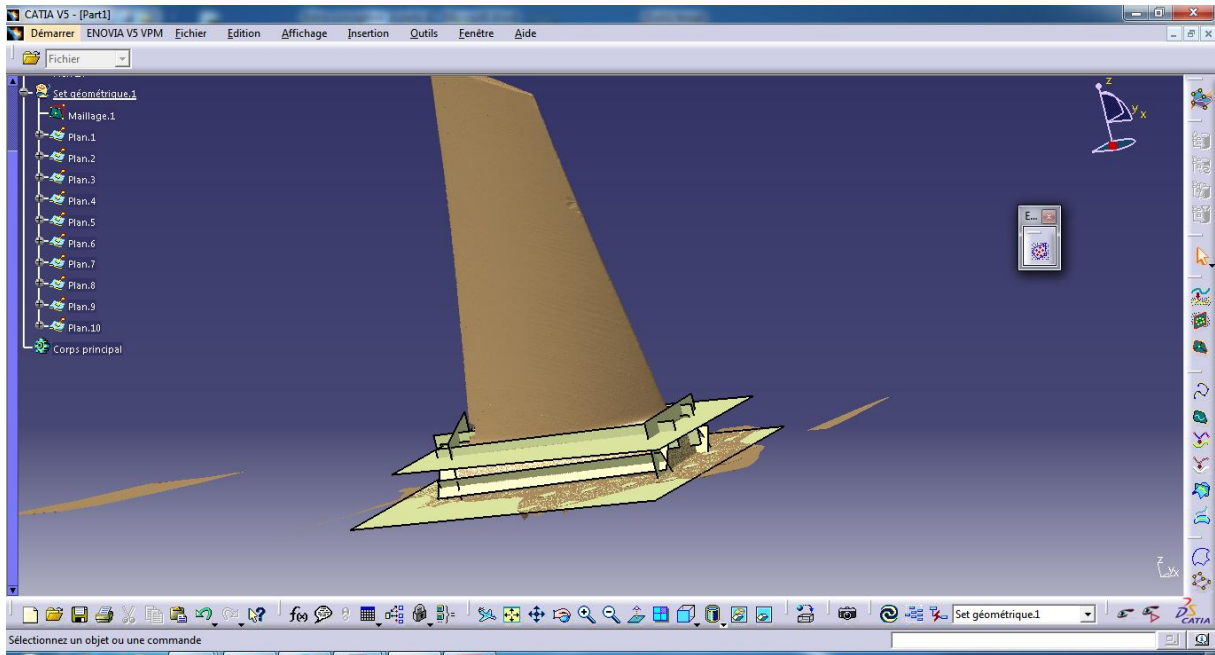
Définir la section et cliquer sur **Appliquer**



Puis cliquer sur **Ok**

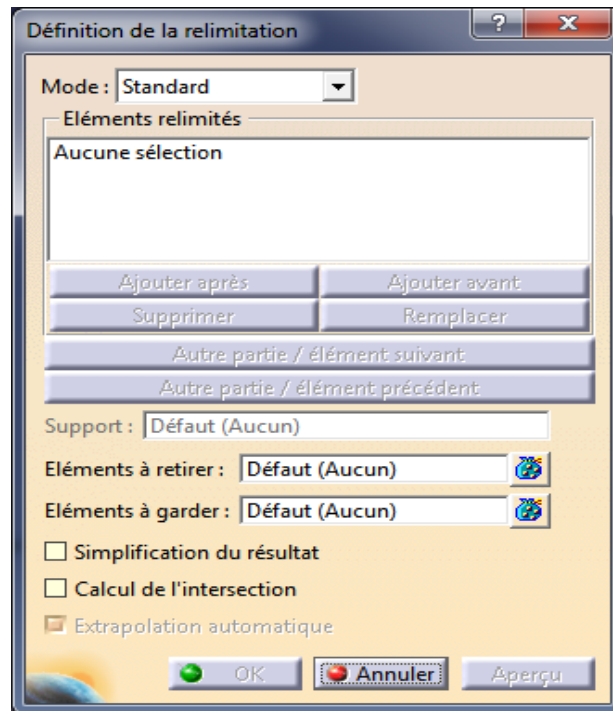


Recommencer l'opération pour construction d'autres vues

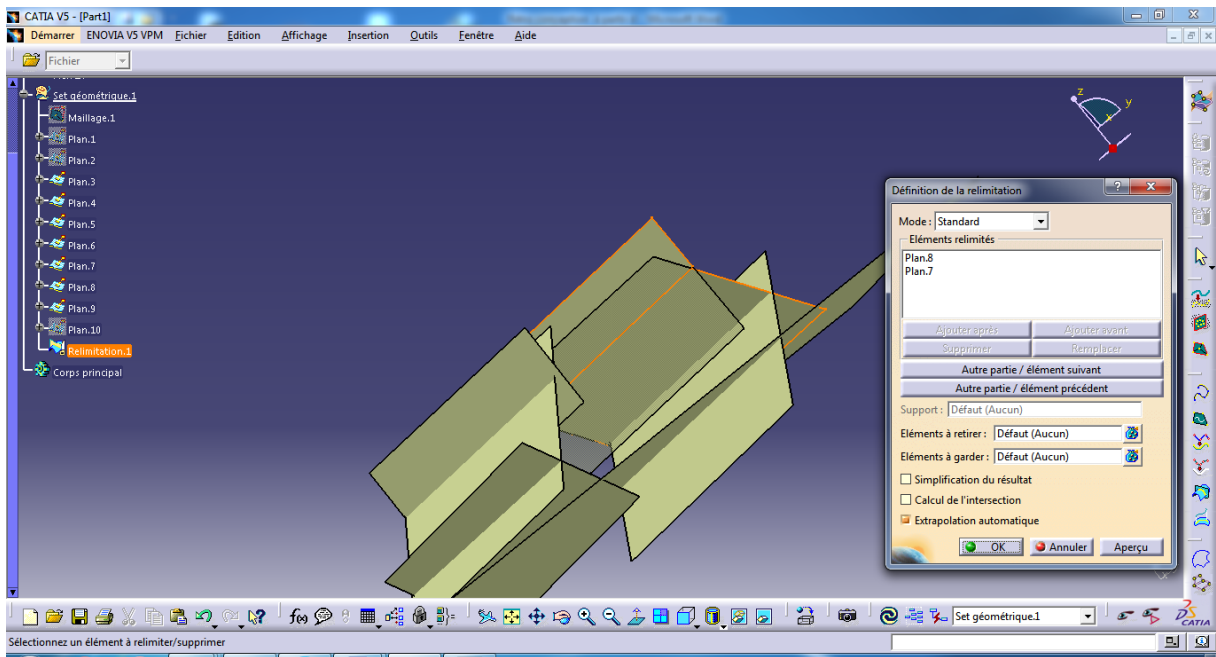


9. En couper les surfaces additions, en utilisant la barre d'outils **Opérations**, et cliquer sur

l'icône **Découpage Assembler** ()

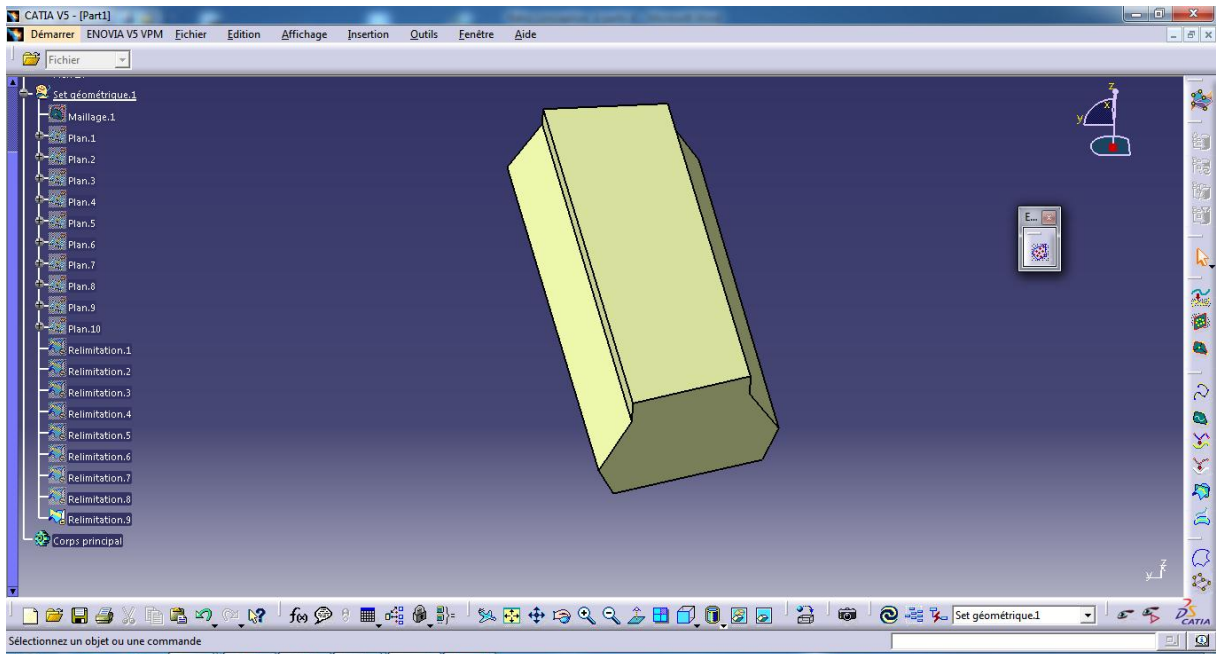


Sélectionner les deux plans voulus qui découpe les surfaces additions



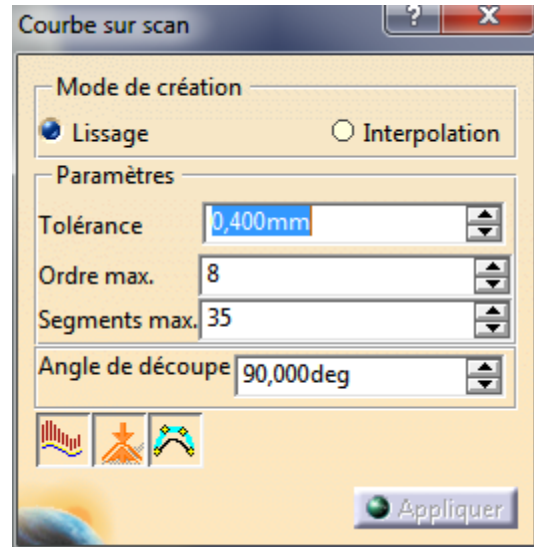
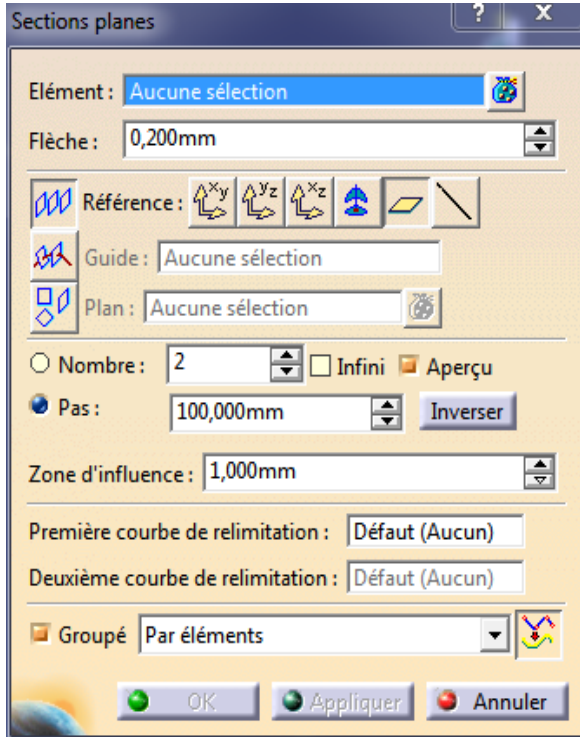
Recommencer l'opération pour découpe d'autres plans,

(Remarque : dans cette étape en choisir deux plans organisés)

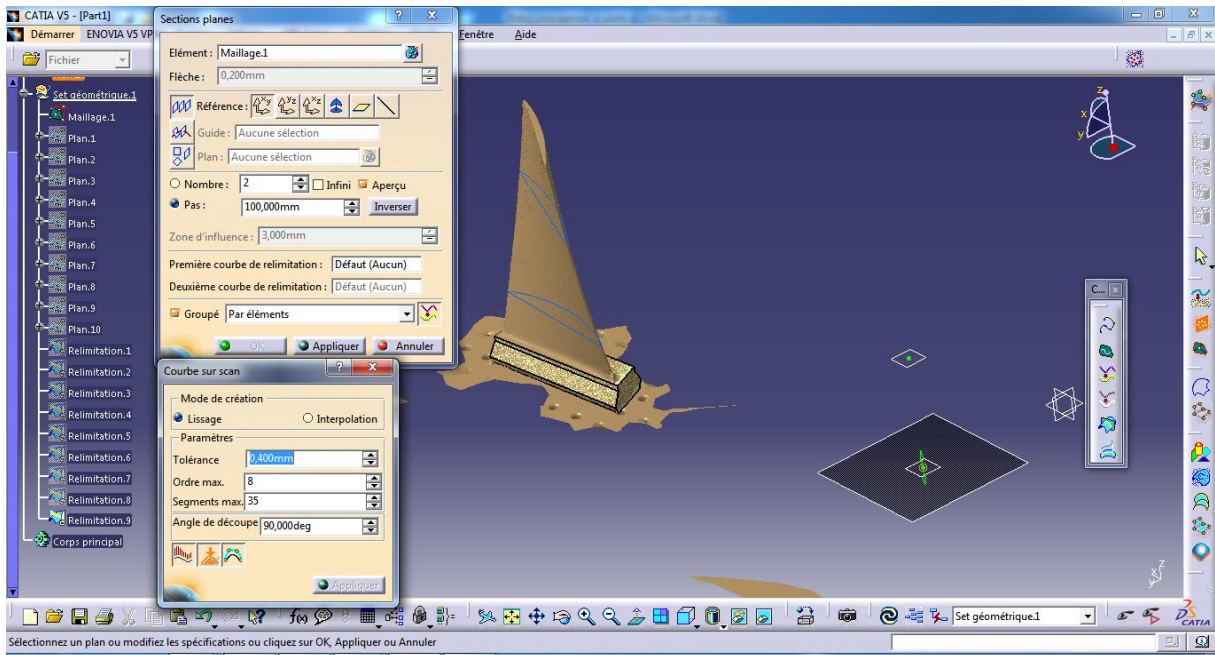


10. Réaliser une section plane d'ailette.

Pour cela, cliquer sur la bouton **section plane** () en trouve dans la barre d'outils **Création un scan**

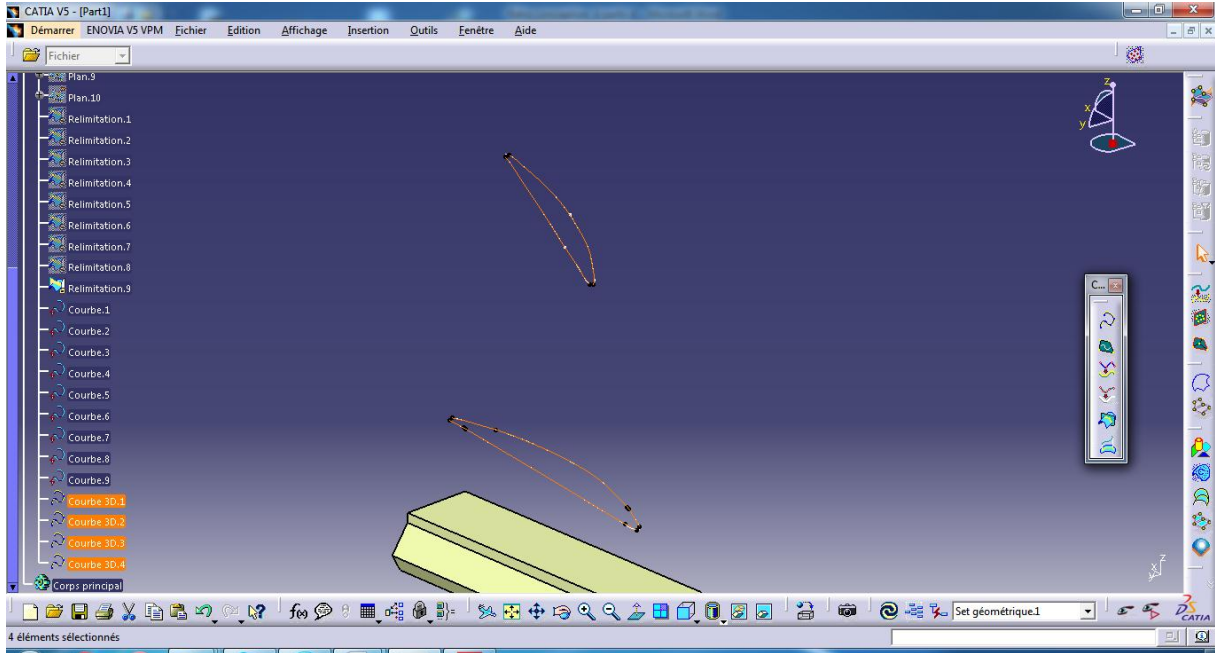


Définir la pièce présente

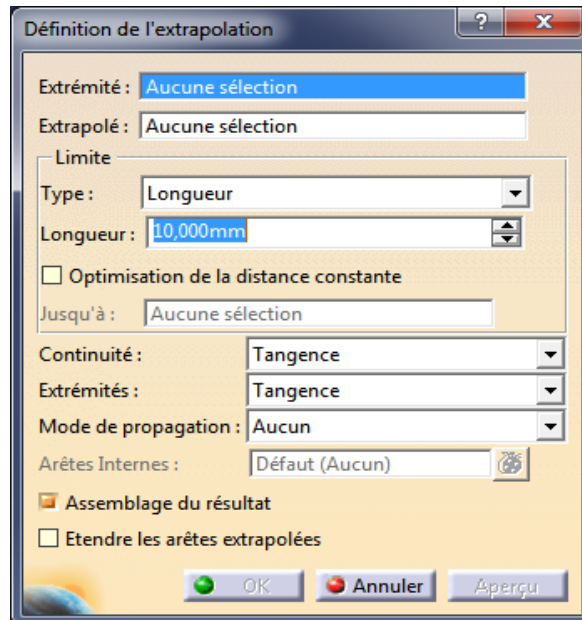


En cliquant sur **appliquer** et **ok**

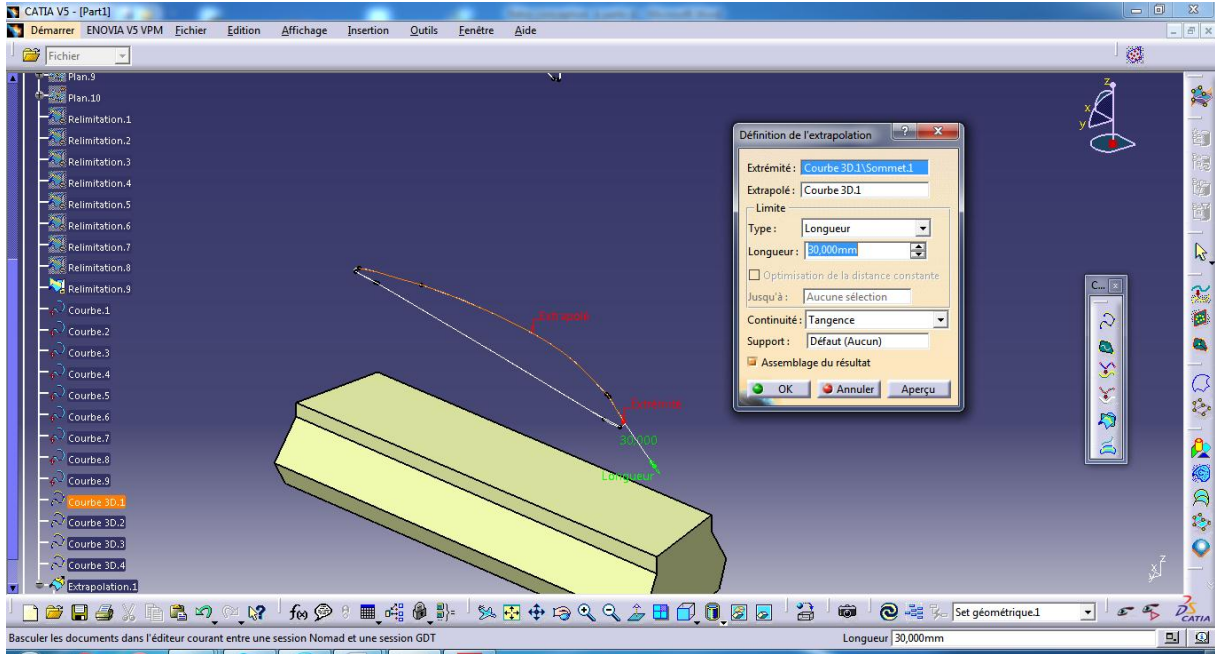
11. Créer les 2 courbes dans chaque plan, Pour cela, cliquer sur l'icône **courbe** ()



