

Eclairage local

Céline Loscos

Objectif

- Obtenir une image colorée avec un éclairage cohérent

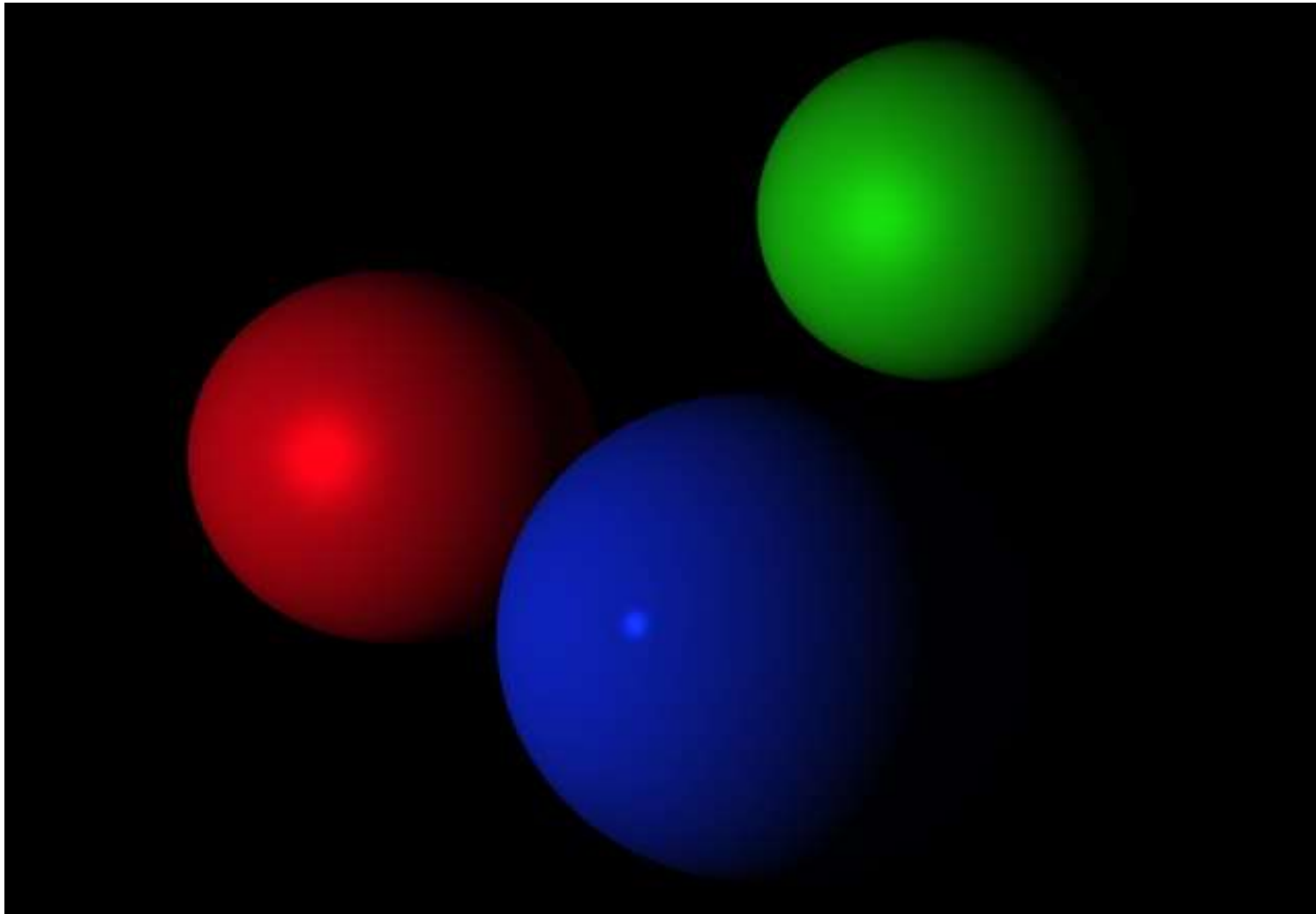
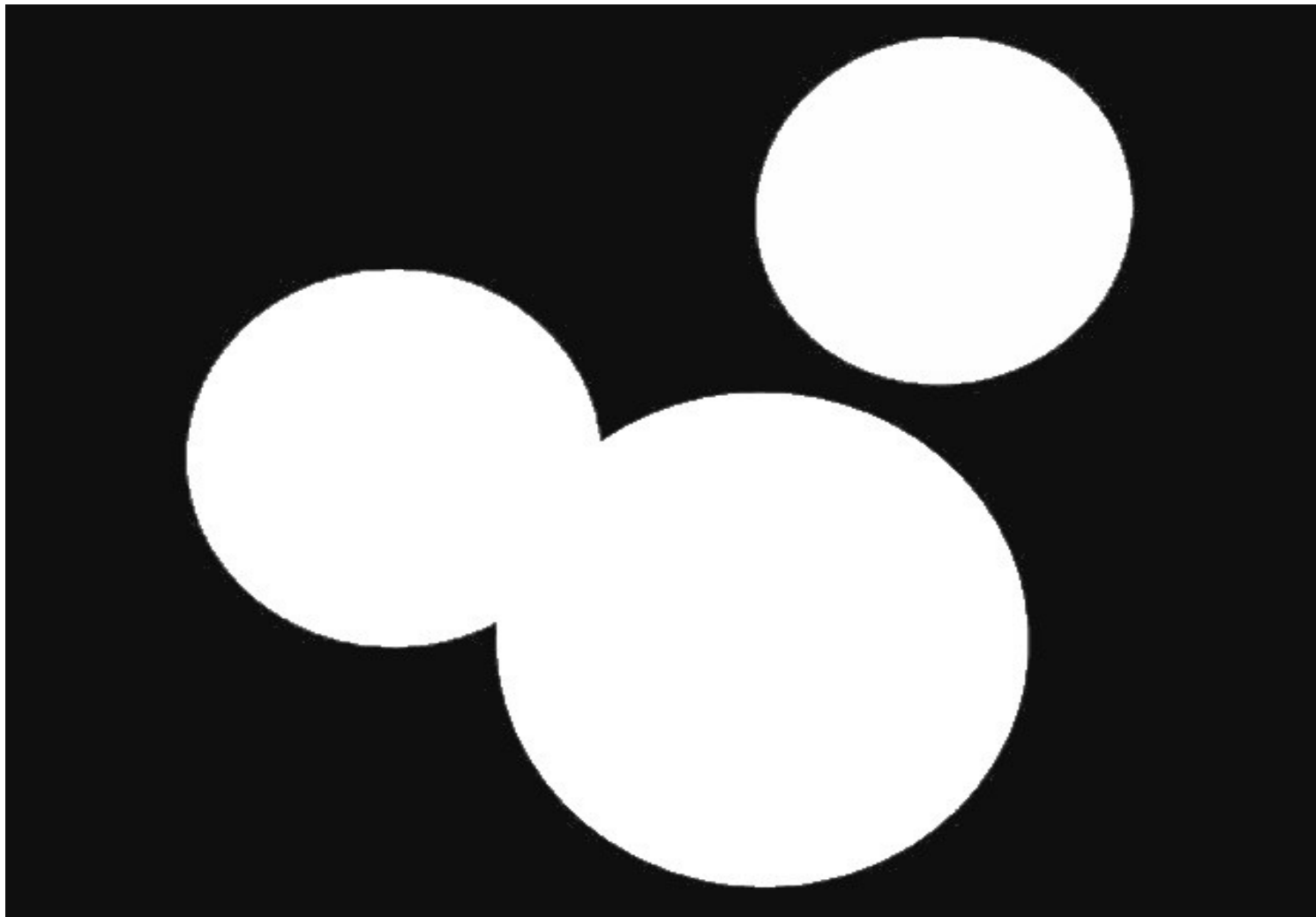


