

Synthèse d'image

1

CHAPITRE 06: LE RENDU

Cours 02:

ILLUMINATION ET OMBRAGE

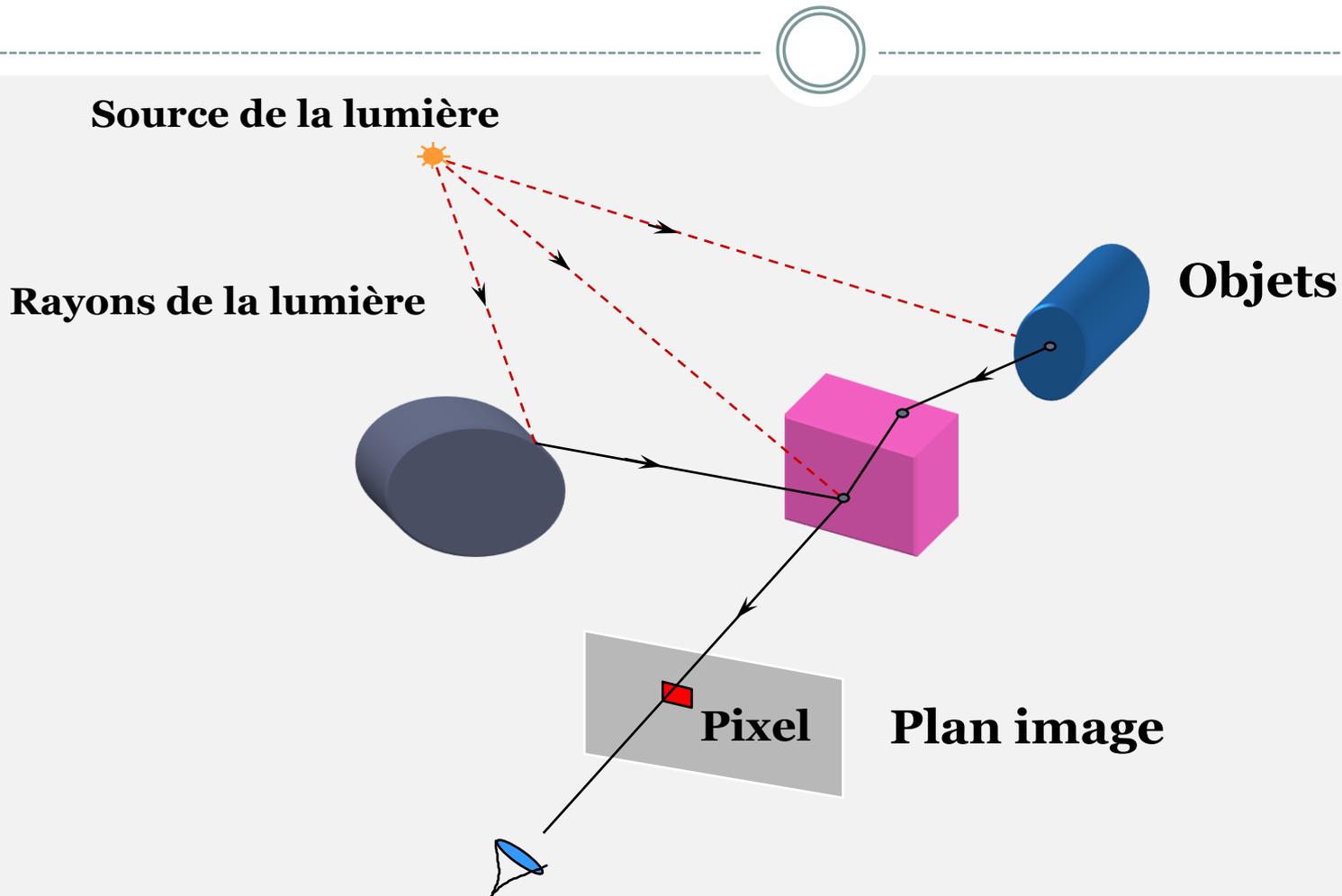
1-Illumination

Model d'illumination

3

- On appelle modèle d'illumination (éclairage ou éclairage) toute méthode permettant de simuler les effets de la lumière sur les objets de la scène.
- Ce modèle s'exprime à l'aide d'équations dont les variables sont associées au point de l'objet.
- Un modèle d'illumination prend en considération les attributs suivants :
 - Attributs de la lumière (intensité, couleur, position, direction, forme)
 - Attributs de la surface des objets (couleur, réflexion, transparence, etc) .
 - Interaction entre la lumière et les objets (orientation de l'objet)
 - Interaction entre objets et l'observateur (direction de la vue)

