

GPGPU

CPE

5ETI IMI

1 But

L'objectif de ce TP est de mettre en oeuvre des techniques de rendu sur GPU pour obtenir des images plus réalistes. Il permettra :

- de mettre en oeuvre l'illumination de Phong
- d'utiliser des cartes d'élévation pour modifier la géométrie
- d'utiliser plusieurs textures dans un même shader.
- d'utiliser l'espace tangent des objets:
 - pour du normal mapping
 - pour du parallax mapping
- d'utiliser des cartes d'occlusion ambiante.

Ce TP sera noté.

2 Prise en main de l'environnement

2.1 Compilation

Question 1 Compilez le code, assurez-vous de voir un quad avec une texture de roche.

Question 2 Observez les fichiers du projet (hors dossier external) afin de comprendre le fonctionnement du projet.

3 Illumination de Phong

Question 3 Ajoutez l'illumination de phong. Pour les images en annexes, les valeurs utilisées sont : $ka = 0.1$, $Kd = 0.8$, $ks = 0.3$, $shininess = 256$. La lumière se situe en $(0, 2, 0)$.

4 Modification de la géométrie avec une carte de hauteur

On peut utiliser dans un shader plusieurs textures. Il faut pour cela assigner une "texture unit" à chaque texture.

- Récuperer l'identifiant de la texture dans le programme grâce à son nom : `glGetUniformLocation(...)`
- Définir le numéro de la texture unit, en affectant une variable uniforme : `glUniform1i(...)`
- Définir la texture unit active : `glActiveTexture(GL_TEXTUREi)`

- Choisir la texture à placer dans le texture unit : `glBindTexture(...)`

Attention, la fonction `glhelper::load_texture(...)` place la texture dans la texture unit active.

Question 4 Chargez deux images, la couleur et la hauteur, faites une combinaison dans le shader `mix()` des deux images pour vérifier la mise en place des deux textures.

Question 5 Modifier la hauteur des points suivant leur normale, le coefficient utilisé pour la hauteur est de 0.2.

5 Mapping

La géométrie étant définie de manière non ordonnée, il est difficile de créer du détail géométrique à partir des triangulation. Pour ajouter de l'information à la géométrie, il est courant d'utiliser des textures représentant des caractéristiques de l'objet en tout point. Cette information peut contenir de l'information sur la position de l'objet, ses dérivées... On parle de carte de déplacement ou de carte de normale. À partir de ces textures, des techniques ont été développées pour utiliser ces informations lors de l'affichage et mimer le comportement de la lumière. Parmi ces méthodes, on peut citer : le parallax mapping, bump mapping, normal mapping, ...

5.1 Espace tangant

Pour que l'information à ajouter soit indépendante de l'objet, les modifications sont faites dans ce que l'on appelle l'espace tangant. Cet espace permet de lier la direction de l'objet à la carte de texture. Les textures sont sur le plan xy et appartiennent au triangle, la normale du triangle doit correspondre au z de l'image. Afin que le plan tangant soit défini de manière lisse sur tout le maillage, on définit le plan tangant sur tous les sommets.

Plus d'information sont disponibles dans les sources, ce travail est déjà implémenté et la matrice de passage est disponible dans le vertex shader.

5.2 Normal mapping

Le normal mapping est une technique qui stocke la perturbation des normales dans la texture, avec $r = nx, g = ny, b = nz$. Les normales map sont dans le plan tangant. Il faut remplacer les valeurs $[0, 1]$ entre $[-1, 1]$. Les normales étant principalement orienté vers z , la couleur majoritaire est $0.5, 0.5, 1..$

Question 6 Implémentez le normal mapping, la technique la plus utilisée place l'ensemble des éléments dans l'espace tangant.

5.3 Parallax mapping

Cette partie nécessite d'utiliser les textures de briques et de ne pas utiliser la modification des points pour prendre en compte la carte de hauteur.

La modification de la géométrie nécessite de créer des maillages plus détaillés et peut poser des problèmes. Le parallax mapping permet de simuler des différences de profondeurs sans modifier la géométrie.

L'idée est de modifier les coordonnées de texture.