Image sans éclairage

- Les objets sont identifiés en blanc, l'arrière plan en noir



Définitions

- Eclairage **local**
 - Eclairage résultant de l'intensité lumineuse provenant **uniquement** des sources de lumière
- Source de lumière
 - Élément de la scène émettant de la lumière
 - Représentée par différents types en synthèse d'image : ponctuelle, directionnelle, surfacique, volumique, spot, ...
- Récepteur/réflecteur
 - Objet/surface de la scène, recevant, absorbant, transmettant, et réfléchissant la lumière
 - Les propriétés du matériau détermine le degré de réflectance, absorption, transmission
- Effets visuels
 - Dégradés de couleurs
 - Tâches lumineuses
 - Transparence...
 - Ombres

Notations

- I_r Intensité radiante depuis un objet (ce que nous allons calculer)
- I_i Intensité normalisée de la source de lumière
- K Proportion de la lumière réfléchie plutôt qu'absorbée par le matériau
 - Caractéristique de la surface
 - Varie selon la longueur d'onde
- 3 Longueurs d'onde : rouge, vert, bleu (RVB)
 - En anglaise : Red, Green, Blue (RGB)
- Eclairage simulé: Ambient + Diffus + Spéculaire

Eclairage ambiant

- C'est une approximation de l'éclairage **global**
 - Permet de voir l'objet même s'il n'est pas directement éclairé par une source lumineuse
 - L'éclairage ambiant est constant sur un objet/surface

Notations : Eclairage ambiant

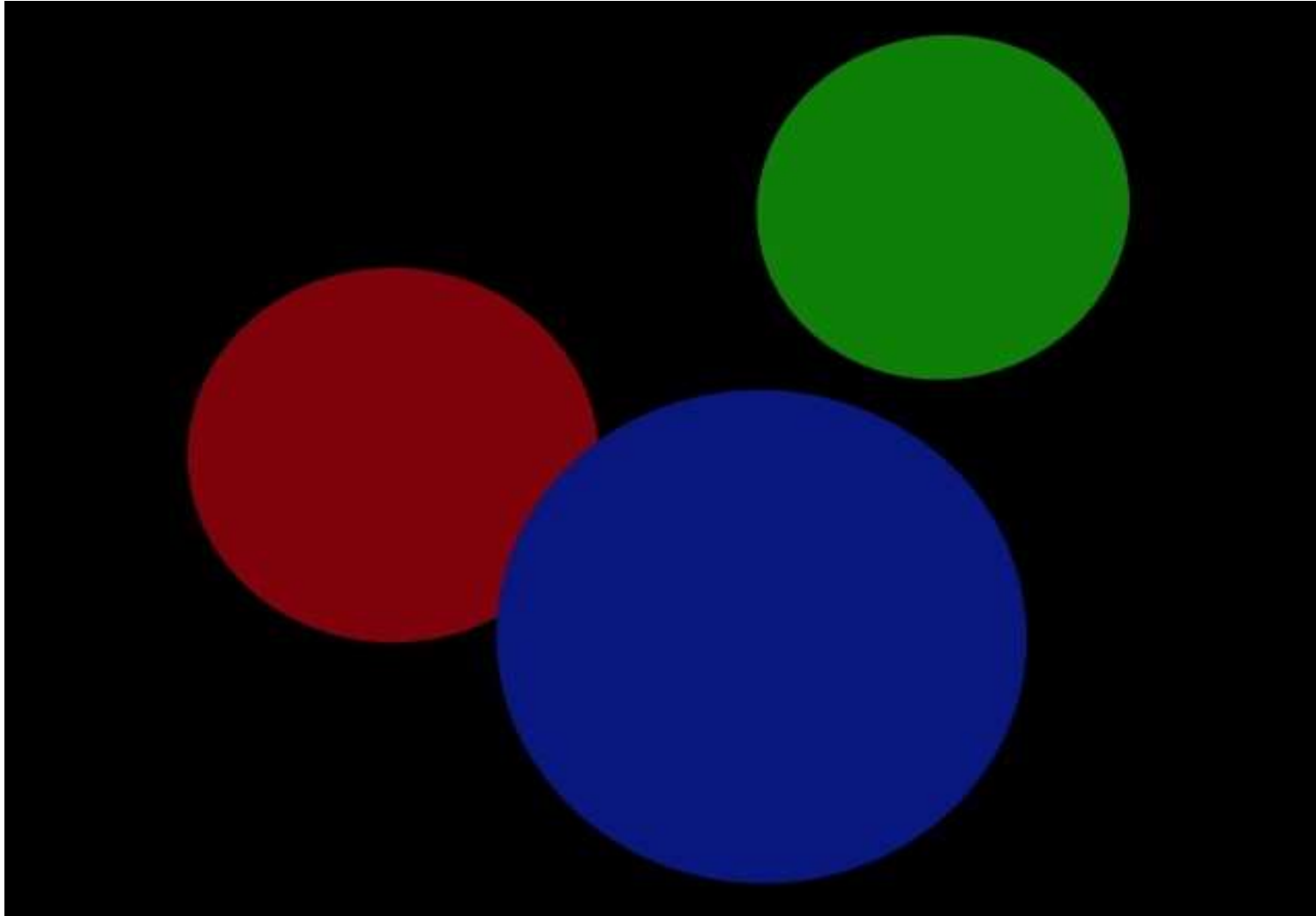
- I_a Lumière ambiante utilisée pour l'ensemble de la scène
- k_a Portion de I_a relétée par chaque objet, dépend de la longueur d'onde
- Equation générale de la lumière ambiante

