

---

# *Rapport SI3D*

---

Tom CLABAULT - p2205453

16 décembre 2023

## 1 TP OpenGL



FIGURE 1 – Nombre d'objets rendus après application du frustum culling

Fonctionnalités implémentées :

- Frustum culling
- Shadow mapping
- Modèle de matière à micro-facettes
- Normal mapping
- Textures avec support de la transparence (feuilles d'arbre par exemple)
- Environment map HDR (skysphere)
- Pré-calcul de l'irradiance diffuse de l'environnement map
- Pipeline HDR + Tone mapping (exposition et gamma)

## 1.1 Frustum culling

Un simple algorithme de frustum culling sur CPU a été implémenté pour ne pas faire le rendu des objets non visibles par la caméra.

Le nombre d'objets rendus est affiché en haut à gauche de la fenêtre de l'application :

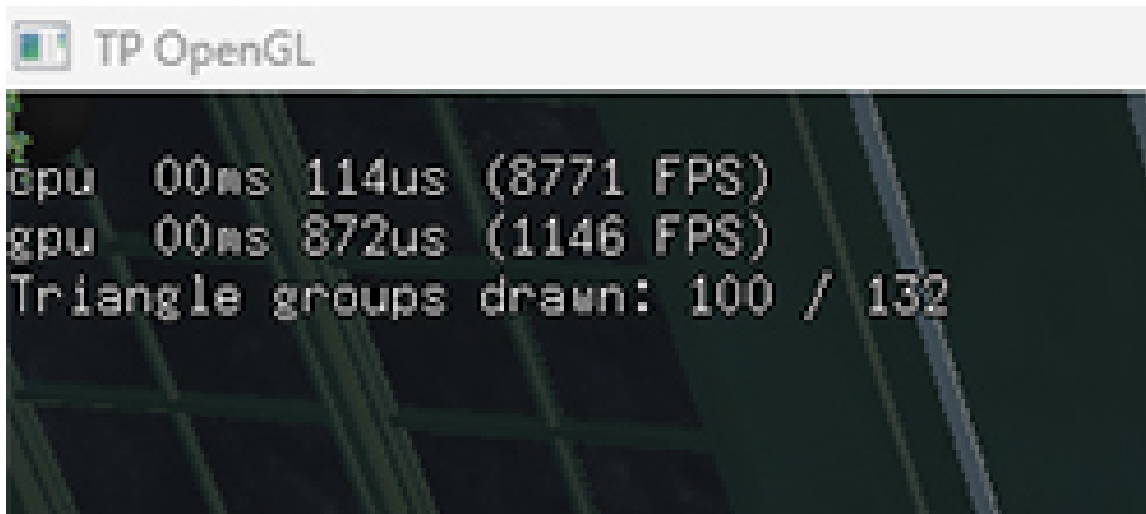


FIGURE 2 – Nombre d'objets rendus après application du frustum culling

## 1.2 Shadow mapping

Shadows maps dessinées une seule fois au lancement de l'application (pas de support de géométrie dynamique) avec une projection orthographique.

Le shadow bias est adaptatif en fonction de l'angle entre la normale et la direction de la lumière. Le biais sera plus important pour les surfaces qui ne sont pas perpendiculaires à la direction de la lumière.

### 1.3 Modèle de matière à micro-facettes

Modèle de matière qui supporte un coefficient métallique et un coefficient de rugosité.

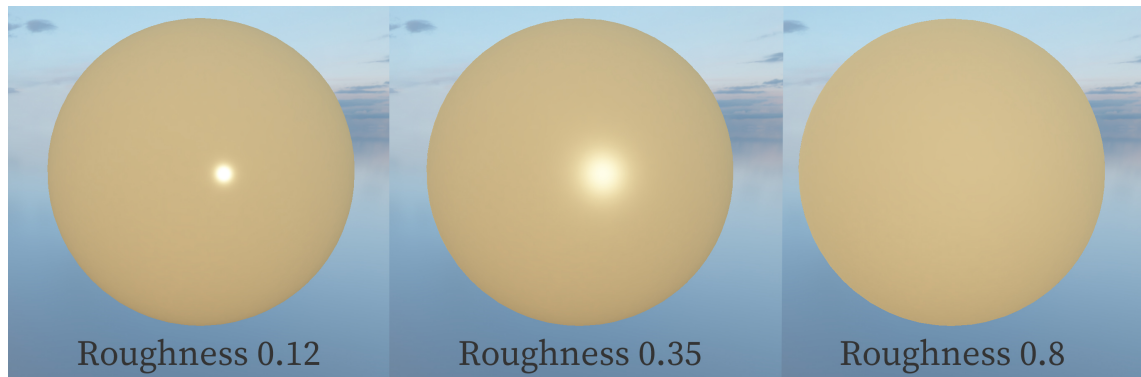


FIGURE 3 – Impact du coefficient de rugosité sur l'intensité des reflets spéculaires

