



ÉCOLE
CENTRALELYON

ÉCOLE CENTRALE LYON

MOS 2.2
RAPPORT

Rapport Informatique Graphique

Élèves :
Pierre ALLEGRE

Enseignants :
Nicolas BONNEEL

Table des matières

1	Introduction	2
2	Première Sphère	2
3	Première Scène	2
4	Correction Gamma	3
5	Ombre Portée	4
6	Différents Types de Surfaces	5
7	Éclairage Indirect	5
8	Anti-aliasing	6
9	Ombres Douces	6
10	Profondeur de Champ	8
11	Maillage	8
12	Accélération Calcul	9
13	Textures	10
14	Mouvement de Caméra	11
15	Conclusion	11

1 Introduction

Ce rapport présente les différentes étapes du cours d’Informatique Graphique qui traite du Raytracing. Nous verrons ainsi la progression des rendus d’image, d’un simple cercle jusqu’à une scène bien plus complexe. Toutes les figures, et parfois d’autres de meilleures qualités, sont disponible sur le repository github <https://github.com/Yhgle-PA/Raytracing>.

2 Première Sphère

Le premier rendu est celui d’une sphère blanche sur un fond noir. Pour cela, il suffit de calculer l’intersection entre des rayons que l’on envoie depuis une caméra et une sphère.

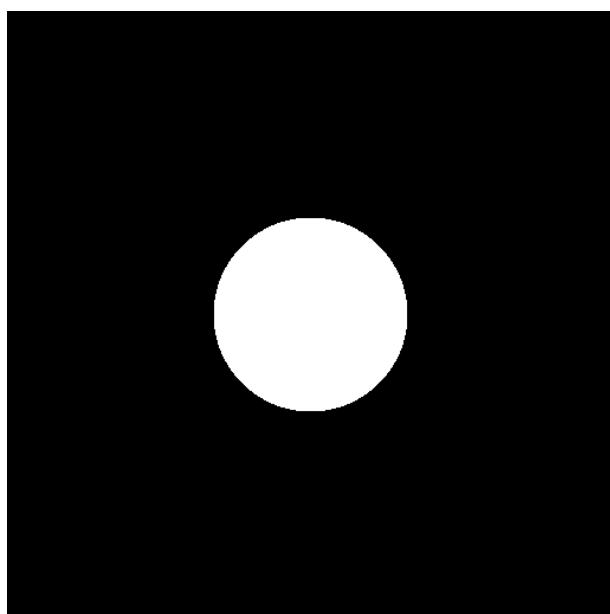


FIGURE 1 – Première Sphère (512x512). Temps de calcul : 1s

3 Première Scène

A partir de ce premier calcul, on peut rajouter une source de lumière. Si un rayon touche la sphère, on calcule si ce rayon a un chemin direct vers la source de lumière et si oui on calcule l’intensité lumineuse qu’il réfléchit. De plus, on rajoute 6 grandes sphères qui font les murs et deux sphères au centre.

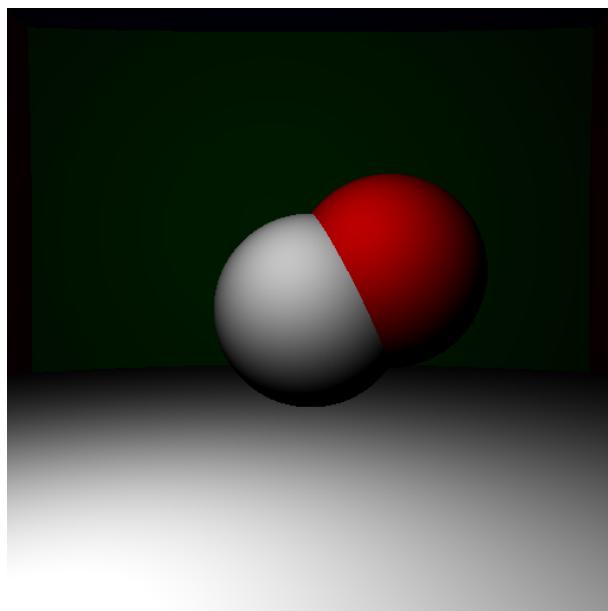


FIGURE 2 – Première Scène (512x512). Temps de calcul : 1s

4 Correction Gamma

Cependant, on remarque sur la Figure précédente que les couleurs ne sont pas très vive. Cela est dû au fait que l'on doit ajouter une correction gamma à notre scène qui rajoute de meilleurs contrastes.