$$I_r = k_a I_a$$

- Equations par longueur d'onde

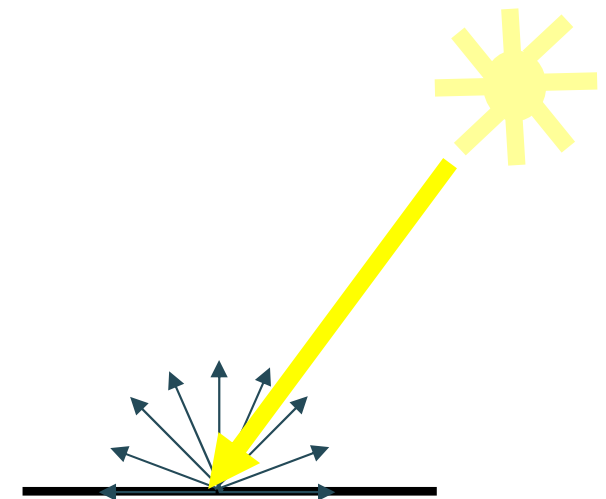
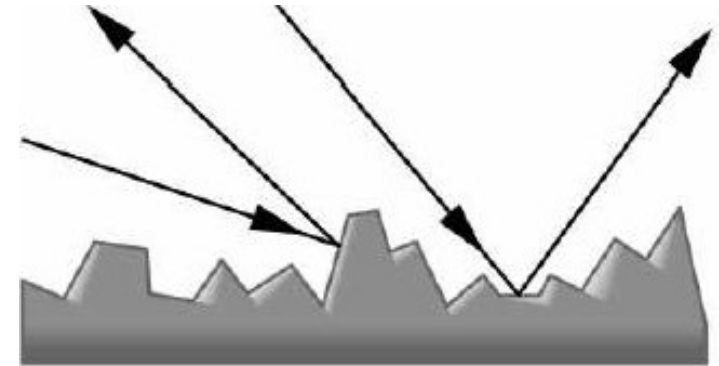
$$\begin{aligned} I_{r, \text{red}} &= k_{a, \text{red}} I_{a, \text{red}} \\ I_{r, \text{green}} &= k_{a, \text{green}} I_{a, \text{green}} \\ I_{r, \text{blue}} &= k_{a, \text{blue}} I_{a, \text{blue}} \end{aligned}$$

Eclairage ambiant - résultat



La loi de Lambert – surfaces diffuses

- Un réflecteur **diffus** distribue la lumière
- **De façon égale dans toutes les directions**
- Ceci est dû à l'organisation des microfacettes du matériau
- On appelle cette surface Lambertienne (du nom de Lambert)
- Cependant, l'angle de réception de l'intensité lumineuse est importante