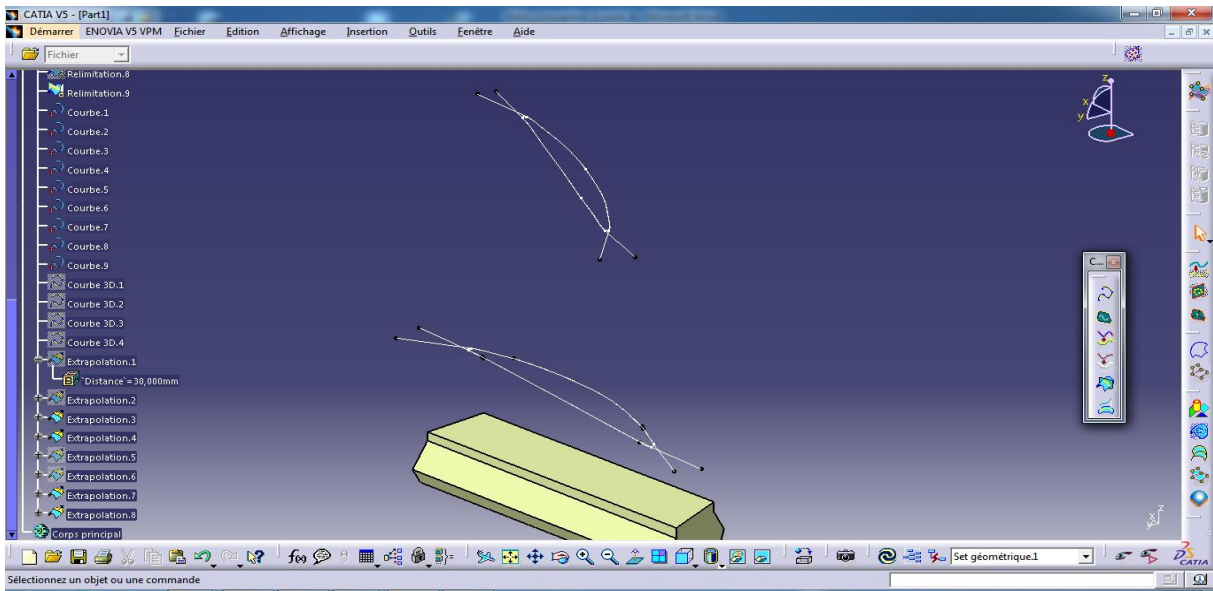
12. Ensuite en utilisant le bouton **Extrapolation** () qui trouve dans le barre d'outil **Opérations**




Dans le premier plan sélectionner l'élément extrémité de première courbe (le point), et l'élément extrapolé (courbe), puis cliquer **OK**
(Recommencer la même opération pour la deuxième courbe)

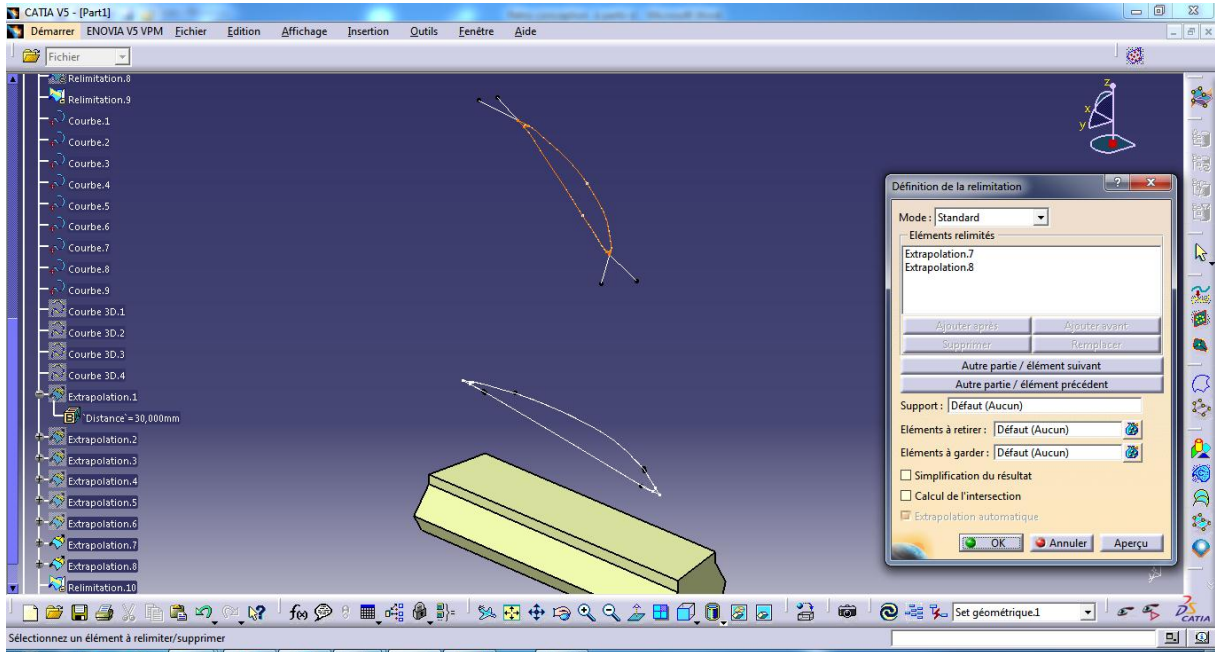


En répéter l'opération dessus pour le deuxième plan




13. En découpe les éléments additions.

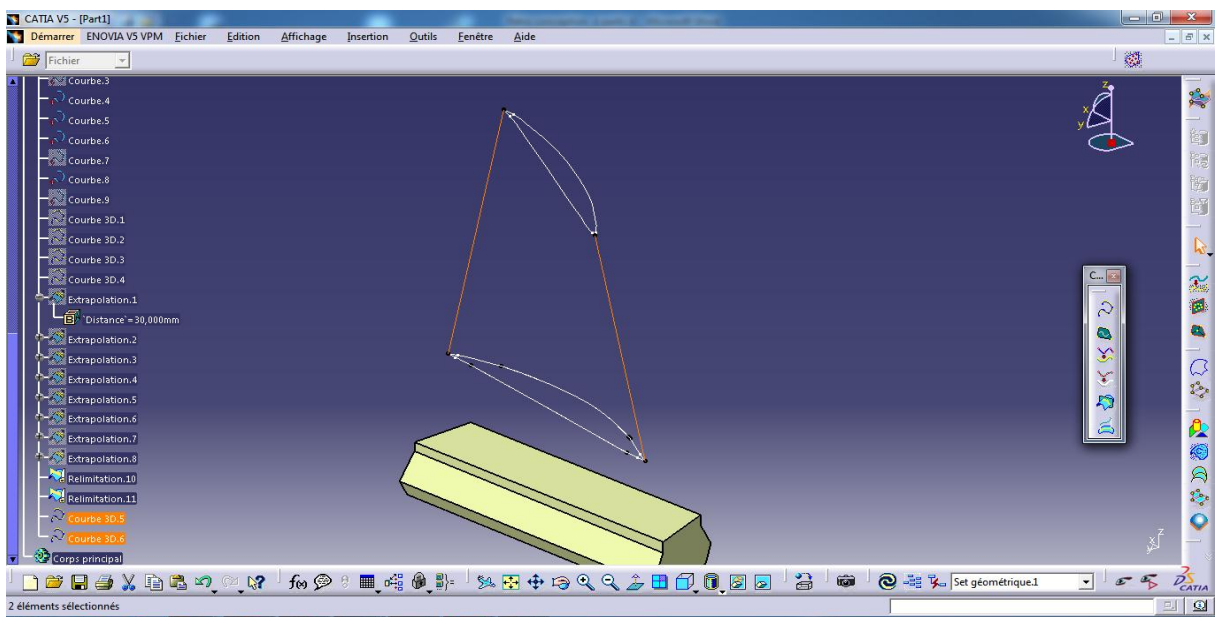
Cliquer sur **Découpage Assembler** (), et sélectionner les éléments voulue découpe



Remarque : Les étapes (11, 12,13) est création des points dans les plans pour construction les courbes guides.

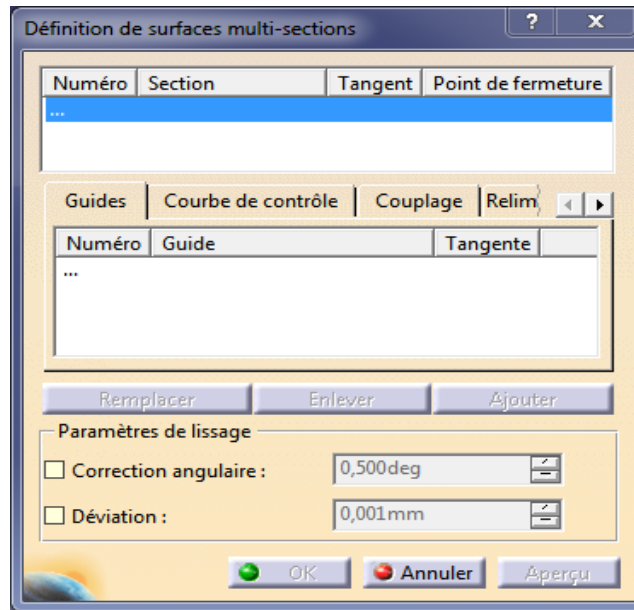
14. Créer les 2 courbes

cliquer **courbe** (), et création un courbe entre deux points

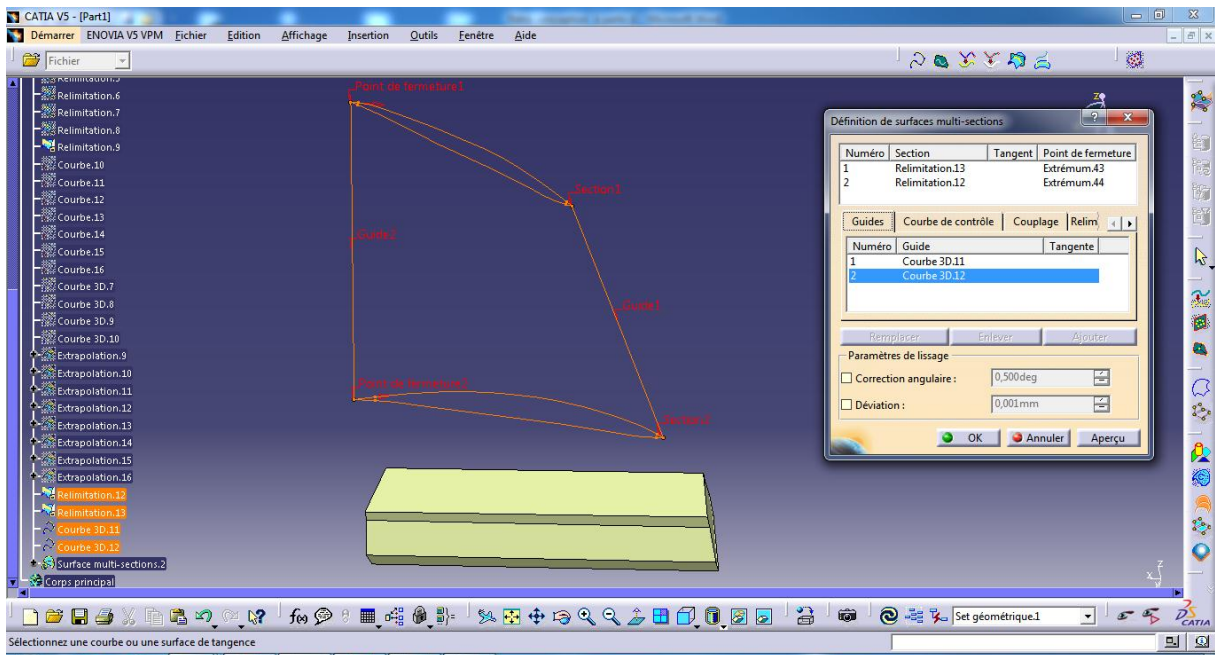


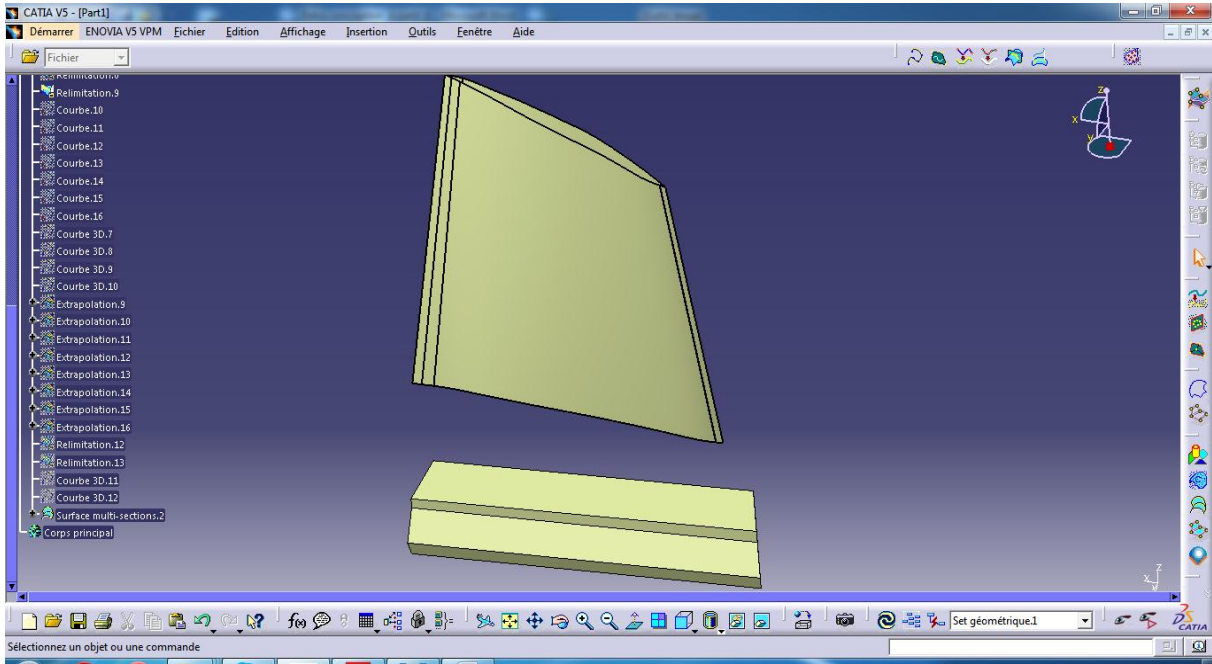
15. Créer une surface de l'ailette :


Cliquer sur l'icône **surface multi-sections** () en trouve dans le barre d'outil **Création de surface**.



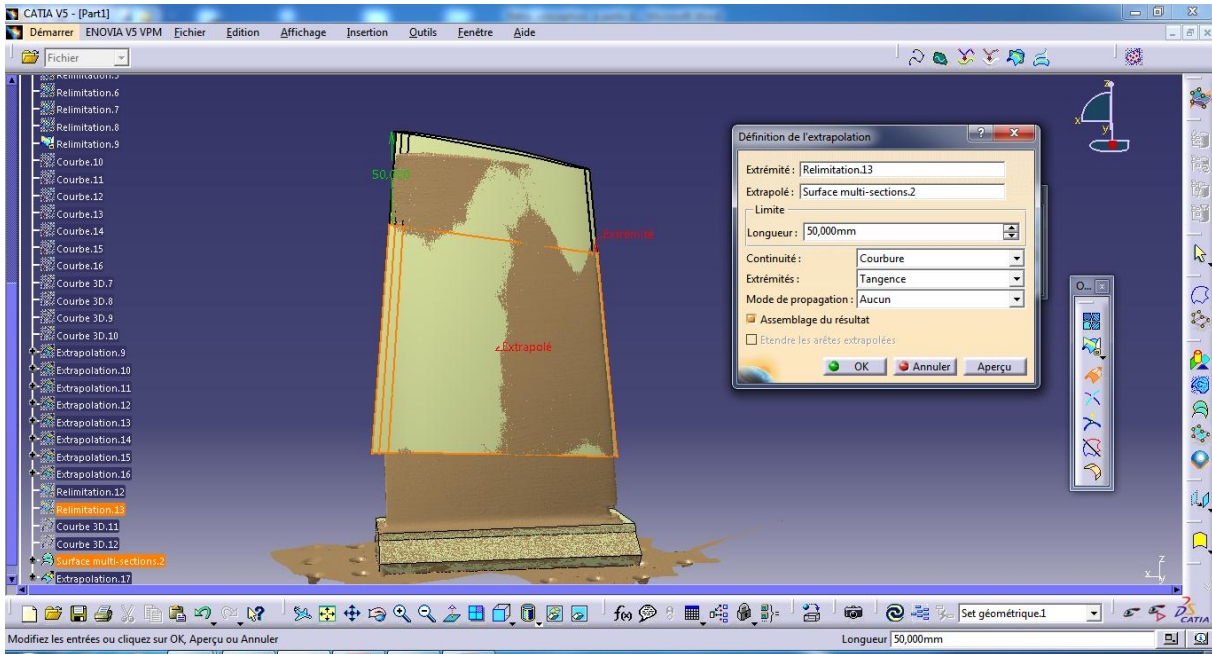
Sélectionner les sections et les guides comme indiqué ci-dessous.





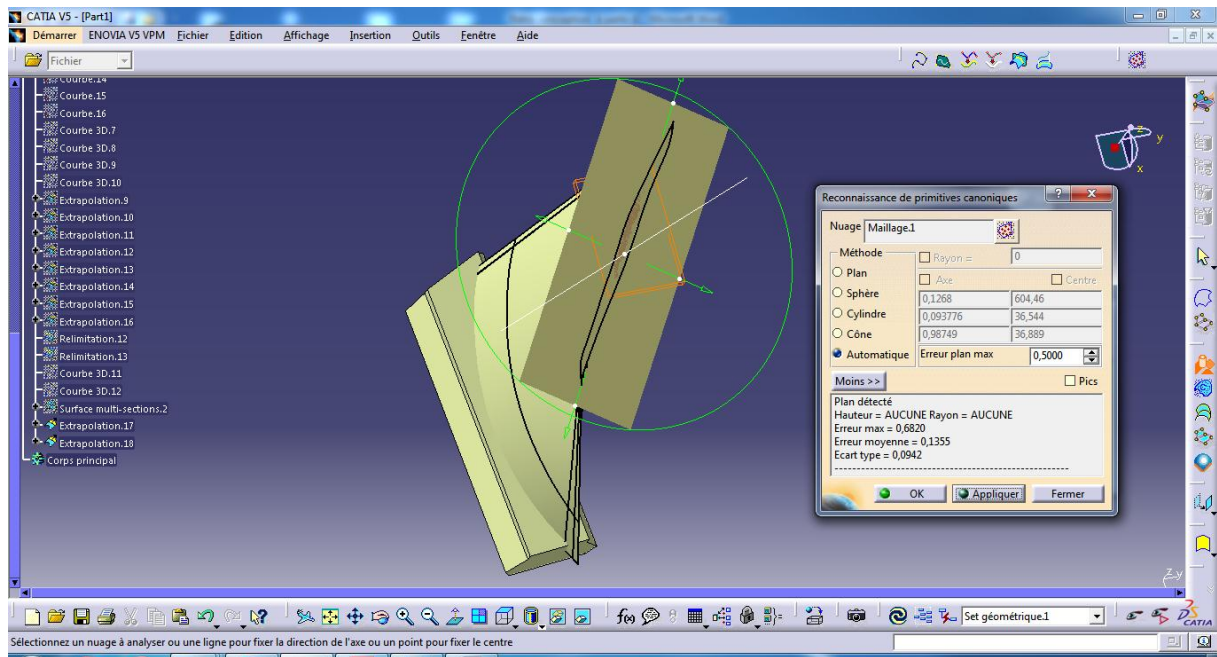

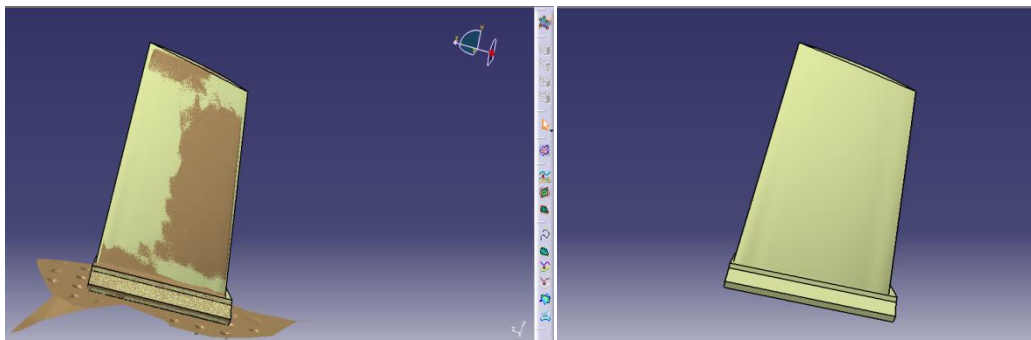
16. Cliquer **Extrapolation**  et sélectionner le bord supérieur de la surface ainsi que la

Cliquer sur **OK**

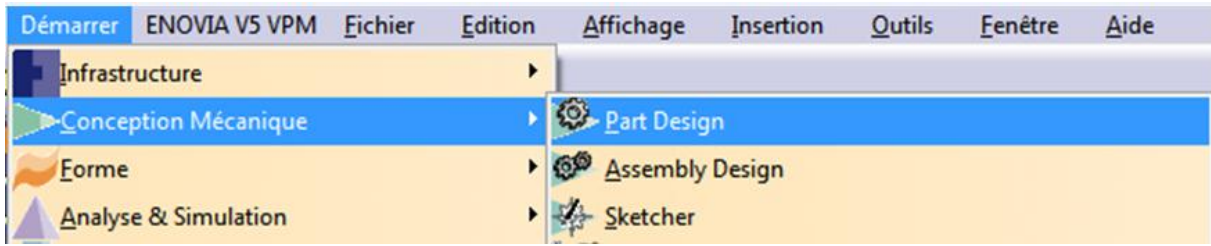



Recommencer l'opération pour la partie basse de la surface.