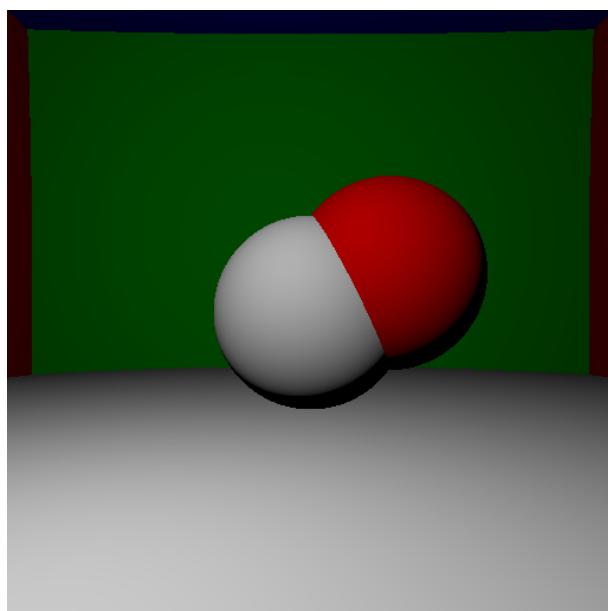


FIGURE 3 – Correction Gamma (512x512). Temps de calcul : 1s

5 Ombre Portée

Pour avoir plus de réalisme, notre scène manque d'ombres portées. Celles-ci sont créées en regardant pour chaque point d'incidence d'un rayon si celui-ci a un chemin direct vers la source de lumière. Si non, cela signifie qu'il est dans l'ombre d'un autre objet.

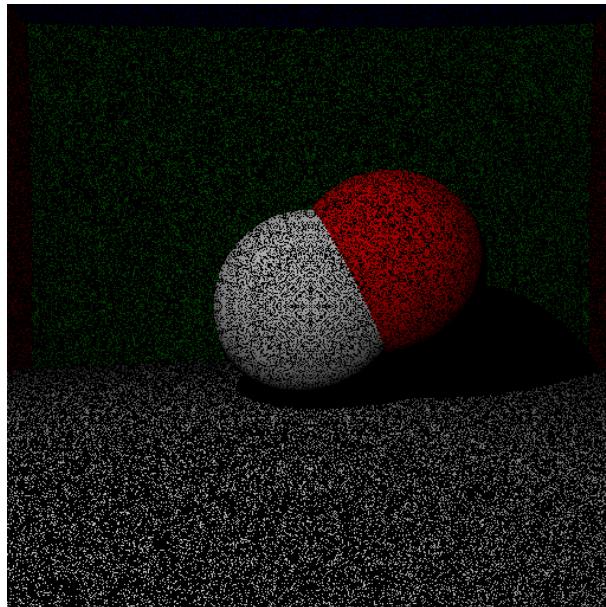


FIGURE 4 – Ombre Portée avec bruit (512x512). Temps de calcul : 1s

Cependant, l'on remarque sur la figure précédente qu'il y a beaucoup de bruit. Cela est dû aux approximations de calcul qui font que un point est dans l'ombre de sa sphère. On résout cela en s'éloignant légèrement dans la direction de la normale du point d'incidence.

