



Master 2 IMAGINE

GASC Thibault
CABALLERO Fabien

Rapport de projet 3D :
Edition de terrain avec Qt



Année Universitaire 2023-2024

Table des matières

I	Introduction	2
II	Application	3
III	Terrain	3
IV	Différentes cartes	3
1	Carte des hauteurs	3
2	Carte de biome	4
3	Carte de végétation	4
4	Carte d'eau	4
V	Outils d'édition	4
1	Zone de sélection	5
2	Augmentation/Réduction des hauteurs	5
3	Lissage des hauteurs	6
4	Ajout/Suppression de végétations	7
5	Modification de biomes	7
VI	Sauvegarde des modifications	8
VII	Conclusion et perspectives	8

I Introduction

De nos jours, les terrains sont beaucoup utilisés dans de nombreux domaines, comme la simulation ou les jeux vidéo, il est donc nécessaire de trouver une solution pour les stocker, car les modèles 3D deviennent très lourd selon la taille des terrains. Une solution, qui est la nôtre, est d'avoir un terrain à partir de différentes cartes. Celles-ci décriront différents aspects du terrain et pourront, lors de la génération, être utilisées pour générer le terrain final en n'ayant stocké seulement quatre images.

De plus, avec l'utilisation de cartes, il est possible de non seulement générer, mais aussi de modifier le terrain comme bon nous semble. C'est dans ce cadre que s'inscrit notre projet. Il aura la forme d'une application développée en Qt C++, utilisant le système de cartes énoncé et permettant la visualisation du terrain ainsi que la modification de celui-ci en temps réel et en 3D. Les changements peuvent être appliqués aux cartes afin de pouvoir les sauvegarder, et les utiliser dans divers contextes et applications, prenant en charge la génération de terrain par cartes.

Voici le lien de notre GitHub : <https://github.com/fcaball/Terrain>

II Application

Comme mentionné dans l'introduction, nous avons développé ce projet avec l'API Qt développé en C++. Dans cette section, vous trouverez un aperçu de notre application avec une numérotation des différentes parties décrites dans ce rapport, afin que ce soit plus intuitif.

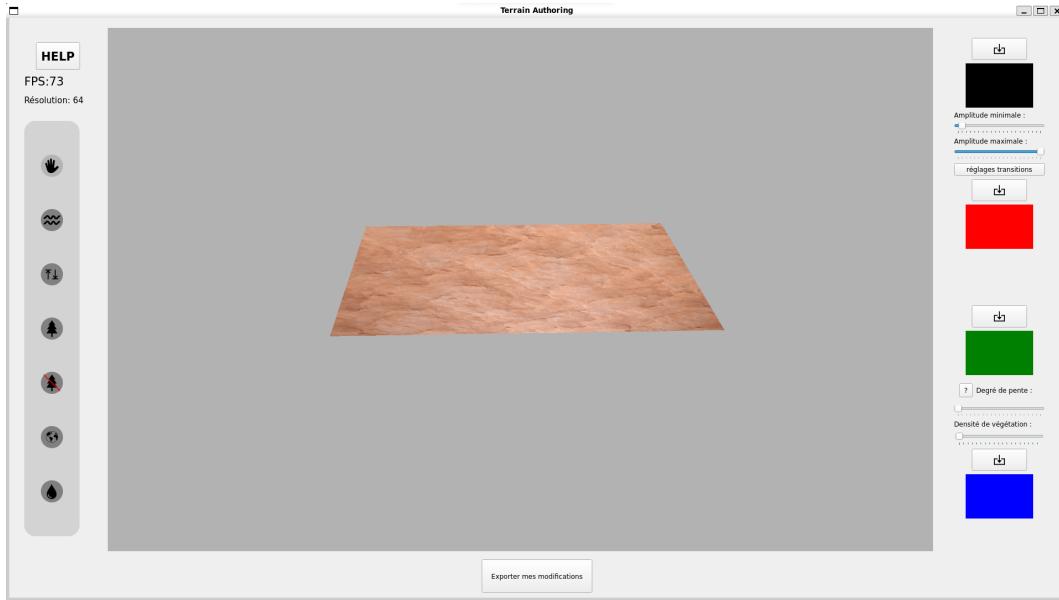


FIGURE 1 – Aperçu de l'application de Terrain Authoring

III Terrain

L'élément le plus important pour de l'édition de terrain est le terrain lui-même, pour cela, nous avons créé un plan d'une certaine résolution, taille et avec un décalage afin de le centrer en 'origine. La composante y de chaque point est mise à zero et sera modifiée dans le shader (voir 1). On calcule aussi les coordonnées de texture qui seront très utiles par la suite. Tout cela est stocké dans une classe Mesh.