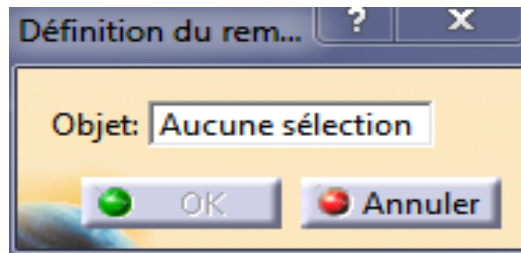
17. Créer une surface extérieure de l'aillette.

18. Cliquer **Découpage assemblé** () et sélectionner la surface de l'aillette et la surface créée

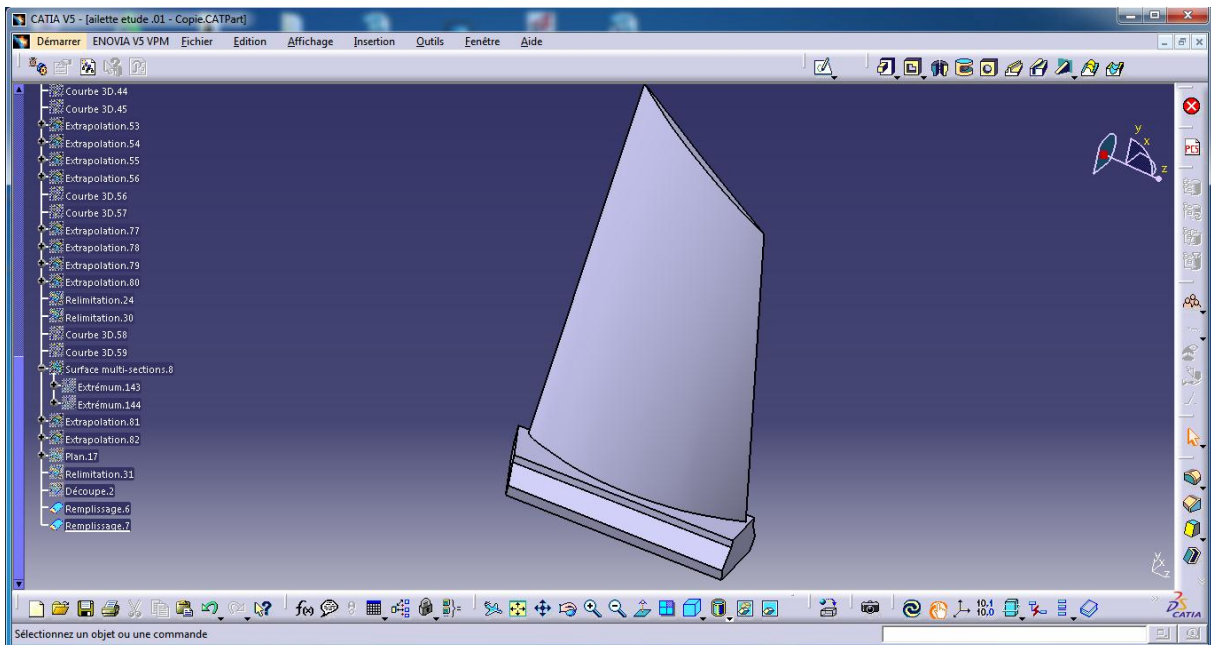
19. Ouvrir le module de travail Part Design.



20. Cliquer sur le bouton **Remplissage** () en trouve dans le barre d'outil **Composants issus d'une surface**



Définir la pièce présente, et cliquer sur **OK**.



Chapitre 04 :
Fabrication Assistées par Ordinateur FAO

IV.1. Généralités sur la FAO :

IV.1.1. FAO (CAM) : fabrication assistée par ordinateur (Computer-Aided Manufacturing)

Application des techniques informatiques à l'ensemble du processus de fabrication du modèle conçu en CAO jusqu'à la réalisation ou la fabrication du prototype, du modèle ou du produit (définir des parcours d'outil (usinages) sur une géométrie créée en CAO, en précisant les outils et paramètres d'usinage nécessaires. L'avantage de cette méthode est d'éliminer la plupart des erreurs de programmation grâce aux fonctions évoluées de vérification des usinages (simulation, vérification solide))[16].

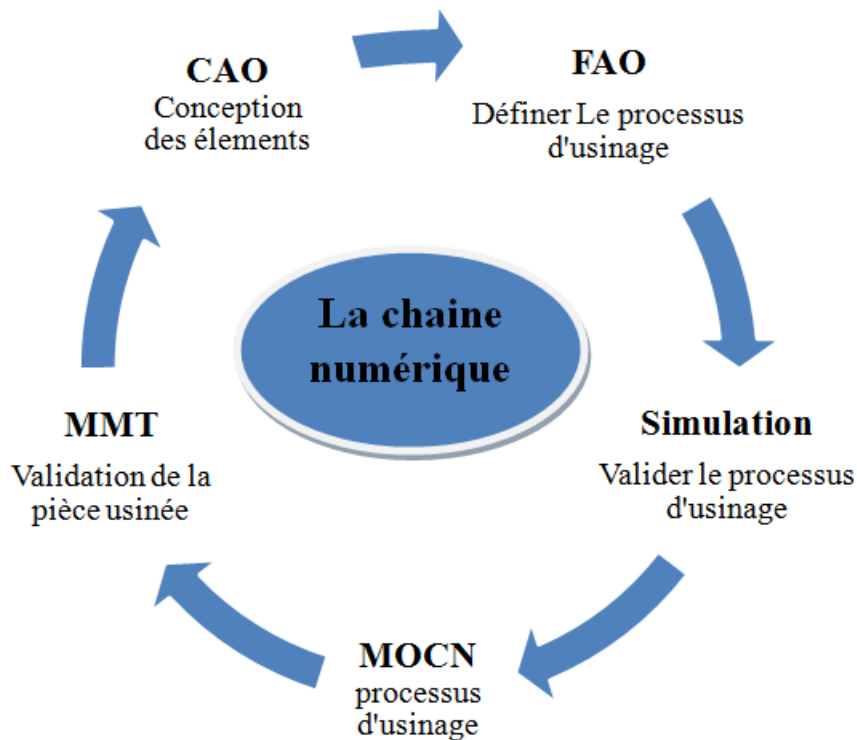


Figure IV.1 : La chaîne numérique

IV.2. Les centres d'usinage 5 axes :

IV.2.1. Développement des machines :

Le développement de la technique des commandes numériques et de l'usinage a commencé dans les années 50 au MIT (Massachusetts Institute of Technology, E-U) quand l'armée américaine a demandé des pièces fabriquées dans la masse. Les premières machines ne pouvaient travailler alors qu'en 3 axes. Dans les années 60 puis 70, l'utilisation des techniques à circuits intégrés ont rendu les contrôleurs plus fiables et plus petits jusqu'à l'apparition des commandes numériques à micro-processeur. Du côté des contrôleurs, sont apparues dans les années 80 les interfaces utilisateurs graphiques suivies des premiers systèmes de FAO qui ont permis une productivité beaucoup plus élevée ainsi que l'usinage de surfaces complexes. Partant de l'usinage 3 axes, les systèmes de FAO sont passés à l'usinage 3+2 axes puis à l'usinage 5 axes simultanés. Les besoins actuels en automatisation pour une productivité plus élevée ont conduit à de fortes exigences envers les systèmes de FAO. Notamment en ce qui concerne l'usinage 5 axes, qui exige une collaboration étroite entre le système de FAO, et la cinématique de la machine et le contrôleur [17].

IV.2.2. Description :

Les centres d'usinage à 5 axes sont des machines CNC, sont caractérisés par trois axes de translation et deux axes de rotation. Un centre d'usinage à cinq axes avec deux axes de rotation de la table. La pièce à fabriquer est fixée à la table de la machine au moyen du dispositif de montage. La pièce est ensuite usinée en utilisant un outil fixé à la broche par l'intermédiaire du porte-outil.

Les machines à commande numérique sont programmées au moyen d'un langage spécifique appelé code G ou code ISO sous forme d'instructions formant le programme d'usinage.

Le programme pièce est composé de commandes représentées par des lettres, des chiffres et des symboles spéciaux. Le programme se compose d'une partie des instructions pour contrôler les mouvements de la machine suite à une technologie de fabrication liée à la machine, les dispositifs et l'outillage utilisé.

Par exemple, le programme spécifie la forme et les dimensions de l'outil, la vitesse de coupe et d'avance, l'orientation relative de la pièce et de l'outil. Le programme prévoit également l'ensemble des points de positionnement de l'outil

Le choix d'une machine à 5 axes pour une certaine application n'est pas une tâche facile. Il peut être fait en analysant des caractéristiques de l'objet telles que le poids et la taille[17].

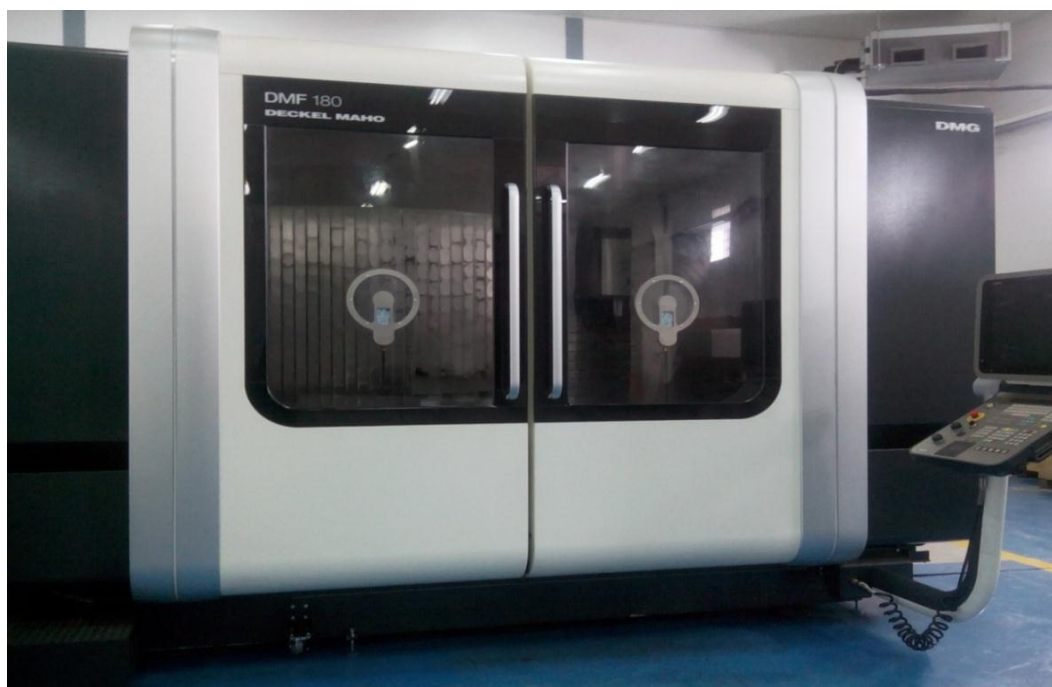


Figure IV.2 : Centre d'usinage 5 axes DMF 180 (MEI SOUNLGAZ M'sila).

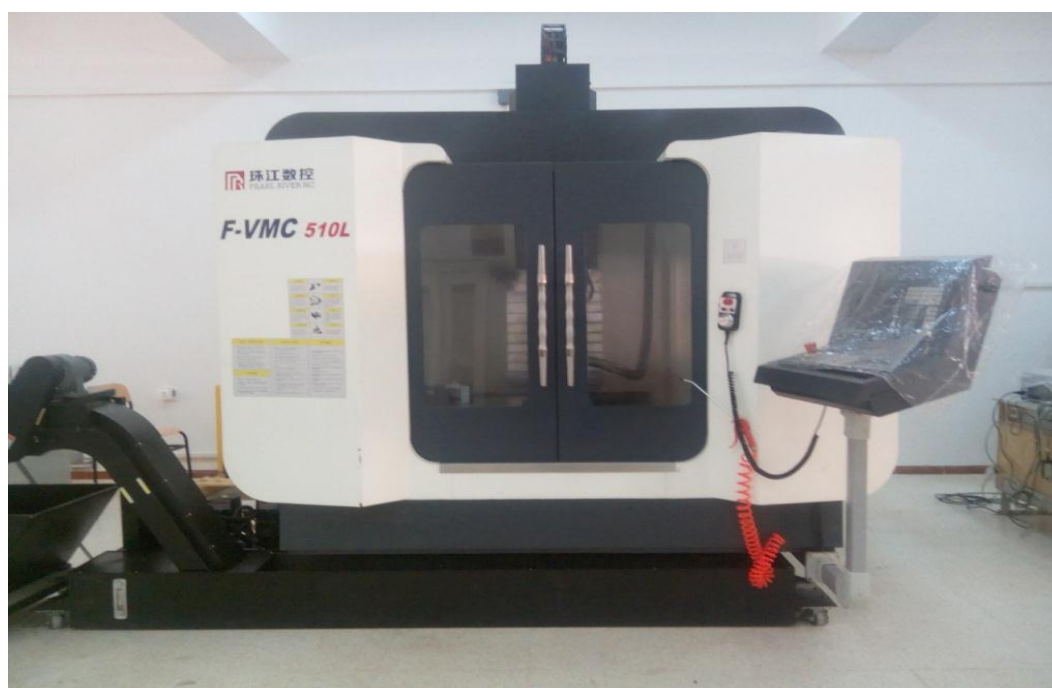


Figure IV.3 : Centre d'usinage 3 axes F-VMC 510L (Université de M'sila).

IV.2.3. Quelques opérations réalisées dans le centre usinage :

La solution de centre usinage 5 axes s'intègre complètement aux autres solutions de fraisage et répond à l'ensemble des processus industriels, notamment aux spécificités d'usinage des pièces aéronautiques, automobiles ou de turbines.

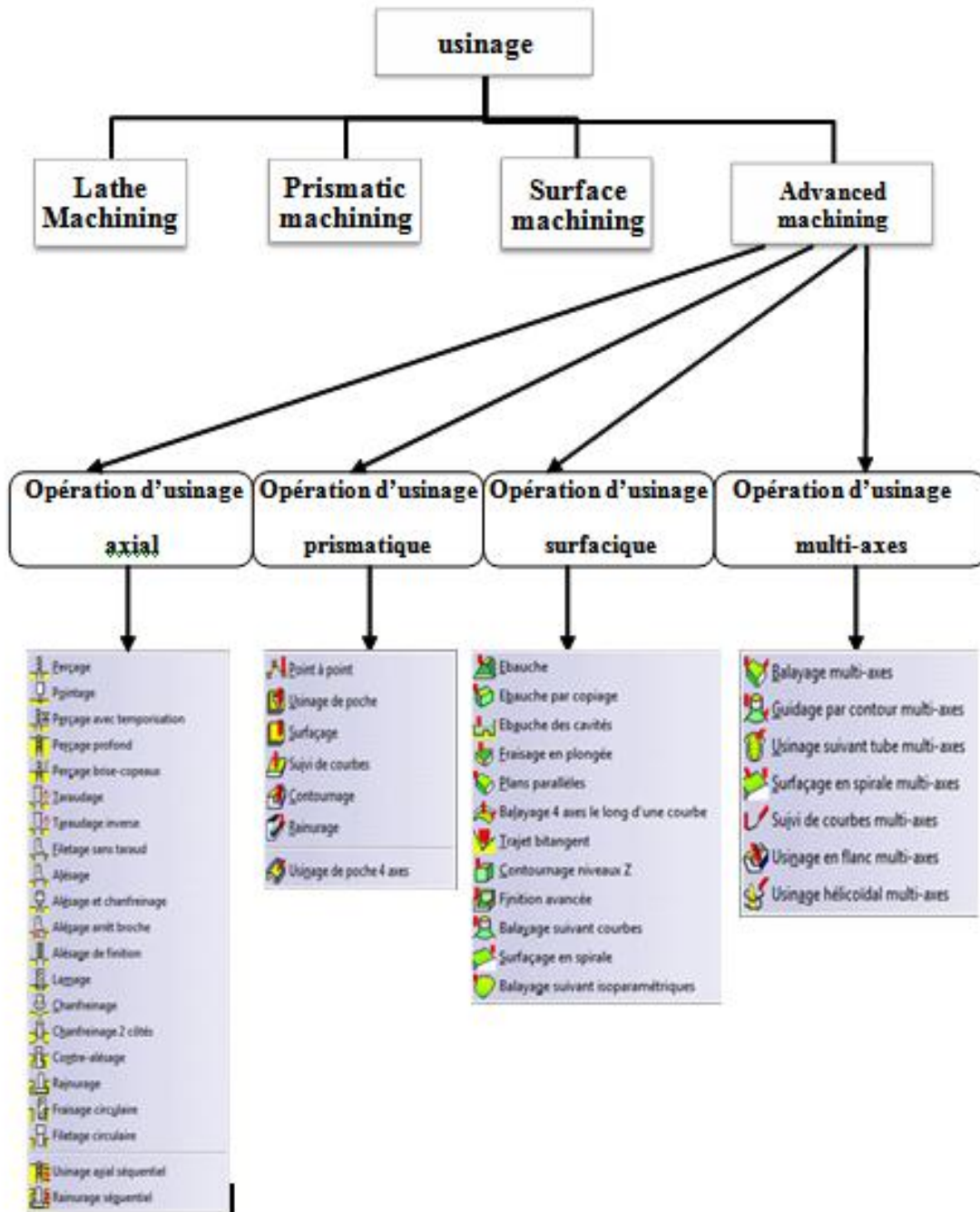
- ✓ Plusieurs stratégies de Contournage et de balayage 5 axes (copiage, suivi de courbes iso paramétriques, etc.)
- ✓ Gammes multi-axes avancées
- ✓ Contournage 5 axes en flanc
- ✓ Usinage hélicoïdal 5 axes
- ✓ Usinage 5 axes de tubes
- ✓ Stratégie d'usinage globale et automatique pour les pièces à plusieurs cavités [18].

IV.2.4. Les points forts:

- ✓ Temps de calculs optimisés pour la génération des parcours outils
- ✓ Nombreuses stratégies et options d'usinage
- ✓ Répétition de perçages avec changement d'axe
- ✓ Configurations dédiées à l'aéronautique et aux machines-outils
- ✓ Usinage multi-axes de plusieurs surfaces avec évitement de collision
- ✓ Production de NURBS pour l'usinage cinq axes [18].

IV.3. Partie FAO (Usinage de ailette) :

IV.3.1. Les ateliers d'usinage dans un CATIA V5 :

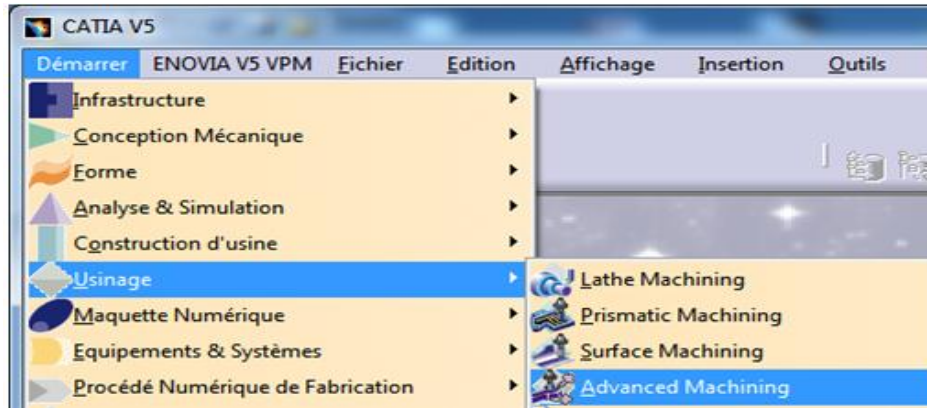


FigureIV.4 : Les ateliers d'usinage dans un CATIA V5.