Principe géométrique de l'illumination



Les sources de lumière

5

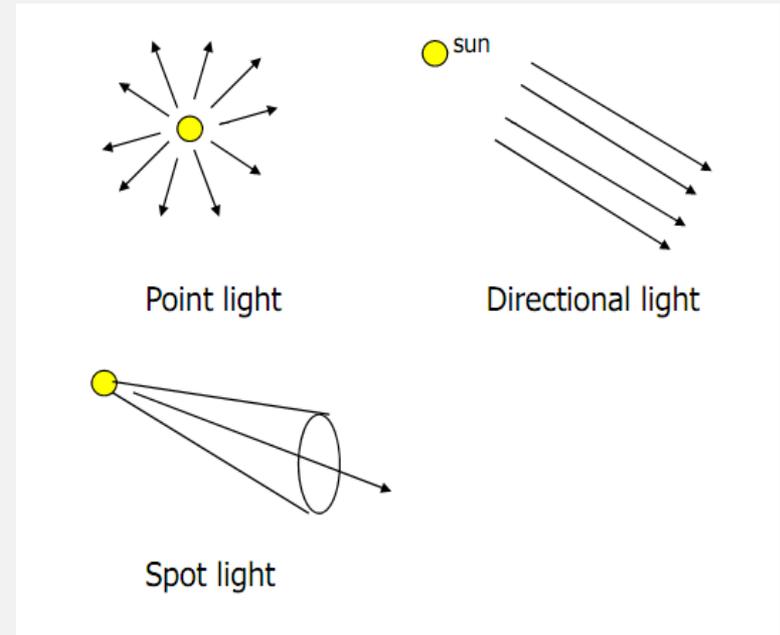
• Les différents types de sources de lumière sont:

○ Lumière directionnelle

- ✦ éclairage uniforme
- ✦ source supposée à l'infini
- ✦ intensité indépendante de la distance
- ✦ Exemple : lumière du jour

○ Lumière ponctuelle

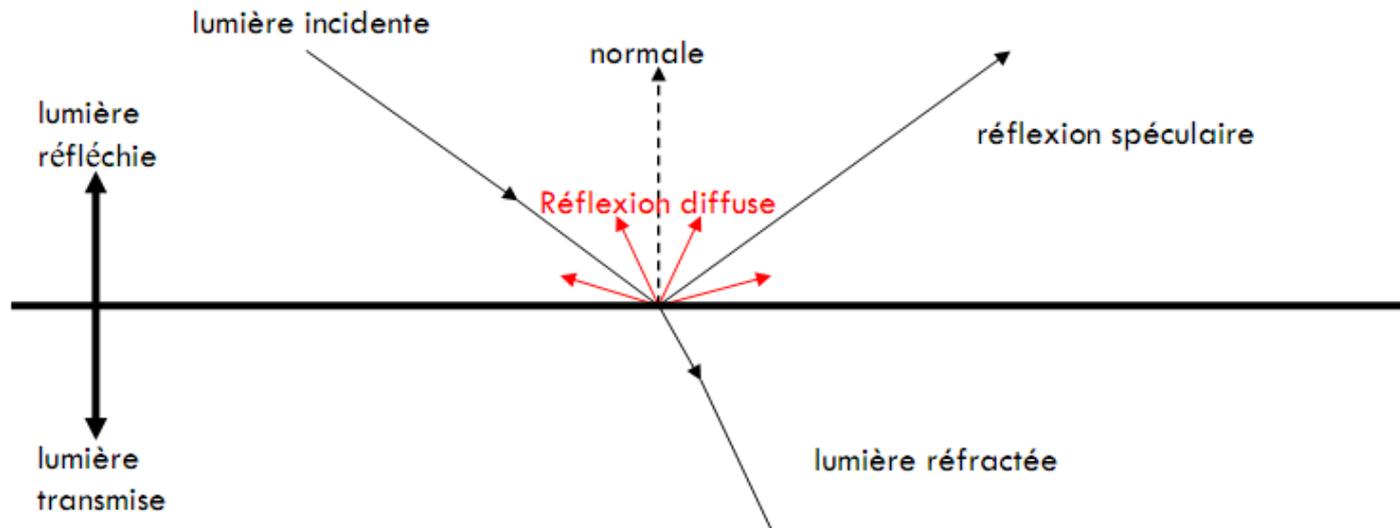
- ✦ placée en un point précis
- ✦ intensité dépendante de la distance
- ✦ direction dépend du point considéré
- ✦ Exemple : spot, point lumineuse



Modèle de réflexion

6

- **Modèle de réflexion** : Un modèle de réflexion décrit l'interaction entre la lumière et une surface en fonction des propriétés du matériau constitutif de la surface ainsi que de la nature de la lumière et de son incidence.