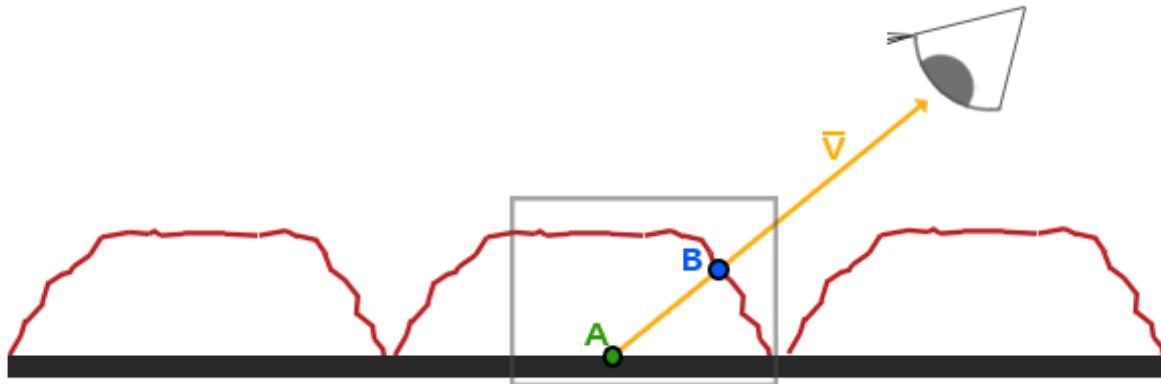


image de : <https://learnopengl.com/Advanced-Lighting/Parallax-Mapping>

Alors que le rendu projectif indique les coordonnées de textures de A , l'intersection réelle aurait lieu en B . Il faudrait donc utiliser les coordonnées de texture associées à B . Il n'est cependant pas possible de trouver B et il faut l'approximer. Ce point se situe sur le rayon (A, \vec{V}) . Une première méthode positionne B à une distance proportionnelle à la hauteur de la texture en A . On peut améliorer les résultats en divisant la distance par $V.z$ avec V normalisé. Il faut alors prendre les coordonnées de textures en B (projété sur xy).

Question 7 Implémentez le parallax mapping dans l'espace tangent.

6 Ambiant occlusion

L'illumination de Phong suppose que l'illumination globale éclaire de partout de la même manière (composante ambiante). Cependant certains endroits sont moins accessibles que d'autres et donc devraient moins éclairés. On appelle ce manque d'accessibilité l'occlusion ambiante. Les cartes d'occlusion permettent de définir les zones moins accessibles. Elles peuvent être défini dans l'espace écran à la volé (screen space ambiante occlusion SSAO) ou bien calculé pour l'objet. C'est ce dernier cas qui nous intéresse. Plus la carte d'AO est sombre, plus il faut atténuer la couleur, plus elle est clair, moins il faut l'atténuer.

Question 8 Implémentez l'ambiant occlusion.

7 Pour aller plus loin

Question 9 Augmentez le nombre de lumière, passez les en paramètre depuis le programme principale et affichez les.

Question 10 Affichez les repères tangants

Question 11 Effectuer le normal mapping sur des objets plus compliqués

Question 12 Ajoutez un décors en utilisant une texture cube

Question 13 Ajoutez des boutons sur l'interface graphique (à faire à la main pour l'affichage et le click)

8 Sources

<http://foundationsofgameengine.dev.com/>

<https://learnopengl.com/Advanced-Lighting/Parallax-Mapping>

OpenGL 4 Shading Language Cookbook, packt : disponible sur <http://univ.scholarvox.com/>