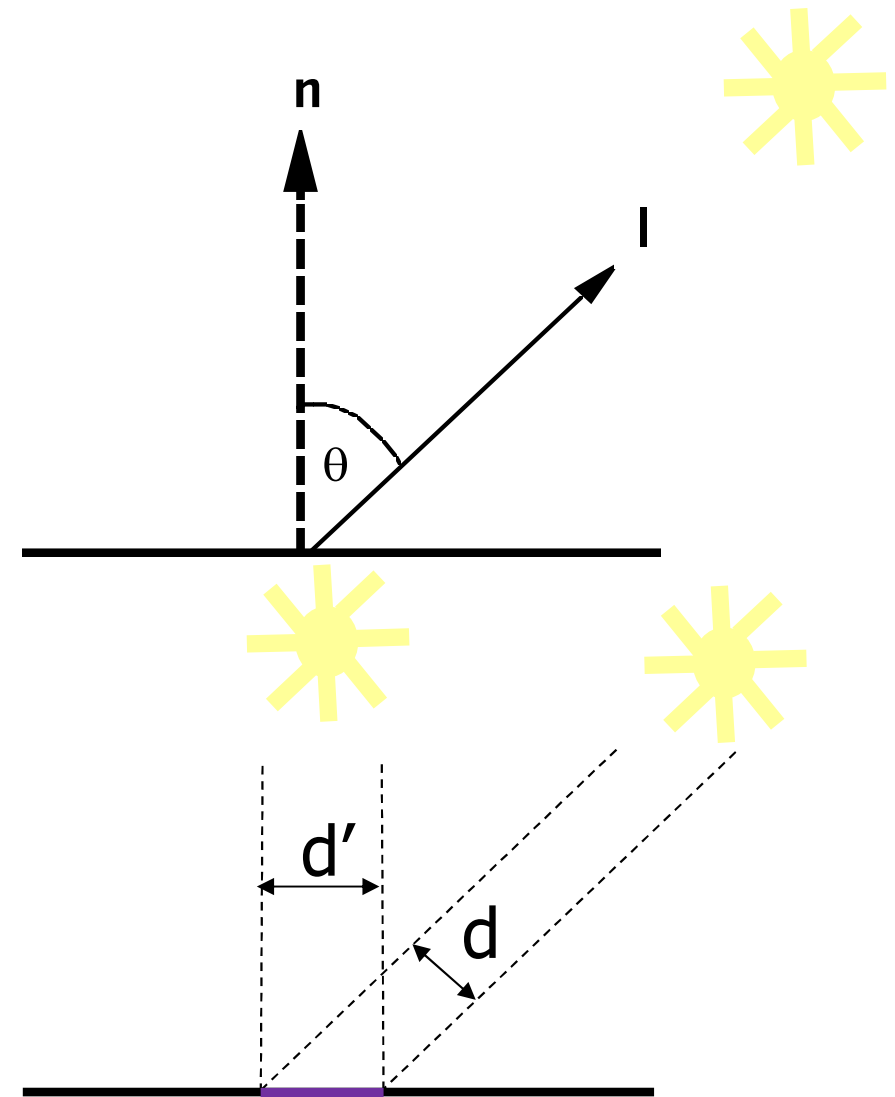


La loi de Lambert – importance de l'angle d'incidence de la lumière

- L'intensité de la lumière est proportionnelle à d
- d est proportionnel à $\cos \Theta = \mathbf{n} \cdot \mathbf{l}$

➡ L'intensité réfléchie est proportionnelle à $\cos \Theta$

- \mathbf{l} : direction de la lumière
- \mathbf{n} : normale à la surface



Lumière diffuse

- Definition :

- Intensité normalisée de la lumière incidente à la surface, associée à un rayon de la source de lumière émettrice,
- Et réfléchi par la loi de Lambert

- Notation :

- k_d Proportion de la lumière réfléchi de façon diffuse plutôt qu'absorbée

Formulation

- Composant diffus

$$k_d I_i (\mathbf{n.l})$$

- Ajout du diffuse à l'ambient

$$I_r = k_a I_a + k_d I_i (\mathbf{n.l})$$

- **Attention !**

- k_d dépend aussi de la longueur d'onde de façon indépendante
 - Calculs réalisés avec $k_{d,red}$, $k_{d,green}$ et $k_{d,blue}$
- $\mathbf{n.l}$ ne dépend pas des longueurs d'onde !