Une partie du flux lumineux est absorbée par le matériau.

Paramètres Lumière & Matière

7

- **Paramètres d'une source lumineuse**
 - Couleur de la lumière ;
 - Ambiante, ponctuelle, directionnelle, spot ;
 - Intensité, facteur d'atténuation.
- **Paramètres des matériaux des objets**
 - Couleur propre (diffuse et spéculaire), couleur émissive.
 - Surface lambertienne (diffuse), spéculaire, mixte...
 - transparence
 - textures

Types de de réflexion de la lumières

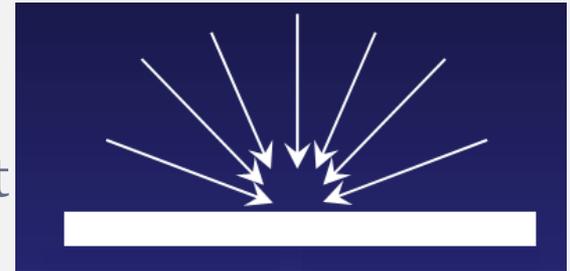
8

- **Le matériau d'un objet** est défini par son réaction envers la lumière incidente (réflexion, réfraction, diffusion...)
- **Types des surfaces (matériaux):**
 - **Ambiante** : colore les pixels d'un objet par la même couleur quelque soit l'environnement lumineux.
 - **Diffuse** (différente pour chaque sommet) : donne effet 3D et lissé aux objets
 - **Spéculaire** : correspond au reflet de la lumière sur les bords des objets .

Réflexion ambiante

9

- **Réflexion ambiante est définie pour toute la scène**
 - Intensité de la lumière ambiante : $I_a = (R_a, G_a, B_a)$
 - ✦ Par exemple la couleur du ciel.
 - Constant sur tout l'objet
 - La forme des objets est invisible : On ne voit que la silhouette des objets.
 - Indépendante de la position de la lumière, de l'orientation des objets et de la position et l'orientation de l'observateur .
 - N'a pas de direction.



Réflexion ambiante

10

- **Matériau Ambient** : Chaque objet réfléchit seulement une portion de cette lumière .
 - K_a : proportion de la lumière ambiante réfléchie (valeur entre 0 et 1)
 - Intensité de la lumière ambiante renvoyée par l'objet :

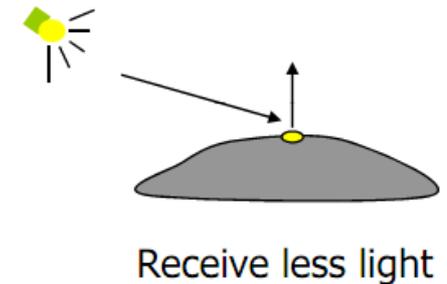
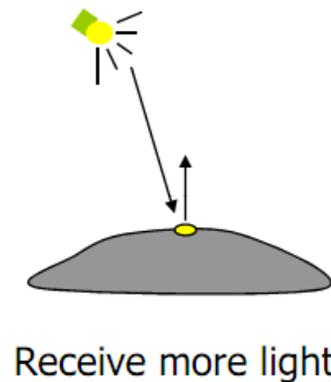
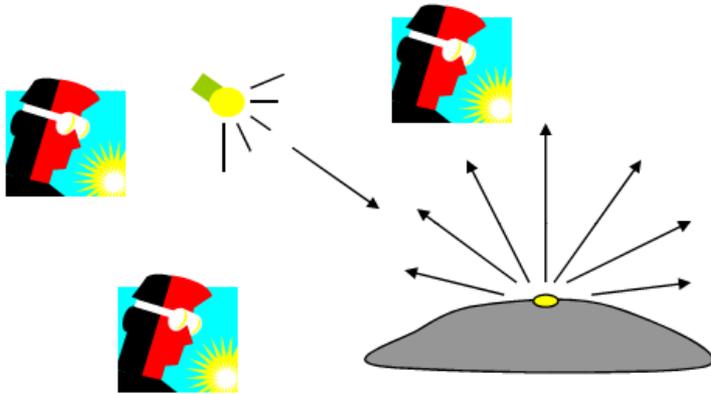
$$I = I_a K_a$$



Réflexion diffuse

11

- La lumière de la source est réfléchiée dans toutes les directions de manière uniforme.
- Diffusion dépend de l'angle d'arrivée de la lumière
- La couleur est indépendante du point de vue: La couleur / lumière est la même quel que soit le point de vue.
- La diffusion est une caractéristiques des matériaux mats .

