

TP Illumination globale

Rappel, équation d'illumination :

$$I = K_a \times I_a + K_d I_s + K_s \times I_s + K_t \times I_t$$

avec :

1. I_a l'intensité de la lumière ambiante, K_a le coefficient de réflexion de la lumière ambiante du matériau,
2. $I_s = \sum_{i=1}^{n_l} I_i (\vec{N} \cdot \vec{L}_i)$, somme des intensités de diffusion dues aux lumières. \vec{N} la normale au point d'intersection, \vec{L}_i le vecteur (normé) de la direction de la lumière i depuis ce point. n_l le nombre de lumières,
3. $I_d = \sum_{i=1}^{n_l} I_i \cos(\vec{R}, \vec{V})^{n_s}$. \vec{R} rayon réfléchi, \vec{V} rayon vers la caméra (attention, opposé au rayon lancé depuis la caméra)
4. I_t dépend de la luminosité au point d'impact, en sortie de matériau. Il faut donc réintégrer les intensités en ce point. On trouve ce point en calculant le rayon transmis T (ci dessous).

Attention, tous les vecteurs doivent être unitaires. Spéculaire (I_s) et Transmission (I_t) sont des rayons secondaires, qui demandent une intégration sur toutes les sources possibles (lumières ou autres surfaces éclairées), ce qui induit des attentes dans le rendu.

Construction de \vec{R} :

$$\vec{R} = -2(\vec{N} \cdot \vec{V})\vec{N} + \vec{V}$$

Construction de \vec{T} :

$$\vec{T} = \alpha(\vec{N} + \vec{V}') - \vec{N}$$

avec

$$\vec{V}' = \frac{\vec{V}}{|\vec{V} \cdot \vec{N}|}$$

et

$$\alpha = \frac{1}{\sqrt{K_t^2 \|\vec{V}'\|^2 - \|\vec{V}' + \vec{N}\|^2}}$$

L'objectif de ce TP est de construire une application basique d'illumination globale par lancer de rayons.

Notre scène de base contiendra seulement une sphère S_1 de centre $(0,0,0)$ et de rayon 2. Cet objet est rouge. La vue est définie par le point $(0,0,10)$, en direction de $(0,0,0)$.

1. définir une classe **Sphere** qui stocke centre et rayon (vous avez une structure **Point** dans les TP précédents).
2. définir une classe **Rayon**, demi-droite (point et vecteur direction), qui permet de renvoyer un **Point** pour un paramètre t donné ($t \in [0, +\infty[$).
3. écrire la méthode **Sphere.intersect(Rayon)** qui calcule la 1ère intersection d'un rayon avec la sphère. Elle renvoie le point d'intersection, ou rien (à vous de choisir comment).

NB : (test unitaire) dans le cas de notre scène, le rayon $\{P(0,0,10) + \vec{V}(0,0,-1)\}$ intersecte la sphère en $(0,0,2)$ et $(0,0,-2)$. Le point renvoyé sera $(0,0,2)$.

4. si ce n'est pas encore fait, créer une classe **Vecteur**, avec les méthodes **norme()**, **normalisation()**, **produitVectoriel()**, **produitScalaire()**. Vous pouvez également implémenter les opérateurs $+$ et $-$ qui nous serviront ensuite.
5. tirer un ensemble de rayons depuis $(0,0,10)$ dans le 1/2 espace $z < 10$ de manière polaire (cf figure). À chaque intersection marquer un **glPoint** de couleur rouge (on peut modifier la taille du **glPoint** par **glPointSize(2.0)**).

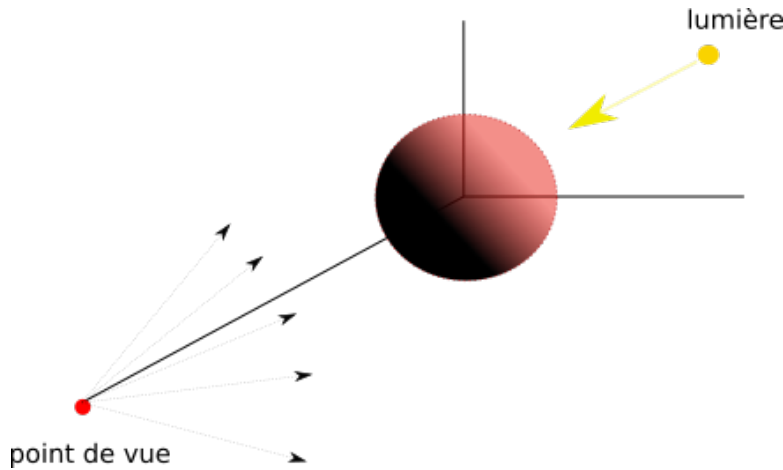


FIGURE 1 – Notre scène

Vous êtes prêts pour commencer un rendu. Une lumière L est placée en $(8, 5, 2)$:

1. utiliser une lumière ambiante et ne calculer que cette composante de la couleur des points intersectés. Intensité de la lumière ambiante : $I_a = 0,5(1, 1, 1)$. Pour le matériau de la sphère, le coefficient de réflexion de la lumière ambiante est $K_a = 0,2$.
2. utiliser la lumière diffuse issue de L . L'intensité de la source est $I_L = 0,8(0, 1, 0)$. Pour la sphère, le coefficient de réflexion diffuse est $K_d = 0,3$.

Il faut calculer les vecteurs \vec{V}_i allant de l'intersection à L (ponctuelle), la normale (exacte) à la sphère au point d'intersection et : $I_d = K_d * I_L * \cos(N, V_i)$, ou $I_d = K_d * I_L * \vec{N} \cdot \vec{V}_i$ avec des vecteurs unitaires.

3. calculer le reflet spéculaire : il faut maintenant calculer le vecteur de réflexion (cf CM et TD) et l'angle entre la direction de la lumière et ce vecteur. Pour la sphère, on prend comme coefficient de réflexion spéculaire : $K_s = 0,2$. L'exposant spéculaire pour la réflexion est $n_s = 4$.

Si vous avez le temps :

- ajoutez une autre sphère S_2 de rayon 1, bleue, en $(0, 5, 0)$, utilisez-là pour le calcul de reflet spéculaire (sans intégrer la couleur de la sphère S_2 , elle intervient seulement sur sa couleur de matériau).
- utilisez le rayon secondaire pour commencer à construire un arbre de rayon et calculer les éclairagements en S_1 et S_2 .
- ajoutez une sphère S_3 , de rayon 0,5, de couleur verte, en $(4, 4, 3)$. Recalculer l'illumination de S_1 en tenant compte de l'ombre portée par S_3 . Cela peut annuler diffusion et réflexion.
- utiliser une grille de pixels pour le rendu (en utilisant la caméra comme « lanceur de rayons », en utilisant le plan $z = 0$ comme plan d'arrivée des pixels).