

Rapport du TP1 du module de Modélisation de Mondes Virtuels

Modélisation de terrain à partir de primitives et par somme de
bruits

Antoine BRALET (p2020363) et Guillaume DURET (p2021346)



29 Novembre 2020

1 Introduction

Ce rapport vise à rendre compte des différents éléments implémentés lors du premier TP du module de Modélisation de Mondes Virtuels. L'ensemble de ces éléments peuvent être visibles, testés et modifiés sur les liens shadertoy suivant : <https://www.shadertoy.com/view/tdyfRD> et <https://www.shadertoy.com/view/3sdfDX>. Le premier concerne l'utilisation de primitives par élévation de reliefs quand le deuxième permet de visualiser nos résultats avec les primitives volumiques. Ceci s'est déroulé en trois grandes étapes : la modélisation d'un terrain par somme de bruits, la sculpture du terrain à partir de primitives puis appliquer une texture à celui ci. L'ensemble des figures illustrant les propos de ce rapport peuvent être trouvées en annexe.

2 Modélisation de terrain par somme de bruits

Dans le code de base fourmis pour ce TP la génération du terrain se fait à l'aide d'une somme de bruit. Initialement le terrain est réalisé avec 10 itérations, au cours de ces itérations la fréquence est multiplié par 2 à chaque itérations pour pouvoir créer du bruit à différentes échelles comme peut l'illustrer la figure 1. De même l'amplitude du bruit crée est divisé par 2 pour que le bruit de plus grande fréquence ait un moindre impact sur le terrain en général. La combinaison de ces deux permettent d'avoir un bon control sur le terrain car il permet d'abord de créer les importantes amplitudes et de progressivement modifier ces amplitudes à différentes échelles pour ainsi créer du détail dans les hautes fréquences et un paysage réaliste. Il peut être illustré dans les figures 2 et 4 l'impact du changement d'amplitude et de fréquence .

Pour la modélisation de montagne il est communément utilisé un bruit de crête (ridge noise) qui permet de modifier la distribution du value noise pour obtenir un bruit en forme de sommet. Celui-ci améliore donc l'amplitude du résultat et la formation de montagne s'en retrouve facilité comme le montre la figure 3

3 Sculpture locale

3.1 Sculpture du relief d'élévation

Pour modifier localement le terrain il a fallu créer des fonctions pour se situer dans l'espace, il a été créé des fonctions se situant dans un cercle ou dans une couronne selon 1 ou des rayons, des zones rectangulaires paramétré par deux points opposés et enfin des fonctions de zones par rapport à une droite. Ensuite à l'aide de ces fonctions de zones il a été créer 6 primitives. Afin de pouvoir manipuler ces primitives dans des zones précise de l'espace il est nécessaire de réaliser des fonctions d'addition et de remplacement. Dans le cas de l'addition il s'agit d'une addition qui peut être pondéré (formule 1), il est notable que dans le cadre du code réalisé cette addition se fait sur le terrain en entier pour combiner deux primitives mais il aurait très bien pu être possible de réaliser cette tache sur une zones précise et d'interpoler des zones si nécessaire.

$$H = \alpha_1 * H1 + \alpha_2 * H2 \alpha_1 + \alpha_2 \quad (1)$$

Dans le cas du remplacement, il est nécessaire de connaître la zone sur lequel on remplace le terrain. Il faut aussi déterminer les zones d'interpolation pour joindre les parties car il peut être créé des discontinuités. La zone à l'extérieur est le terrain de base H1, la zone à l'intérieur est le nouveau terrain H2 et entre les deux l'interpolation est définie avec :

$$H = H2 * g + (1 - g) * H1 \quad (2)$$

$$g(x) = \left(1 - \frac{x^2}{r^2}\right)^3 \quad (3)$$

La forme de g dans les équations 2 et 3 depend de la distance et permet ainsi de pouvoir joindre les deux parties de façon lisse et continue. D'un point de vue complexité chaque remplacement ajoute 2 calculs de

distances (pour la zone au centre et la zone d'interpolation) ainsi avec 3 remplacements et 2 additions le code réalisé est d'autant plus long à générer le terrain. Les figure 5 6 et 6 illustrent les étapes de combinaison des primitives.

