

Semestre d'automne 2021.

Rapport Lifprojet pour le projet de génération aléatoire d'une ville en 3D

Par Dylan Jeannin & Alexis Lemoine, encadrés par Guillaume Damiand

1) Introduction

Lors du semestre d'informatique de Licence 3 à Lyon 1, on nous a demandé de réaliser un projet en groupe. Ceci est le rapport réalisé par le groupe sur le projet, qui était de réaliser une ville générée aléatoirement en 3D. Encadrés par monsieur Damiand, nous avons donc réalisé ce projet en l'espace de 3 mois. Nous avons donc écrit un code qui nous a permis de générer une ville en 3D, de manière aléatoire. Le langage utilisé a été la librairie cgal, qui est une librairie C++.

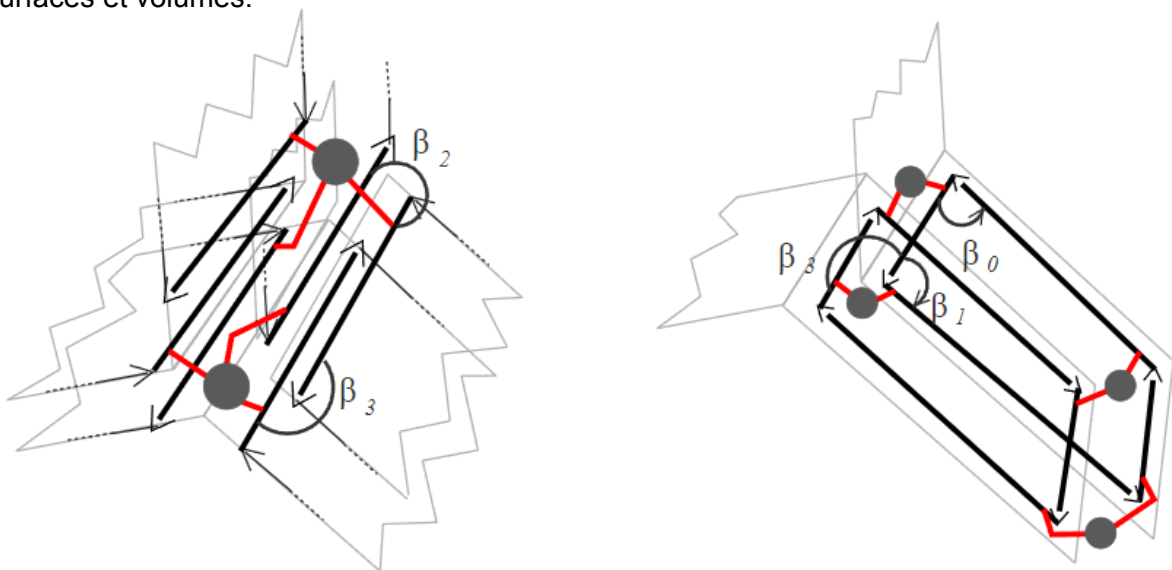
2) Présentation de CGAL

Librairie CGAL & Linear Cell Complex.

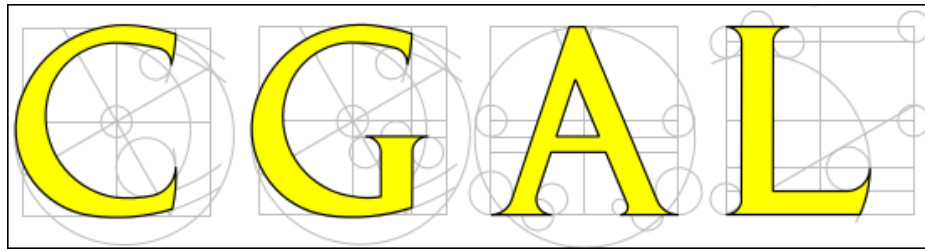
Pour ce projet, nous avons utilisé la librairie C++, CGAL (Computational Geometry Algorithms Library), et plus particulièrement la partie "Linear Cell Complex" (CGAL étant une vaste librairie regroupant d'autres choses, comme le maillage par exemple).