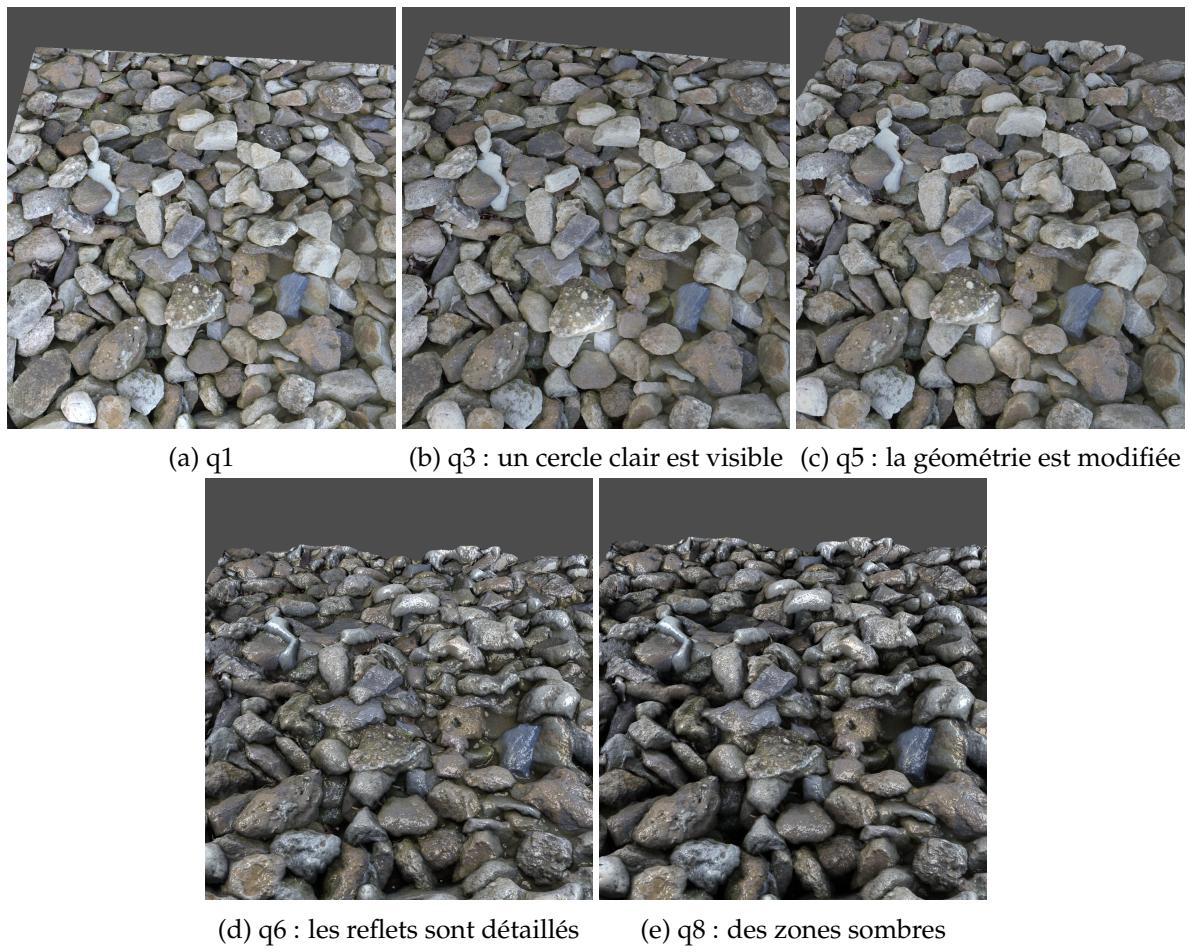


Figure 1: Images attendues pour chaque étape, jusqu'à obtenir de jolis cailloux mouillés

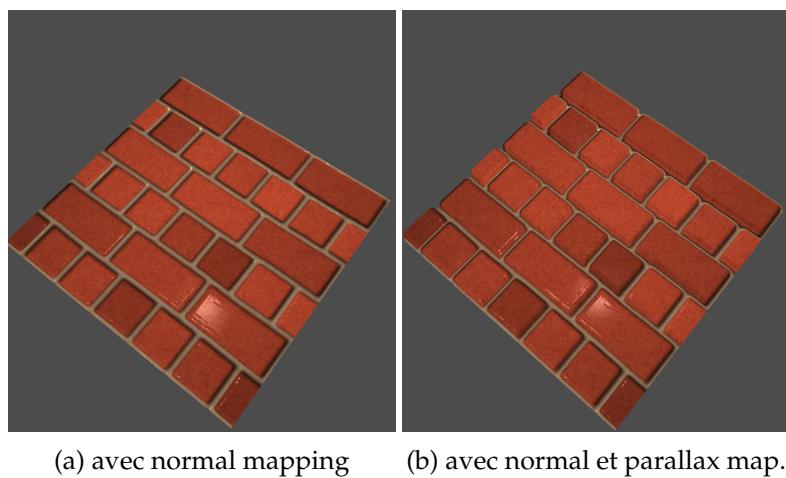


Figure 2: En jouant sur les couleurs, on donne l'impression de changement de géométrie