### 1.4 Normal mapping

Algorithme de normal mapping en tangent space pour perturber les normales des surfaces des objets. Cela permet à la lumière d'être

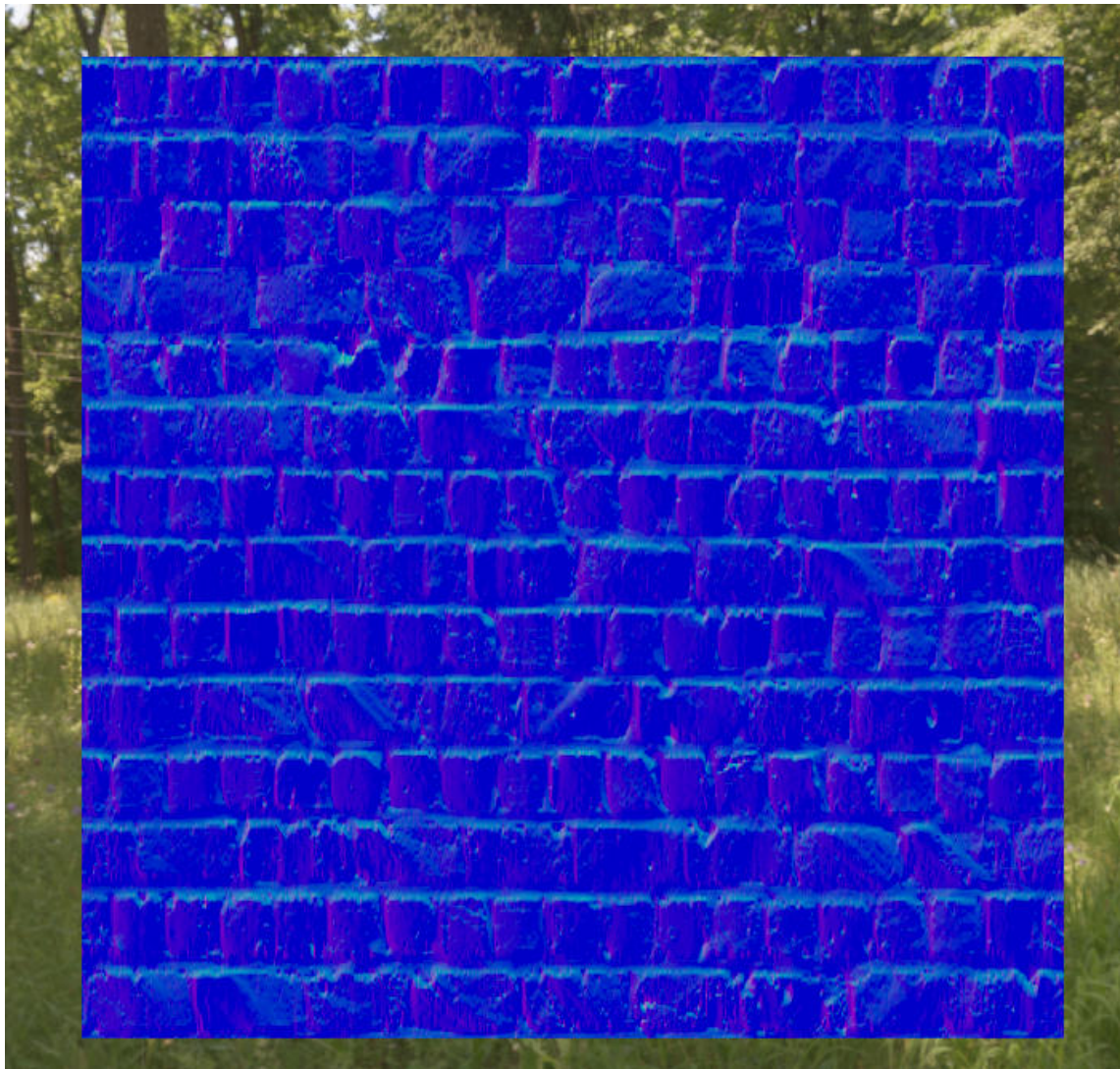


FIGURE 4 – Visualisation de la direction des normales pour une texture de brique et sa normal map associée





FIGURE 5 – Influence du normal mapping sur le sol de la rue de la scène du bistro

## 1.5 Textures avec support de l'alpha

Les textures pour la couleur, la rougness et la metalness du bistro-big export sont supportées.