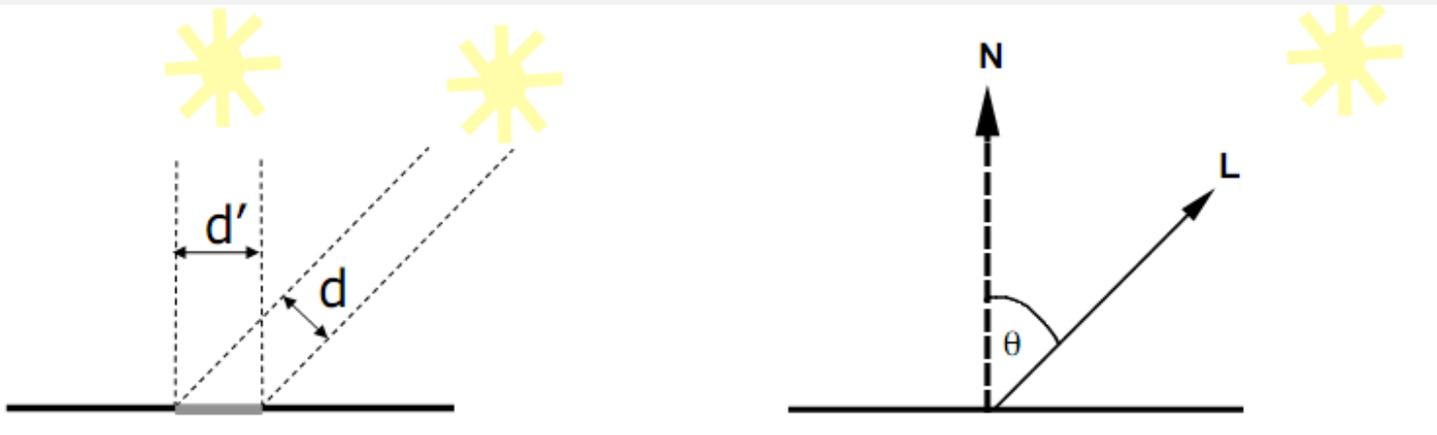


Réflexion diffuse

12

Loi de Lambert

- \mathbf{L} = vecteur de direction vers la lumière
- \mathbf{N} = vecteur normal à la surface
- Lumière incidente (arrivant sur la surface) est proportionnelle à \mathbf{d}
- \mathbf{d} dépend de l'angle d'arrivée de la lumière
 - \mathbf{d} est proportionnel à $\cos \theta = \mathbf{N} \cdot \mathbf{L}$



Réflexion diffuse

13

Matériau diffus : La lumière est réfléchié selon la loi de Lambert :

- Intensité de la lumière diffusée :

$$I_d = I_i K_d \mathbf{N} \cdot \mathbf{L} = I_i K_d \cos \theta$$

- ✦ I_i : intensité de la lumière (énergie lumineuse par unité de surface .
- ✦ K_d : coefficient de diffusion de la surface.