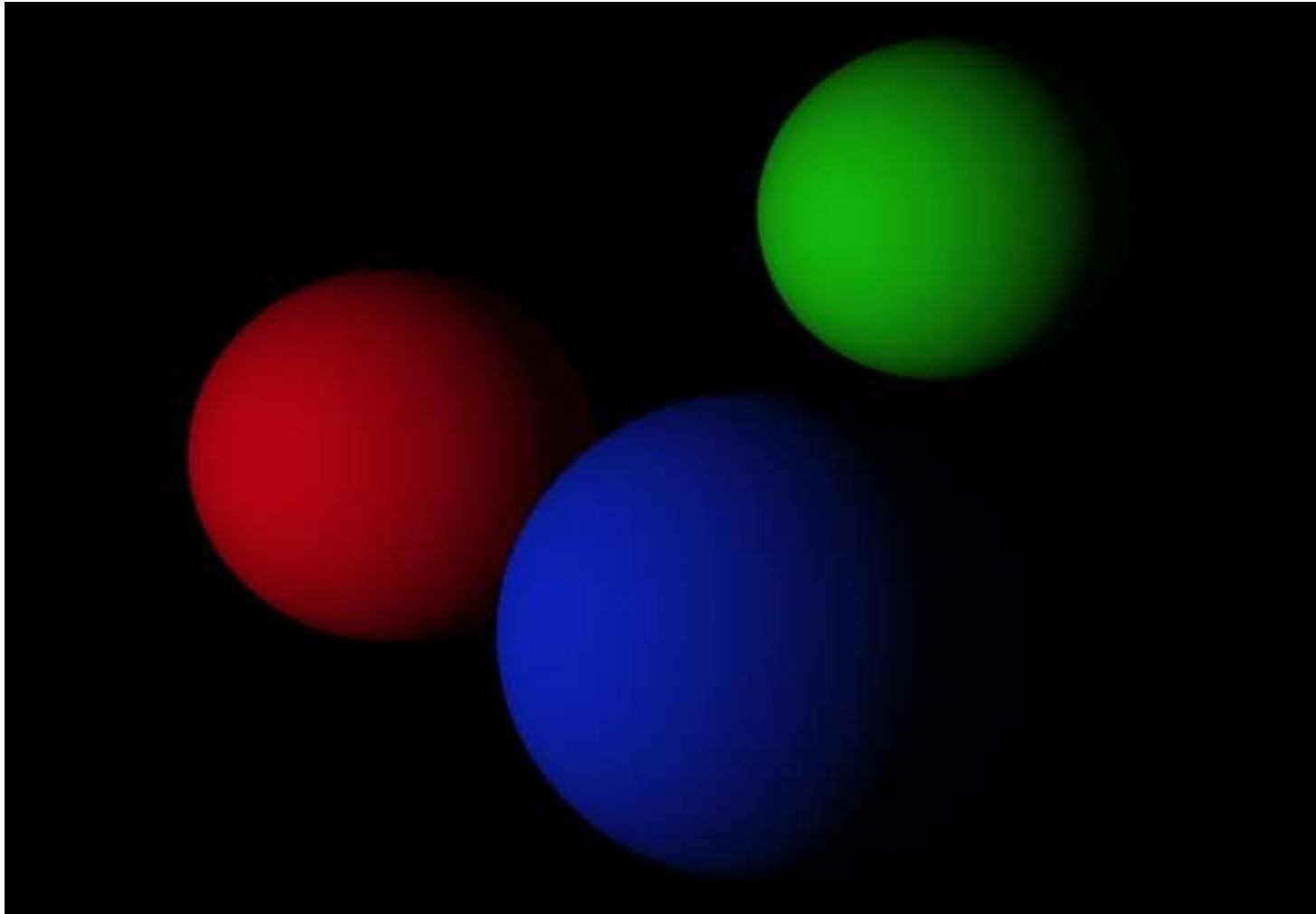
Avec plusieurs sources de lumières

- Il suffit d'ajouter les contributions pour chaque lumière
 - Soit pour q sources de lumière

$$I_r = k_a I_a + \sum_{j=1}^q k_d I_{i,j} (\mathbf{n} \cdot \mathbf{l}_j)$$

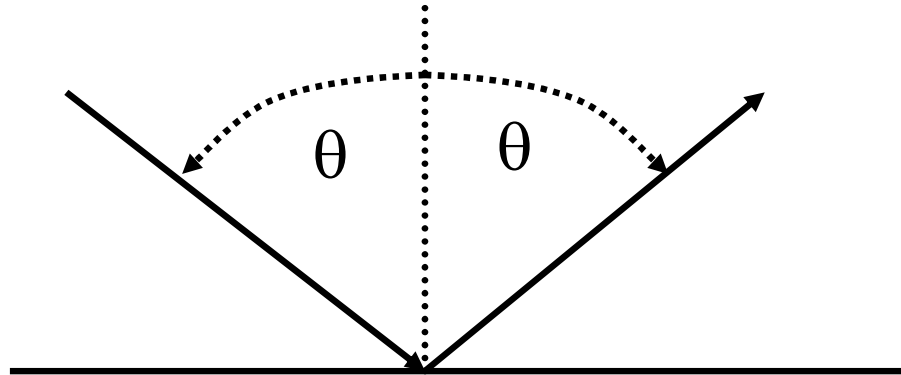
- $I_{i,j}$ Intensité incidente venant de la source de lumière j
- \mathbf{l}_j vecteur de direction de la surface vers la source de lumière j