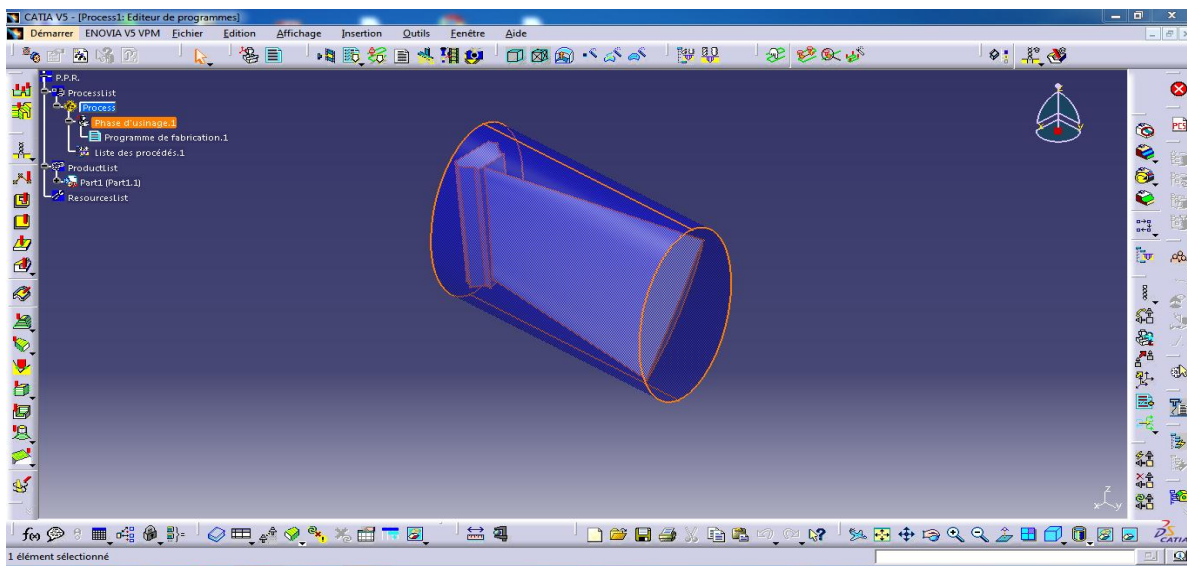
IV.3.2. Etude l'usinage de l'ailette par CATIA V5

Etapes de fabrication :





1) Sélectionner : « Démarrer »/ « Usinage »/ « Advanced Machining ».

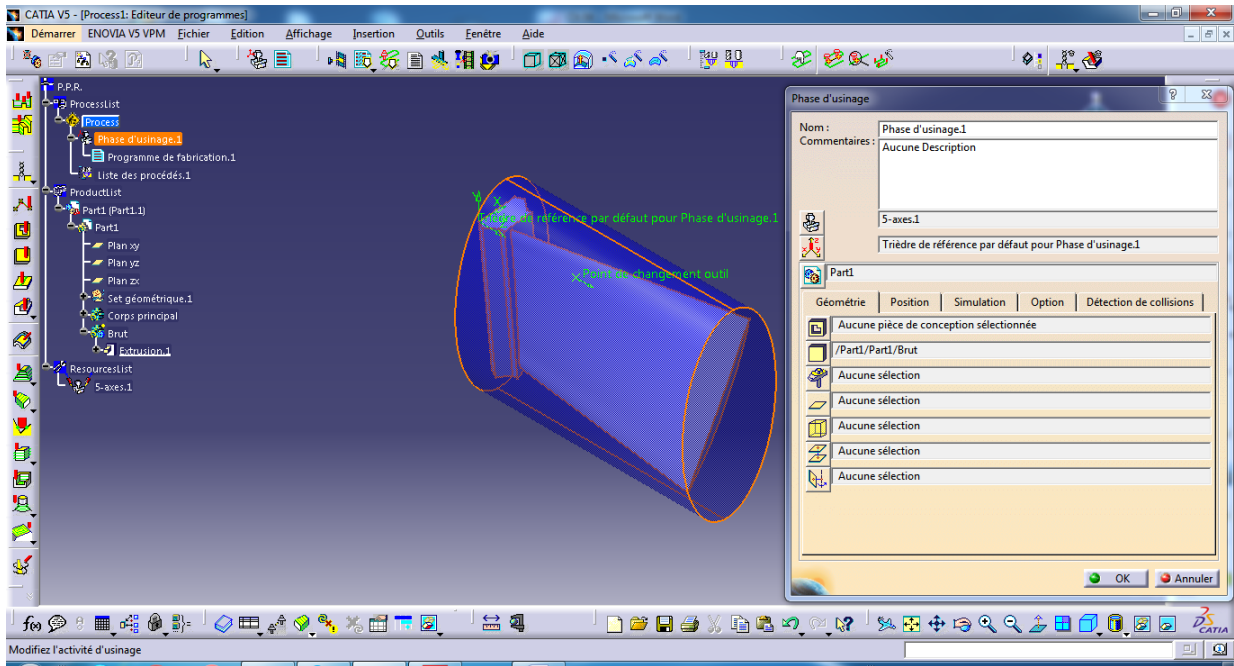


2) ouvrir le fichier de la pièce :




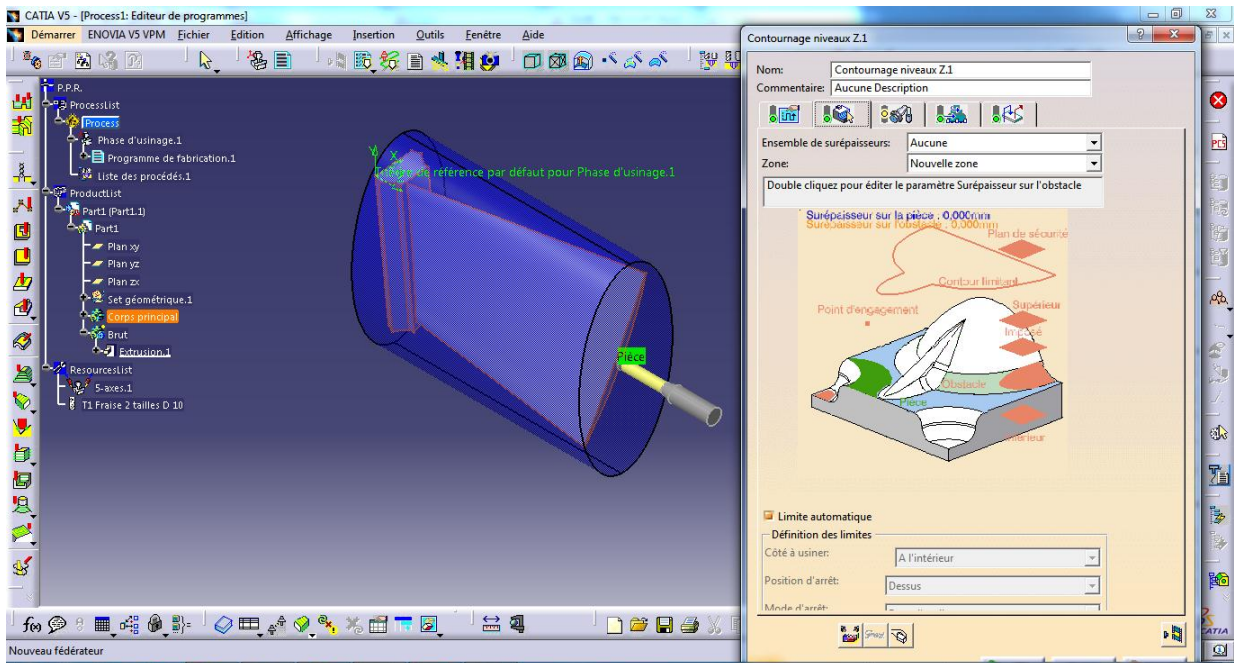
3) Définir la phase d'usinage :


- ✓ la machine utilisée 
- ✓ Trièdre de référence 
- ✓ pièce dessin pour simulation 
- ✓ le brut pour simulation 

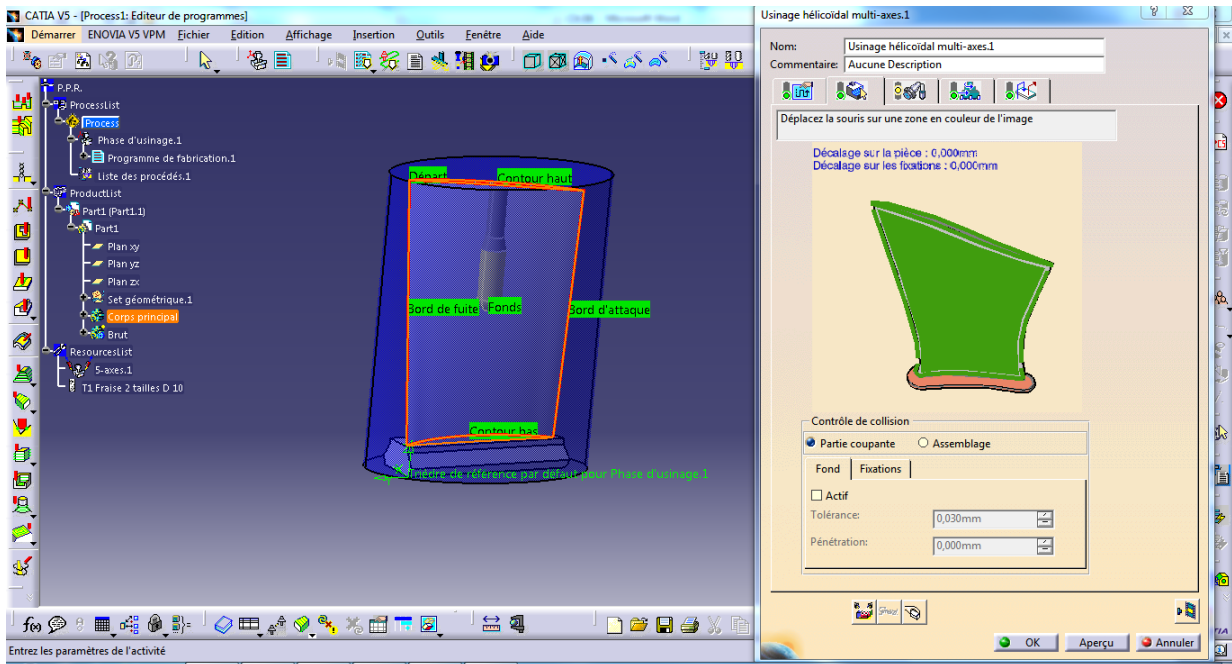



4) Définir les opérations d'usinage :

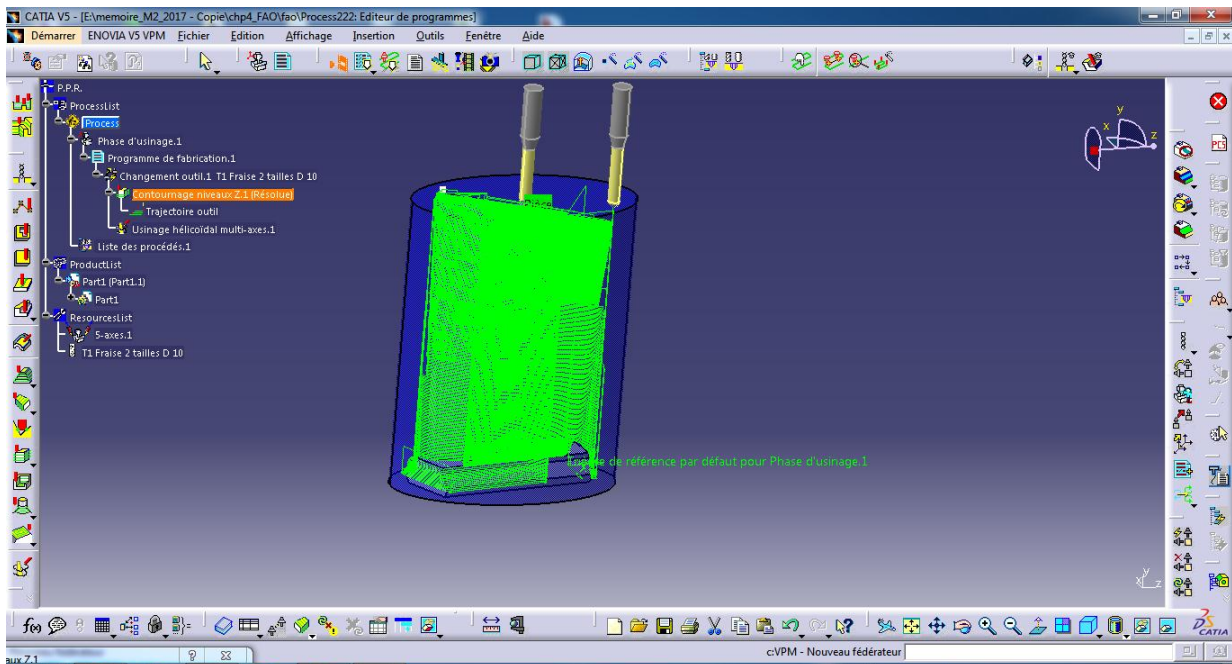
- ✓ Cliquer sur l'opération d'usinage « Contournage niveaux Z :  »
- Définir la pièce usinée



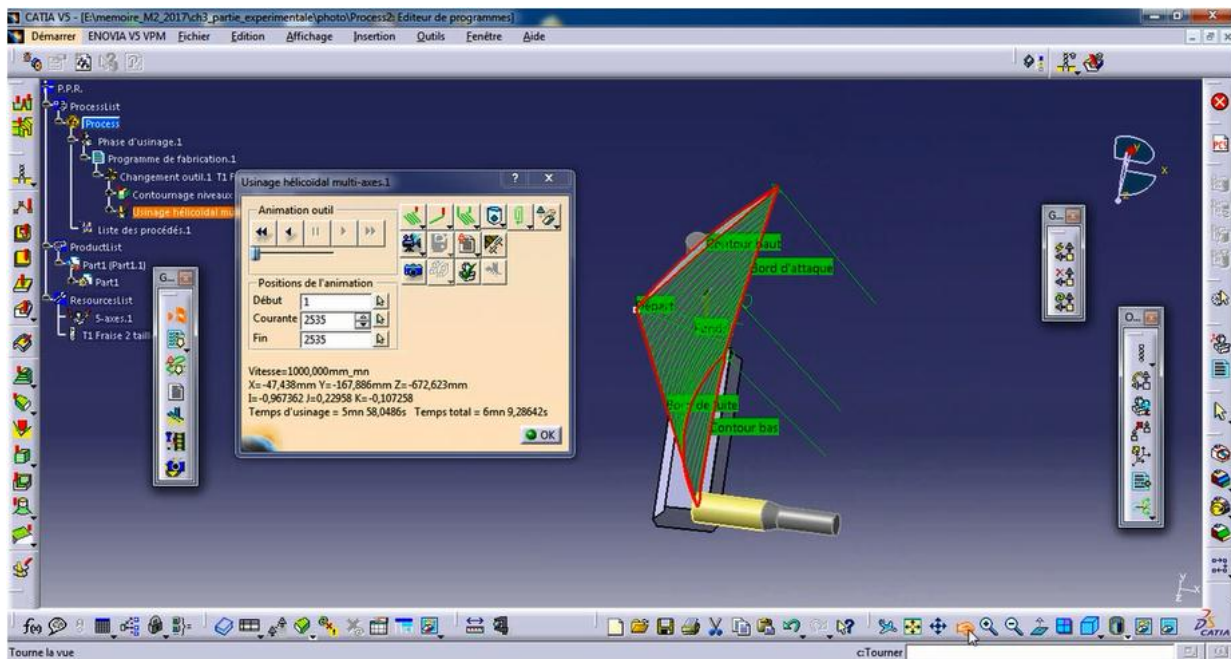
- 5) Définir l'opération « usinage hélico. multi axe »  »
 ✓ L'outil est défini



- 6) Puis cliquer sur l'icône «  » pour fait la simulation de la pièce
 « Simulation d'usinage à 5 axes »
 ✓ Contournage niveaux Z :

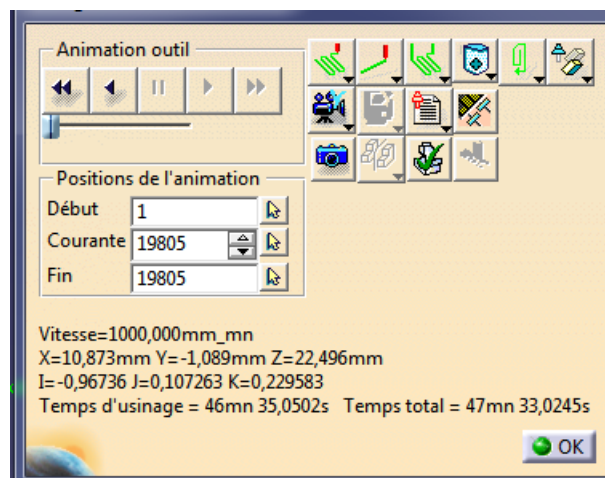


✓ Usinage hélico. multi axe

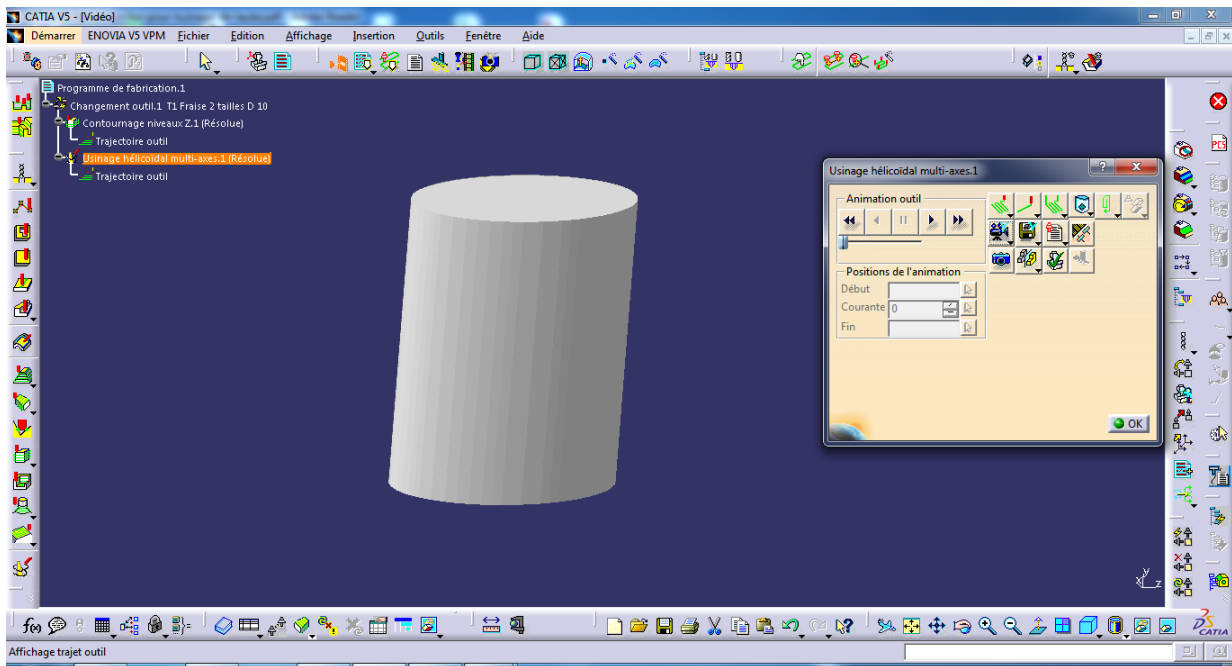


7) Simuler graphiquement les opérations d'usinage

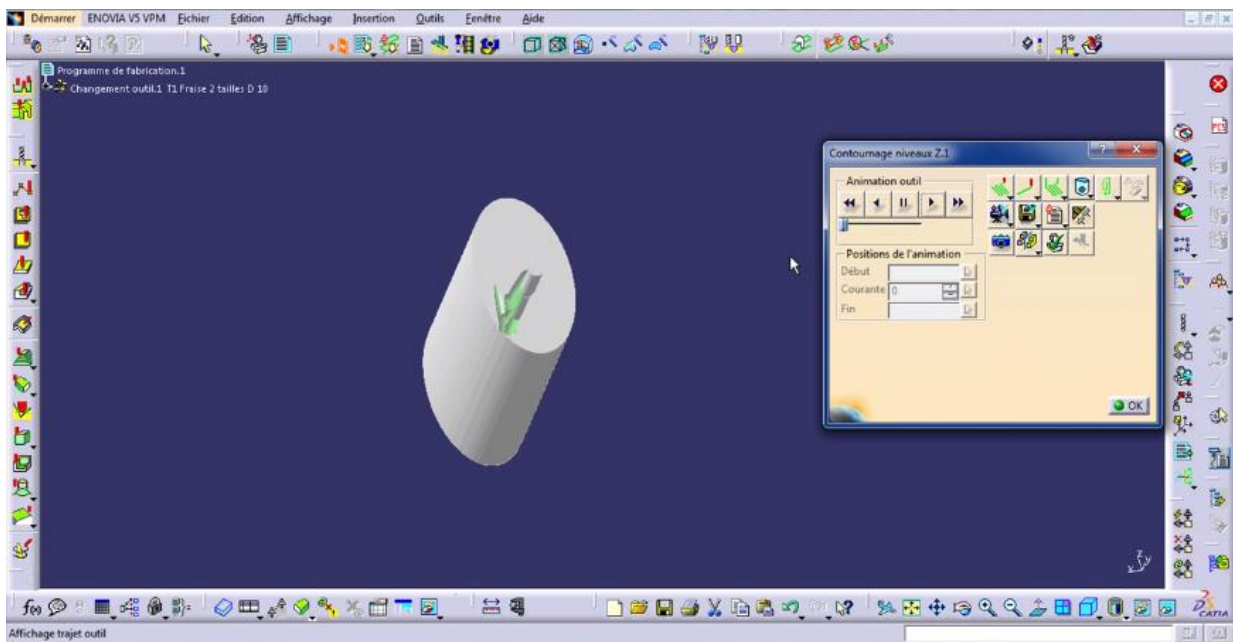
✓ simuler en mode vidéo «  »