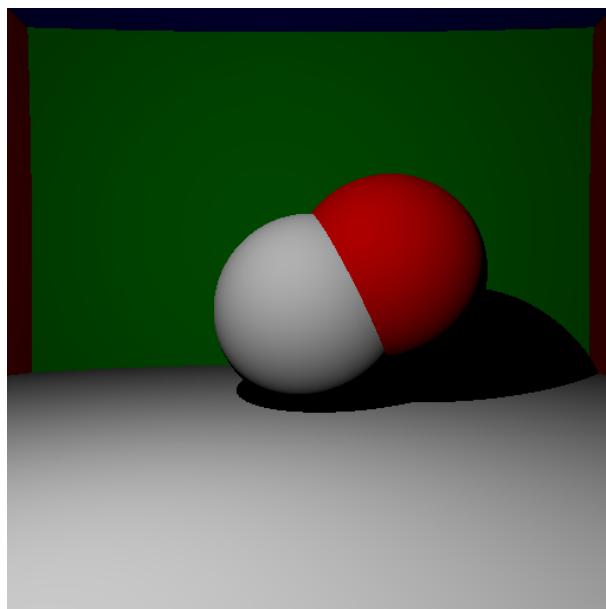


FIGURE 5 – Ombre Portée sans bruit (512x512). Temps de calcul : 1s

6 Différents Types de Surfaces

Pour le moment, nous n'avons que des sphères diffuses. Mais l'on peut rajouter différents types de sphères, comme des sphères transparentes, creuses ou bien miroir.

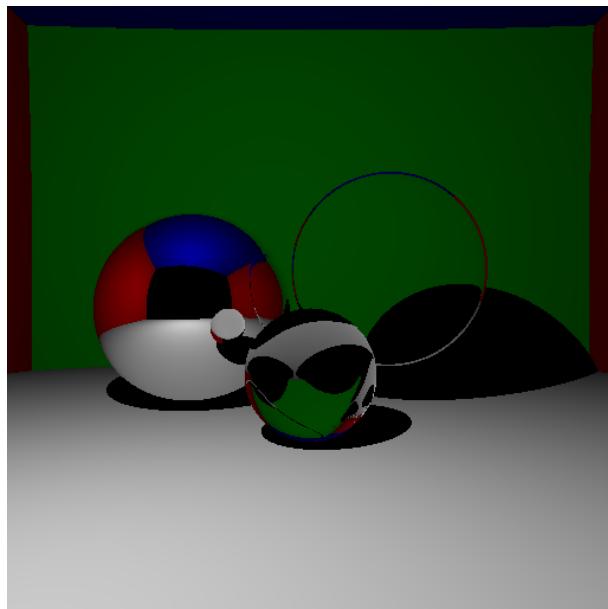


FIGURE 6 – Différents Types de Surfaces (512x512). Temps de calcul : 1s

7 Éclairage Indirect

Les ombres que nous avons précédemment ne sont pas réaliste car elles sont complètement noires. Or en réalité, les autres objets diffus de la pièce éclairent ces ombres. Pour cela, lors de l'incidence d'un rayon avec une boule, on va envoyer plusieurs rayons pour calculer une intégrale de la lumière reçue sur une demi sphère normale au point d'intersection. Cela est fait avec l'algorithme de Monte Carlo. De plus, on parallélise le calcul sur les 4 coeurs de notre processeur.

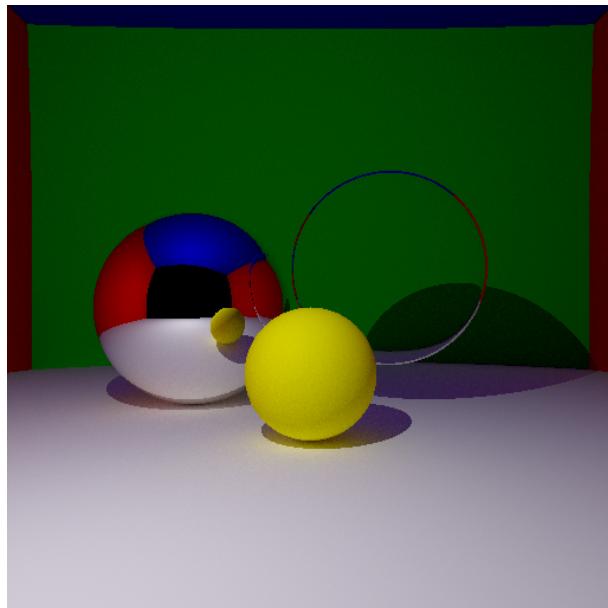


FIGURE 7 – Éclairage Indirect (512x512, 200 rayons). Temps de calcul : 2min

8 Anti-aliasing

Sur les images précédentes, nous avons un effet d'aliasing, c'est à dire que l'on voit par exemple les ombres qui ne forment pas un cercle net.