Résultat : prise en compte de l'éclairage diffus



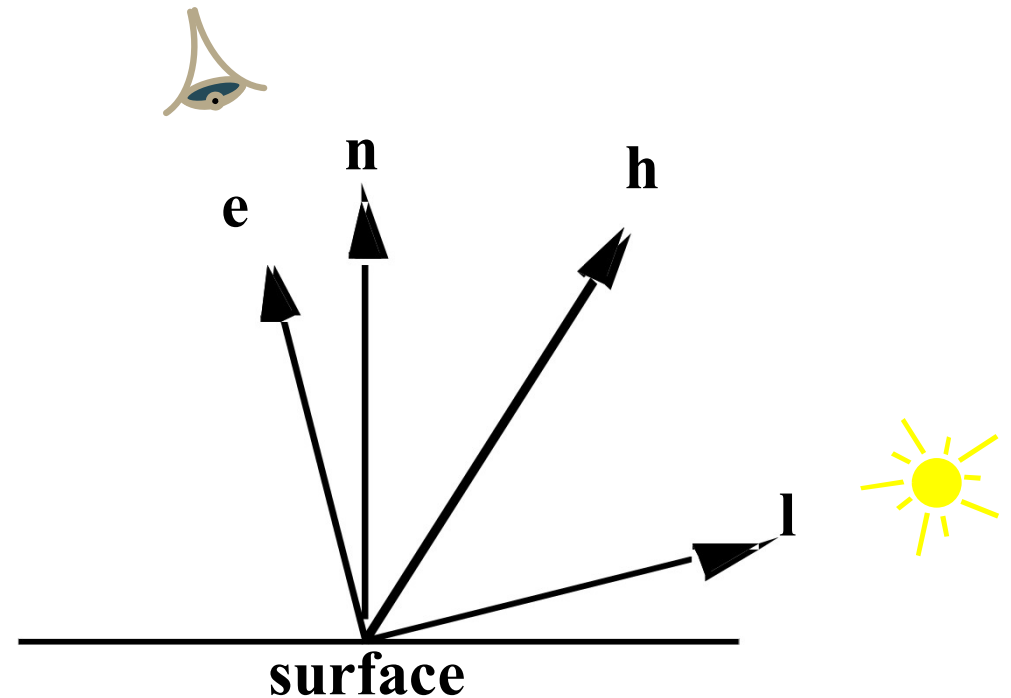
Lumière spéculaire

- Lumière réfléchiée par effet « miroir »
- Spécularité parfaite : serait très difficile à observer car le point de vue d'observation serait très restreint



Le modèle de Phong : spécularité imparfaite

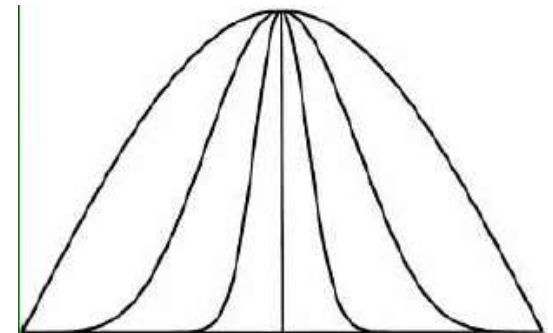
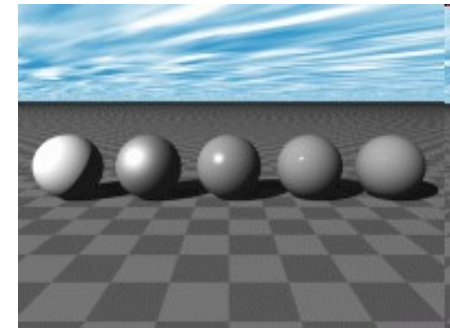
- Notations :
 - e Direction vers l'oeil (position de la camera)
 - n normal
 - l direction vers la source de lumière
 - h vecteur bissecteur de e et l



Equation du composant spéculaire

$$k_s I_i (\mathbf{h}_i \cdot \mathbf{n})^m$$

- m puissance de la lumière (shininess)
 - m grand implique une petite tâche spéculaire
 - m petit rend la tâche spéculaire plus floue
- k_s Proportion de la lumière réfléchie de façon spéculaire
 - Dépend de la longueur d'onde
 - $k_{s,\text{red}}$, $k_{s,\text{green}}$, $k_{s,\text{blue}}$



Equation de l'éclairage local

- Equation rassemblant les composants diffus, spéculaire, et ambient pour une source de lumière