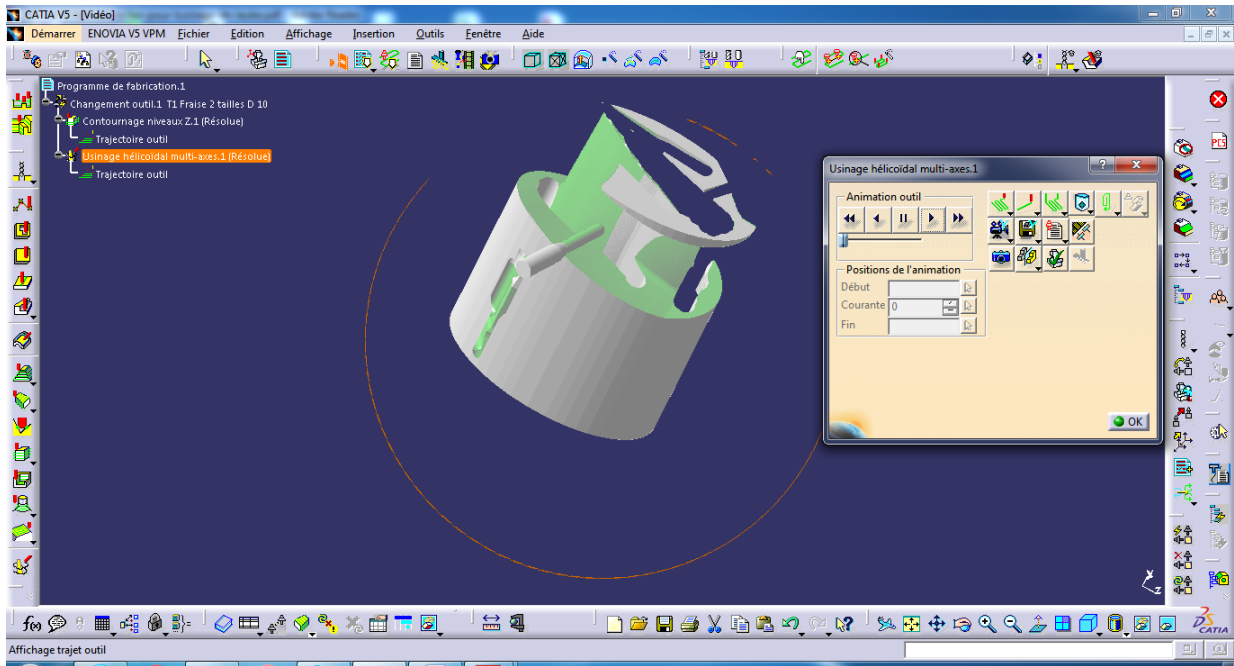
- ✓ simulation l'usinage sur module brut



- ✓ début l'usinage



✓ en cours l'usinage



8) Générationle programme G-code

```

Programme d'usinage d'une ailette - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
%1000
N1 G54 G64 G40 G90 G17 G94 G49 G80
N2 G53
N3 T1 M6
N4 G0 X-14.77 Y-117.923 S70 M3
N5 Z231.532
N6 G1 Z230.332 F300.
N7 X-15.552 Y-119.432
N8 G3 X-14.045 Y-120.213 CR=1.2
N9 G1 X-13.926 Y-120.175 F1000.
N10 X-13.715 Y-120.2
N11 X-13.652 Y-120.401
N12 X-13.793 Y-120.887
N13 X-14.001 Y-121.037
N14 X-14.302 Y-120.999
N15 X-14.486 Y-120.725
N16 X-14.402 Y-120.425
N17 X-14.045 Y-120.213
N18 G3 X-13.628 Y-118.568 CR=1.2
N19 G1 X-15.276 Y-118.15
N20 Z231.532
N21 G0 X-10.125 Y-107.097
N22 Z230.532
N23 G1 Z229.332 F300.
N24 X-10.179 Y-108.797
N25 G3 X-8.483 Y-108.851 CR=1.2
N26 G1 X2.616 Y-98.438 F1000.
N27 X4.449 Y-96.838
N28 X5.041 Y-96.416
    
```

```

Programme d'usinage d'une ailette - Bloc-notes
Fichier Edition Format Affichage ?
N13477 X5.013 Y-130.816
N13478 X5.011 Y-130.811
N13479 X2.804 Y-131.759
N13480 Z6.532
N13481 G0 Z231.332
N13482 X-.002 Y-88.207
N13483 Z6.532
N13484 G1 Z5.332 F300.
N13485 X.832 Y-87.344
N13486 X.83 Y-87.229 F1000.
N13487 X-7.463 Y-.821
N13488 X-7.469 Y-.447
N13489 G3 X-8.69 Y.732 CR=1.2
N13490 G1 X-9.871 Y-.491
N13491 Z6.532
N13492 G0 Z97.49
N13493 X46.146 Y4.549
N13494 Z6.532
N13495 G1 Z5.332 F300.
N13496 X44.83 Y5.625
N13497 G3 X43.755 Y4.311 CR=1.2
N13498 G1 X44.082 Y1.053 F1000.
N13499 X44.084
N13500 X45.102 Y1.688
N13501 Z6.532
N13502 G0 Z231.332
N13503 M30
%
    
```

a. Le premier partir de programme

b.Le dernier partir de programme

Figure IV.5 : Le programme G-Code (a. Le premier partir de programme b. Le dernier partir de programme)

Conclusion générale

Conclusion général

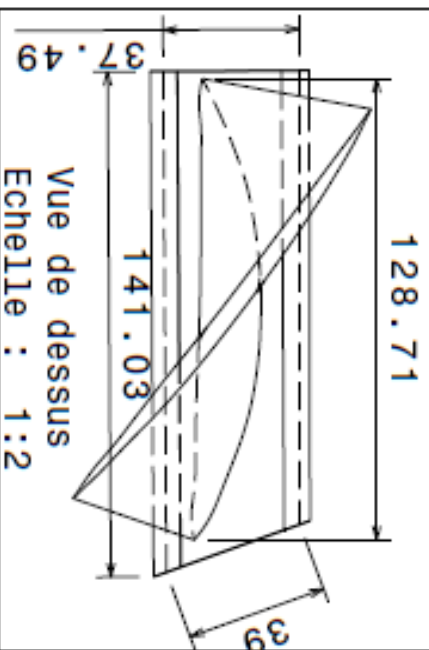
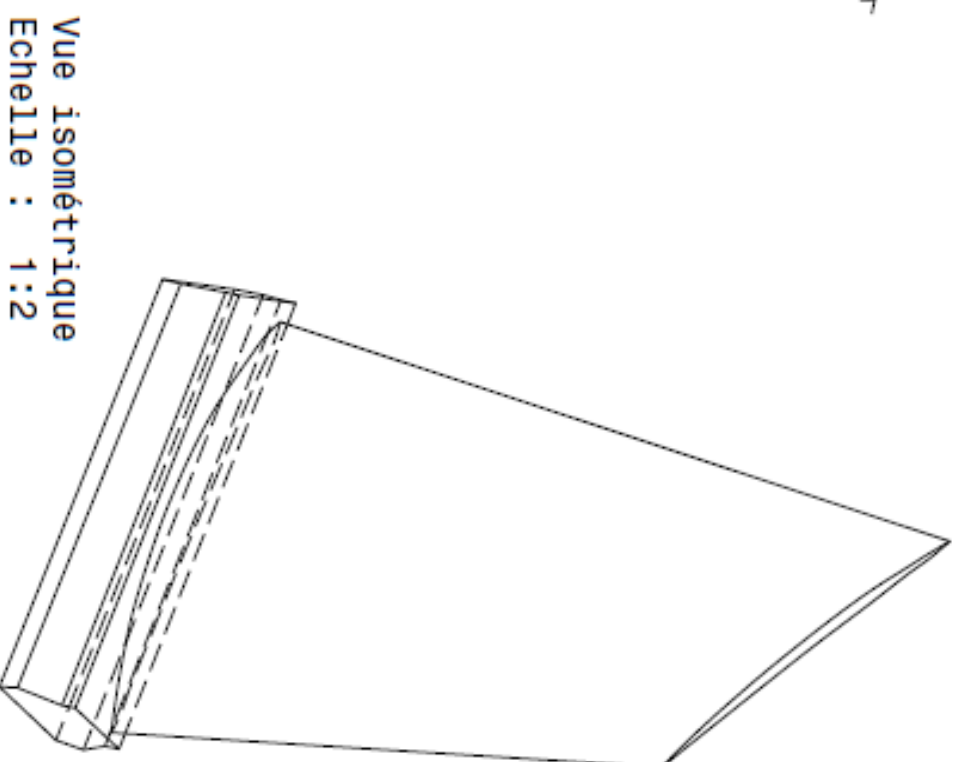
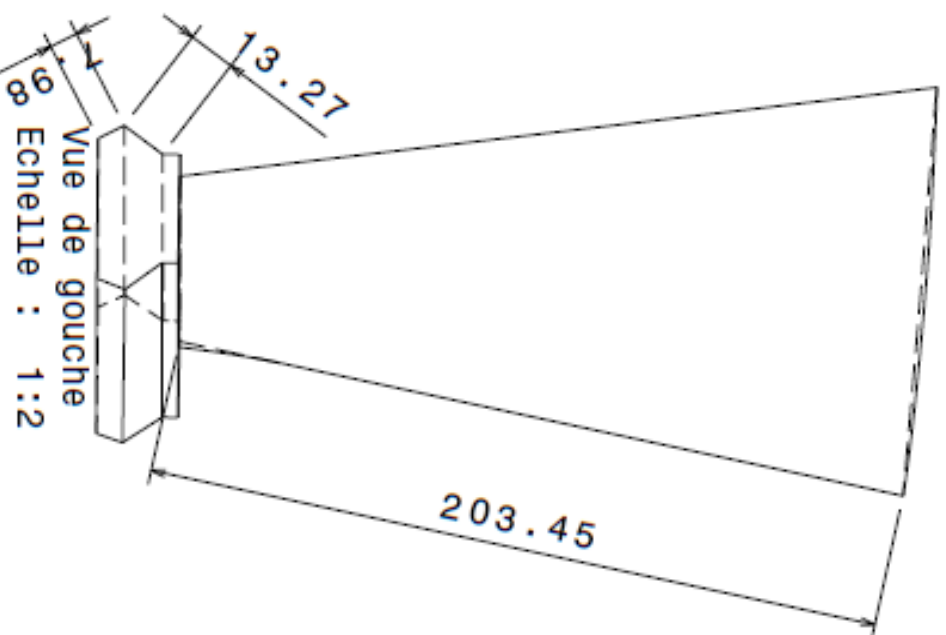
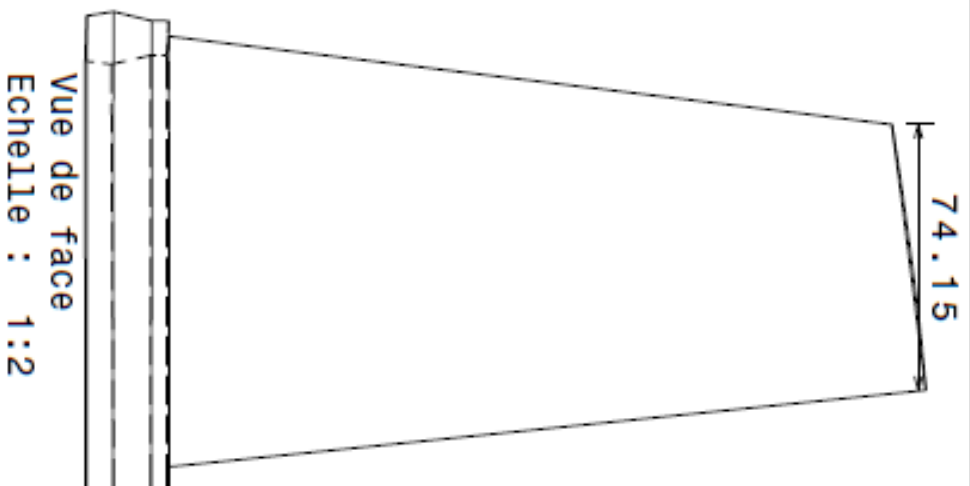
Dans cette thèse on a fait une étude sur la rétro conception des formes complexes (ailette turbine partie compresseur), cette étude a été faite dans l'entreprise MEI (SONLGAZ M'sila). A partir de l'analyse des résultats, on peut déduire les conclusions principales suivantes :

- La possibilité de traitement des données (nuage de point) sous forme texte qui contient grande nombre des points (plus 1 400 000) ;
- La rapidité de la transformation du nuage de point en modèle solide ;
- La possibilité de la simulation des formes complexes dans logiciel CATIA V5 ;
- Génération automatique de programme d'usinage 5 axes des formes complexes.

A la fin on propose comme suite à ce travail de mémoire d'autres voies complémentaires comme :

- La numérisation des formes complexe en utilisant une caméra ;
- L'élaboration d'un dispositif porte pièce pour l'utiliser dans le cas de la rétro conception par caméra ;
- L'utilisation de l'imprimant 3D pour fabriquer les modèles numérisés.

Annexes



DATE: 22/05/2017

Dr: Amroune Salah

Des: par:

HAFIDI Saïda

SIZE

A4



SCALE

ailette turbine

DRAWING NUMBER

SHEET
1 / 1

Universite de Msila
Faculte de Technologie

Génie Mécanique

This drawing is our property. It can't be reproduced or communicated without our written agreement.

I	-
H	-
G	-
F	-
E	-
D	-
C	-
B	-
A	-

Programmer NC format G-code

%1000	N3088 X14.763 Y-60.422	N8230 X4.591 Y-120.387
N1 G54 G64 G40 G90 G17 G94 G49 G80	N3089 X17.048 Y-50.393	N8231 X3.242 Y-122.202
N2 G53	N3090 X20.328 Y-35.515	N8232 X-.105 Y-126.406
N3 T1 M6	N3091 X21.939 Y-28.079	N8233 G3 X.087 Y-128.093 CR=1.2
N4 G0 X-14.77 Y-117.923 S70 M3	N3092 X23.163 Y-22.611	N8234 G1 X1.776 Y-127.901
N5 Z231.532	N3093 X24.612 Y-16.268	N8235 Z165.532
N6 G1 Z230.332 F300.	N3094 X25.405 Y-11.815	N8236 G0 Z181.021
N7 X-15.552 Y-119.432	N3095 X26.009 Y-8.614	N8237 X50.104 Y-39.858
N8 G3 X-14.045 Y-120.213 CR=1.2	N3096 X26.878 Y-5.112	N8238 Z164.532
N9 G1 X-13.926 Y-120.175 F1000.	N3097 X27.815 Y-2.109	N8239 G1 Z163.332 F300.
N10 X-13.715 Y-120.2	N3098 X28.273 Y-.848	N8240 X49.613 Y-38.231
N11 X-13.652 Y-120.401	N3099 X28.652 Y-.197	N8241 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N12 X-13.793 Y-120.887	N3100 X29.358 Y.621	N8242 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N13 X-14.001 Y-121.037	N3101 X30.068 Y1.175	N8243 X41.534 Y-50.518
N14 X-14.302 Y-120.999	N3102 X30.722 Y1.532	N8244 X36.962 Y-58.429
N15 X-14.486 Y-120.725	N3103 X31.408 Y1.79	N8245 X36.353 Y-59.649
N16 X-14.402 Y-120.425	N3104 X32.065 Y1.94	N8246 X35.549 Y-61.725
N17 X-14.045 Y-120.213	N3105 X32.724 Y2.003	N8247 X33.741 Y-66.44
N18 G3 X-13.628 Y-118.568 CR=1.2	N3106 X33.355 Y1.986	N8248 X31.671 Y-71.555
N19 G1 X-15.276 Y-118.15	N3107 X41.02 Y1.317	N8249 X29.481 Y-76.751
N20 Z231.532	N3108 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8250 X27.143 Y-82.032
N21 G0 X-10.125 Y-107.097	N3109 G1 X41.226 Y3.71	N8251 X24.482 Y-87.681
N22 Z230.532	N3110 Z112.532	N8252 X21.697 Y-93.15
N23 G1 Z229.332 F300.	N3111 G0 Z161.818	N8253 X18.613 Y-98.659
N24 X-10.179 Y-108.797	N3112 X-1.162 Y-86.003	N8254 X16.309 Y-102.468
N25 G3 X-8.483 Y-108.851 CR=1.2	N3113 Z111.532	N8255 X12.249 Y-108.77
N26 G1 X2.616 Y-98.438 F1000.	N3114 G1 Z110.332 F300.	N8256 X8.483 Y-114.79
N27 X4.449 Y-96.838	N3115 X-.796 Y-87.663	N8257 X5.971 Y-118.676
N28 X5.041 Y-96.416	N3116 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8258 X3.393 Y-122.257
N29 X5.577 Y-96.147	N3117 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8259 X.046 Y-126.464
N30 X5.877 Y-96.162	N3118 X5.565 Y-80.056	N8260 G3 X.238 Y-128.15 CR=1.2
N31 X5.908 Y-96.216	N3119 X9.015 Y-74.866	N8261 G1 X1.927 Y-127.958
N32 X5.945 Y-96.637	N3120 X12.552 Y-69.492	N8262 Z164.532
N33 X5.574 Y-97.683	N3121 X12.944 Y-67.931	N8263 G0 Z180.01
N34 X4.381 Y-99.846	N3122 X14.733 Y-60.383	N8264 X50.104 Y-39.858
N35 X3.008 Y-101.981	N3123 X16.987 Y-50.335	N8265 Z163.532
N36 X-2.779 Y-110.75	N3124 X20.208 Y-35.496	N8266 G1 Z162.332 F300.
N37 X-5.532 Y-114.626	N3125 X22.26 Y-25.877	N8267 X49.613 Y-38.231
N38 X-8.261 Y-118.127	N3126 X23.793 Y-19.191	N8268 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N39 X-11.725 Y-122.494	N3127 X24.432 Y-16.216	N8269 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N40 G3 X-11.531 Y-124.179 CR=1.2	N3128 X25.385 Y-10.715	N8270 X41.534 Y-50.518
N41 G1 X-9.842 Y-123.985	N3129 X26.02 Y-7.557	N8271 X36.962 Y-58.429
N42 Z230.532	N3130 X26.723 Y-4.838	N8272 X36.353 Y-59.649
N43 G0 Z231.332	N3131 X27.604 Y-2.021	N8273 X35.005 Y-63.203
N44 X-.453 Y-92.287	N3132 X28.033 Y-.84	N8274 X33.11 Y-68.095
N45 Z229.532	N3133 X28.412 Y-.185	N8275 X31.01 Y-73.253
N46 G1 Z228.332 F300.	N3134 X29.117 Y.636	N8276 X28.791 Y-78.486
N47 X-.507 Y-93.986	N3135 X29.828 Y1.193	N8277 X26.366 Y-83.895
N48 G3 X1.189 Y-94.04 CR=1.2	N3136 X30.511 Y1.565	N8278 X23.645 Y-89.574
N49 G1 X16.185 Y-79.972 F1000.	N3137 X31.167 Y1.809	N8279 X20.712 Y-95.178
N50 X16.954 Y-79.292	N3138 X31.825 Y1.959	N8280 X17.48 Y-100.783
N51 X17.546 Y-78.853	N3139 X32.484 Y2.023	N8281 X15.028 Y-104.718
N52 X18.082 Y-78.589	N3140 X33.114 Y2.007	N8282 X12.194 Y-109.098
N53 X18.442 Y-78.604	N3141 X41.02 Y1.317	N8283 X10.91 Y-111.132
N54 X18.565 Y-78.764	N3142 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8284 X7.32 Y-116.905
N55 X18.605 Y-79.365	N3143 G1 X41.226 Y3.71	N8285 X4.951 Y-120.406
	N3144 Z111.532	N8286 X3.397 Y-122.503