Réflexion diffuse

14

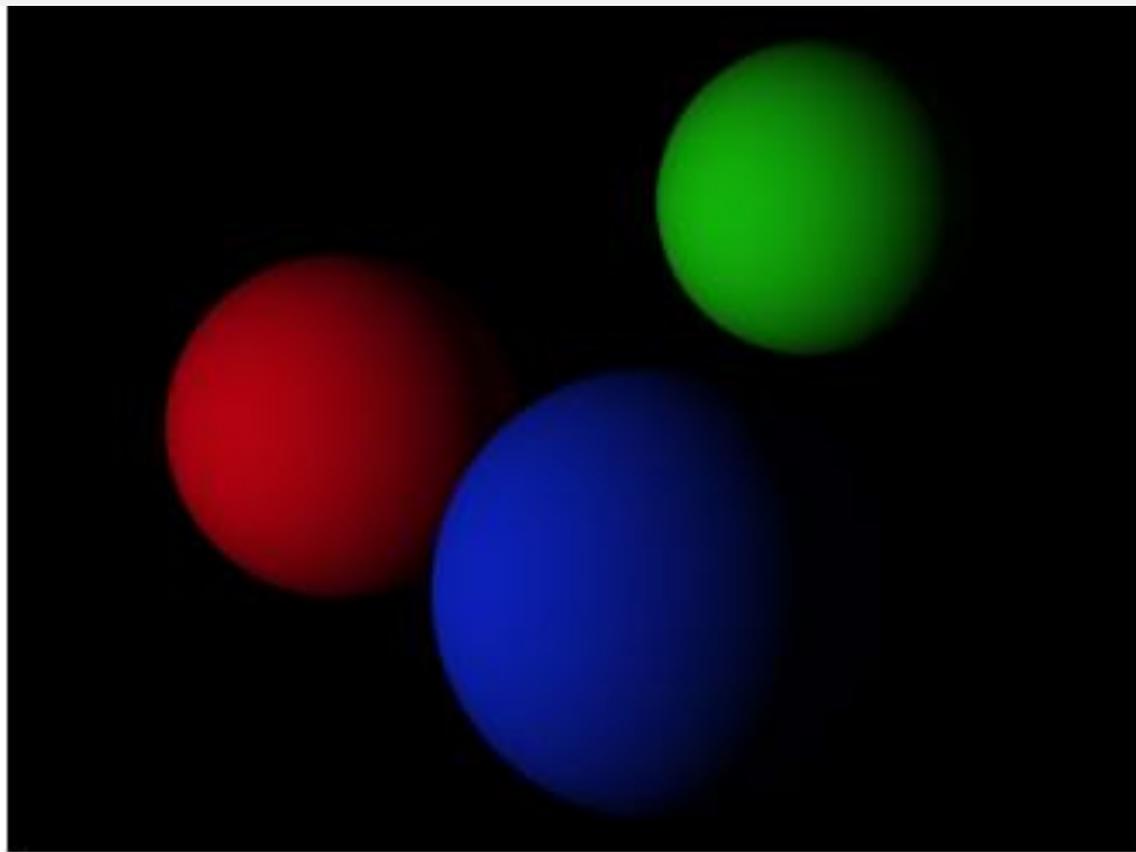
- Si on a plusieurs lumières diffuses ?

$$I_r = K_a I_a + \sum_{j=1}^m I_j K_d (\mathbf{N} \cdot \mathbf{L}_j)$$

- m : nombre de sources lumineuses
- I_j : intensité de la lumière incidente j
- L_j : vecteur indiquant la direction vers la lumière j

Réflexion diffuse: exemple

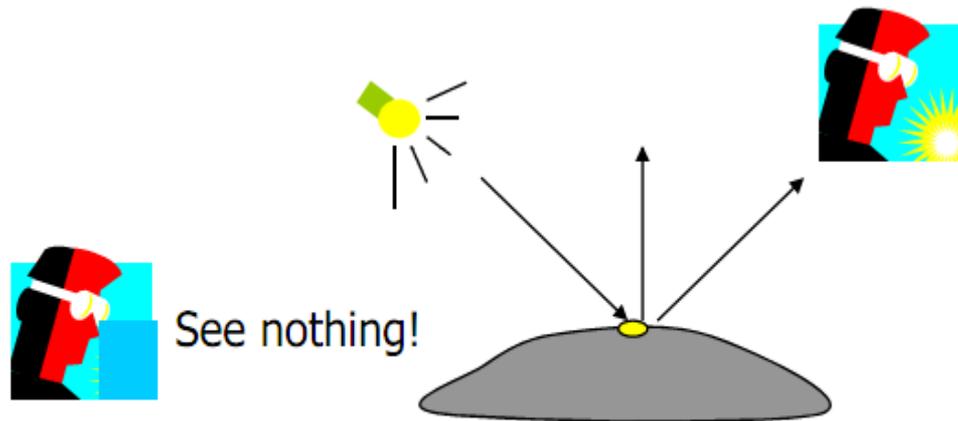
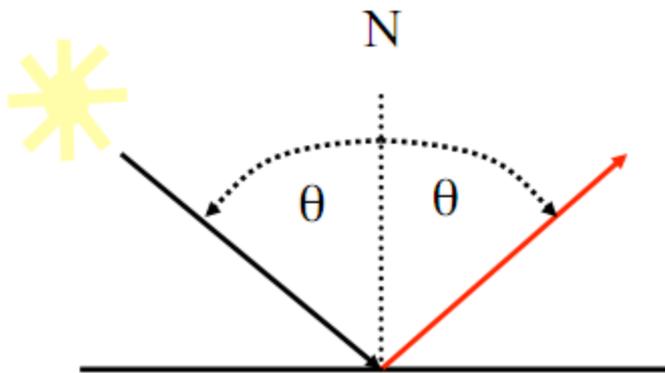
15