CGAL, comme son nom l'indique, est donc une librairie de calcul géométrique, et est adaptée à la manipulation de surfaces et de volumes comme nous en avons besoin afin de mettre en forme une ville constituée de bâtiments et de routes notamment.

Pour la documentation de Linear Cell Complex, celle-ci consiste en la mise en place d'arêtes orientées, communiquant les unes avec les autres, et permettant l'édification de différentes surfaces et volumes.



https://doc.cgal.org/latest/Linear_cell_complex/index.html#Chapter_Linear_Cell_Complex



<https://www.cgal.org/index.html>

3) Notions à connaître pour comprendre le fonctionnement de CGAL

Dans CGAL, et plus particulièrement dans la partie LinearCellComplex, nous travaillons sur des brins. En associant ces brins, nous créons des surfaces, puis des volumes. Par exemple, un carré possède 8 brins, car nous avons deux brins pour chaque côté. Chaque côté du carré possède deux brins, un dans un sens et un dans l'autre.

Un cube est une association de 6 faces, nous avons donc $6 * 4 = 24$ brins sur un cube, et les faces sont toutes reliées entre elles grâce à la fonction "sew" qui va coudre les brins les uns aux autres, avec les brins deux à deux orientés dans un sens différent

Pour travailler sur un volume, si nous prenons un cube par exemple, il existe plusieurs opérations de base :

- placer un point sur un brin déjà existant, ce qui nous donne au final 2 brins. (1 du point de départ du brin au point inséré, et 1 du point inséré au point d'arrivée du brin)
- créer un nouveau brin en reliant deux points. Là nous avons besoin de deux points déjà existants, que nous relions entre eux grâce à une fonction "insert_cell_1_in_cell_2". A noter que l'on ne peut insérer ce brin que si les brins appelés en paramètre de la fonction sont situés sur la même face
- couper un volume en deux. Là nous avons besoin de tous les brins qui suivent l'endroit où nous voulons couper. Cela nous permettra de dire qu'en fait, nous voulons deux volumes distincts, en insérant une face entre les deux. Les volumes seront toujours collés, mais formeront bien deux volumes distincts.

Chaque brin peut être une variable. Quand nous travaillons sur des brins, il arrive souvent que nous voulions un brin que nous n'avons pas encore déclaré. Pour aller d'un brin à un autre, nous avons 4 opérations :

- aller au brin précédent sur la même face (appelé beta0)
- aller au brin suivant sur la même face (beta1)
- aller au brin opposé de la surface adjacente (beta2)
- aller au brin opposé du volume adjacent (beta3)

4) Travail réalisé

-Création d'une maison/immeuble

Pour créer un bâtiment (une maison, ou un immeuble par exemple) nous avons besoin de partir d'un cube que nous plaçons à l'endroit où nous voulons voir la fenêtre. Sur ce cube, nous plaçons des points que nous relions en eux à l'aide de fonctions pour créer des murs. A savoir, chaque mur devient un volume à part entière, qui est relié aux volumes autour de

lui. Le plus compliqué étant de faire attention au sens dans lequel nous relient les points, ce qui suit des règles assez strictes.

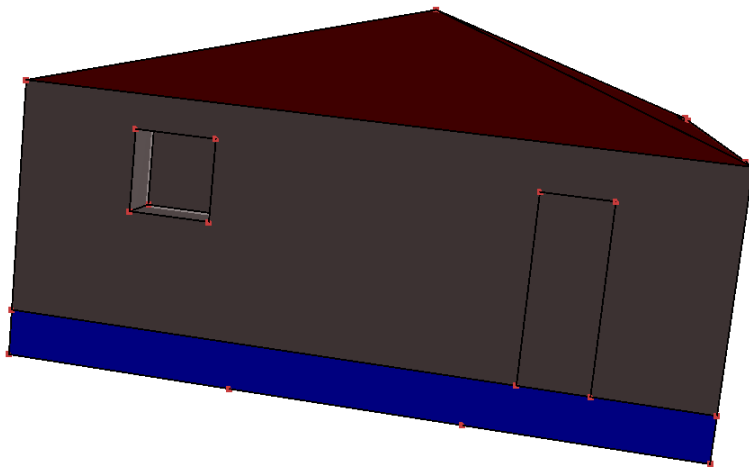
Pour ajouter un sol et un toit, nous créons deux autres volumes, un pour le sol, un pour le toit, que nous cousons au volume déjà présent.