N56 X18.411 Y-80.27	N3145 G0 Z161.817	N8287 X.227 Y-126.488
N57 X17.637 Y-82.319	N3146 X-1.162 Y-86.003	N8288 G3 X.419 Y-128.175 CR=1.2
N58 X16.711 Y-84.295	N3147 Z110.532	N8289 G1 X2.108 Y-127.982
N59 X15.695 Y-86.247	N3148 G1 Z109.332 F300.	N8290 Z163.532
N60 X13.599 Y-89.892	N3149 X-.796 Y-87.663	N8291 G0 Z178.938
N61 X11.321 Y-93.507	N3150 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8292 X50.104 Y-39.858
N62 X8.777 Y-97.265	N3151 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8293 Z162.532
N63 X5.964 Y-101.127	N3152 X5.565 Y-80.056	N8294 G1 Z161.332 F300.
N64 X2.65 Y-105.478	N3153 X9.015 Y-74.866	N8295 X49.613 Y-38.231
N65 X-1.803 Y-111.64	N3154 X12.552 Y-69.492	N8296 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N66 X-4.619 Y-115.37	N3155 X13.418 Y-65.877	N8297 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N67 X-7.438 Y-118.847	N3156 X14.925 Y-59.361	N8298 X41.534 Y-50.518
N68 X-10.993 Y-123.18	N3157 X16.926 Y-50.275	N8299 X36.962 Y-58.429
N69 G3 X-10.826 Y-124.869 CR=1.2	N3158 X20.088 Y-35.475	N8300 X36.324 Y-59.714
N70 G1 X-9.135 Y-124.702	N3159 X21.639 Y-28.073	N8301 X34.432 Y-64.756
N71 Z229.532	N3160 X23.39 Y-20.162	N8302 X32.45 Y-69.823
N72 G0 Z231.332	N3161 X24.251 Y-16.163	N8303 X30.321 Y-75.026
N73 X1.072 Y-86.834	N3162 X25.175 Y-10.702	N8304 X28.102 Y-80.215
N74 Z228.532	N3163 X25.837 Y-7.375	N8305 X25.559 Y-85.806
N75 G1 Z227.332 F300.	N3164 X26.483 Y-4.861	N8306 X22.691 Y-91.663
N76 X1.263 Y-88.523	N3165 X27.421 Y-1.842	N8307 X19.93 Y-96.798
N77 G3 X2.95 Y-88.332 CR=1.2	N3166 X27.793 Y-.831	N8308 X17.542 Y-100.902
N78 G1 X5.504 Y-85.124 F1000.	N3167 X28.172 Y-.174	N8309 X13.98 Y-106.573
N79 X8.474 Y-81.667	N3168 X28.907 Y.68	N8310 X10.943 Y-111.338
N80 X10.566 Y-79.507	N3169 X29.588 Y1.21	N8311 X7.471 Y-116.945
N81 X25.445 Y-65.55	N3170 X30.271 Y1.584	N8312 X5.102 Y-120.457
N82 X25.888 Y-65.15	N3171 X30.927 Y1.828	N8313 X3.519 Y-122.597
N83 X26.717 Y-64.531	N3172 X31.584 Y1.978	N8314 X.378 Y-126.546
N84 X27.194 Y-64.33	N3173 X32.243 Y2.044	N8315 G3 X.57 Y-128.232 CR=1.2
N85 X27.494 Y-64.366	N3174 X32.874 Y2.027	N8316 G1 X2.259 Y-128.04
N86 X27.679 Y-64.626	N3175 X41.02 Y1.317	N8317 Z162.532
N87 X27.718 Y-65.141	N3176 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8318 G0 Z177.928
N88 X27.554 Y-66.073	N3177 G1 X41.226 Y3.71	N8319 X50.104 Y-39.858
N89 X27.272 Y-67.078	N3178 Z110.532	N8320 Z161.532
N90 X26.584 Y-68.949	N3179 G0 Z161.817	N8321 G1 Z160.332 F300.
N91 X25.806 Y-70.776	N3180 X-1.162 Y-86.003	N8322 X49.613 Y-38.231
N92 X24.127 Y-74.297	N3181 Z109.532	N8323 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N93 X22.299 Y-77.811	N3182 G1 Z108.332 F300.	N8324 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N94 X19.156 Y-83.41	N3183 X-.796 Y-87.663	N8325 X41.534 Y-50.518
N95 X16.91 Y-87.114	N3184 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8326 X36.962 Y-58.429
N96 X13.375 Y-92.524	N3185 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8327 X36.353 Y-59.649
N97 X9.568 Y-97.908	N3186 X5.565 Y-80.056	N8328 X35.035 Y-63.181
N98 X6.665 Y-101.739	N3187 X9.015 Y-74.866	N8329 X33.17 Y-68.086
N99 X3.289 Y-106.033	N3188 X12.522 Y-69.537	N8330 X31.1 Y-73.255
N100 X-1.196 Y-112.044	N3189 X13.668 Y-64.708	N8331 X28.912 Y-78.501
N101 X-4.13 Y-115.835	N3190 X15.144 Y-58.177	N8332 X26.343 Y-84.299
N102 X-6.657 Y-118.897	N3191 X17.087 Y-49.164	N8333 X23.651 Y-89.961
N103 X-10.566 Y-123.578	N3192 X19.995 Y-35.321	N8334 X20.836 Y-95.379
N104 G3 X-10.414 Y-125.268	N3193 X21.516 Y-27.935	N8335 X17.837 Y-100.631
CR=1.2	N3194 X23.211 Y-20.173	N8336 X15.153 Y-104.978
N105 G1 X-8.721 Y-125.116	N3195 X24.07 Y-16.107	N8337 X12.349 Y-109.349
N106 Z228.532	N3196 X24.992 Y-10.525	N8338 X8.935 Y-114.885
N107 G0 Z231.332	N3197 X25.626 Y-7.316	N8339 X6.453 Y-118.771
N108 X.001 Y-86.367	N3198 X26.272 Y-4.786	N8340 X3.905 Y-122.343
N109 Z227.532	N3199 X27.323 Y-1.397	N8341 X.558 Y-126.57
N110 G1 Z226.332 F300.	N3200 X27.553 Y-.823	N8342 G3 X.754 Y-128.256 CR=1.2
N111 X.275 Y-88.045	N3201 X27.931 Y-.162	N8343 G1 X2.443 Y-128.06
N112 G3 X1.95 Y-87.772 CR=1.2	N3202 X28.666 Y.697	N8344 Z161.532
N113 G1 X4.586 Y-84.107 F1000.	N3203 X29.347 Y1.226	N8345 G0 Z176.849
N114 X8.515 Y-78.86	N3204 X30.031 Y1.602	N8346 X50.104 Y-39.858

N115 X12.975 Y-73.123	N3205 X30.687 Y1.846	N8347 Z160.532
N116 X16.206 Y-69.14	N3206 X31.344 Y1.998	N8348 G1 Z159.332 F300.
N117 X18.618 Y-66.362	N3207 X32.003 Y2.064	N8349 X49.613 Y-38.231
N118 X20.239 Y-64.697	N3208 X32.633 Y2.048	N8350 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N119 X33.434 Y-52.318	N3209 X41.02 Y1.317	N8351 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N120 X34.351 Y-51.557	N3210 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8352 X41.534 Y-50.518
N121 X34.708 Y-51.345	N3211 G1 X41.226 Y3.71	N8353 X36.962 Y-58.429
N122 X35.066 Y-51.224	N3212 Z109.532	N8354 X36.094 Y-60.251
N123 X35.336 Y-51.267	N3213 G0 Z161.817	N8355 X34.462 Y-64.764
N124 X35.552 Y-51.585	N3214 X-1.162 Y-86.003	N8356 X32.539 Y-69.769
N125 X35.591 Y-52.087	N3215 Z108.532	N8357 X30.44 Y-74.986
N126 X35.458 Y-53.081	N3216 G1 Z107.332 F300.	N8358 X28.02 Y-80.719
N127 X35.262 Y-53.876	N3217 X-.796 Y-87.663	N8359 X25.507 Y-86.29
N128 X34.778 Y-55.39	N3218 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8360 X23.017 Y-91.434
N129 X33.572 Y-58.463	N3219 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8361 X20.897 Y-95.48
N130 X32.186 Y-61.561	N3220 X5.565 Y-80.056	N8362 X17.957 Y-100.652
N131 X29.811 Y-66.429	N3221 X9.015 Y-74.866	N8363 X15.215 Y-105.11
N132 X27.081 Y-71.61	N3222 X12.522 Y-69.537	N8364 X12.411 Y-109.499
N133 X24.171 Y-76.777	N3223 X13.638 Y-64.726	N8365 X9.086 Y-114.917
N134 X20.994 Y-82.13	N3224 X15.085 Y-58.23	N8366 X6.282 Y-119.294
N135 X17.52 Y-87.635	N3225 X17.025 Y-49.083	N8367 X4.085 Y-122.358
N136 X13.951 Y-92.887	N3226 X19.875 Y-35.297	N8368 X.709 Y-126.628
N137 X10.025 Y-98.287	N3227 X21.366 Y-27.93	N8369 G3 X.906 Y-128.314 CR=1.2
N138 X7.061 Y-102.113	N3228 X23.059 Y-20.06	N8370 G1 X2.595 Y-128.116
N139 X3.655 Y-106.367	N3229 X23.861 Y-16.197	N8371 Z160.532
N140 X-.95 Y-112.412	N3230 X24.782 Y-10.507	N8372 G0 Z175.838
N141 X-3.914 Y-116.172	N3231 X25.415 Y-7.253	N8373 X50.104 Y-39.858
N142 X-6.413 Y-119.157	N3232 X26.061 Y-4.71	N8374 Z159.532
N143 X-10.322 Y-123.78	N3233 X27.054 Y-1.48	N8375 G1 Z158.332 F300.
N144 G3 X-10.181 Y-125.472	N3234 X27.341 Y-.75	N8376 X49.613 Y-38.231
CR=1.2	N3235 X27.72 Y-.103	N8377 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N145 G1 X-8.487 Y-125.33	N3236 X28.426 Y.712	N8378 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N146 Z227.532	N3237 X29.107 Y1.242	N8379 X41.534 Y-50.518
N147 G0 Z231.332	N3238 X29.79 Y1.619	N8380 X36.962 Y-58.429
N148 X-.607 Y-86.099	N3239 X30.476 Y1.875	N8381 X36.094 Y-60.251
N149 Z226.532	N3240 X31.134 Y2.023	N8382 X34.492 Y-64.728
N150 G1 Z225.332 F300.	N3241 X31.763 Y2.084	N8383 X32.57 Y-69.778
N151 X-.294 Y-87.77	N3242 X32.393 Y2.069	N8384 X30.27 Y-75.53
N152 G3 X1.374 Y-87.457 CR=1.2	N3243 X41.02 Y1.317	N8385 X28.052 Y-80.808
N153 G1 X3.129 Y-84.891 F1000.	N3244 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8386 X25.539 Y-86.41
N154 X6.321 Y-80.355	N3245 G1 X41.226 Y3.71	N8387 X23.136 Y-91.404
N155 X11.858 Y-72.7	N3246 Z108.532	N8388 X20.93 Y-95.636
N156 X14.993 Y-68.402	N3247 G0 Z161.816	N8389 X18.078 Y-100.672
N157 X18.598 Y-63.503	N3248 X-1.162 Y-86.003	N8390 X15.277 Y-105.241
N158 X22.997 Y-57.686	N3249 Z107.532	N8391 X11.248 Y-111.631
N159 X26.051 Y-53.899	N3250 G1 Z106.332 F300.	N8392 X7.952 Y-117.018
N160 X27.787 Y-51.943	N3251 X-.796 Y-87.663	N8393 X5.584 Y-120.568
N161 X28.731 Y-50.996	N3252 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8394 X3.796 Y-122.993
N162 X40.302 Y-40.139	N3253 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8395 X.625 Y-126.954
N163 X41.101 Y-39.478	N3254 X5.565 Y-80.056	N8396 G3 X.812 Y-128.64 CR=1.2
N164 X41.666 Y-39.192	N3255 X9.015 Y-74.866	N8397 G1 X2.501 Y-128.453
N165 X42.056 Y-39.211	N3256 X12.493 Y-69.582	N8398 Z159.532
N166 X42.271 Y-39.463	N3257 X13.609 Y-64.744	N8399 G0 Z175.353
N167 X42.373 Y-40.137	N3258 X15.276 Y-57.116	N8400 X50.104 Y-39.858
N168 X42.297 Y-40.945	N3259 X17.461 Y-46.555	N8401 Z158.532
N169 X42.16 Y-41.675	N3260 X19.506 Y-36.499	N8402 G1 Z157.332 F300.
N170 X41.737 Y-43.273	N3261 X20.168 Y-33.214	N8403 X49.613 Y-38.231
N171 X40.738 Y-46.175	N3262 X21.216 Y-27.924	N8404 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N172 X38.925 Y-50.581	N3263 X21.657 Y-25.727	N8405 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N173 X36.93 Y-54.902	N3264 X22.879 Y-20.07	N8406 X41.534 Y-50.518

N174 X34.001 Y-60.708	N3265 X23.68 Y-16.142	N8407 X36.962 Y-58.429
N175 X31.503 Y-65.381	N3266 X24.409 Y-11.509	N8408 X36.094 Y-60.251
N176 X28.71 Y-70.39	N3267 X24.927 Y-8.51	N8409 X34.492 Y-64.77
N177 X25.738 Y-75.472	N3268 X25.793 Y-4.838	N8410 X32.6 Y-69.786
N178 X22.588 Y-80.635	N3269 X26.786 Y-1.565	N8411 X30.301 Y-75.584
N179 X19.083 Y-86.12	N3270 X27.101 Y-.738	N8412 X28.083 Y-80.898
N180 X15.485 Y-91.399	N3271 X27.48 Y-.089	N8413 X25.572 Y-86.532
N181 X11.647 Y-96.682	N3272 X28.186 Y.727	N8414 X23.227 Y-91.431
N182 X7.275 Y-102.305	N3273 X28.896 Y1.28	N8415 X20.992 Y-95.738
N183 X3.838 Y-106.537	N3274 X29.55 Y1.637	N8416 X18.198 Y-100.692
N184 X-.739 Y-112.46	N3275 X30.236 Y1.894	N8417 X15.369 Y-105.327
N185 X-3.733 Y-116.231	N3276 X30.893 Y2.043	N8418 X12.566 Y-109.754
N186 X-6.614 Y-119.653	N3277 X31.522 Y2.104	N8419 X8.92 Y-115.745
N187 X-10.201 Y-123.883	N3278 X32.183 Y2.089	N8420 X6.496 Y-119.518
N188 G3 X-10.061 Y-125.574	N3279 X41.02 Y1.317	N8421 X4.387 Y-122.468
CR=1.2	N3280 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8422 X1.041 Y-126.71
N189 G1 X-8.367 Y-125.435	N3281 G1 X41.227 Y3.71	N8423 G3 X1.24 Y-128.396 CR=1.2
N190 Z226.532	N3282 Z107.532	N8424 G1 X2.928 Y-128.196
N191 G0 Z231.332	N3283 G0 Z161.818	N8425 Z158.532
N192 X-.957 Y-85.961	N3284 X-1.162 Y-86.003	N8426 G0 Z173.755
N193 Z225.532	N3285 Z106.532	N8427 X50.104 Y-39.858
N194 G1 Z224.332 F300.	N3286 G1 Z105.332 F300.	N8428 Z157.532
N195 X-.623 Y-87.628	N3287 X-.796 Y-87.663	N8429 G1 Z156.332 F300.
N196 G3 X1.041 Y-87.295 CR=1.2	N3288 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8430 X49.613 Y-38.231
N197 G1 X3.497 Y-83.606 F1000.	N3289 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8431 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N198 X7.242 Y-78.161	N3290 X5.565 Y-80.056	N8432 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N199 X10.814 Y-73.05	N3291 X9.015 Y-74.866	N8433 X41.534 Y-50.518
N200 X14.297 Y-68.058	N3292 X12.493 Y-69.582	N8434 X36.962 Y-58.429
N201 X20.531 Y-59.087	N3293 X12.883 Y-67.878	N8435 X36.094 Y-60.251
N202 X22.609 Y-56.11	N3294 X14.745 Y-59.384	N8436 X34.522 Y-64.734
N203 X26.181 Y-51.063	N3295 X16.626 Y-50.286	N8437 X32.63 Y-69.795
N204 X30.226 Y-45.552	N3296 X19.385 Y-36.493	N8438 X30.591 Y-74.994
N205 X33.483 Y-41.386	N3297 X21.341 Y-26.515	N8439 X28.115 Y-80.989
N206 X35.865 Y-38.637	N3298 X22.532 Y-20.843	N8440 X25.633 Y-86.591
N207 X36.897 Y-37.596	N3299 X23.499 Y-16.085	N8441 X23.317 Y-91.458
N208 X46.314 Y-28.764	N3300 X24.361 Y-10.47	N8442 X21.054 Y-95.841
N209 G3 X46.369 Y-27.067 CR=1.2	N3301 X24.937 Y-7.381	N8443 X18.319 Y-100.712
N210 G1 X44.67 Y-27.013	N3302 X25.581 Y-4.758	N8444 X15.431 Y-105.46
N211 Z225.532	N3303 X26.546 Y-1.561	N8445 X11.462 Y-111.813
N212 G0 Z228.648	N3304 X26.861 Y-.729	N8446 X8.254 Y-117.097
N213 X-1.153 Y-85.997	N3305 X27.24 Y-.077	N8447 X5.915 Y-120.628
N214 Z224.532	N3306 X27.945 Y.742	N8448 X4.01 Y-123.219
N215 G1 Z223.332 F300.	N3307 X28.656 Y1.298	N8449 X.956 Y-127.036
N216 X-.798 Y-87.66	N3308 X29.339 Y1.669	N8450 G3 X1.144 Y-128.722 CR=1.2
N217 G3 X.861 Y-87.306 CR=1.2	N3309 X29.995 Y1.913	N8451 G1 X2.833 Y-128.535
N218 G1 X3.374 Y-83.432 F1000.	N3310 X30.653 Y2.063	N8452 Z157.532
N219 X6.298 Y-79.058	N3311 X31.312 Y2.126	N8453 G0 Z173.278
N220 X9.135 Y-74.883	N3312 X31.942 Y2.109	N8454 X50.104 Y-39.858
N221 X11.856 Y-70.877	N3313 X41.02 Y1.317	N8455 Z156.532
N222 X17.938 Y-61.828	N3314 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8456 G1 Z155.332 F300.
N223 X22.645 Y-54.761	N3315 G1 X41.226 Y3.71	N8457 X49.613 Y-38.231
N224 X26.154 Y-49.521	N3316 Z106.532	N8458 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N225 X30.016 Y-43.845	N3317 G0 Z161.818	N8459 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N226 X34.289 Y-37.737	N3318 X-1.162 Y-86.003	N8460 X41.534 Y-50.518
N227 X37.776 Y-32.955	N3319 Z105.532	N8461 X36.962 Y-58.429
N228 X41.386 Y-28.305	N3320 G1 Z104.332 F300.	N8462 X36.094 Y-60.252
N229 X43.738 Y-25.553	N3321 X-.796 Y-87.663	N8463 X34.866 Y-63.812
N230 X45.005 Y-24.254	N3322 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8464 X33.033 Y-68.82
N231 X51.382 Y-18.273	N3323 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8465 X31.024 Y-74.026
N232 X51.411 Y-18.251	N3324 X5.565 Y-80.056	N8466 X28.896 Y-79.299