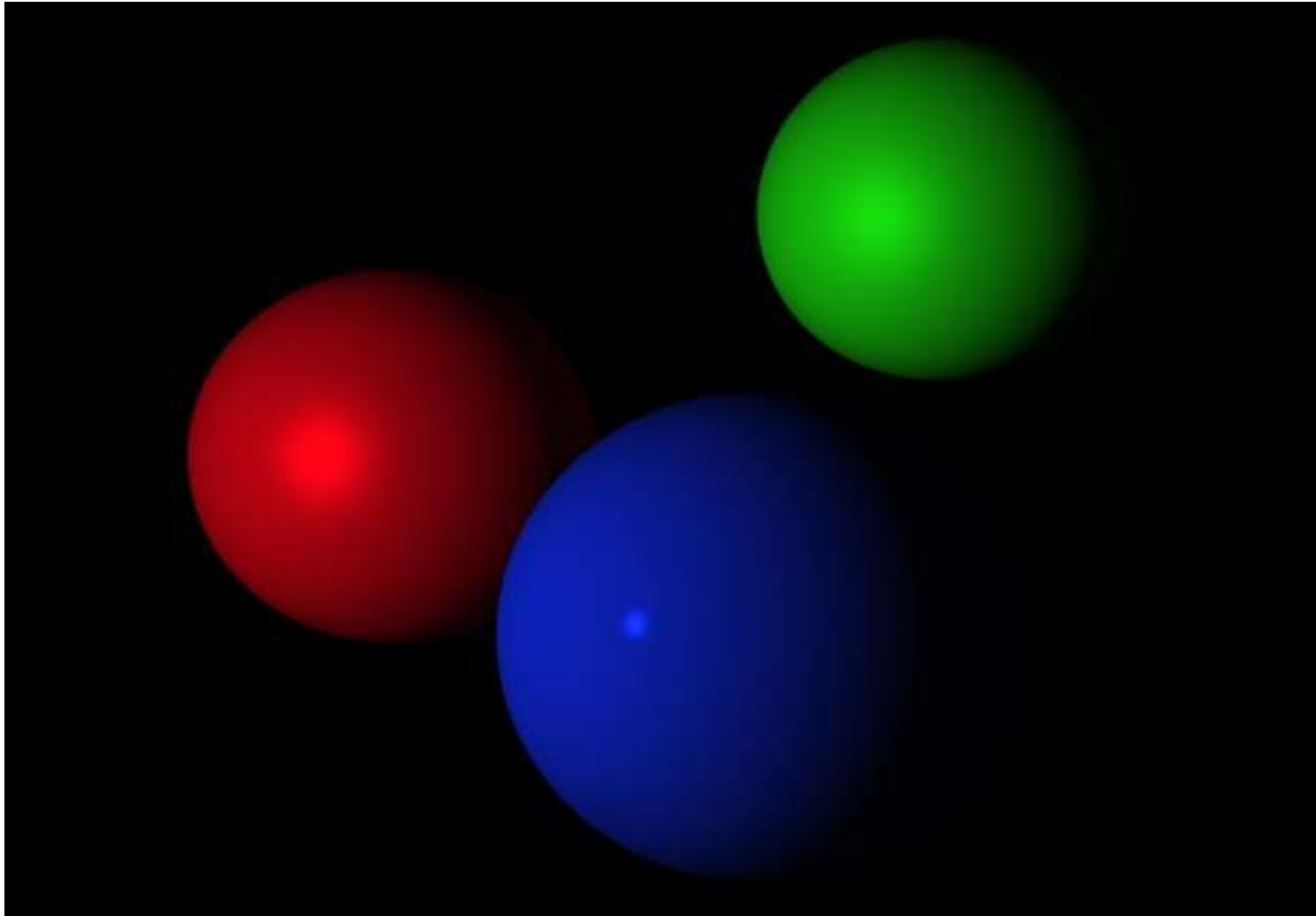
$$I_r = k_a I_a + I_i (k_d (\mathbf{n} \cdot \mathbf{l}) + k_s (\mathbf{h} \cdot \mathbf{n})^m)$$

- Pour plusieurs sources de lumière, réaliser la somme des contributions des sources lumineuses

$$I_r = k_a I_a + \sum k_d I_{i,j} (\mathbf{n} \cdot \mathbf{l}_j) + \sum k_s I_{i,j} (\mathbf{h}_j \cdot \mathbf{n})^m$$

- Attention !
 - Affichage des valeurs entre 0 et 1: il faut couper les valeurs débordant de l'intervalle [0,1]

Résultat de la prise en compte de l'ensemble des effets (diffus, spéculaire, ambient)



Conclusions

- Nous savons attribuer une couleur aux pixels en fonction des propriétés des matériaux
- Nous pouvons tenir compte des propriétés
 - Lumière ambiante
 - Réflexion diffuse
 - Réflexion spéculaire
- Il est possible d'avoir plus de sources de lumières dans la scène

Ce qu'il manque

- Les ombres
- Des modèles plus complexes des comportements des matériaux
 - Modélisés par exemple par la BRDF (Bidirectional Reflectance Distribution Function)
- Simuler l'éclairage global
- Définir des comportements locaux
 - Par exemple, par l'utilisation de textures