

*Master 2P, spécialité ISV, 2024-2025*  
*UE 4TIS904U "Acquisition, Reconstruction et Modélisation"*  
 Numérisation et Formats 3D pour l'impression 3D



Figure 1: Thingi10K [4], fig.14

Ce travail s'inscrit dans l'objectif de la reconstruction de surfaces 3D en vue d'une impression 3D. On souhaite expérimenter l'importation, la visualisation et l'analyse des modèles géométriques construits à partir d'acquisitions numériques par scanner laser [1] et par CT [3]. Pour ce faire on utilisera les outils suivants:

- CGAL 3D Point Set<sup>1</sup>
- Meshlab <sup>2</sup>
- Blender <sup>3</sup>

Pour les modèles issus de CT on utilisera CQ500 Dataset<sup>4</sup> [2].

Pour les maillages 3D on utilisera Thingi10K<sup>5</sup> [4].

### **Exercice 1** Représentation d'un nuage de points au *format .XYZ*

- Proposer un jeu d'exemples de test qui comprend
  1. Un nuage de point produit par une acquisition au laser scanner;
  2. Un nuage de points d'un modèle de synthèse;
  3. Un des nuages de points de CQ500-CT-0.xyz fournis.
- Importer et visualiser ces exemples avec un outil de votre choix.

<sup>1</sup>[https://doc.cgal.org/latest/Point\\_set\\_3/index.html](https://doc.cgal.org/latest/Point_set_3/index.html)

<sup>2</sup><https://www.meshlab.net/>

<sup>3</sup><https://www.blender.org/>

<sup>4</sup><http://headctstudy.qure.ai/dataset>

<sup>5</sup><https://ten-thousand-models.appspot.com/>

- Proposer et implémenter une méthode de simplification d'un nuage de point.
- Illustrer vos résultats de la simplification sur le jeu d'exemples choisi.

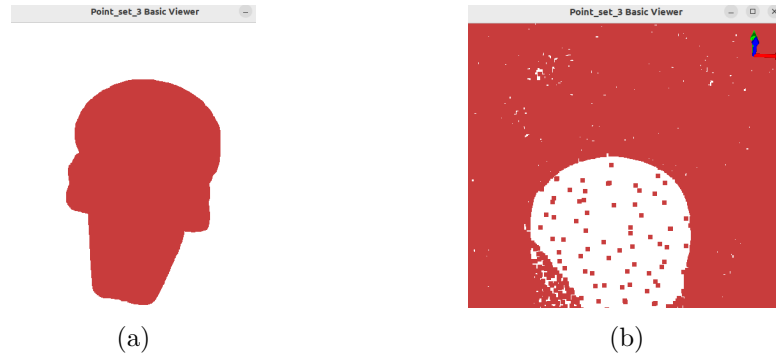


Figure 2: Thingi10K Celtic\_Skull\_Hollow (.XYZ)

**Exercice 2** Représentation d'un maillage 3D au Formats *.STL*, *.OBJ* et *.OFF*

- Proposer un jeu d'exemples de test qui comprend
  1. Un maillage produit à partir de données acquises au laser scanner;
  2. Un maillage produit à partir de données acquises par tomographie;
  3. Un maillage produit par échantillonnage d'une surface implicite.
- Importer et visualiser ces exemples avec un outil de votre choix.
- Proposer et implémenter une méthode de simplification d'un maillage.
- Illustrer vos résultats de la simplification sur le jeu d'exemples choisi.

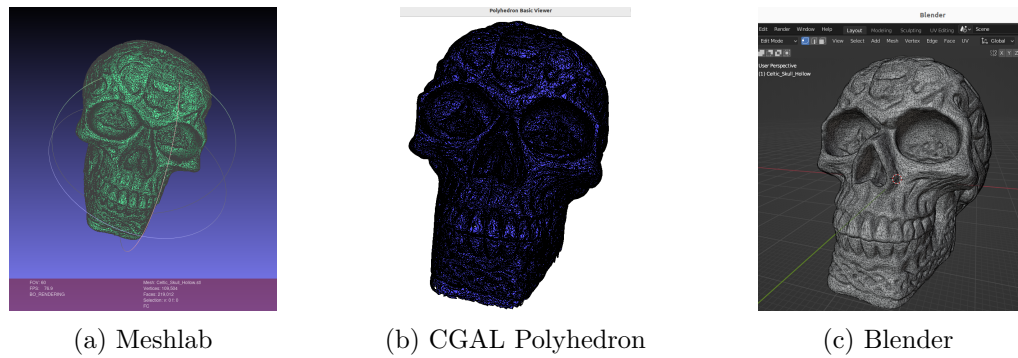


Figure 3: Thingi10K Celtic\_Skull\_Hollow (STL)