3.2 Sculpture volumique

Cette section vise essentiellement à décrire les différentes utilisations que l'on peut faire de volumes pour modifier notre terrain. En effet, la carte de hauteur ne pouvant pas modéliser plusieurs hauteurs pour un même couple (x,y), l'utilisation de volumes est donc nécessaire ici. De ce fait, nous n'allons utiliser ici que des sphères, mais le travail serait le même si l'on souhaitait générer des cubes, cylindres ou autre forme géométrique, seule la SDF serait différente. Ainsi nous avons cherché à créer une primitive de sphère bruitée à partir d'une somme de bruits puis de s'en servir pour créer une "sculpture" où les deux sphères sont fusionnées comme indiqué sur l'image (a) de la Figure 8 avec une transition lisse entre les deux sphère. Nous avons également cherché à assurer une transition lisse avec le sol. Aussi, s'il semblerait que la transition soit lisse sur la sphère en contact avec le sol, ce n'est pas vraiment le cas sur le sol lui-même, un problème d'implémentation semble être à l'origine de ce phénomène. De plus il nous est possible d'utiliser ces sphères non pas pour éléver le relief mais pour creuser notre terrain comme visible dans l'image (b) de la Figure 8 avec une sphère dont le rayon est situé au-dessus du sol. Après des difficultés à faire fonctionner la fonction pour creuser le sol lorsque le rayon de la sphère était situé en dessous de la terre, nous sommes finalement parvenu à obtenir un résultat souhaité visible sur l'image (c) de la Figure 8. Enfin, il est possible de noter qu'à partir de cette fonction de creusage, il est possible de modeler les sphères ajoutées sur l'image (a) afin d'obtenir l'image (d). Notons tout de même que cette fonction devrait combler l'espace "mangé" ce qui n'est pas fait actuellement. Ceci est dû au fait que la fonction de creusage fonctionne actuellement lorsque la sdf est issue d'une hauteur mais pas s'il s'agit d'une sdf de volume.

Il semble important de noter ici que nous avons essayé d'implémenter l'utilisation de ces surfaces volumiques en combinaison avec les primitives mentionnées dans la section 3.1 mais n'y sommes pas parvenu. Néanmoins en décommentant les lignes de code spécifiées dans la description du premier shader, il est possible de visualiser les résultats obtenus en mixant ces deux types de données.

4 Texture et shading

Afin de donner de la cohérence à notre scène nous avons choisi de lui donner trois textures différentes, à savoir, une texture de sable pour les zones de basse altitude, une texture de neige en haute altitude et une texture de roche pour le reste des textures. Toutes ces textures sont visibles sur l'image de gauche de la figure 9. Notons ici que la neige a tendance à ne pas pouvoir rester sur les zones de forte pente comme le montre l'image de droite de la figure 9 où la limite de pente est de 1.0, une pente plus forte entraîne alors l'utilisation de la texture rocheuse. Pour se faire il a été nécessaire de calculer la pente, ce qui se fait en appliquant le taux d'accroissement à la fois suivant la composante "x" et "y" de notre monde comme le montre l'équation 4. Notons ici que cette option de pente n'est implémentée que sur le terrain d'origine, en effet, comme visible sur les images (a) et (d) de la Figure 8, les volumes additionnels n'ont pas été considérés ici. Pour se faire il faut adapter la valeur de la pente en fonction de la primitive utilisée. Il est également notable sur l'image de droite que pour faire une jonction lisse entre la couleur de la roche et la couleur de la neige nous avons simplement interpolé linéairement les couleurs à partir d'une certaine altitude.

$$p = \sqrt{\frac{h(x + \epsilon, y) - h(x, y)}{\epsilon}^2 + \frac{h(x, y + \epsilon) - h(x, y)}{\epsilon}^2} \quad (4)$$

avec p la pente recherchée, $h(x, y)$ la hauteur du terrain modélisé en fonction de ces coordonnées x et y et ϵ un pas suffisamment petit permettant d'approximer le résultat de la dérivée.

Le résultat final (sans les primitives volumiques) permet de retrouver l'image présente en page de garde de ce rapport.

A Annexe 1 : Figures relatives à la section 2

Figure 1: Comparaison du terrain en fonction d'itération de création de bruit (de la gauche vers la droite le terrain est crée avec 1, 3, 5 et 10 itérations).

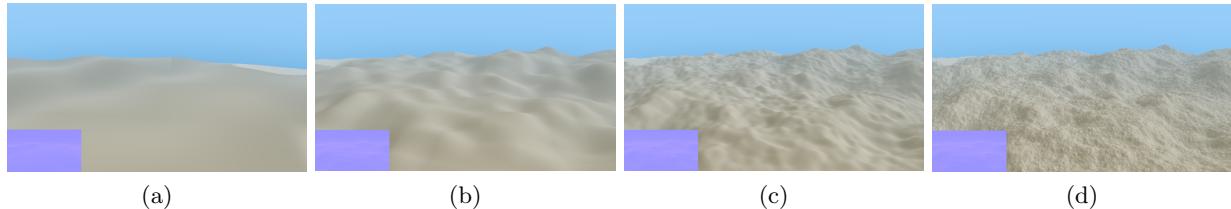


Figure 2: Comparaison du bruit original (les deux premières images avec une amplitude initial de 415 et 815) et le bruit de crête (les deux dernières images avec une amplitude initial de 415 et 815).

