



Travaux dirigés d'infographie n°6

Cours de synthèse d'image I

— IMAC première année —

Lancer de rayon 2 : Modèles d'illumination

Durée : 2 heures

Dans cette séance nous aborderons les modèles d'illumination de base des surfaces ainsi que les différents types simples de sources lumineuses que nous pouvons employer. Nous verrons également une méthode pour représenter les ombres d'une source lumineuse ponctuelle ou directionnelle.

Deux modèles simples d'illumination

Un modèle d'illumination est un modèle physique décrivant les interactions d'une surface avec la lumière émise par une source lumineuse. Ce modèle physique permet de calculer précisément la lumière émise ou réfléchie par une surface quelconque.

Il existe deux modèles simples d'illumination. Ces modèles sont également appelés modèles d'illumination locaux car ils ne nécessitent que des informations locales à la surface et aux sources pour décrire les échanges lumineux.

Le premier modèle est le modèle de Lambert. Il décrit le comportement de la lumière lors d'une réflexion diffuse parfaite. Si l'on note $L_S(X, O)$ la lumière émise d'un point X d'une surface en direction du point d'observation O , alors dans ce modèle on a :

$$L_S(X, O) = \frac{\rho_d I_S}{\pi X S^2} \cos(\vec{n}, \vec{X}S) \quad (1)$$

où \vec{n} est la normale à la surface au point X , S la position de la source considérée et I l'intensité lumineuse de la source. ρ_d s'appelle le coefficient de diffusion et représente la proportion d'énergie diffuse renvoyée par la surface (il est donc compris entre 0 et 1). C'est une propriété intrinsèque de la surface. **Attention : le coefficient ρ_d et l'intensité I admettent trois composantes distinctes, une pour le rouge, une pour le vert et une pour le bleu.**

Le second modèle, appelé modèle de Phong, intègre la réflexion spéculaire des surfaces (qui est la cause des tâches brillantes sur les surfaces réfléchissantes). C'est une extension du modèle précédent. la lumière émise d'un point X d'une surface en direction du point d'observation O sera alors :

$$L_S(X, O) = \frac{I_S}{\pi X S^2} \left(\rho_d \cos(\vec{n}, \vec{X}S) + \rho_s \cos^n(\vec{X}O, \vec{X}S') \right) \quad (2)$$

où n est un coefficient propre à la surface ainsi que le coefficient de réflexion spéculaire ρ_s (qui lui aussi admet trois composantes rouge, verte et bleue). $\vec{X}S'$ est la réflexion spéculaire idéale et est le symétrique de $\vec{X}S$ par rapport à la normale \vec{n}

► **Exercice 1. Les différentes sources utilisables**

En synthèse d'image, il existe plusieurs types simples de sources utilisables. Nous n'aborderons que le type le plus simple et le plus employé : la source ponctuelle.

La source ponctuelle se caractérise par sa position et son intensité (admettant trois composante rouge, verte et bleue). Définissez une structure de données permettant de modéliser une source ponctuelle.

Puis, dans les variables globales de votre programme, insérez une source ponctuelle d'intensité et de position de votre choix.

Enfin, dans les variables globales, affectez à chacun de vos objets un coefficient de diffusion de votre choix (chaque composante est comprise entre 0 et 1).

► **Exercice 2. Illumination des surfaces avec le modèle de Lambert**

Implémentez tout d'abord le modèle de Lambert. Pour ce faire :

- Faites une fonction qui à partir d'un point d'intersection, d'une normale en ce point et des propriétés d'une source ponctuelle, renvoie la couleur émise, soit $L_S(X, O)$.
- Modifiez légèrement votre fonction générale de calcul de votre image afin que si un rayon intersecte une surface, elle calcule la contribution lumineuse $L_S(X, O)$ renvoyée en ce point pour le pixel considéré.

► **Exercice 3. Illumination des surfaces avec le modèle de Phong**

Implémentez le modèle de Phong. Pour ce faire :

- Ajouter aux propriétés des objets le coefficient de réflexion spéculaire ainsi que le facteur n présent dans le modèle de Phong.
- Faites une fonction qui, à partir d'un point d'intersection, d'une normale en ce point et des propriétés d'une source ponctuelle, renvoie la couleur émise, soit $L_S(X, O)$.

► **Exercice 4. Calcul des ombres**

Pour calculer les ombres créées par une source ponctuelle, il suffit, lors du calcul de la contribution lumineuse d'un point d'intersection X , d'envoyer un rayon partant de X jusqu'à la source de lumière S . Si le rayon est intercepté par une surface, alors le point X est à l'ombre et la contribution de la source lumineuse est alors nulle. Dans ce cas, une contribution par défaut, appelé lumière ambiante, peut lui être affecté. S'il n'est pas intercepté, alors la contribution de la source est calculée

Implémentez le calcul des ombres. Pour ce faire, vous devez créer une nouvelle fonction d'intersection (très très proche de la précédente) et qui calcule si le rayon entre un point X et une source S est intercepté par une surface (dans ce cas, il est inutile de renvoyer le point d'intersection). Cette fonction d'intersection sera appelée à chaque fois que l'on cherche à calculer la contribution lumineuse d'une source sur un point X .