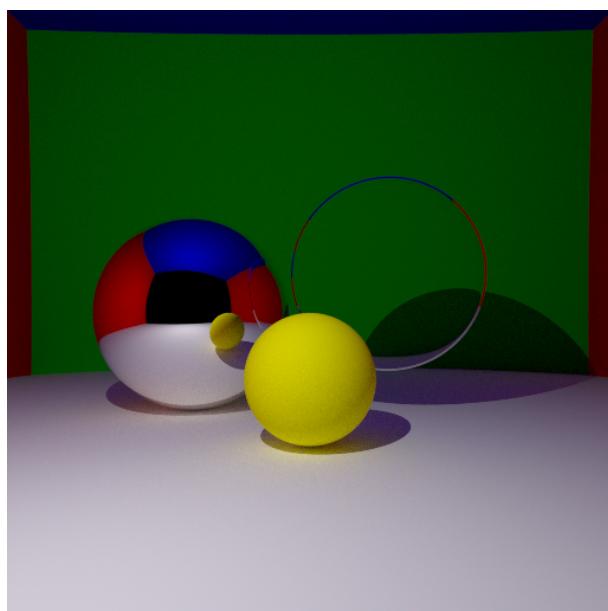


FIGURE 8 – Anti-aliasing (512x512, 200 rayons). Temps de calcul : 2min

9 Ombres Douces

L'éclairage indirect que l'on a n'est pas suffisant. En effet les ombres ne sont pas assez douces. Cela est dû au fait que lorsque l'on intègre sur la demi sphère, on utilise des rayons

aléatoires, ce qui fait que l'on a moins de chances de tomber sur un objet diffusant de la lumière. Pour cela, on discrétise les objets diffusant de la lumière, et on intègre ainsi sur ce domaine discret.

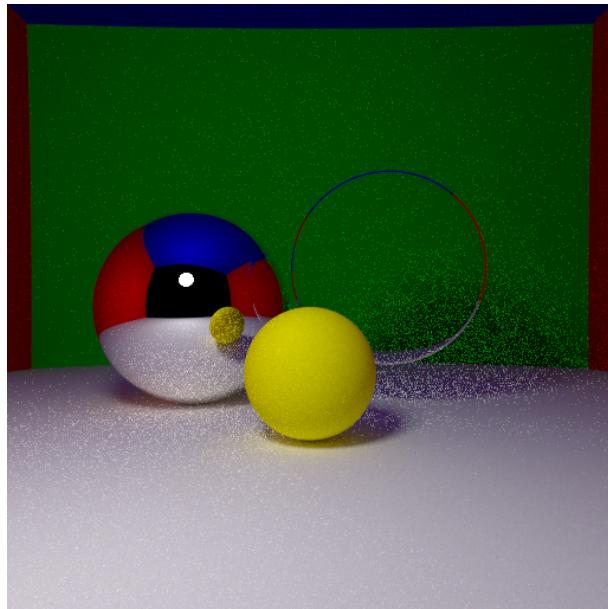


FIGURE 9 – Ombres Douces (512x512, 200 rayons). Temps de calcul : 3min

on remarque qu'il y a du bruit. Cela peut être résolu soit en augmentant le nombre de rayon, soit en augmentant la taille de la source de lumière comme ci-dessous en passant d'un rayon de 5 à un rayon de 15.

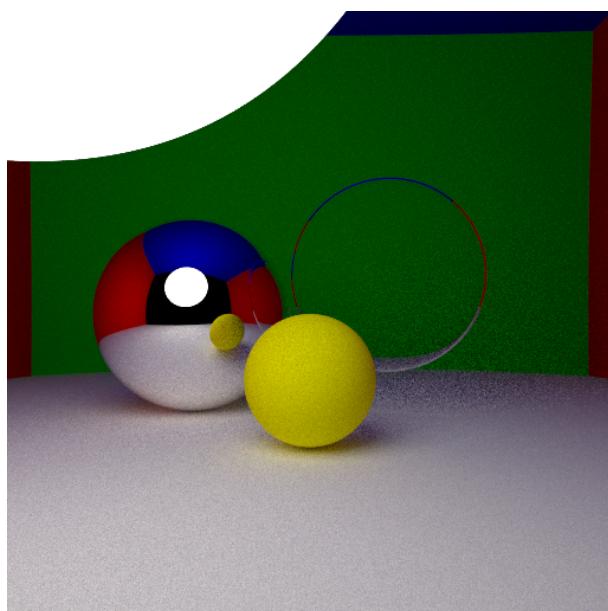


FIGURE 10 – Ombres Douces avec plus grandes source de lumière (512x512, 200 rayons).
Temps de calcul : 3min

10 Profondeur de Champ

On peut également ajouter un effet de profondeur de champ.

