



Département Génie Mécanique et Productique  
Laboratoire de Dimensionnement des Structures  
17 rue de France  
69627 Villeurbanne cedex

## **Découverte du parcours SRV**

---

**Semestre N°3 – R2-SRV.02-E**



Rédigé par : équipe de DDS – Version N°2

## Introduction

L'objectif de ce TP est de découvrir l'ensemble de la chaîne numérique associée au processus de rétro-ingénierie. Pour ce faire, vous allez utiliser un scanner 3D afin de numériser et reconstruire la géométrie d'une manivelle de vélo en alliage d'aluminium (figure N°1). Vous utiliserez ensuite une simulation aux éléments finis pour valider son dimensionnement.

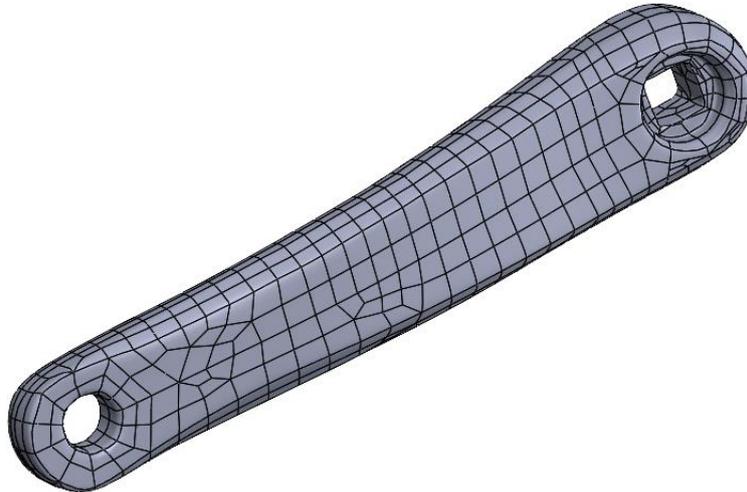


Figure N°1 : Manivelle de vélo étudiée

## I – Création du modèle numérique d'une pièce physique

Il n'est pas toujours possible d'avoir la maquette numérique d'une pièce (fichier perdu, veille technologique, retro-conception, ...). Dans bien des cas, des moyens de mesures rudimentaires suffisent à re-créeer le fichier natif pour des formes simples. Lorsque la géométrie est plus complexe il est nécessaire d'employer un scanner 3D.

On se propose dans cette première partie de reconstruire la maquette numérique d'une manivelle de vélo à partir de son modèle physique (figure N°2).



Figure N°2 : Manivelle de vélo réelle



## 1°/ Scan de la pièce

On cherche ici à numériser l'ensemble des faces visibles de la pièce. Pour ce faire, réalisez dans l'ordre les manipulations suivantes :



Suivez scrupuleusement les consignes fournies dans les documents liés à l'usage du scanner 3D (document « 1\_Réaliser le scan d'une pièce »). En cas de doute appelez l'enseignant.

**Etape N°1 :** Avec votre encadrant, préparez l'environnement de numérisation (calibration du scanner, acquisition des cibles, préparation du plateau).

**Etape N°2 :** Numérisez les différentes faces de la pièce.



Appelez le professeur pour vérifier la qualité de la numérisation (présence d'informations suffisantes pour permettre le recalage des surfaces, absence de trous, visibilité des détails dont les arêtes et le fond des trous).



**Résumé de la démarche mis en œuvre :** Etalonner le scanner → Numériser les pastilles/cibles → Numériser le plateau → Définir un plan de coupe et le soustraire → Numériser la face 1 de la pièce (résolution 0.5mm, obturation 2.5) → → Numériser la face 2 de la pièce → Reconstruire la pièce → Exporter les surfaces numérisées au format « .stl ».

## 2°/ Reconstruction de la « peau » de la pièce

A ce stade, vous disposez de plusieurs scans représentant la peau de différentes parties de la pièce. Il convient de les assembler entres-elles pour former la « peau » complète de la pièce. Pour ce faire, réalisez dans l'ordre les manipulations suivantes :

**Etape N°1 :** Assemblez les surfaces numérisées pour former une surface unique fermée. Pour ce faire, aidez-vous de la procédure « 2\_Post-traitement des surfaces numérisées ».

**Etape N°2 :** Positionnez la pièce dans un repère approprié. Pour ce faire, il convient d'exploiter ses particularité géométriques (symétries, directions principales, ...).



Appelez le professeur pour vérifier la qualité de votre surface reconstruite (étanchéité, défauts de maillage, ...).

**Etape N°3 :** Exportez la surface numérisée reconstruite et correctement positionnée dans son repère.



**Résumé de la démarche mis en œuvre :** Importer les scanners au format « .stl » → Supprimer les parcelles isolées → Ajuster les scans entre eux pour former la surface de la pièce → Fusionner les surfaces → Réparer la surface fusionnée (combler les manques, ...) → Positionner la pièce dans un repère donné → Optimiser le maillage → exporter la surface reconstruite au format « .stl ».