IV Différentes cartes

Les différentes cartes peuvent être chargées à l'aide de boutons *import* et mettent à jour automatiquement les changements apportés par la carte ajoutée. Toute la partie carte est faite dans une classe Carte.

1 Carte des hauteurs

La carte de hauteurs (image noire), permet, grâce à une image en niveau de gris, d'attribuer la valeur des nuances à la hauteur du terrain. Pour cela, on l'utilise sous forme de texture et l'on

change la composante y dans le vertex shader. Nous avons ajouté 2 sliders qui permettent de gérer l'amplitude minimale et maximale du terrain, on utilise pour cela la formule suivante :

$$height = valHeightMap * (amplitude_{max} - amplitude_{min}) + amplitude_{min} \quad (1)$$

On utilise la fonction connect de Qt pour communiquer les changements de valeur qui sont à chaque frames renvoyés au shader.

2 Carte de biome

La carte des biomes est une image bien spécifique. En effet, nous avons mis en place un code couleur pour les différents biomes. Par exemple, la couleur rouge fait référence au biome Canyon. Lorsque l'utilisateur importe une carte biome, celle-ci sera envoyée au shader et mettra les textures correspondantes aux couleurs présentes sur la carte. Pour chaque biome, il y a trois textures différentes, et s'affichent en fonction de la hauteur. La fonction mix du shader est utilisée pour effectuer une transition douce entre deux textures.

3 Carte de végétation

La carte de végétation définit les zones dans lesquelles la végétation doit être placée. Pour cela, on sélectionne une image et lorsque celle-ci est sélectionnée, on va remplir une liste d'objet AssimpModel correspondant aux objets 3D de la végétation. On se réfère à l'image sélectionnée et un élément de végétation est ajouté si le texel du sommet dans l'image de végétation chargée est vert, on fait cela pour tous les sommets.

Problème : Pour une grande zone de végétation, l'ajout et le chargement de tous les modèles ralentissent l'application.

Solution : Utilisation d'un thread. Celui-ci remplit la liste de végétation en créant des objets AssimpModel sans charger le modèle 3D, mais en copiant ses caractéristiques. Les modèles sont chargés une seule fois au lancement de l'application. Il existe quatre modèles. Le modèle utilisé est défini en fonction du biome dans lequel se trouve le sommet.

4 Carte d'eau

La carte d'eau est une image binaire. les zones noires dans l'image correspondent aux zones d'eaux. Le rendu de l'eau étant complexe à réaliser, nous avons donc seulement plaqué une texture d'eau sur le terrain. De plus, la fonction végétation est appelée pour mettre à jour la végétation afin que celle-ci ne soit pas mise si elle est dans l'eau, dans le cas où une carte de végétation a été importée.

V Outils d'édition

Les outils d'édition constituent le cœur du projet. Grâce à eux, l'utilisateur pourra éditer le terrain avec les différents outils mis à sa disposition. Ces derniers font l'objet de cette section.

1 Zone de sélection

Pour pouvoir appliquer ces outils d'édition, nous avons décidé de créer une zone de sélection (brush). Cette zone de sélection est un cercle, et est donc défini par un centre et un rayon. L'utilisateur aura la possibilité de déplacer le cercle sur le terrain afin de choisir ou appliquer ses modifications. Pour le déplacement du cercle, nous avons fait face à un problème (qui persiste toujours).