Pour ajouter une fenêtre, plusieurs méthodes sont possibles. Celle que nous avons choisie est de créer un cube que nous plaçons sur le mur, puis nous l'associons avec le volume entier. Un espace vide apparaît alors, nous pouvons donc créer la fenêtre.

Pour la porte, c'est un peu plus compliqué à expliquer par écrit.

Une option permet de choisir la couleur des murs.

Pour créer un immeuble, il suffit d'empiler plusieurs étages, et de rajouter un toit juste sur le dernier étage.



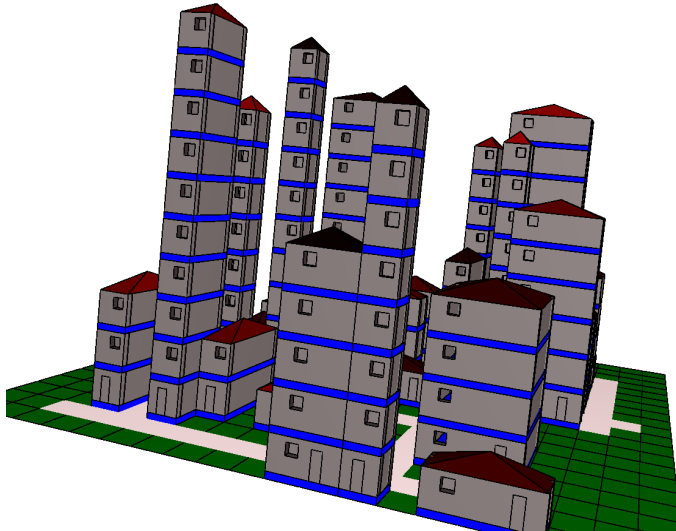
-Création de la ville en utilisant les maisons/immeubles et des routes :

Pour structurer la ville, nous avons opté pour le choix d'un tableau en deux dimensions d'entiers pour modéliser les emplacements des bâtiments et des routes avec des 0 si l'emplacement est libre, des 1 si c'est un bâtiment etc, puis d'implanter cela avec une grille 2D pour modéliser le sol. Nous avons ensuite décidé de tirer des routes aléatoirement (position de départ + longueur), en fonction de la taille de la grille. Puis nous tirons les emplacements des bâtiments, avec un tirage aléatoire pour décider si c'est une maison ou un immeuble, leurs dimensions, si c'est un immeuble, on retire un entier au hasard pour savoir son nombre d'étages, mais tout cela après avoir vérifié que l'emplacement choisi au hasard était bien libre, et relié directement à une route, pour que la scène soit cohérente et qu'on ne se retrouve pas avec des maisons au milieu de nulle part. Si l'une des deux conditions n'est pas remplie, on réitère le tirage au sort et les tests, jusqu'à tomber sur un emplacement viable.

Une fois le bâtiment bien positionné, on vient supprimer les arêtes de la grille qui recouvre la partie dédiée au bâtiment, et on insère des points au plancher du bâtiment, de manière à ce que les deux formes que l'on veut coudre soient identiques, puis on les coud grâce à la

méthode “sew” de la LCC, pour ne former qu’un seul volume. On répète cette étape pour le nombre de bâtiments que l’on a fixé en paramètre dans le module Ville.

Pour les routes, on associe aux brins 2D et 1D l’attribut “ROUTE” avec une couleur pour ensuite modifier la fonction d’affichage des brins et signifier que l’on ne souhaite pas afficher les arêtes si leur attribut vaut “ROUTE”, et afficher les surface de la grille correspondantes en blanc, et le reste de la grille en vert.