### 3°/ Création du fichier « volumique » de la pièce

A ce stade, vous disposez d'un fichier représentant la surface extérieure maillée (format « .stl ») de la pièce. Néanmoins, l'utilisation d'un tel fichier se limite exclusivement à l'impression 3D. Afin d'exploiter pleinement les possibilités offertes par la rétro-conception (simulation EF, ...) il convient à présent de transformer ce maillage en corps volumique. Il sera alors éventuellement possible de finaliser l'ensemble des surfaces pour lesquelles le scan s'est avéré inadapté (filetage, surfaces fonctionnelles de forme définie, ...). Pour ce faire, réalisez dans l'ordre les manipulations suivantes.



Le passage d'un fichier de maillage à un corps volumique est une étape qui peut être longue et fastidieuse. Certains logiciels sont plus ou moins pratique et/ou couteux pour réaliser ce genre d'opérations. On se propose ici d'utiliser Solidworks®



Cette partie vise à vous initier à la mise en place d'un fichier pièce à partir d'un maillage. Ainsi, ne passez pas plus de 15 minutes à sa reconstruction. Appelez le professeur si vous dépassez ce temps (pas de pénalité sur la note...)

**Etape N°1 :** Réalisez le corps volumique de votre pièce à partir de la procédure « 3\_Importer un scan sous Solidworks »



Appelez le professeur pour vérifier la qualité de votre corps volumique.



**Résumé de la démarche mis en œuvre :** Importer avec ScanTo3D la surface au format « .stl » → Créer les lignes de fonction avec l'assistant surfacique (création automatique) afin d'obtenir un corps volumique → Calculer la déviation (évaluation de l'écart entre le modèle initial et final).

### II - Etude aux éléments finis de la manivelle de vélo

On se propose dans cette partie de réaliser un ensemble de simulations aux éléments finis permettant de caractériser la charge maximale admissible sur la manivelle (matériau : 2024-T361). On retient la modélisation suivante (figure N°3) :

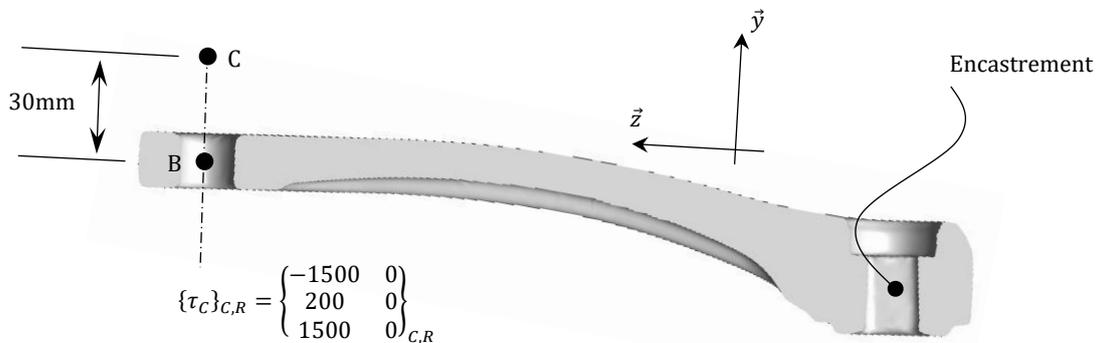


Figure N°3 :Modélisation EF de la manivelle de vélo



## 1°/ Préparation de la pièce

Il convient de préparer la maquette numérique de la pièce à recevoir les conditions aux limites de la simulation. En d'autres termes, vous allez devoir créer des systèmes de coordonnées qui permettront de placer les efforts et les liaisons dans des directions privilégiées. Pour ce faire, suivez dans l'ordre les étapes suivantes :

**Etape N°1 :** Préparez la manivelle de vélo (repères, matériau, ...) à la simulation aux éléments finis en suivant la procédure « 4\_Préparer une pièce à la simulation EF ».



Appelez le professeur pour vérifier la création de vos repères.

## 2°/ Mise en place de la simulation

Le modèle volumique est maintenant prêt à accueillir le paramétrage de la simulation aux éléments finis (matériau, conditions aux limites, maillage, ...). Une fois le calcul lancé, il sera alors possible d'exploiter les résultats. Pour ce faire, répondez dans l'ordre aux questions suivantes :

**Etape N°1 :** La manivelle est fixée au bâti sur les surfaces de la lumière à section carré. Les efforts extérieurs s'appliquent en C. Transportez le torseur des actions extérieures, initialement en C, au point B.

**Etape N°2 :** Réalisez la simulation aux éléments finis en utilisant la procédure « 5\_Procedure\_simulation\_sous\_solidworks\_V1 ».



Appelez le professeur pour vérifier la modélisation (matériaux, définitions des conditions aux limites, unités, finesse du maillage).

**Etape N°3 :** Rédigez une note de calcul d'une diapositive contenant le résumé de la modélisation et les résultats qui vous permettent d'argumenter quant au facteur de sécurité de la pièce.



**Résumé de la démarche mis en œuvre :** Transportez le torseur extérieur en B → Modéliser → Simuler → Visualiser les résultats (contraintes).

## III - Conclusion

A la suite de votre note de calculs précédente, réalisez une conclusion qui reprend et analyse les grandes étapes mise en œuvre dans ce TP d'initiation.