N233 G3 X51.675 Y-16.575 CR=1.2	N3325 X9.015 Y-74.866	N8467 X26.531 Y-84.792
N234 G1 X49.996 Y-16.31	N3326 X12.464 Y-69.626	N8468 X24.306 Y-89.632
N235 Z224.532	N3327 X13.077 Y-66.936	N8469 X22.103 Y-94.07
N236 G0 Z227.684	N3328 X14.797 Y-58.926	N8470 X19.545 Y-98.801
N237 X-1.162 Y-86.003	N3329 X16.565 Y-50.218	N8471 X16.748 Y-103.566
N238 Z223.532	N3330 X19.265 Y-36.486	N8472 X13.362 Y-108.98
N239 G1 Z222.332 F300.	N3331 X20.696 Y-29.065	N8473 X9.105 Y-116.005
N240 X-.796 Y-87.663	N3332 X22.02 Y-22.416	N8474 X6.71 Y-119.743
N241 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N3333 X23.154 Y-16.95	N8475 X4.718 Y-122.538
N242 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N3334 X23.989 Y-11.516	N8476 X1.372 Y-126.792
N243 X5.565 Y-80.056	N3335 X24.478 Y-8.553	N8477 G3 X1.573 Y-128.477 CR=1.2
N244 X8.343 Y-75.878	N3336 X25.145 Y-5.531	N8478 G1 X3.261 Y-128.276
N245 X13.02 Y-68.81	N3337 X26.334 Y-1.466	N8479 Z156.532
N246 X18.981 Y-59.655	N3338 X26.621 Y-.72	N8480 G0 Z171.673
N247 X22.895 Y-53.576	N3339 X26.999 Y-.065	N8481 X50.104 Y-39.858
N248 X25.67 Y-49.272	N3340 X27.735 Y.786	N8482 Z155.532
N249 X27.832 Y-45.939	N3341 X28.416 Y1.315	N8483 G1 Z154.332 F300.
N250 X32.157 Y-39.349	N3342 X29.099 Y1.688	N8484 X49.613 Y-38.231
N251 X36.134 Y-33.418	N3343 X29.755 Y1.932	N8485 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N252 X40.143 Y-27.603	N3344 X30.412 Y2.082	N8486 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.
N253 X44.36 Y-21.671	N3345 X31.071 Y2.146	N8487 X41.534 Y-50.518
N254 X47.908 Y-16.931	N3346 X31.702 Y2.13	N8488 X36.962 Y-58.429
N255 X50.522 Y-13.715	N3347 X41.02 Y1.317	N8489 X36.094 Y-60.252
N256 X52.582 Y-11.435	N3348 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8490 X34.266 Y-65.54
N257 X55.268 Y-8.891	N3349 G1 X41.226 Y3.71	N8491 X32.375 Y-70.644
N258 G3 X55.314 Y-7.194 CR=1.2	N3350 Z105.532	N8492 X30.365 Y-75.822
N259 G1 X53.615 Y-7.148	N3351 G0 Z161.817	N8493 X28.178 Y-81.174
N260 Z223.532	N3352 X-1.162 Y-86.003	N8494 X25.697 Y-86.839
N261 G0 Z224.332	N3353 Z104.532	N8495 X23.527 Y-91.452
N262 X-1.162 Y-86.003	N3354 G1 Z103.332 F300.	N8496 X21.177 Y-96.049
N263 Z222.532	N3355 X-.796 Y-87.663	N8497 X18.559 Y-100.751
N264 G1 Z221.332 F300.	N3356 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8498 X15.556 Y-105.728
N265 X-.796 Y-87.663	N3357 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8499 X11.675 Y-111.997
N266 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N3358 X5.565 Y-80.056	N8500 X8.555 Y-117.176
N267 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N3359 X9.015 Y-74.866
N268 X5.565 Y-80.056	N3360 X12.464 Y-69.626
N269 X8.343 Y-75.878	N3361 X13.048 Y-66.984
N270 X11.675 Y-70.833	N3362 X14.766 Y-58.857	
N271 X15.59 Y-64.785	N3363 X16.504 Y-50.148	
N272 X19.473 Y-58.643	N3364 X19.255 Y-35.907	
N273 X23.939 Y-51.5	N3365 X20.656 Y-28.491	
N274 X26.77 Y-46.98	N3366 X21.73 Y-22.992	
N275 X31.091 Y-40.143	N3367 X23.028 Y-16.599	
N276 X35.589 Y-33.143	N3368 X23.779 Y-11.52	
N277 X39.886 Y-26.599	N3369 X24.267 Y-8.501	
N278 X42.78 Y-22.244	N3370 X24.961 Y-5.345	
N279 X47.372 Y-15.485	N3371 X26.094 Y-1.462	
N280 X52.175 Y-8.743	N3372 X26.468 Y-.539	
N281 X55.632 Y-3.986	N3373 X26.964 Y.229	
N282 G3 X55.367 Y-2.31 CR=1.2	N3374 X27.642 Y.933	
N283 G1 X53.688 Y-2.575	N3375 X28.294 Y1.406	
N284 Z222.532	N3376 X28.948 Y1.745	
N285 G0 X-1.162 Y-86.003	N3377 X29.604 Y1.977	
N286 Z221.532	N3378 X30.232 Y2.111	
N287 G1 Z220.332 F300.	N3379 X30.861 Y2.168	
N288 X-.796 Y-87.663	N3380 X31.461 Y2.151	
N289 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N3381 X41.02 Y1.317	
N290 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N3382 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	
N291 X5.565 Y-80.056	N3383 G1 X41.226 Y3.71	
N292 X8.343 Y-75.878	N3384 Z104.532	
		N13201 X43.722 Y-46.925
		N13202 X50.99 Y-122.822
		N13203 X51.004 Y-123.582
		N13204 X50.953 Y-124.144
		N13205 X50.814 Y-124.73
		N13206 X50.613 Y-125.289
		N13207 X50.178 Y-126.111
		N13208 X49.621 Y-126.872
		N13209 X49.061 Y-127.453
		N13210 X48.41 Y-127.991
		N13211 X47.758 Y-128.421
		N13212 X47.133 Y-128.75
		N13213 X18.801 Y-142.025
		N13214 X18.116 Y-142.309
		N13215 X17.37 Y-142.534
		N13216 X16.562 Y-142.688
		N13217 X15.723 Y-142.747
		N13218 X14.852 Y-142.697
		N13219 X13.889 Y-142.495

N293 X14.188 Y-66.97	N3385 G0 Z161.817	N13220 X13.375 Y-142.311
N294 X18.129 Y-60.743	N3386 X-1.162 Y-86.003	N13221 X12.8 Y-142.028
N295 X23.207 Y-52.555	N3387 Z103.532	N13222 X12.163 Y-141.585
N296 X28.108 Y-44.58	N3388 G1 Z102.332 F300.	N13223 X11.521 Y-140.926
N297 X30.851 Y-40.123	N3389 X-.796 Y-87.663	N13224 X11.058 Y-140.179
N298 X32.747 Y-37.06	N3390 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N13225 X10.773 Y-139.363
N299 X38.411 Y-28.058	N3391 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N13226 X10.672 Y-138.734
N300 X42.937 Y-20.966	N3392 X5.565 Y-80.056	N13227 X10.049 Y-132.234
N301 X44.924 Y-17.879	N3393 X9.015 Y-74.866	N13228 X10.015 Y-132.038
N302 X50.712 Y-9.179	N3394 X12.435 Y-69.671	N13229 X7.001 Y-131.263
N303 X54.483 Y-3.441	N3395 X13.019 Y-67.034	N13230 G3 X5.54 Y-132.126 CR=1.2
N304 G3 X54.139 Y-1.779 CR=1.2	N3396 X14.735 Y-58.784	N13231 G1 X6.405 Y-133.59
N305 G1 X52.474 Y-2.124	N3397 X16.525 Y-49.644	N13232 Z13.532
N306 Z221.532	N3398 X18.53 Y-39.076	N13233 G0 Z140.227
N307 G0 X-1.162 Y-86.003	N3399 X20.807 Y-26.865	N13234 X50.103 Y-39.861
N308 Z220.532	N3400 X22.076 Y-20.512	N13235 Z12.532
N309 G1 Z219.332 F300.	N3401 X22.901 Y-16.225	N13236 G1 Z11.332 F300.
N310 X-.796 Y-87.663	N3402 X23.569 Y-11.525	N13237 X49.614 Y-38.232
N311 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N3403 X24.193 Y-7.73	N13238 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N312 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N3404 X24.778 Y-5.159	N13239 G1 X44.327 Y-45.523 F1000.
N313 X5.565 Y-80.056	N3405 X25.854 Y-1.459	N13240 X44.334 Y-45.93
N314 X8.343 Y-75.878	N3406 X26.112 Y-.763	N13241 X51.676 Y-122.594
N315 X10.33 Y-72.878	N3407 X26.46 Y-.127	N13242 X51.687 Y-123.208
N316 X14.159 Y-67.015	N3408 X27.107 Y.674	N13243 X51.61 Y-123.929
N317 X17.428 Y-61.829	N3409 X27.757 Y1.228	N13244 X51.298 Y-124.96
N318 X22.505 Y-53.61	N3410 X28.38 Y1.609	N13245 X50.833 Y-125.842
N319 X26.531 Y-47.024	N3411 X28.976 Y1.87	N13246 X50.305 Y-126.553
N320 X31.344 Y-39.147	N3412 X29.573 Y2.049	N13247 X49.716 Y-127.164
N321 X36.333 Y-31.036	N3413 X30.171 Y2.155	N13248 X49.095 Y-127.675
N322 X39.426 Y-26.046	N3414 X31.221 Y2.172	N13249 X48.442 Y-128.106
N323 X43.307 Y-19.773	N3415 X41.02 Y1.317	N13250 X47.818 Y-128.435
N324 X45.175 Y-16.783	N3416 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N13251 X18.117 Y-142.351
N325 X48.008 Y-12.365	N3417 G1 X41.226 Y3.71	N13252 X17.432 Y-142.633
N326 X50.783 Y-8.048	N3418 Z103.532	N13253 X16.685 Y-142.858
N327 X53.847 Y-3.126	N3419 G0 Z161.817	N13254 X15.908 Y-143.004
N328 G3 X53.463 Y-1.473 CR=1.2	N3420 X-1.162 Y-86.003	N13255 X15.069 Y-143.066
N329 G1 X51.807 Y-1.858	N3421 Z102.532	N13256 X14.168 Y-143.015
N330 Z220.532	N3422 G1 Z101.332 F300.	N13257 X13.234 Y-142.817
N331 G0 X-1.162 Y-86.003	N3423 X-.796 Y-87.663	N13258 X12.691 Y-142.624
N332 Z219.532	N3424 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N13259 X12.146 Y-142.355
N333 G1 Z218.332 F300.	N3425 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N13260 X11.508 Y-141.915
N334 X-.796 Y-87.663	N3426 X5.565 Y-80.056	N13261 X10.867 Y-141.265
N335 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N3427 X9.015 Y-74.866	N13262 X10.404 Y-140.523
N336 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N3428 X12.435 Y-69.671	N13263 X10.12 Y-139.727
N337 X5.565 Y-80.056	N3429 X12.934 Y-67.347	N13264 X9.985 Y-138.859
N338 X8.343 Y-75.878	N3430 X14.565 Y-59.403	N13265 X9.324 Y-131.977
N339 X10.33 Y-72.878	N3431 X16.464 Y-49.561	N13266 X9.292 Y-131.852
N340 X14.159 Y-67.015	N3432 X19.042 Y-35.724	N13267 X7.001 Y-131.263
N341 X17.369 Y-61.891	N3433 X19.645 Y-32.442	N13268 G3 X5.54 Y-132.126 CR=1.2
N342 X22.416 Y-53.672	N3434 X21.013 Y-24.934	N13269 G1 X6.405 Y-133.59
N343 X26.441 Y-47.046	N3435 X22.145 Y-19.308	N13270 Z12.532
N344 X31.224 Y-39.169	N3436 X22.72 Y-16.165	N13271 G0 Z140.227
N345 X36.183 Y-31.055	N3437 X23.466 Y-10.759	N13272 X50.104 Y-39.858
N346 X40.501 Y-24.041	N3438 X23.982 Y-7.672	N13273 Z11.532
N347 X43.739 Y-18.751	N3439 X24.567 Y-5.085	N13274 G1 Z10.332 F300.
N348 X46.102 Y-14.937	N3440 X25.642 Y-1.361	N13275 X49.613 Y-38.23
N349 X50.452 Y-8.	N3441 X25.929 Y-.629	N13276 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N350 X53.455 Y-2.995	N3442 X26.308 Y.018	N13277 G1 X44.909 Y-44.462 F1000.
N351 G3 X53.043 Y-1.348 CR=1.2	N3443 X27.014 Y.833	N13278 X44.91 Y-44.552
N352 G1 X51.394 Y-1.761	N3444 X27.695 Y1.364	N13279 X52.326 Y-121.982

N353 Z219.532	N3445 X28.378 Y1.742	N13280 X52.371 Y-122.835
N354 G0 X-1.162 Y-86.003	N3446 X29.064 Y1.997	N13281 X52.294 Y-123.592
N355 Z218.532	N3447 X29.721 Y2.146	N13282 X51.982 Y-124.631
N356 G1 Z217.332 F300.	N3448 X30.35 Y2.207	N13283 X51.518 Y-125.518
N357 X-.796 Y-87.663	N3449 X31.011 Y2.191	N13284 X50.99 Y-126.232
N358 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N3450 X41.02 Y1.317	N13285 X50.401 Y-126.846
N359 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N13286 X49.779 Y-127.359
N360 X5.565 Y-80.056	N13287 X49.127 Y-127.79
N361 X8.343 Y-75.878	N13288 X48.503 Y-128.12
N362 X14.129 Y-67.06	N8000 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.	N13289 X17.462 Y-142.664
N363 X17.952 Y-60.912	N8001 X41.534 Y-50.518	N13290 X16.777 Y-142.947
N364 X22.969 Y-52.674	N8002 X36.962 Y-58.429	N13291 X16.031 Y-143.173
N365 X26.322 Y-47.116	N8003 X36.209 Y-59.961	N13292 X15.223 Y-143.326
N366 X31.075 Y-39.239	N8004 X35.72 Y-61.173	N13293 X14.384 Y-143.385
N367 X36.004 Y-31.122	N8005 X33.791 Y-65.835	N13294 X13.513 Y-143.336
N368 X40.292 Y-24.111	N8006 X31.599 Y-70.891	N13295 X12.55 Y-143.133
N369 X43.529 Y-18.79	N8007 X29.288 Y-76.026	N13296 X12.036 Y-142.949
N370 X45.864 Y-14.998	N8008 X26.482 Y-81.986	N13297 X11.461 Y-142.666
N371 X48.578 Y-10.659	N8009 X23.699 Y-87.556	N13298 X10.823 Y-142.223
N372 X49.658 Y-8.917	N8010 X20.794 Y-92.97	N13299 X10.182 Y-141.564
N373 X53.389 Y-2.667	N8011 X17.997 Y-97.771	N13300 X9.719 Y-140.817
N374 G3 X52.974 Y-1.021 CR=1.2	N8012 X15.195 Y-102.244	N13301 X9.434 Y-140.
N375 G1 X51.325 Y-1.437	N8013 X11.014 Y-108.496	N13302 X9.333 Y-139.367
N376 Z218.532	N8014 X7.683 Y-113.633	N13303 X8.599 Y-131.72
N377 G0 X-1.162 Y-86.003	N8015 X4.555 Y-118.346	N13304 X8.568 Y-131.666
N378 Z217.532	N8016 X1.946 Y-121.879	N13305 X7.001 Y-131.263
N379 G1 Z216.332 F300.	N8017 X-1.666 Y-126.344	N13306 G3 X5.54 Y-132.126 CR=1.2
N380 X-.796 Y-87.663	N8018 G3 X-1.488 Y-128.032 CR=1.2	N13307 G1 X6.405 Y-133.59
N381 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8019 G1 X.203 Y-127.853	N13308 Z11.532
N382 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8020 Z173.532	N13309 G0 Z140.226
N383 X5.565 Y-80.056	N8021 G0 Z189.83	N13310 X50.106 Y-39.855
N384 X8.343 Y-75.878	N8022 X50.104 Y-39.858	N13311 Z10.532
N385 X10.33 Y-72.878	N8023 Z172.532	N13312 G1 Z9.332 F300.
N386 X14.129 Y-67.059	N8024 G1 Z171.332 F300.	N13313 X49.613 Y-38.228
N387 X17.893 Y-60.969	N8025 X49.613 Y-38.231	N13314 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N388 X22.88 Y-52.73	N8026 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2	N13315 G1 X45.519 Y-43.339 F1000.
N389 X30.343 Y-40.281	N8027 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.	N13316 X45.523 Y-43.557
N390 X33.405 Y-35.192	N8028 X41.534 Y-50.518	N13317 X53.012 Y-121.754
N391 X35.854 Y-31.142	N8029 X36.962 Y-58.429	N13318 X53.052 Y-122.352
N392 X40.112 Y-24.134	N8030 X36.209 Y-59.961	N13319 X53.004 Y-123.023
N393 X43.32 Y-18.83	N8031 X35.691 Y-61.255	N13320 X52.838 Y-123.833
N394 X45.654 Y-15.012	N8032 X33.763 Y-65.953	N13321 X52.666 Y-124.302
N395 X48.339 Y-10.689	N8033 X31.6 Y-70.976	N13322 X52.202 Y-125.194
N396 X49.418 Y-8.935	N8034 X29.03 Y-76.716	N13323 X51.674 Y-125.911
N397 X53.324 Y-2.378	N8035 X26.572 Y-81.959	N13324 X51.085 Y-126.528
N398 G3 X52.907 Y-.733 CR=1.2	N8036 X23.789 Y-87.565	N13325 X50.464 Y-127.041
N399 G1 X51.259 Y-1.15	N8037 X20.884 Y-93.008	N13326 X49.811 Y-127.473
N400 Z217.532	N8038 X18.059 Y-97.878	N13327 X49.157 Y-127.82
N401 G0 X-1.162 Y-86.003	N8039 X15.315 Y-102.275	N13328 X16.778 Y-142.99
N402 Z216.532	N8040 X11.135 Y-108.552	N13329 X16.093 Y-143.272
N403 G1 Z215.332 F300.	N8041 X7.746 Y-113.8	N13330 X15.346 Y-143.497
N404 X-.796 Y-87.663	N8042 X4.706 Y-118.393	N13331 X14.569 Y-143.643
N405 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8043 X2.127 Y-121.896	N13332 X13.73 Y-143.705
N406 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8044 X-1.28 Y-126.136	N13333 X12.829 Y-143.653
N407 X5.565 Y-80.056	N8045 G3 X-1.096 Y-127.823 CR=1.2	N13334 X11.895 Y-143.455
N408 X8.343 Y-75.878	N8046 G1 X.594 Y-127.638	N13335 X11.352 Y-143.262
N409 X10.33 Y-72.878	N8047 Z172.532	N13336 X10.807 Y-142.993
N410 X14.071 Y-67.151	N8048 G0 Z188.349	N13337 X10.169 Y-142.553
N411 X17.222 Y-62.033	N8049 X50.104 Y-39.858	N13338 X9.528 Y-141.903
N412 X22.791 Y-52.787	N8050 Z171.532	N13339 X9.065 Y-141.161

N413 X30.195 Y-40.358	N8051 G1 Z170.332 F300.	N13340 X8.781 Y-140.364
N414 X33.256 Y-35.237	N8052 X49.613 Y-38.231	N13341 X8.682 Y-139.851
N415 X35.676 Y-31.21	N8053 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2	N13342 X8.645 Y-139.492
N416 X39.933 Y-24.158	N8054 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.	N13343 X7.912 Y-131.845
N417 X43.111 Y-18.87	N8055 X41.534 Y-50.518	N13344 X7.875 Y-131.488
N418 X45.444 Y-15.027	N8056 X36.962 Y-58.429	N13345 X7.001 Y-131.263
N419 X48.099 Y-10.719	N8057 X36.237 Y-59.899	N13346 G3 X5.54 Y-132.126 CR=1.2
N420 X49.178 Y-8.954	N8058 X35.663 Y-61.338	N13347 G1 X6.405 Y-133.59
N421 X53.084 Y-2.366	N8059 X33.764 Y-66.002	N13348 Z10.532
N422 G3 X52.663 Y-.721 CR=1.2	N8060 X31.602 Y-71.062	N13349 G0 Z140.225
N423 G1 X51.016 Y-1.142	N8061 X29.322 Y-76.203	N13350 X50.107 Y-39.852
N424 Z216.532	N8062 X26.864 Y-81.506	N13351 Z9.532
N425 G0 X-1.162 Y-86.003	N8063 X23.88 Y-87.573	N13352 G1 Z8.332 F300.
N426 Z215.532	N8064 X20.975 Y-93.047	N13353 X49.612 Y-38.226
N427 G1 Z214.332 F300.	N8065 X18.121 Y-97.987	N13354 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N428 X-.796 Y-87.663	N8066 X15.436 Y-102.306	N13355 G1 X46.13 Y-42.209 F1000.
N429 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8067 X11.285 Y-108.563	N13356 X46.136 Y-42.563
N430 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8068 X7.429 Y-114.563	N13357 X53.698 Y-121.526
N431 X5.565 Y-80.056	N8069 X5.178 Y-117.973	N13358 X53.713 Y-122.369
N432 X8.343 Y-75.878	N8070 X2.278 Y-121.951	N13359 X53.662 Y-122.917
N433 X10.33 Y-72.878	N8071 X-1.335 Y-126.426	N13360 X53.522 Y-123.497
N434 X14.071 Y-67.151	N8072 G3 X-1.155 Y-128.114 CR=1.2	N13361 X53.322 Y-124.048
N435 X17.163 Y-62.097	N8073 G1 X.536 Y-127.933	N13362 X52.886 Y-124.87
N436 X22.702 Y-52.845	N8074 Z171.532	N13363 X52.33 Y-125.628
N437 X30.075 Y-40.387	N8075 G0 Z187.757	N13364 X51.77 Y-126.209
N438 X33.106 Y-35.283	N8076 X50.104 Y-39.858	N13365 X51.149 Y-126.724
N439 X35.526 Y-31.23	N8077 Z170.532	N13366 X50.466 Y-127.176
N440 X39.724 Y-24.23	N8078 G1 Z169.332 F300.	N13367 X49.842 Y-127.504
N441 X42.901 Y-18.91	N8079 X49.613 Y-38.231	N13368 X16.123 Y-143.302
N442 X48.385 Y-9.888	N8080 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2	N13369 X15.438 Y-143.586
N443 X52.843 Y-2.353	N8081 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.	N13370 X14.692 Y-143.812
N444 G3 X52.422 Y-.709 CR=1.2	N8082 X41.534 Y-50.518	N13371 X13.884 Y-143.965
N445 G1 X50.775 Y-1.132	N8083 X36.962 Y-58.429	N13372 X13.045 Y-144.024
N446 Z215.532	N8084 X36.237 Y-59.899	N13373 X12.174 Y-143.974
N447 G0 X-1.162 Y-86.003	N8085 X34.427 Y-64.44	N13374 X11.211 Y-143.772
N448 Z214.532	N8086 X32.353 Y-69.406	N13375 X10.697 Y-143.588
N449 G1 Z213.332 F300.	N8087 X30.103 Y-74.576	N13376 X10.122 Y-143.304
N450 X-.796 Y-87.663	N8088 X27.734 Y-79.808	N13377 X9.484 Y-142.862
N451 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8089 X25.1 Y-85.316	N13378 X8.843 Y-142.202
N452 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8090 X22.054 Y-91.266	N13379 X8.38 Y-141.454
N453 X5.565 Y-80.056	N8091 X19.028 Y-96.668	N13380 X8.095 Y-140.637
N454 X8.343 Y-75.878	N8092 X15.819 Y-101.924	N13381 X8.029 Y-140.293
N455 X10.33 Y-72.878	N8093 X11.406 Y-108.618	N13382 X7.994 Y-139.999
N456 X14.042 Y-67.196	N8094 X7.58 Y-114.595	N13383 X7.187 Y-131.588
N457 X17.104 Y-62.162	N8095 X5.3 Y-118.06	N13384 X7.154 Y-131.318
N458 X22.613 Y-52.903	N8096 X2.458 Y-121.967	N13385 X4.77 Y-131.61
N459 X29.956 Y-40.417	N8097 X-.948 Y-126.218	N13386 Z9.532
N460 X32.957 Y-35.33	N8098 G3 X-.762 Y-127.905 CR=1.2	N13387 G0 Z154.087
N461 X35.347 Y-31.3	N8099 G1 X.928 Y-127.718	N13388 X50.109 Y-39.849
N462 X39.544 Y-24.255	N8100 Z170.532	N13389 Z8.532
N463 X42.692 Y-18.952	N8101 G0 Z186.269	N13390 G1 Z7.332 F300.
N464 X48.145 Y-9.913	N8102 X50.104 Y-39.858	N13391 X49.611 Y-38.224
N465 X52.632 Y-2.295	N8103 Z169.532	N13392 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N466 G3 X52.207 Y-.652 CR=1.2	N8104 G1 Z168.332 F300.	N13393 G1 X46.711 Y-41.125 F1000.
N467 G1 X50.562 Y-1.077	N8105 X49.613 Y-38.231	N13394 X46.712 Y-41.185
N468 Z214.532	N8106 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2	N13395 X54.384 Y-121.298
N469 G0 X-1.162 Y-86.003	N8107 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.	N13396 X54.396 Y-121.995
N470 Z213.532	N8108 X41.534 Y-50.518	N13397 X54.346 Y-122.557
N471 G1 Z212.332 F300.	N8109 X36.962 Y-58.429	N13398 X54.006 Y-123.722
N472 X-.796 Y-87.663	N8110 X36.237 Y-59.899	N13399 X53.542 Y-124.599

