

Figure 1: Acquisition et reconstruction

Master Informatique, parcours IIS, 2025-2026
UE 4TIS911U "Modélisation et traitement de la géométrie"
Reconstruction et évaluation de surfaces

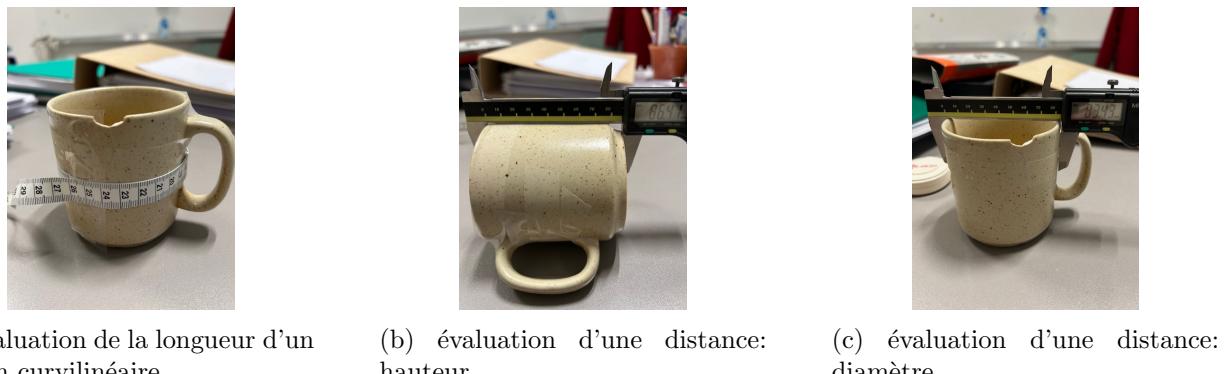


Figure 2: Reproductibilité des mesures: de l'objet physique à la reconstruction numérique

Ce travail s'inscrit dans l'objectif de la reconstruction et de l'évaluation de surfaces à partir de nuages de points.

Pour ce faire on utilisera les outils suivants:

- CGAL Surface Reconstruction from Point Clouds ¹
 - Meshlab ²
 - Blender ³

Chaque étape ainsi que la chaîne de traitements sera implémentée à l'aide des outils proposés. L'implémentation pourra se faire soit entièrement avec les fonctionnalités d'un seul et même outil soit par morceaux avec différents outils.

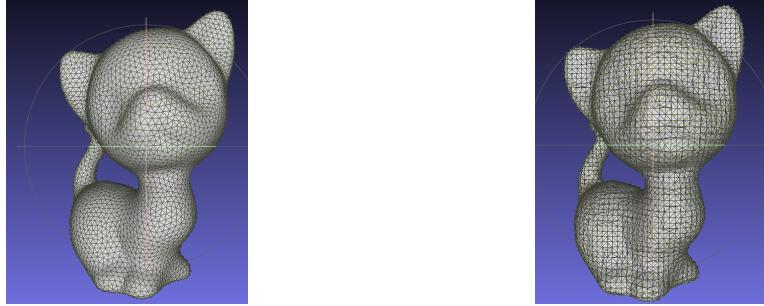
¹https://doc.cgal.org/latest/Manual/tuto_reconstruction.html

²<https://www.meshlab.net/>

³<https://www.blender.org/>

Le choix des méthodes utilisées doit être dûment argumenté.
On appliquera une chaîne de traitements simplifiée:

Importation .XYZ - Estimation des normales - Reconstruction - Exportation .OBJ [;.STL;.OFF]



(a) Meshlab BPA, V=5210, F=10418 (b) Meshlab Poisson, V=8443, F=16886

Figure 3: Reconstruction par Meshlab à partir de *kitten.xyz*, paramètres par défaut.