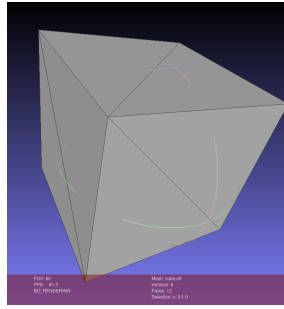


Figure 4: Maillage 3D triangulaire d'un cube

### Formats

#### Format .XYZ

```
-35.000000 60.000000 20.000000 1.570796 1.570796 1.570796
-55.000000 60.000000 20.000000 -1.570796 1.570796 1.570796
-35.000000 40.000000 20.000000 1.570796 -1.570796 1.570796
-55.000000 40.000000 20.000000 -1.570796 -1.570796 1.570796
-35.000000 40.000000 0.000000 1.570796 -1.570796 -1.570796
-55.000000 40.000000 0.000000 -1.570796 -1.570796 -1.570796
-35.000000 60.000000 0.000000 1.570796 1.570796 -1.570796
-55.000000 60.000000 0.000000 -1.570796 1.570796 -1.570796
```

#### Format .STL

solid STL generated by MeshLab

```
facet normal 0.000000e+00 0.000000e+00 1.000000e+00
  outer loop
    vertex -3.500000e+01 6.000000e+01 2.000000e+01
    vertex -5.500000e+01 6.000000e+01 2.000000e+01
    vertex -3.500000e+01 4.000000e+01 2.000000e+01
  endloop
endfacet
facet normal 0.000000e+00 0.000000e+00 1.000000e+00
  outer loop
    vertex -3.500000e+01 4.000000e+01 2.000000e+01
    vertex -5.500000e+01 6.000000e+01 2.000000e+01
    vertex -5.500000e+01 4.000000e+01 2.000000e+01
  endloop
endfacet
facet normal 0.000000e+00 0.000000e+00 -1.000000e+00
  outer loop
    vertex -3.500000e+01 4.000000e+01 0.000000e+00
    vertex -5.500000e+01 4.000000e+01 0.000000e+00
    vertex -3.500000e+01 6.000000e+01 0.000000e+00
  endloop
endfacet
facet normal -0.000000e+00 0.000000e+00 -1.000000e+00
  outer loop
    vertex -3.500000e+01 6.000000e+01 0.000000e+00
```

```

    vertex -5.500000e+01  4.000000e+01  0.000000e+00
    vertex -5.500000e+01  6.000000e+01  0.000000e+00
  endloop
endfacet
facet normal  0.000000e+00 -1.000000e+00  0.000000e+00
  outer loop
    vertex -5.500000e+01  4.000000e+01  2.000000e+01
    vertex -5.500000e+01  4.000000e+01  0.000000e+00
    vertex -3.500000e+01  4.000000e+01  2.000000e+01
  endloop
endfacet
facet normal  0.000000e+00 -1.000000e+00 -0.000000e+00
  outer loop
    vertex -3.500000e+01  4.000000e+01  2.000000e+01
    vertex -5.500000e+01  4.000000e+01  0.000000e+00
    vertex -3.500000e+01  4.000000e+01  0.000000e+00
  endloop
endfacet
facet normal -1.000000e+00 -0.000000e+00 -0.000000e+00
  outer loop
    vertex -5.500000e+01  6.000000e+01  2.000000e+01
    vertex -5.500000e+01  6.000000e+01  0.000000e+00
    vertex -5.500000e+01  4.000000e+01  2.000000e+01
  endloop
endfacet
facet normal -1.000000e+00  0.000000e+00  0.000000e+00
  outer loop
    vertex -5.500000e+01  4.000000e+01  2.000000e+01
    vertex -5.500000e+01  6.000000e+01  0.000000e+00
    vertex -5.500000e+01  4.000000e+01  0.000000e+00
  endloop
endfacet
facet normal  0.000000e+00  1.000000e+00  0.000000e+00
  outer loop
    vertex -3.500000e+01  6.000000e+01  2.000000e+01
    vertex -3.500000e+01  6.000000e+01  0.000000e+00
    vertex -5.500000e+01  6.000000e+01  2.000000e+01
  endloop
endfacet
facet normal  0.000000e+00  1.000000e+00  0.000000e+00
  outer loop
    vertex -5.500000e+01  6.000000e+01  2.000000e+01
    vertex -3.500000e+01  6.000000e+01  0.000000e+00
    vertex -5.500000e+01  6.000000e+01  0.000000e+00
  endloop
endfacet
facet normal  1.000000e+00 -0.000000e+00  0.000000e+00
  outer loop
    vertex -3.500000e+01  4.000000e+01  2.000000e+01