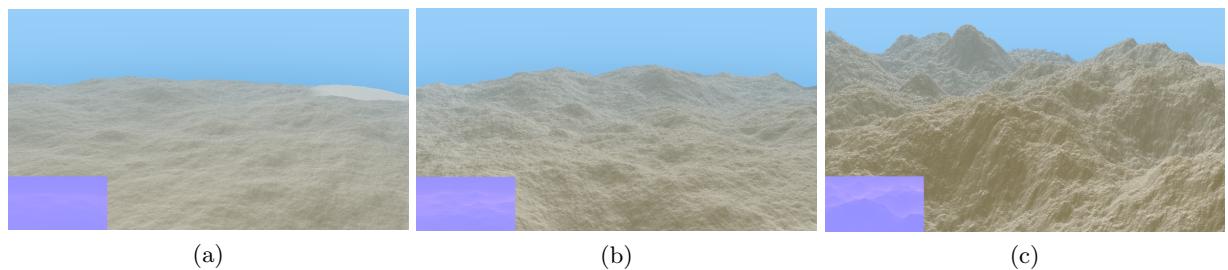


Figure 3: Comparaison du terrain en fonction de l'amplitude initiale du bruit (de la droite vers la gauche le terrain ont une amplitude initial respectivement de 215, 415 et 815).

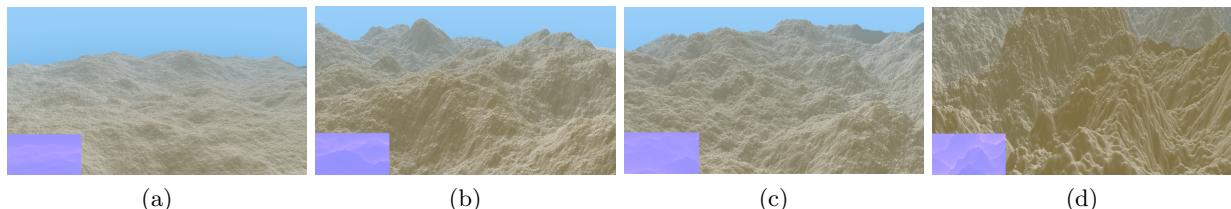
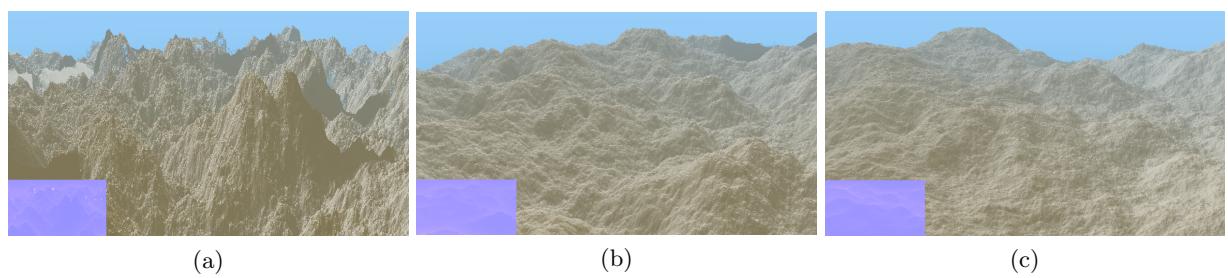


Figure 4: Comparaison du terrain en fonction de la période du signal de bruit (de la droite vers la gauche le terrain ont une période initial respectivement de 550, 1350 et 2050).



B Annexe 2 : Figures relatives à la section 3

B.1 Figures relatives à la section 3.1

Figure 5: Figures illustrant la montagne de base (à gauche), d'un trou de base (au centre) et de leur addition pour créer une forme de volcan (à droite).

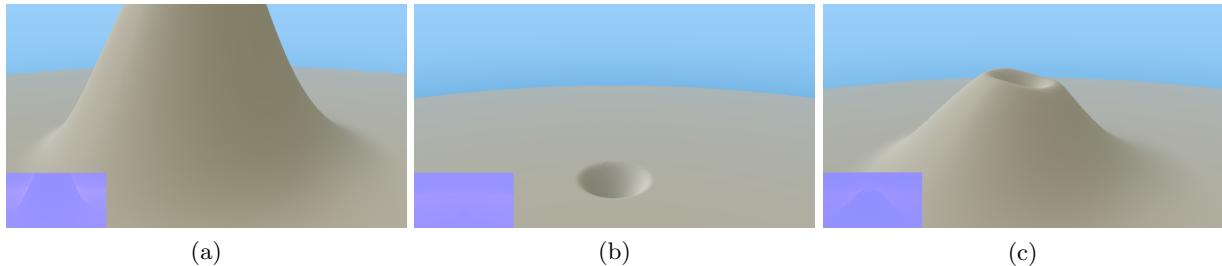


Figure 6: Figures illustrant le bruit de basse fréquence initial (à gauche), du remplacement de celui-ci par une route (au centre) et le remplacement du résultat par une rivière (à droite).