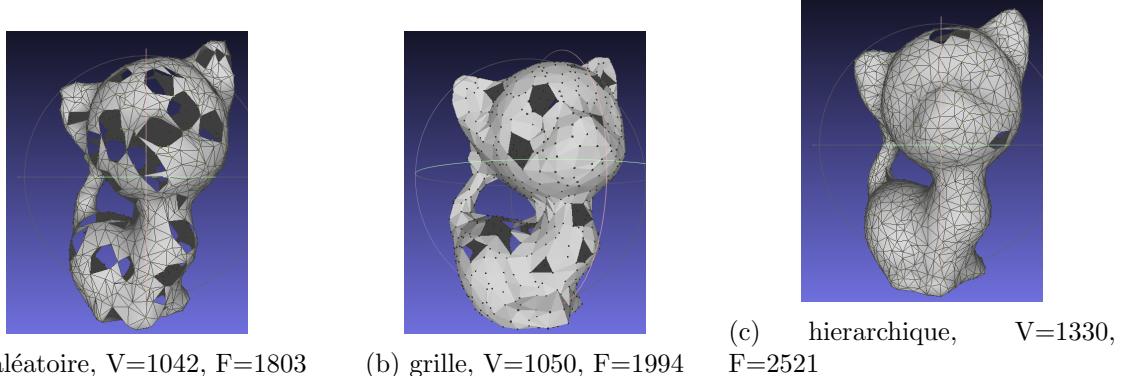


Figure 4: Reconstruction par Meshlab BPA à partir des simplifications de *kitten.xyz*, paramètres par défaut.

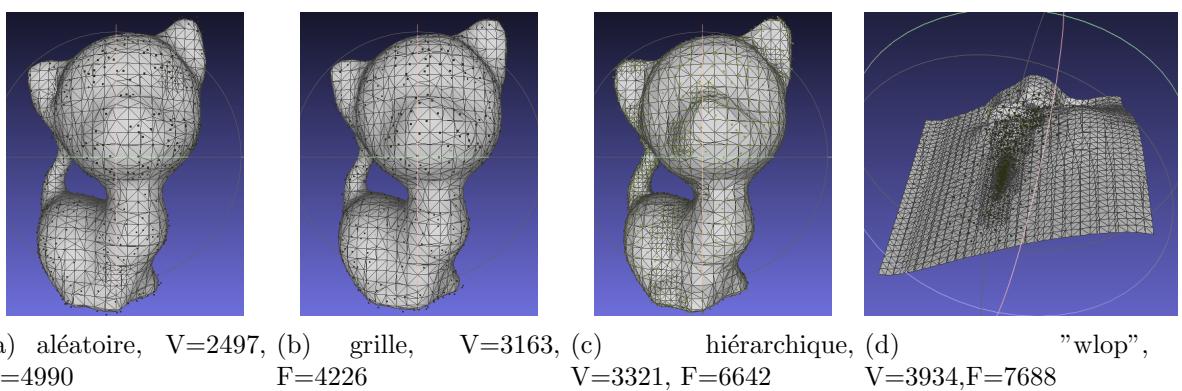
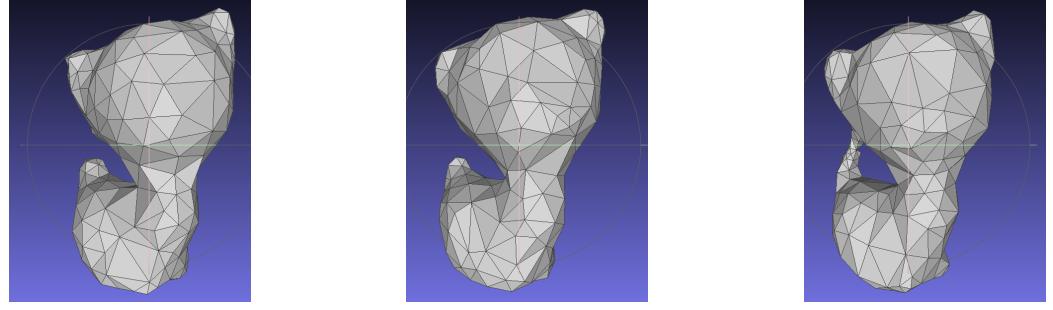


Figure 5: Reconstruction par Meshlab Poisson à partir des simplifications de *kitten.xyz*, paramètres par défaut.

Exercice 1 Reconstruction



(a) aléatoire, V=229, F=454 (b) grille, V=233, F=462 (c) hiérarchique, V=260, F=520

Figure 6: Reconstruction par CGAL Poisson à partir des simplifications de *kitten.xyz*, paramètres voir le code fourni.

La reconstruction d'un maillage à partir d'un nuage de points nécessite l'évaluation des normales aux points. Ces normales permettent entre autre, d'orienter et de recoller les différentes composantes connexes du maillage de telle sorte à englober un volume fermé. On verra par la suite que cette propriété est fondamentale pour l'impression 3D d'un maillage.

On souhaite expérimenter deux méthodes de reconstruction:

"The ball-pivoting algorithm for surface reconstruction" de Bernardini,F. et al. , IEEE ToVCGr, Vol. 5, No 4, 1999 [3], et

"Poisson Surface Reconstruction", Kazhdan,M. et al., Eurographics Symposium on Geometry Processing (2006), Konrad Polthier, Alla Sheffer (Editors) [9].