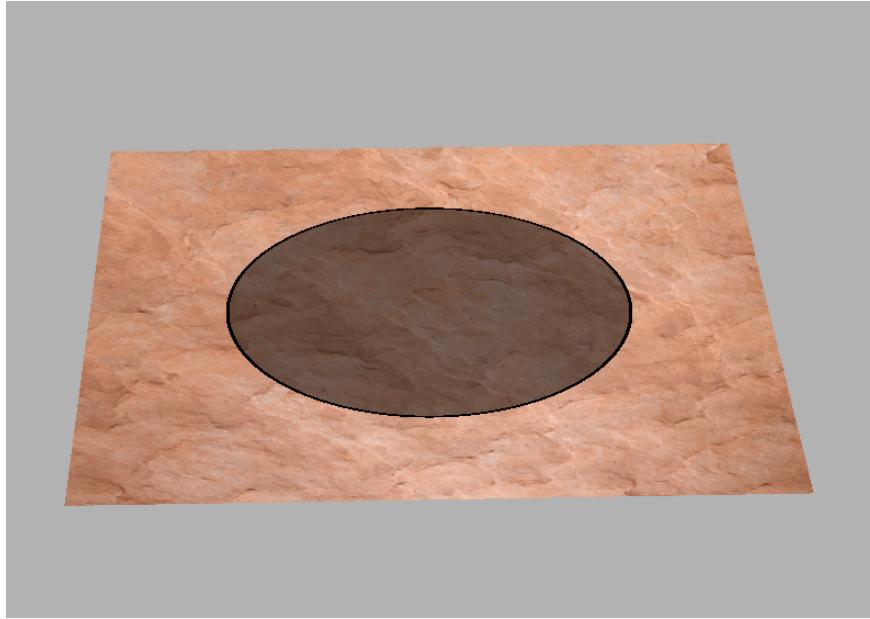


FIGURE 2 – Cercle de sélection

Problème : Nous n'arrivons pas à convertir la position de la souris en coordonnées 3D.

Piste de solution : Nous avons essayé d'appliquer l'inverse des matrices de la caméra (modèle, projection et vue) aux coordonnées 2D. Nous avons obtenu un bon résultat lorsque le terrain était parallèle à l'axe de vue de la caméra. Cependant, lorsque l'on effectuait des rotations sur la matrice modèle, le résultat de la conversion n'était pas terrible.

Après des semaines de recherches, nous avons finalement opté pour la solution suivante : déplacer le cercle avec les touches Z, Q, S et D du clavier.

2 Augmentation/Réduction des hauteurs

Le premier outil est l'ajout de hauteur. L'utilisateur pourra choisir de créer des hauteurs selon deux fonctions. Premièrement, selon une Gaussienne. Pour cela, nous nous sommes basés sur l'équation de la fonction gaussienne, qui est la suivante :

$$f(x) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}} \exp\left(-\frac{x^2}{2}\right) \quad (2)$$

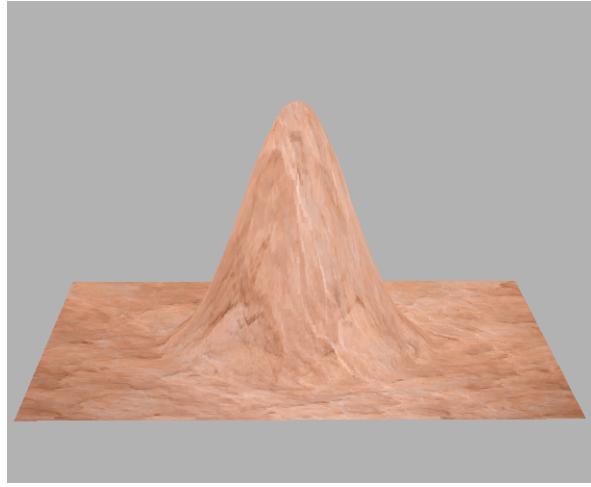


FIGURE 3 – Application de l’outil avec la Gaussienne

Ensuite, la deuxième fonction utilisée est basée sur la distance (entre le centre du cercle et les points situés à l’intérieur de celui-ci) et le rayon du cercle. Voici son équation :

$$f(d, r) = a * \left(1 - \frac{d}{r}\right) \quad (3)$$

Avec a une constante d’amplitude.