La transparence des textures est gérée avec un *discard* des fragments qui tombent sur une texture donc le texel a une valeur alpha  $< 0.5$ .



FIGURE 6 – Le feuillage de l'arbre laisse transparaître le reste de la scène grâce à la gestion de la transparence



## 1.6 Environment map HDR & Pré-calcul irradiance diffuse

L'application supporte les environment maps HDR.

La contribution diffuse de l'environnement map est pré-calculée : pour chaque pixel de l'environnement map, sa direction correspondante est calculée. Un ensemble de directions aléatoires est généré dans l'hémisphère autour de la direction du pixel et les contributions de l'environnement map pour toutes ses directions sont moyennées.

On obtient une 'irradiance map' basse fréquence représentant, pour chaque direction, une approximation de l'intensité lumineuse que recevrait une surface diffuse orientée dans la direction du pixel de l'irradiance map choisi.



FIGURE 7 – 3 environment maps différentes et leurs irradiance map correspondantes. Paramètres de pré-calcul de gauche à droite : Downscale 16x/65536 samples ; Downscale 32x/2097152 samples ; Downscale 16x / 65536 samples

Un échantillonnage préférentiel de l'environnement map lors du pré calcul de l'irradiance map réduirait considérablement le nombre d'échantillons nécessaires à l'obtention d'un bon résultat (plutôt que de tirer 2M d'échantillons par pixel...).

Les irradiance maps sont ensuite utilisées dans l'application comme un terme d'éclairage ambiant dans la scène (la visibilité n'est pas prise en compte).



FIGURE 8 – Le bunny de Stanford illuminé uniquement par les irradiance maps pré-calculées

Puisque les environment maps sont au format HDR, tous les calculs de shading sont faits en flottants et l'image résultante est tone-mappée vers une gamme dynamique 8 bits pour l'affichage sur un écran classique.

L'algorithme de tone-mapping utilisé supporte la correction gamma et un paramètre d'exposition.

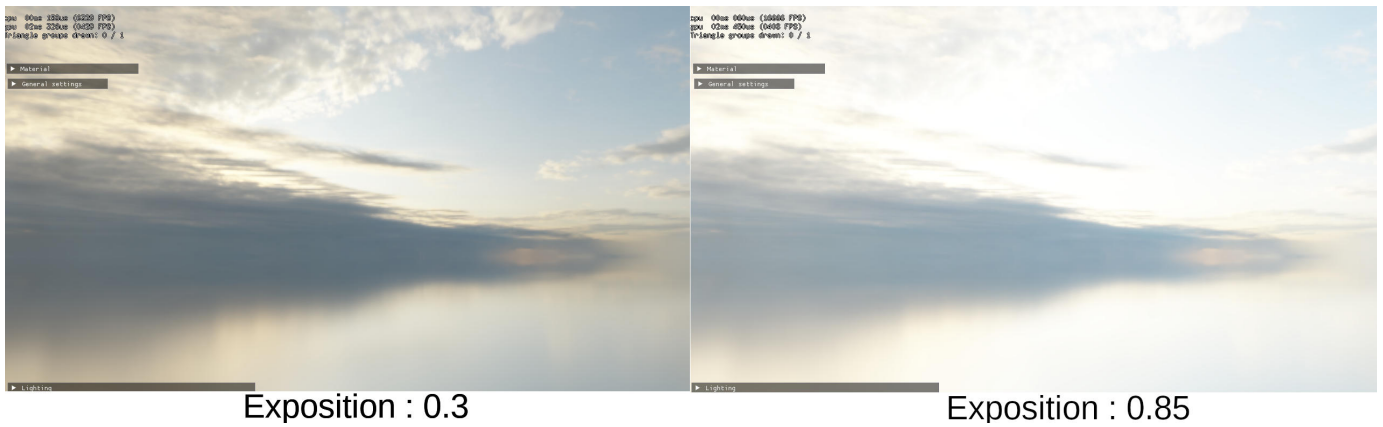


FIGURE 9 – Même scène, différents paramètres d'exposition pour le tone-mapping

## 2 TP Ray Tracing