Etudier les deux algorithmes et expérimenter leurs implémentations respectives sur les exemples de test. Donner un tableau récapitulatif de vos résultats en analysant la qualité des maillages ainsi reconstruits.

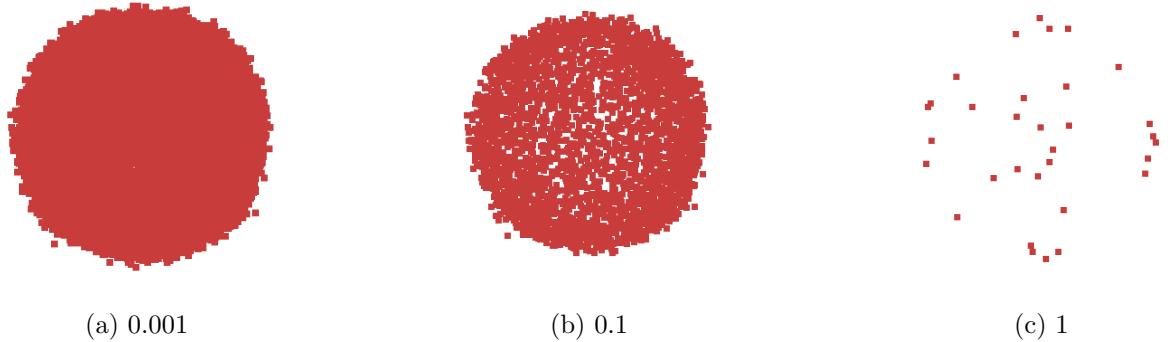


Figure 7: *sphere_20k.xyz*: simplification sur une grille régulière en variant la taille du voxel

Exercice 2 Évaluation

- Sur l'objet réel acquis à l'aide de l'appareil mobile grand public:
 - Définir des points caractéristiques
 - Mesurer la distance entre les points caractéristiques
 - Mesurer les dimensions des régions d'intérêt choisies:
Boîtes englobantes, estimation de la longueur d'un bord, estimation de l'aire d'une région d'intérêt.
Une illustration est donnée sur la Fig. 2.
- Sur la surface reconstruite à partir du nuage de points acquis:

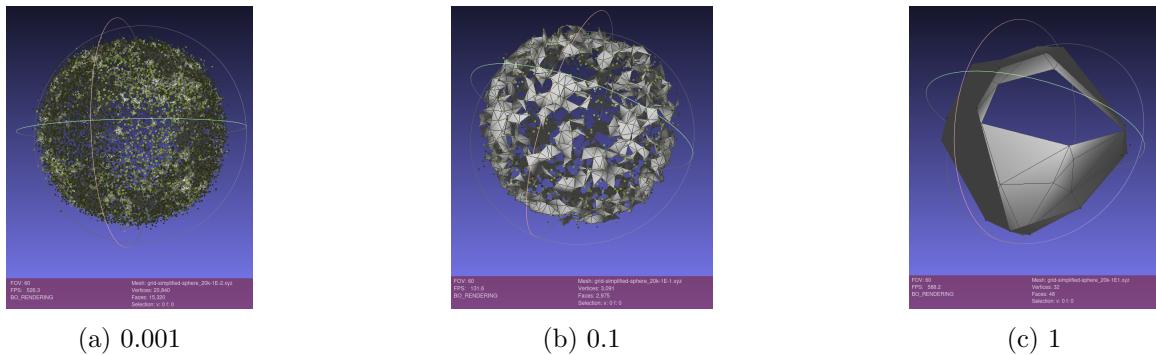


Figure 8: sphere_20k.xyz: reconstruction BPA implémentée dans Meshlab, paramétrage par défaut

- Trouver les sommets correspondant aux points caractéristiques
 - Calculer les distances entre les sommets correspondant aux points caractéristiques
 - Trouver les composantes des surfaces représentant les zones d'intérêt
 - Calculer les dimensions des composantes correspondant aux régions d'intérêt choisies.
 - Evaluer et comparer les mesures physiques et leur contreparties numériques.
 - Évaluer la précision des mesures physiques et numériques.

Modalités de validation des résultats obtenus:

Remise d'un **compte rendu** sur l'ensemble des expérimentations effectuées sur la reconstruction et l'évaluation des surfaces pour **3/12/2025**.