5) Organisation

-Répartition du travail :

Dans ce projet, Alexis s’est occupé de la création d’une maison/ d’un immeuble, alors que Dylan s’est occupé de la génération de la ville, avec les routes et l’initialisation de la grille où l’on a placé les bâtiments. Il s’est également occupé de mettre en place la couleur grâce aux attributs des brins. Nous avons décidé d’opérer de la sorte pour ne pas avoir à se mélanger entre les codes, puisque l’on fait des choses assez différentes pour générer le quartier ou juste une seule maison

6) Ce que nous avons rencontré durant ce projet

- Difficultés

Pour ce qui est des difficultés que nous avons rencontré, nous avons mis un peu de temps à démarrer le projet car la mise en place de CGAL, l’installation des librairies et autres packages nous a pris du temps, d’autant plus que nous n’avions pour l’un, pas de système linux, et pour l’autre un système linux trop ancien. Nous avons perdu une dizaine de jours là dessus.

Ensuite, nous avons dû nous familiariser avec la librairie de CGAL, qui n’est pas très intuitive dès le début, comprendre comment fonctionne le principe de coudre deux volumes entre eux, insérer des surfaces (respectivement des arêtes ou des points) dans des volumes (respectivement dans surfaces ou des arêtes), pour pouvoir les appliquer à la petite échelle

d'une maison (pour les murs notamment) aussi bien qu'à grande échelle (entre la grille et chaque bâtiment). Comprendre comment se balader d'arêtes en arêtes au sein d'un volume nous a demandé aussi beaucoup de pratique, surtout au niveau de la mise en place des murs, des portes et des fenêtres, quand nous commençons à avoir beaucoup d'arêtes dans un même volume.

- Essais infructueux

Nous avons tenté dans un premier temps la mise en place d'une ville avec des bâtiments "flottants", sans réelle fixation au sol (avant la mise en place de la grille), ce qui nous paraissait évident d'abord, puis nous avons remarqué que l'utilisation des "sew" pour coudre les volumes entre eux était une notion importante dans la librairie CGAL.

- Bilan global positif

Globalement, notre projet s'est bien déroulé, nous avons posé brique après brique notre plan, en commençant d'abord par poser de simples surfaces pour donner le corps d'une maison, puis en ajoutant et en soudant un toit et un plancher, puis nous avons donné de l'épaisseur à nos murs, empilé les étages pour faire des immeubles, et imbriqué tout cela dans une ville d'une certaine dimension, avec un certain nombre de bâtiments.

7) Bilan du projet

- Points positifs

Nous avons pu développer notre créativité dans ce projet, par la création de bâtiments que nous avons associés entre eux.

L'apprentissage d'une nouvelle librairie a été très intéressant, ce qui nous aura permis de développer notre carte de connaissance dans les outils de développement.

Le professeur, qui avait le rôle de maître de projet, a été très disponible. Il était très réactif dans la réponse aux messages sur discord et à l'écoute lors des nombreuses séances de projets organisées en groupe.

- Points à améliorer

Avoir notre système linux à jour et prêt nous aurait permis de perdre moins de temps pour lancer CGAL.

Avec plus de temps, nous aurions pu imaginer des ronds point dans certains croisements de routes, imaginer des quartiers constitués uniquement d'immeubles ou de maisons, penser à d'autre type de bâtiments, implanter les fenêtres sur toutes les faces des bâtiments.

8) Remerciements

Nous tenons à remercier l'équipe encadrante de l'UE Lifprojet, l'idée de créer un projet personnel, sans avoir de consigne exacte à suivre comme ce serait le cas dans le cadre d'un TD classique, est très enrichissante. Nous remercions aussi particulièrement Mr.

Damiand qui a été notre responsable de projet, et qui a sû mettre son temps à notre disposition pour répondre à nos différentes questions et nous aider à avancer.