Rapport Tp5 ISIR

Jeremy Vacher

February 2024

Table des matières

1 Introduction

L'objectif de ce TP, est de réaliser de nouveaux matériaux pour nos objets en représentant les caractéristiques de notre matériel dans les classes BRDF.

2 Matériau parfaitement diffus : modèle de Lambert

On commence par placer la caméra au bon endroit, ensuite on créer une sphère grise et un plan auquel on attache le matériel de **lambert**. On obtient alors l'image ci-dessous :

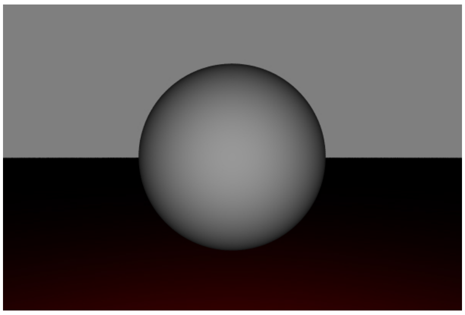


FIGURE 1 – Résultat de l'exercice 1

3 Matériau diffus et rugueux : modèle d'Oren-Nayar

On commence par créer notre classe **brdf**, on ajoute un attribut **sigma** qui va représenter la rugosité du matériau. On trouve A et B en utilisant **sigma** et les formules données.

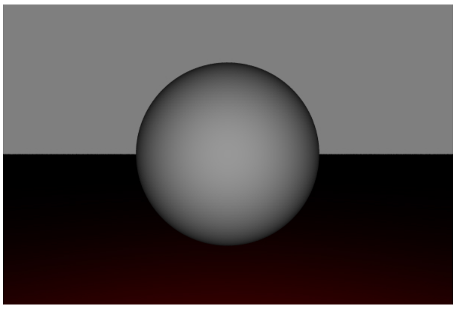
$$f_r = \frac{k_d}{\pi}.(A + B.max(0, cos(\phi_i - \phi_o)).sin(\alpha).tan(\beta))$$

Pour calculer alpha et bêta, nous avons besoins de **thêta** qui représente l'angle d'incidence et d'observation. Pour récupérer **thêta**, on va calculer le produit scalaire entre notre point d'incidence ou point d'observation et la normale qui va nous donner **cos(theta)** et on utilisera **argcos** de notre cosinus pour avoir **thêta**. On pourra alors avoir **alpha** et **bêta** en faisant le min et le max entre le thêta incidence et le thêta observation.

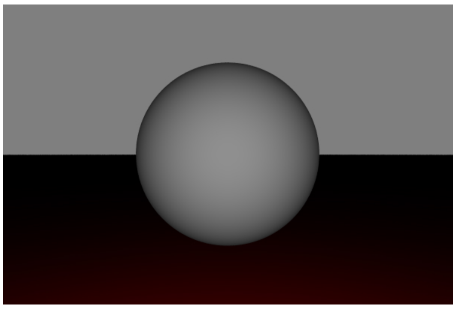
Maintenant nous allons calculer en utilisant arc tangente entre la coordonnée x et y des points d'incidences et d'observation. Pour finir on retourne la formule donnée.

Enfin on créé notre classe **matérial** et on implémente la fonction **shade**. On sait que le vecteur d'incidence est l'opposé de la direction du rayon, le vecteur d'observation est la direction de la lumière incidente. Puis on renvoies notre fonction **evaluate** avec notre vecteur d'incidence, le vecteur d'observation et la normale.

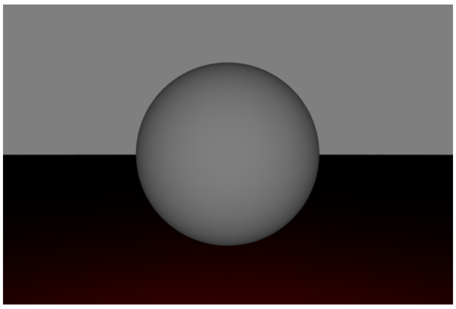
Nous obtenons alors les images suivantes en modifiant la valeur du sigma.