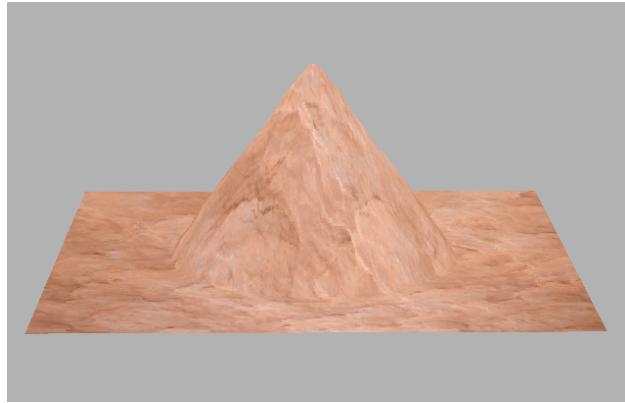


FIGURE 4 – Application de l’outil avec la fonction 3

3 Lissage des hauteurs

Le lissage des hauteurs permet à l’utilisateur ”d’arrondir” les pics qui lui sont désagréables. Pour cela, nous avons utilisé une moyenne pondérée avec des poids gaussiens. Cette moyenne est faite avec les pixels qui sont présents dans le cercle de sélection.

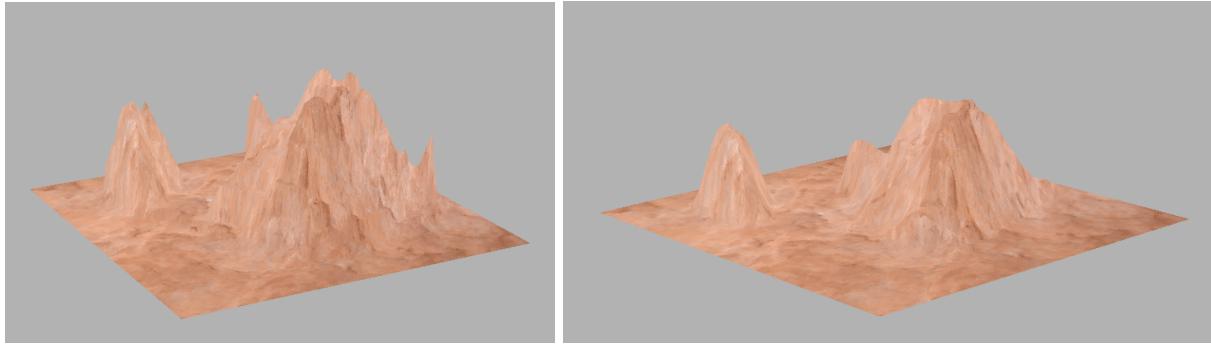


FIGURE 5 – Avant/Après lissage des hauteurs

4 Ajout/Suppression de végétations

Nous avons dans la barre des outils créer deux boutons pour éditer la végétation, un premier qui va, dans le cercle, ajouter plus ou moins de pixels verts à la carte de végétation selon une densité, et le deuxième qui va mettre à blanc tous les pixels du cercle en blanc.

Une fois la carte modifiée, on rappelle la fonction qui appelle le thread qui rempli la liste de végétation, en la vidant au préalable.