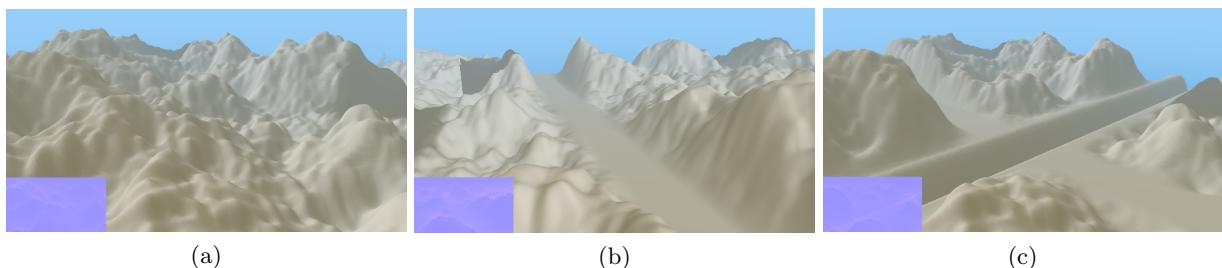
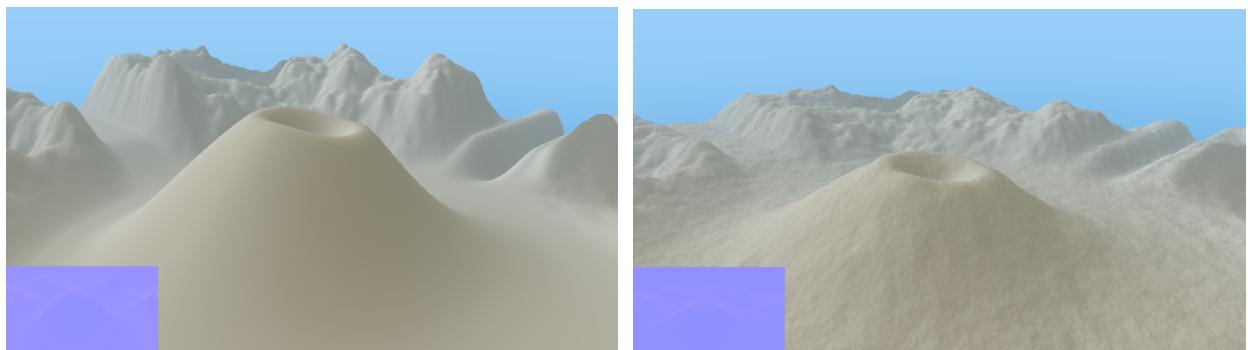
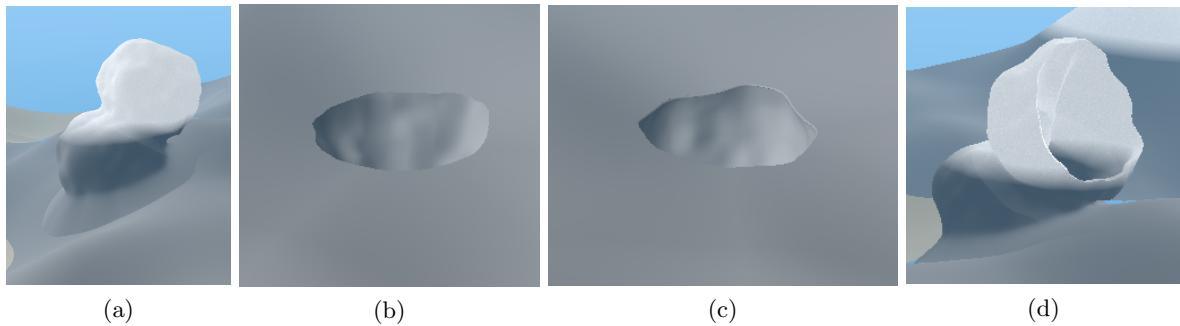


Figure 7: Figures illustrant l'ajout de la montagne (à gauche) et l'addition du bruit (à droite)



B.2 Figures relatives à la section 3.2

Figure 8: Utilisation de primitives de sphères pour créer des reliefs creusés (à droite avec une sphère dont le centre est sous la terre et au milieu avec une sphère dont le centre est au-dessus de la terre) ou superposés (à gauche), manipulations impossibles à faire avec des heights map.



C Annexe 3 : Figures relatives à la section 4

Figure 9: Figures illustrant l'ajout de la montagne (à gauche) et l'addition du bruit (à droite)