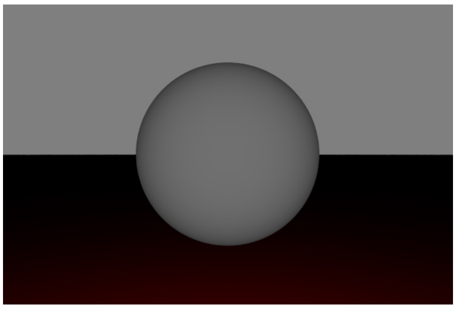
(a) σ à 0



(b) σ à 0.2



(c) σ à 0.4



(d) σ à 0.6

FIGURE 2 – Résultat de l'exercice 2

4 Matériau plastique : modèle de Phong

Le modèle de phong va nous permettre de représenter le reflet spéculaire. Pour calculer la brdf, du modèle de phong nous allons utiliser la formule suivante.

$$f_r = \frac{k_d}{\pi} + \frac{k_s}{cos(\theta_i}).cos(\alpha^s)$$

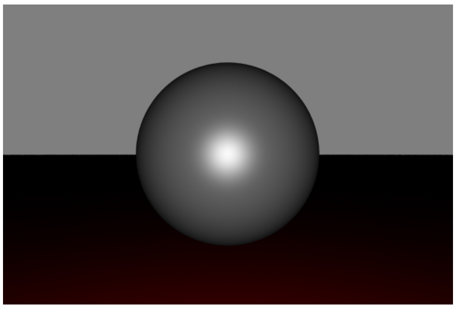
Dans la classe **phong brdf** nous allons calculer la brdf du modèle de phong. Pour cela, on commence par calculer θ_i qui est l'angle entre la normale et la direction d'incidence ω_i. On fait donc un max entre notre angle et 0 pour récupérer θ_i.

Ensuite, on va calculer le vecteur de réflexion ω_r, en utilisant la méthode reflect entre notre normal et le vecteur d'incidence.

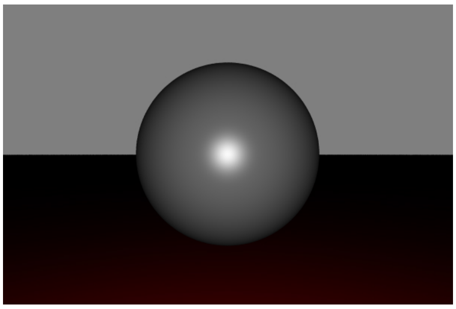
Enfin, on trouve α qui est l'angle entre entre le vecteur de réflexion ω_r et la direction d'incidence ω_i.

Dans la classe **PlasticMaterial**, on utilise la brdf de lambert qui représente $\frac{k_d}{\pi}$ et la brdf de phong qui représente $\frac{k_s}{cos(\theta_i}).cos(\alpha^s)$ pour calculer les parties diffuse et spéculaire de la brdf.

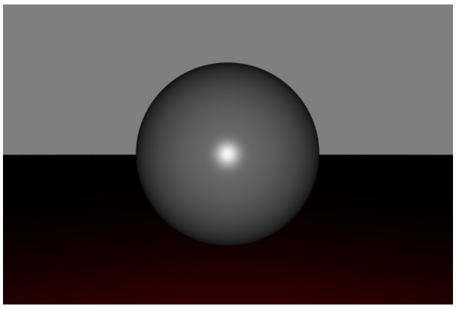
En prenant une sphère grise avec 70 % diffuse et 30 % spéculaire, on obtiens les résultats suivants.



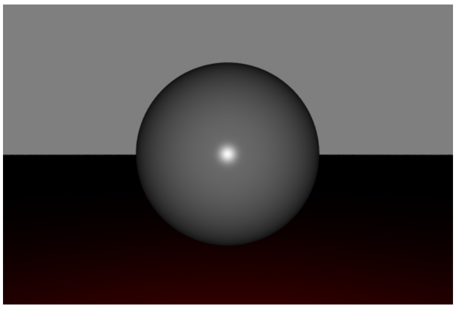
(a) s = 8



(b) s = 8



(c) s = 32



(d) s = 64

FIGURE 3 – Résultat de l'exercice 3

5 Matériau physiquement réaliste : modèle de Cook-Torrance

Dans cette partie, nous allons implémenter une BRDF à micro-facettes. On calculera la BRDF en utilisant la formule suivante qui donnera la partie spéculaire et on utilisera le modèle d'Oren-Nayar pour la partie diffuse.