N473 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8111 X35.634 Y-61.434	N13400 X53.014 Y-125.309
N474 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8112 X33.737 Y-66.174	N13401 X52.425 Y-125.919
N475 X5.565 Y-80.056	N8113 X31.605 Y-71.238	N13402 X51.804 Y-126.43
N476 X8.343 Y-75.878	N8114 X29.355 Y-76.383	N13403 X51.151 Y-126.86
N477 X10.33 Y-72.878	N8115 X26.927 Y-81.689	N13404 X50.527 Y-127.189
N478 X14.042 Y-67.196	N8116 X24.031 Y-87.646	N13405 X15.439 Y-143.629
N479 X17.074 Y-62.178	N8117 X21.185 Y-93.07	N13406 X14.754 Y-143.911
N480 X22.524 Y-52.961	N8118 X18.245 Y-98.205	N13407 X14.007 Y-144.135
N481 X29.807 Y-40.497	N8119 X15.677 Y-102.366	N13408 X13.23 Y-144.282
N482 X32.808 Y-35.377	N8120 X11.556 Y-108.629	N13409 X12.391 Y-144.343
N483 X35.197 Y-31.321	N8121 X7.73 Y-114.628	N13410 X11.49 Y-144.291
N484 X39.365 Y-24.28	N8122 X5.392 Y-118.191	N13411 X10.556 Y-144.094
N485 X41.871 Y-20.031	N8123 X2.609 Y-122.022	N13412 X10.013 Y-143.9
N486 X44.785 Y-15.121	N8124 X-1.003 Y-126.509	N13413 X9.468 Y-143.631
N487 X47.381 Y-10.813	N8125 G3 X-.821 Y-128.196 CR=1.2	N13414 X8.83 Y-143.191
N488 X52.392 Y-2.282	N8126 G1 X.869 Y-128.013	N13415 X8.189 Y-142.541
N489 G3 X51.965 Y-.64 CR=1.2	N8127 Z169.532	N13416 X7.726 Y-141.799
N490 G1 X50.32 Y-1.067	N8128 G0 Z185.681	N13417 X7.442 Y-141.001
N491 Z213.532	N8129 X50.104 Y-39.858	N13418 X7.343 Y-140.484
N492 G0 X-1.162 Y-86.003	N8130 Z168.532	N13419 X7.306 Y-140.124
N493 Z212.532	N8131 G1 Z167.332 F300.	N13420 X6.462 Y-131.33
N494 G1 Z211.332 F300.	N8132 X49.613 Y-38.231	N13421 X6.44 Y-131.191
N495 X-.796 Y-87.663	N8133 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2	N13422 X4.067 Y-131.563
N496 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8134 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.	N13423 Z8.532
N497 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8135 X41.534 Y-50.518	N13424 G0 X4.305 Y-141.209
N498 X5.565 Y-80.056	N8136 X36.962 Y-58.429	N13425 Z7.532
N499 X8.343 Y-75.878	N8137 X36.237 Y-59.899	N13426 G1 Z6.332 F300.
N500 X10.33 Y-72.878	N8138 X35.606 Y-61.521	N13427 X5.64 Y-142.261
.....	N8139 X33.738 Y-66.226	N13428 G3 X6.69 Y-140.928 CR=1.2
.....	N8140 X31.607 Y-71.327	N13429 G1 X6.655 Y-140.632 F1000.
.....	N8141 X29.357 Y-76.508	N13430 X5.738 Y-131.073
N3000 X31.443 Y1.479	N8142 X26.959 Y-81.781	N13431 X5.726 Y-131.021
N3001 X32.099 Y1.724	N8143 X24.237 Y-87.422	N13432 X3.383 Y-131.551
N3002 X32.756 Y1.875	N8144 X21.392 Y-92.894	N13433 Z7.532
N3003 X33.415 Y1.941	N8145 X18.307 Y-98.314	N13434 G0 Z231.332
N3004 X34.046 Y1.925	N8146 X15.944 Y-102.166	N13435 X-1.163 Y-86.005
N3005 X41.02 Y1.317	N8147 X11.677 Y-108.684	N13436 Z7.532
N3006 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8148 X7.881 Y-114.661	N13437 G1 Z6.332 F300.
N3007 G1 X41.226 Y3.71	N8149 X5.485 Y-118.321	N13438 X-.796 Y-87.665
N3008 Z115.532	N8150 X2.76 Y-122.076	N13439 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2
N3009 G0 Z161.817	N8151 X-.852 Y-126.566	N13440 G1 X1.445 Y-86.381 F1000.
N3010 X-1.162 Y-86.003	N8152 G3 X-.669 Y-128.254 CR=1.2	N13441 Y-86.34
N3011 Z114.532	N8153 G1 X1.021 Y-128.071	N13442 X-6.775 Y-.696
N3012 G1 Z113.332 F300.	N8154 Z168.532	N13443 X-6.778 Y-.531
N3013 X-.796 Y-87.663	N8155 G0 Z184.671	N13444 G3 X-7.998 Y.647 CR=1.2
N3014 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8156 X50.104 Y-39.858	N13445 G1 X-9.179 Y-.576
N3015 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8157 Z167.532	N13446 Z7.532
N3016 X5.565 Y-80.056	N8158 G1 Z166.332 F300.	N13447 G0 Z99.844
N3017 X9.015 Y-74.866	N8159 X49.613 Y-38.231	N13448 X45.458 Y4.41
N3018 X12.61 Y-69.402	N8160 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2	N13449 Z7.532
N3019 X13.564 Y-65.631	N8161 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.	N13450 G1 Z6.332 F300.
N3020 X15.607 Y-57.221	N8162 X41.534 Y-50.518	N13451 X44.144 Y5.489
N3021 X18.118 Y-46.343	N8163 X36.962 Y-58.429	N13452 G3 X43.068 Y4.177 CR=1.2
N3022 X20.068 Y-37.761	N8164 X36.266 Y-59.836	N13453 G1 X43.36 Y1.209 F1000.
N3023 X21.043 Y-33.456	N8165 X35.577 Y-61.608	N13454 X43.368 Y1.182
N3024 X22.517 Y-26.84	N8166 X33.739 Y-66.278	N13455 X45.656 Y1.913
N3025 X23.466 Y-22.761	N8167 X31.608 Y-71.417	N13456 Z7.532
N3026 X24.974 Y-16.366	N8168 X29.388 Y-76.567	N13457 G0 Z228.44
N3027 X26.264 Y-9.491	N8169 X26.99 Y-81.875	N13458 X50.11 Y-39.847
N3028 X26.934 Y-6.594	N8170 X24.298 Y-87.485	N13459 Z7.532

N3029 X27.726 Y-3.854	N8171 X21.454 Y-92.984	N13460 G1 Z6.332 F300.
N3030 X28.725 Y-.934	N8172 X18.369 Y-98.424	N13461 X49.611 Y-38.222
N3031 X29.103 Y-.271	N8173 X16.006 Y-102.288	N13462 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2
N3032 X29.838 Y.59	N8174 X11.944 Y-108.516	N13463 G1 X47.321 Y-39.98 F1000.
N3033 X30.519 Y1.121	N8175 X8.119 Y-114.554	N13464 X47.324 Y-40.19
N3034 X31.203 Y1.497	N8176 X5.489 Y-118.581	N13465 X55.07 Y-121.07
N3035 X31.859 Y1.742	N8177 X2.999 Y-122.016	N13466 X55.08 Y-121.622
N3036 X32.546 Y1.9	N8178 X-.672 Y-126.591	N13467 G3 X56.301 Y-122.801
N3037 X33.175 Y1.961	N8179 G3 X-.487 Y-128.278 CR=1.2	CR=1.2
N3038 X33.805 Y1.945	N8180 G1 X1.203 Y-128.093	N13468 G1 X57.482 Y-121.578
N3039 X41.02 Y1.317	N8181 Z167.532	N13469 Z7.532
N3040 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8182 G0 Z183.598	N13470 G0 Z26.927
N3041 G1 X41.226 Y3.71	N8183 X50.104 Y-39.858	N13471 X3.613 Y-141.356
N3042 Z114.532	N8184 Z166.532	N13472 Z6.532
N3043 G0 Z161.816	N8185 G1 Z165.332 F300.	N13473 G1 Z5.332 F300.
N3044 X-1.162 Y-86.003	N8186 X49.613 Y-38.231	N13474 X4.929 Y-142.432
N3045 Z113.532	N8187 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2	N13475 G3 X6.003 Y-141.118 CR=1.2
N3046 G1 Z112.332 F300.	N8188 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.	N13476 G1 X5.967 Y-140.757 F1000.
N3047 X-.796 Y-87.663	N8189 X41.534 Y-50.518	N13477 X5.013 Y-130.816
N3048 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8190 X36.962 Y-58.429	N13478 X5.011 Y-130.811
N3049 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8191 X36.324 Y-59.712	N13479 X2.804 Y-131.759
N3050 X5.565 Y-80.056	N8192 X34.975 Y-63.195	N13480 Z6.532
N3051 X9.015 Y-74.866	N8193 X33.049 Y-68.036	N13481 G0 Z231.332
N3052 X12.581 Y-69.447	N8194 X30.889 Y-73.213	N13482 X-.002 Y-88.207
N3053 X13.535 Y-65.662	N8195 X28.64 Y-78.398	N13483 Z6.532
N3054 X15.548 Y-57.26	N8196 X26.154 Y-83.827	N13484 G1 Z5.332 F300.
N3055 X18. Y-46.478	N8197 X23.403 Y-89.464	N13485 X.832 Y-87.344
N3056 X19.948 Y-37.774	N8198 X20.527 Y-94.881	N13486 X.83 Y-87.229 F1000.
N3057 X20.922 Y-33.406	N8199 X17.264 Y-100.478	N13487 X-7.463 Y-.821
N3058 X22.367 Y-26.819	N8200 X13.497 Y-106.39	N13488 X-7.469 Y-.447
N3059 X24.377 Y-18.238	N8201 X9.7 Y-112.29	N13489 G3 X-8.69 Y.732 CR=1.2
N3060 X25.178 Y-14.302	N8202 X6.868 Y-116.785	N13490 G1 X-9.871 Y-.491
N3061 X26.22 Y-8.66	N8203 X4.469 Y-120.295	N13491 Z6.532
N3062 X27.089 Y-5.183	N8204 X3.12 Y-122.108	N13492 G0 Z97.49
N3063 X28.027 Y-2.197	N8205 X-.521 Y-126.649	N13493 X46.146 Y4.549
N3064 X28.514 Y-.858	N8206 G3 X-.335 Y-128.336 CR=1.2	N13494 Z6.532
N3065 X28.892 Y-.21	N8207 G1 X1.355 Y-128.15	N13495 G1 Z5.332 F300.
N3066 X29.598 Y.605	N8208 Z166.532	N13496 X44.83 Y5.625
N3067 X30.279 Y1.137	N8209 G0 Z182.588	N13497 G3 X43.755 Y4.311 CR=1.2
N3068 X30.962 Y1.515	N8210 X50.104 Y-39.858	N13498 G1 X44.082 Y1.053 F1000.
N3069 X31.648 Y1.771	N8211 Z165.532	N13499 X44.084
N3070 X32.306 Y1.92	N8212 G1 Z164.332 F300.	N13500 X45.102 Y1.688
N3071 X32.935 Y1.981	N8213 X49.613 Y-38.231	N13501 Z6.532
N3072 X33.595 Y1.965	N8214 G3 X47.989 Y-38.72 CR=1.2	N13502 G0 Z231.332
N3073 X41.02 Y1.317	N8215 G1 X44.763 Y-44.728 F1000.	N13503 M30
N3074 G3 X42.319 Y2.408 CR=1.2	N8216 X41.534 Y-50.518	%
N3075 G1 X41.227 Y3.71	N8217 X36.962 Y-58.429	
N3076 Z113.532	N8218 X36.353 Y-59.649	
N3077 G0 Z161.816	N8219 X35.549 Y-61.711	
N3078 X-1.162 Y-86.003	N8220 X33.05 Y-68.103	
N3079 Z112.532	N8221 X30.891 Y-73.317	
N3080 G1 Z111.332 F300.	N8222 X28.671 Y-78.471	
N3081 X-.796 Y-87.663	N8223 X26.215 Y-83.87	
N3082 G3 X.861 Y-87.298 CR=1.2	N8224 X23.464 Y-89.539	
N3083 G1 X2.088 Y-85.378 F1000.	N8225 X20.618 Y-94.926	
N3084 X5.565 Y-80.056	N8226 X17.356 Y-100.548	
N3085 X9.015 Y-74.866	N8227 X13.589 Y-106.48	
N3086 X12.581 Y-69.447	N8228 X9.821 Y-112.36	
N3087 X12.917 Y-68.099	N8229 X7.019 Y-116.825	

Références Bibliographique

Références Bibliographique:

[1] : Anas El Hassouni « Retro-conception assistée des pièces mécaniques » 1998 - 284 pages ;

[2]: Eldad Eilam « REVERSING: SECRETS OF REVERSE ENGINEERING» Wiley India Pvt. Limited, 1 mai 2005 - 624 page ;

[3] : Alexandre Durupt « Définition d'un processus de rétro-conception de produit par intégration des connaissances de son style de vie » 2010 - 229 pages ;

[4]: Kathryn A. Ingle «Reverse Engineering » McGraw-Hill, 1994 - 240 pages;

[5] : Stéphanie Riaud « Obfuscation de données pour la protection de programmes contre l'analyse dynamique » éditeur inconnu, 2015 - 167 pages ;

[6] : Vassilios S. GOLFINOPOULOS «Étude et réalisation d'un système de rétro-conception basé sur la connaissance pour la modélisation déclarative de scènes ». Thèse doctorat. ÉCOLE DOCTORALE Science - Technologie - Santé FACULTÉ des Sciences et Techniques (2006) ;

[7] : Salam ALI « la rétro conception de composants mécaniques par une approche (concevoir pour fabriquer) ». Thèse de doctorat de l'Université de Technologie de Troyes, Spécialité : SYSTEMES MECANIKES ET MATERIAUX (2015) ;

[8] : Sélima Besbes Essanaa « RetroWeb: une approche de Rétro-Conception de sites Web » 2008 - 201 pages ;

[9] : Reconstructions des surfaces. PDF ;

[10] : Numérisation 3D, rétro conception et usinage): [https://moodle.insa-rouen.fr/pluginfile.php/25423/mod_folder/content/0/Rapport_P6-](https://moodle.insa-rouen.fr/pluginfile.php/25423/mod_folder/content/0/Rapport_P6-3_2011_25.pdf%3Fforcedownload%3D1&usg=AFQjCNESv18IDi2cMQvke8gEC5md4HD_NQ&bvm=bv.146496531,d.d24)

[3_2011_25.pdf%3Fforcedownload%3D1&usg=AFQjCNESv18IDi2cMQvke8gEC5md4HD_NQ&bvm=bv.146496531,d.d24](https://moodle.insa-rouen.fr/pluginfile.php/25423/mod_folder/content/0/Rapport_P6-3_2011_25.pdf%3Fforcedownload%3D1&usg=AFQjCNESv18IDi2cMQvke8gEC5md4HD_NQ&bvm=bv.146496531,d.d24) ;

[11] : Scanning laser 3D facilite la production d'outillages pour les composants médicaux. PDF ;

[12]: BELHAOUA Abdelkrim « Planification et automatisation d'une reconstruction 3D – Prise en compte des incertitudes et optimisation de l'illumination ». Thèse de doctorat. Ecole Doctorale Mathématiques, Sciences de l'Informatique et de l'Ingénieur (2011) ;

[13] : Gharbi Sofiane « Préparation des fiche TP sur la Machine à Mesurer Tridimensionnelles MMT ». Mémoire licence UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA Faculté : Technologie. Département : Génie Mécanique. Option : Construction mécanique. 2014 ;

[14] : AMROUNE Salah « TP- CFAO : Conception des surfaces gauches » UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA Faculté : Technologie. Département : Génie Mécanique ;

[15] : Solution de mesure 3D et les applications de rétro ingénierie <http://www.faro.com/fr-fr/solutions-de-mesure-3d/applications/retro-ingenierie>;

[16] : Dr. Slamani Mohamed « coure : Conception et fabrication assistée par ordinateur CFAO » UNIVERSITE MOHAMED BOUDIAF - M'SILA Faculté : Technologie. Département : Génie Mécanique ;

[17] : Farid BETTINE « ETUDE DE PROCESSUS D'USINAGE DES PIECES MECANIQUES SUR LES MACHINES CNC A 5 AXES » thèse Magister en Génie Mécanique. Option : Construction Mécanique Université Mohamed Khider – Biskra. Faculté des Sciences et de la technologie (2012) ;

[18]: CATIA Machining:

<https://www.3ds.com/fileadmin/PRODUCTS/CATIA/OFFERS/CATIA-V5-MACHINIG/PDF/catia-v5-machining-brochure-fr.pdf>.

Résumé

Dans cette thèse on a fait une étude théorique de la rétro conception, et on a choisi une pièce de forme complexe (ailette de turbine) à l'aide d'un scanner 3D de type FARO, ce travail a été réalisé au sein de l'entreprise MEI (SONLGAZ M'sila). Les données acquises sont utilisées pour la numérisation (nuage de points) en utilisant le logiciel CATIA V5 R20. A la fin, on a proposé une simulation d'usinage avec le logiciel CATIA qui a généré un programme G-code de la pièce étudiée (ailette de turbine).

Mots-clés : Rétro conception ; Pièce de forme complexe ; Nuage de points ; Numérisation.

المخلص

في هذه المذكرة قمنا بدراسة نظرية حول التصميم الرجعي ، ولقد تم اختيار قطعة ذات شكل معقد (جناح من تربين)، عن طريق الماسح الضوئي ثلاثي الأبعاد الذي يحمل نوعية FARO ، وهذا العمل تم إنجازه في شركة صيانة التجهيزات الصناعية (سونلغاز بالمسيلة). المعطيات الناتجة نستعملها من أجل معالجة (سحابة النقاط) ونستعمل لذلك البرنامج CATIA V5 R20. في الأخير، تم إنجاز التصنيع في البرنامج CATIA من ثم استنتاج برنامج G- code للقطعة المدروسة (جناح تربين).

كلمات المفتاحية: التصميم الرجعي، قطعة ذات شكل معقد، سحابة نقاط، معالجة.

Abstract

In this thesis we did a theoretical study of reverse engineering. And we selected a piece of complex shape (turbine vane) using 3D scanner FARO type, this work was realized on the MEI Company (Sonalgaz, M'sila). The data achieved are utilized for numeration (cloud of dots), we use CATIA V5 R20 software. At the end, we propose a machining simulation with CATIA software that generated a program G-code of the study of the piece (turbine vane).

Keywords: Reverse Engineering; piece of complex shape; cloud of dots; numeration.