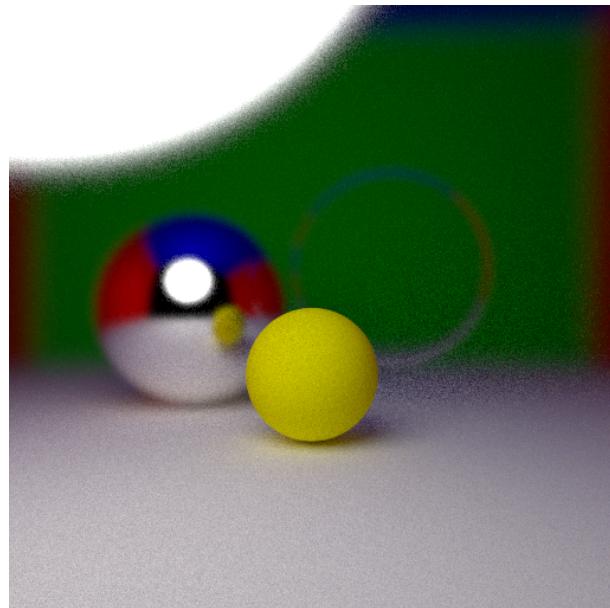


FIGURE 11 – Profondeur de Champ (512x512, 200 rayons). Temps de calcul : 3min

11 Maillage

Pour le moment, nous n'avons fait que des sphères. Cependant, pour réaliser des objets plus complexes, cela n'est pas suffisant. On s'intéresse donc à des maillages qui sont plusieurs triangles formant ensemble un objet complexe. Nous avons téléchargé le maillage d'un chat et nous allons essayer de le représenter.

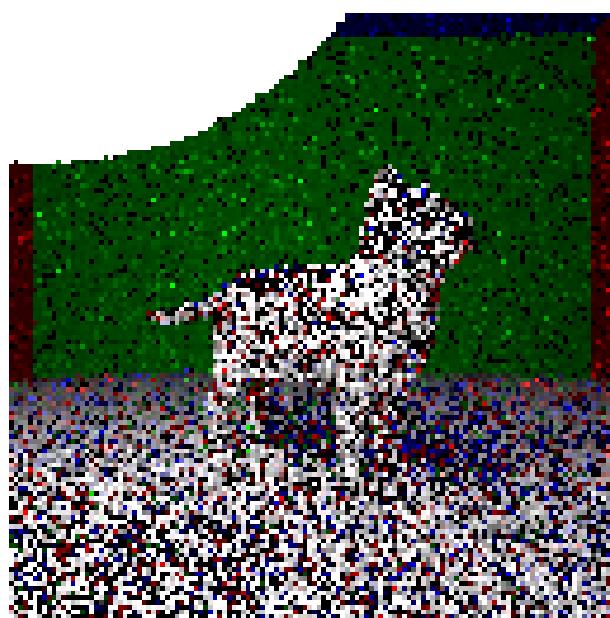


FIGURE 12 – Maillage de chat (128x128, 1 rayon). Temps de calcul : 3min

12 Accélération Calcul

Nous pouvons voir que le temps de calcul explose car l'on a beaucoup de triangles. Nous allons donc essayer de réduire le temps de calcul pour pouvoir afficher une image correcte. La première idée est de faire une bounding box. Cela consiste à faire une boîte autour du chat. De ce fait, on peut calculer rapidement si le rayon incident est dans la boîte ou non. Si le rayon n'impacte pas la boîte, cela nous fait gagner du temps car l'on essaye pas toutes les intersections avec les triangles. Cela nous permet de gagner un facteur 7 environ.



