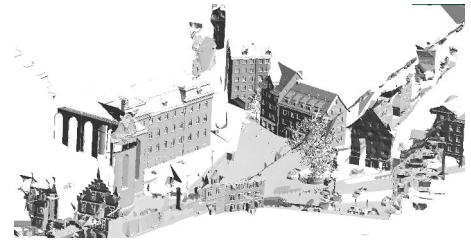


Analyse d'un algorithme de reconstruction surfacique

- **Thématique:** Géométrie algorithmique, reconstruction surfacique à partir de nuages de points
- **Laboratoire, institution et université :** LORIA, Inria, Université de Lorraine
- **Ville et pays:** Nancy, France.
- **Equipe ou projet dans le labo:** ALICE (<http://alice.loria.fr/>) et GAMBLE (<http://gamble.loria.fr>)
- **Encadrants:**
 - Dobrina Boltcheva (dobrina.boltcheva@univ-lorraine.fr)
 - Xavier Goaoc (xavier.goaoc@loria.fr)
- **Directeur du laboratoire:** Jean-Yves Marion (jean-yves.marion@loria.fr)

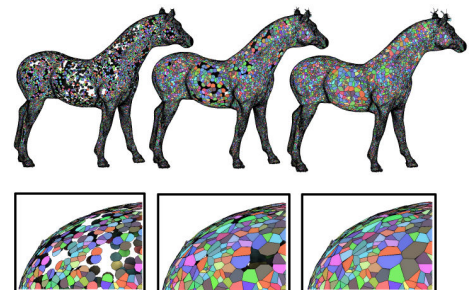
Le domaine. La numérisation d'objets réels est de plus en plus utilisée dans des domaines tels que la CAO, l'architecture, la simulation scientifique ou la fabrication additive. Les outils d'acquisition (scanner laser, Kinect, photogrammétrie,...) permettent de produire des représentations numériques d'objets sous forme de nuages de points 3D qui échantillonnent la surface de ces objets. Il faut alors produire à partir de ces points un maillage qui approxime ou interpole les points d'entrée. (Par exemple, la figure de droite est une reconstruction de la place Saint Gallen à partir d'un échantillon LIDAR de 14 millions de points.) C'est un problème fondamental mais difficile car il faut choisir le maillage le plus "probable" selon des critères mal définis.



Objectifs du stage. Diverses méthodes ont été proposées pour aborder ce problème de reconstruction : *Ball Pivoting* [1], *Cocone* [2], *Poisson* [3] ... Certaines se comportent très bien en pratique, mais avec peu de garanties théoriques sur la qualité du résultat. D'autres sont bien comprises théoriquement mais s'avèrent moins efficaces en pratique. L'objectif du stage est de concilier ces deux types d'approches.

Les méthodes qui offrent des garanties théoriques ([4, §34]) commencent par calculer un premier volume approximant la surface, puis s'en servent pour filtrer une subdivision bien choisie de l'espace 3D ambiant, produisant ainsi une soupe de triangles qu'elles traitent (suppression de *slivers*, recollements locaux) pour obtenir un maillage. La subdivision de l'espace ambiant est généralement la tétraédralisation de Delaunay de l'échantillon, l'approximation volumique varie (union de boules ou de co-cones par exemple). Si l'échantillon est suffisamment précis, le maillage produit est garanti d'être une bonne approximation géométrique *et* topologique de la surface originelle.

L'équipe ALICE a récemment proposé une variante de ces méthodes [5] qui s'affranchit de la construction (coûteuse) d'une subdivision de l'espace ambiant. Il s'agit de calculer directement le diagramme de Voronoï des points d'entrée *restreint* à l'union de disques centrés aux points et orthogonaux aux normales estimées de la surface aux points. Cela revient à calculer de manière indépendante la facette de Voronoï restreinte pour chaque point d'entrée, par une routine de type *polygon-plan clipping*. La figure de droite montre les facettes de Voronoï calculées, sur un cheval, pour différentes valeurs du rayon des disques.



Cette méthode se comporte expérimentalement très bien, notamment car elle se parallélise très facilement. Actuellement, elle est déjà déployée par plusieurs industriels, dont Trimble (www.trimble.com), fabriquant de scanners 3D. L'objectif de ce stage est d'étudier ses performances d'un point de vue théorique. On étudiera en particulier les techniques similaires de construction locales développées en géométrie algorithmique [6, 7]. On s'efforcera notamment de décrire de quelle manière le maillage reconstruit s'éloigne d'une triangulation de Delaunay restreinte.

Compétences espérées. La principale qualité attendue est l'envie d'apprendre et de travailler en équipe. Il n'est pas nécessaire d'avoir des connaissances préalables en reconstruction de surface, elles pourront être acquises pendant le stage. En revanche, de bonnes compétences en théorie de la complexité et une bonne intuition géométrique en $3D$ seront nécessaires.

References

- [1] Fausto Bernardini et al., "The Ball-Pivoting Algorithm for Surface Reconstruction", IEEE Trans. on Vis. and Comp. Graphics, vol.5, 1999.
- [2] Nina Amenta et al. "A simple algorithm for homeomorphic surface reconstruction", Proc. of the 16th SCG, 2000.
- [3] Michael Kazhdan, Hugues Hoppe. "Screened Poisson Surface Reconstruction", ACM Trans. Graph., vol.32, 2013.
- [4] Jacob E. Goodman, Joseph O'Rourke, Csaba D. Toth. "Handbook of Discrete and Computational Geometry, Third Edition", Chapman and Hall/CRC, 2018.
- [5] Dobrina Boltcheva, Bruno Lévy. "Surface reconstruction by computing restricted Voronoi cells in parallel", Computer-Aided Design, vol. 90, 2017.
- [6] Jonathan Shewchuk, "Star Splaying: An Algorithm for Repairing Delaunay Triangulations and Convex Hulls", Proc. of the 21th SCG, 2005.
- [7] Jean-Daniel Boissonnat, Arijit Ghosh. "Manifold reconstruction using tangential Delaunay complexes", Discrete and Computational Geometry, vol.51, 2014.