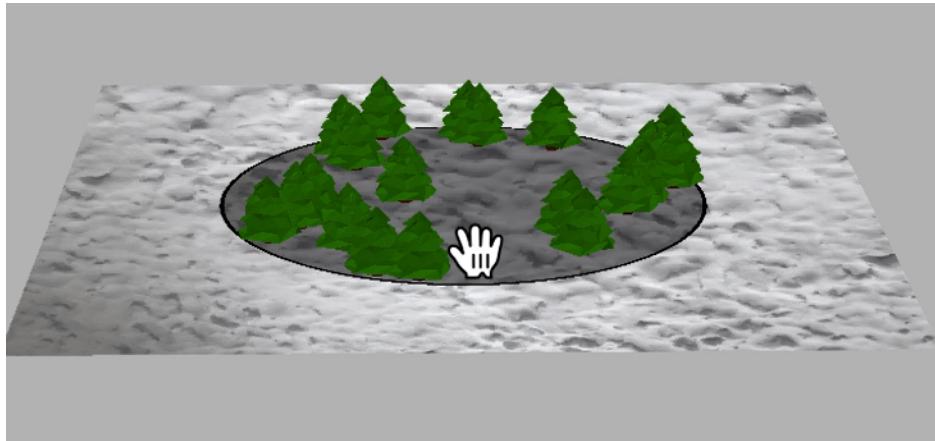


FIGURE 6 – Ajout de végétation dans le cercle

5 Modification de biomes

Lorsque l'utilisateur clique sur cet outil, un menu déroulant s'affiche afin qu'il choisisse le biome qu'il veut ajouter. L'utilisateur peut déplacer le cercle afin de choisir où il veut ajouter le biome et en cliquant, cela modifie les pixels présents dans le cercle en mettant la valeur de référence du biome. La nouvelle carte est ensuite renvoyée aux shaders pour la modification soit faite.

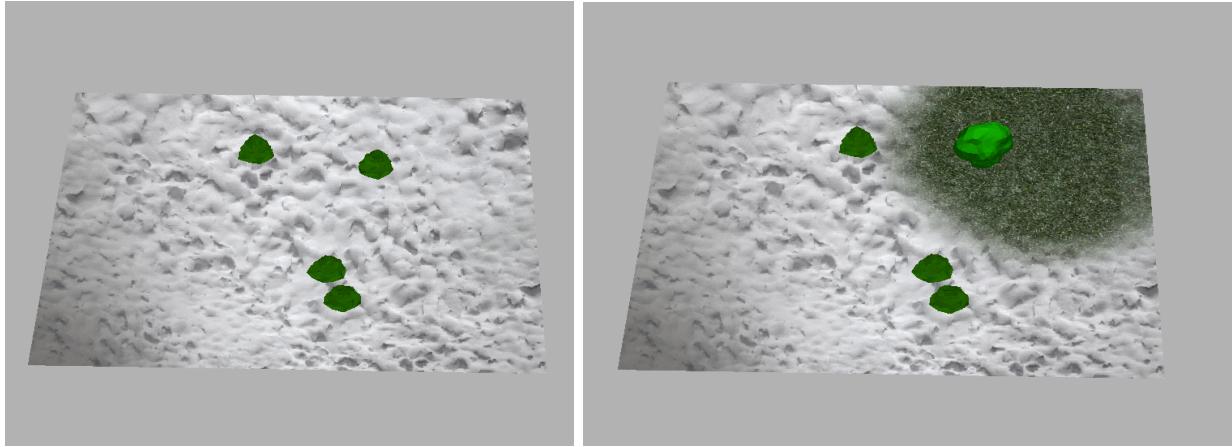


FIGURE 7 – Avant/Après l'ajout du biome montagne

VI Sauvegarde des modifications

La sauvegarde des modifications est faite lorsque que l'on clique sur le bouton "Exporter mes modifications". On vérifie que l'ensemble des cartes nécessaires (biome, végétation et eau) ont été ajoutées et si c'est le cas, on donne la possibilité de choisir un dossier et on y sauvegarde les quatre cartes à l'intérieur.

VII Conclusion et perspectives

Notre objectif principal au départ était d'implémenter des outils complexes, cependant nous avions des idées d'options que l'on a préférées suivre. Nous avons donc changé d'optique et avons privilégié une variété d'options et de personnalisation avec des outils basiques. Ce projet a été très enrichissant, il nous a permis de faire un réel projet avec Qt et OpenGL, et d'implémenter des techniques vu en M1 et en M2 avec Qt. De plus, rendre l'application interactive et agréable à l'utilisation a été une bonne expérience.

Nous aurions aimé pour la suite du projet réaliser de nouveaux types de lissage et de hauteurs, ainsi qu'améliorer le rendu de l'eau et pouvoir utiliser des outils afin de faire différents types zones d'eau comme des lacs ou des rivières.

D'autre part, avoir la possibilité de pouvoir changer de zone de sélection pourrait être un plus, ainsi que pouvoir finir la manipulation du cercle avec la souris.