```

```

    vertex -3.500000e+01  4.000000e+01  0.000000e+00
    vertex -3.500000e+01  6.000000e+01  2.000000e+01
  endloop
endfacet
facet normal  1.000000e+00  0.000000e+00  0.000000e+00
  outer loop
    vertex -3.500000e+01  6.000000e+01  2.000000e+01
    vertex -3.500000e+01  4.000000e+01  0.000000e+00
    vertex -3.500000e+01  6.000000e+01  0.000000e+00
  endloop
endfacet
endsolid vcg

```

### Format .OBJ

```

vn 1.570796 1.570796 1.570796
v -35.000000 60.000000 20.000000
vn -1.570796 1.570796 1.570796
v -55.000000 60.000000 20.000000
vn 1.570796 -1.570796 1.570796
v -35.000000 40.000000 20.000000
vn -1.570796 -1.570796 1.570796
v -55.000000 40.000000 20.000000
vn 1.570796 -1.570796 -1.570796
v -35.000000 40.000000 0.000000
vn -1.570796 -1.570796 -1.570796
v -55.000000 40.000000 0.000000
vn 1.570796 1.570796 -1.570796
v -35.000000 60.000000 0.000000
vn -1.570796 1.570796 -1.570796
v -55.000000 60.000000 0.000000
f 1//1 2//2 3//3
f 3//3 2//2 4//4
f 5//5 6//6 7//7
f 7//7 6//6 8//8
f 4//4 6//6 3//3
f 3//3 6//6 5//5
f 2//2 8//8 4//4
f 4//4 8//8 6//6
f 1//1 7//7 2//2
f 2//2 7//7 8//8
f 3//3 5//5 1//1
f 1//1 5//5 7//7

```

### Format .OFF

```

OFF
8 12 0
-35 60 20
-55 60 20

```

6

-35 40 20  
-55 40 20  
-35 40 0  
-55 40 0  
-35 60 0  
-55 60 0  
3 0 1 2  
3 2 1 3  
3 4 5 6  
3 6 5 7  
3 3 5 2  
3 2 5 4  
3 1 7 3  
3 3 7 5  
3 0 6 1  
3 1 6 7  
3 2 4 0  
3 0 4 6

# Bibliography

- [1] Fausto Bernardini and Holly E. Rushmeier. The 3d model acquisition pipeline. *Comput. Graph. Forum*, 21(2):149–172, 2002.
- [2] S. Chilamkurthy, R. Ghosh, S Tanamala, M Biviji, N.G. Campeau, V.K. Venugopal, V. Mahajan, P. Rao, and P Warier. Development and validation of deep learning algorithms for detection of critical findings in head ct scans, 2018.
- [3] F. Osti, G.M. Santi, M. Neri, A. Liverani, L. Frizziero, S. Stilli, E. Maredi, P. Zarantonello, G. Gallone, S. Stallone, and G. Trisolino. Ct conversion workflow for intraoperative usage of bony models: From dicom data to 3d printed models. *Applied Sciences*, 9:708, 02 2019.
- [4] Qingnan Zhou and Alec Jacobson. Thingi10k: A dataset of 10, 000 3d-printing models. *CoRR*, abs/1605.04797, 2016.