En particulier il faudra:

1. Le jeu d'exemples de test doit comprendre les reconstructions à partir des nuages de points appartenant à la base de référence construite à la séance précédente.
 2. Pour chaque exemple, préciser le choix et le paramétrage des méthodes utilisées pour les étapes: *Simplification, Évaluation des normales et Reconstruction*
 3. Donner des illustrations graphiques des simplifications et des reconstructions similaires aux Fig. 4, Fig. 5 et Fig. 6
 4. Incorporer les tableaux récapitulatifs pour l'évaluation du temps de la reconstruction et de l'évaluation de la qualité de la reconstruction.
 5. Incorporer les tableaux récapitulatifs pour l'évaluation des caractéristiques de formes choisies sur les objets réels et sur leurs reconstructions numériques.

Quelques lectures utiles pour approfondir: [7, 6, 5, 3, 12, 1, 9, 10, 8, 4, 2, 13, 11].

Bibliography

- [1] M. Alexa, J. Behr, D. Cohen-Or, S. Fleishman, D. Levin, and C. T. Silva. Computing and rendering point set surfaces. *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, 9(1):3–15, 2003.
- [2] M. Berger, A. Tagliasacchi, L.M. Seversky, P. Alliez, J.A. Levine, A. Sharf, and C.T. Silva. State of the art in surface reconstruction from point clouds. In *Eurographics 2014 - State of the Art Reports, Strasbourg, France, 2014*, pages 161–185, 2014.
- [3] F. Bernardini, J. Mittleman, H.E. Rushmeier, C. T. Silva, and G. Taubin. The ball-pivoting algorithm for surface reconstruction. *IEEE Trans. Vis. Comput. Graph.*, 5(4):349–359, 1999.
- [4] Julie Digne, Jean-Michel Morel, Charyar-Mehdi Souzani, and Claire Lartigue. Scale space meshing of raw data point sets. *Comput. Graph. Forum*, 30(6):1630–1642, 2011.
- [5] M. Garland and P. S. Heckbert. Surface simplification using quadric error metrics. In G. Scott Owen, Turner Whitted, and Barbara Mones-Hattal, editors, *Proceedings of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 1997, Los Angeles, CA, USA, August 3-8, 1997*, pages 209–216. ACM, 1997.
- [6] P. S. Heckbert and M. Garland. Survey of polygonal surface simplification algorithms. In *Proceedings of the 24th Annual Conference on Computer Graphics and Interactive Techniques, SIGGRAPH 1997, Los Angeles, CA, USA, August 3-8, 1997*. ACM, 1997.
- [7] H. Hoppe, T. DeRose, and T. Duchamp. Surface reconstruction from unorganized points. *Computer Graphics*, 26(2):71–78, 1992.
- [8] H. Huang, D. Li, H. Zhang, U.M. Ascher, and D.Cohen-Or. Consolidation of unorganized point clouds for surface reconstruction. *ACM Trans. Graph.*, 28(5):176, 2009.
- [9] M. M. Kazhdan, M. Bolitho, and H. Hoppe. Poisson surface reconstruction. In Alla Sheffer and Konrad Polthier, editors, *Proceedings of the Fourth Eurographics Symposium on Geometry Processing, Cagliari, Sardinia, Italy, June 26-28, 2006*, volume 256 of *ACM International Conference Proceeding Series*, pages 61–70. Eurographics Association, 2006.
- [10] Yaron Lipman, Daniel Cohen-Or, David Levin, and Hillel Tal-Ezer. Parameterization-free projection for geometry reconstruction. *ACM Trans. Graph.*, 26(3):22, 2007.
- [11] Liangliang Nan and Peter Wonka. Polyfit: Polygonal surface reconstruction from point clouds. In *IEEE International Conference on Computer Vision, ICCV 2017, Venice, Italy, October 22-29, 2017*, pages 2372–2380. IEEE Computer Society, 2017.
- [12] M. Pauly, M. H. Gross, and L. Kobbelt. Efficient simplification of point-sampled surfaces. In *13th IEEE Visualization Conference, IEEE Vis 2002, Boston, MA, USA, October 27 - November 1, 2002, Proceedings*, pages 163–170. IEEE Computer Society Press, 2002.

- [13] Thomas Wiemann, Hendrik Annuth, Kai Lingemann, and Joachim Hertzberg. An extended evaluation of open source surface reconstruction software for robotic applications. *J. Intell. Robotic Syst.*, 77(1):149–170, 2015.