FIGURE 13 – Bounding Box (128x128, 10 rayons). Temps de calcul : 4min

Une autre façon d'accélérer le calcul est, lorsque le rayon est dans la bounding box, de procéder par dichotomie pour trouver le triangle d'intersection. Cela nous permet de gagner un facteur 20 par rapport à la bounding box.

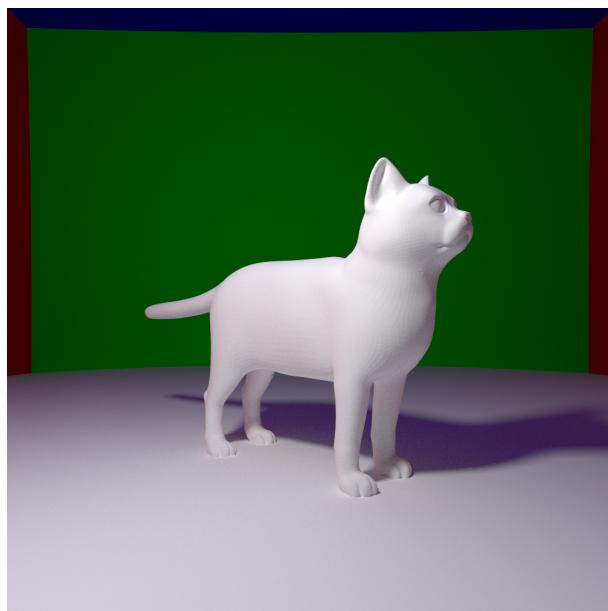


FIGURE 14 – Dichotomie (1000x1000, 300 rayons). Temps de calcul : 45min

On remarque alors qu'il y a les coins des triangles sur la peau du chat. On règle cela en utilisant les normales de l'artiste.

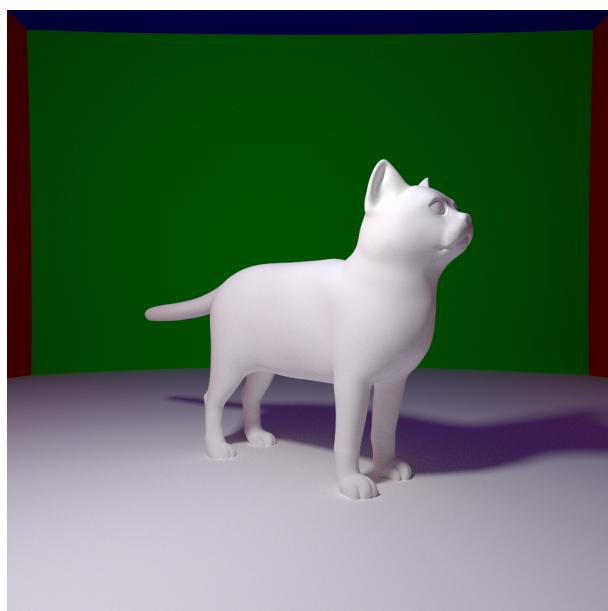


FIGURE 15 – Dichotomie (1000x1000, 300 rayons). Temps de calcul : 45min

13 Textures

Pour finir le chat, il suffit de rajouter la texture créée par l'artiste. Pour cela, une correspondance est faite entre les triangles et l'image du chat.



FIGURE 16 – Ajout des Textures (1000x1000, 300 rayons). Temps de calcul : 45min

14 Mouvement de Caméra

Enfin, on peut s'amuser à bouger la caméra pour faire plusieurs images et ainsi créer des vidéos. Deux gifs sont disponibles sur le github. Le premier `gif_up_cat.gif` est composé de 20 images, et le deuxième `gif_around_cat.gif` est composé de 100 images.

15 Conclusion

Ce cours m'a permis de découvrir le Raytracing et de comprendre toutes les subtilités nécessaires pour faire un rendu réaliste. J'ai beaucoup aimé ce cours car l'on pouvait voir directement notre progression au fur et à mesure des séances. De plus, j'ai bien aimé d'avoir les cours et les TD qui étaient mélangés, ce qui permettait de ne pas avoir 4h de cours une semaine et 4h de TD la suivante en ayant oublié la théorie. Seul petit bémol est le fait que ce soit en `c++`, un langage que je n'avais jamais utilisé. Les premiers cours étaient un peu difficile, mais au fur et à mesure cela était plus compréhensible.