$$f_{rs} = \frac{DFG}{4(\omega_o.n)(\omega_i.n)}$$

On commence par calculer D qui est la distribution des normales (NDF) des micro-facettes, en utilisant la formule suivante.

$$D(h) = \frac{\alpha^2}{\pi((n.h)^2(\alpha^2 - 1) + 1)^2}$$

Ici h est le demi vecteur, que l'on calcule en additionnant le vecteur d'observation et le vecteur d'incidence.

Nous avons une variable σ que l'on va utiliser pour calculer α qui est σ^2. Maintenant nous pouvons calculer D en utilisant la formule.

Ensuite, nous allons calculer G qui est la fonction d'ombrage/masquage. Pour cela, nous allons utiliser la formule de Smith représenter ci-dessous.

$$G(\omega_i, \omega_o, n) = G1(n.\omega_o)G1(n.\omega_i)$$

avec G1 calculé avec cette formule :

$$G1(x) = \frac{x}{x(1-k)+k}$$

et k est égale à :

$$k = \frac{(\sigma+1)^2}{8}$$

Dans la classe BRDF, on va maintenant calculer k en suivant la formule vue précédemment. Aprés nous allons calculer G pour ω_o et ω_i en remplaçant x dans la la formule par ω_o et ω_i. Puis, on calculera $G(\omega_i, \omega_o, n)$ en multipliant nos deux résultats trouvés.

Enfin, on va calculer F, avec l'approximation de Schlick de l'équation de Fresnel en utilisant cette formule.

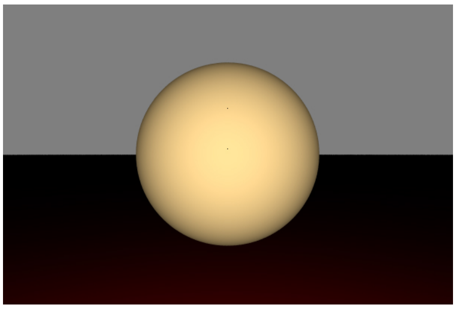
$$F(\omega_o, h, F_0) = F_0 + (1-F_0)(1-(h.\omega_o))^5$$

En suivant la formule, on a alors ce qui nous permet de pourvoir calculer la BRDF.

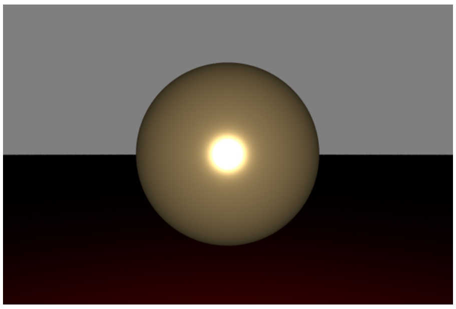
Dans la classe **Cook Torrance material**, nous avons ajouter une variable **metalness** pour régler le coté métalique de la surface. On utilise alors la BRDF d'Oren-Nayar pour la partie diffuse et on utilise la formule ci-dessous pour calculer la réflectance finale.

$$rf = (1 - metalness) * brdf(diffuse) + metalness * brdf(specular)$$

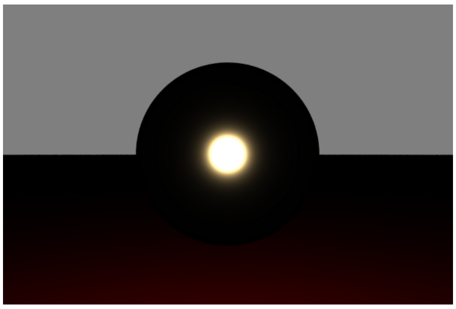
On obtient alors les images suivantes :



(a) Metalness = 0



(b) Metalness = 0.5



(c) Metalness = 1

FIGURE 4 – Résultat de l'exercice 4