Réflexion spéculaire

16

- La lumière qui atteint un objet est réfléchié dans la direction faisant le même angle avec la normale.
- Apparaît sur les surfaces brillantes : Le point sur-illuminé qui apparaît sur les objet.
- La position de l'observateur affecte la visibilité de la lumière réfléchié.



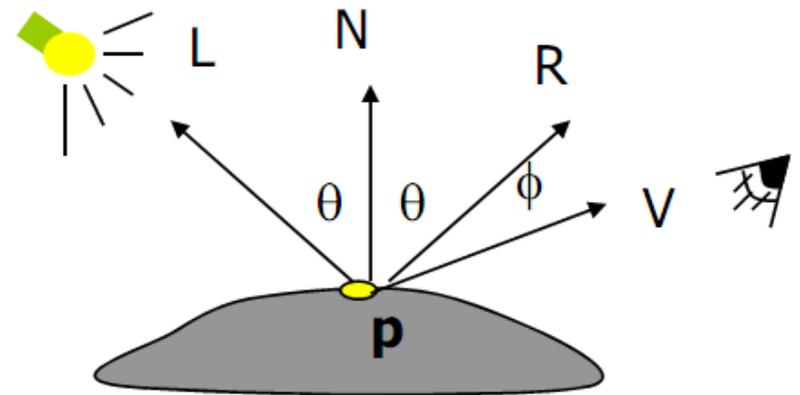
Réflexion spéculaire

17

Matériau spéculaire : Le modèle d'illumination de **Phong** permet de calculer la quantité de lumière réfléchi spéculaire allant vers l'observateur en fonction du matériau.

$$\text{specular} = K_s * I * \cos^n(\phi)$$

- **K_s** : coefficient de réflexion spéculaire.
- **N** : Normal à p
- **I** : intensité de la lumière.
- **$\cos \Phi = R.V$**



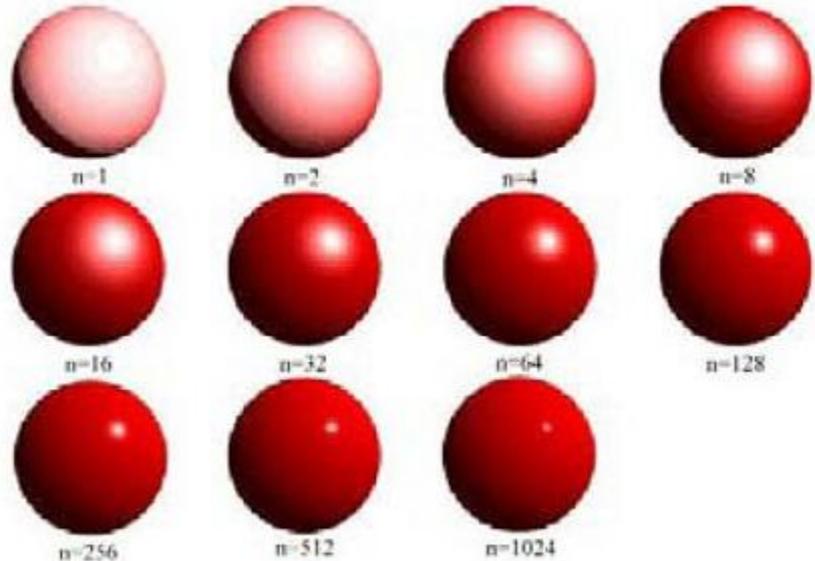
Réflexion spéculaire

18

Choix de n :

n est grand pour des surfaces
métalliques et brillantes

n est petit dans les cas de surfaces non
métalliques (papier, plastique...)



Réflexion spéculaire

19



Mettant les trois ensemble

20

- Illumination d'une lumière :

$$\begin{aligned} \text{Illum} &= \text{ambient} + \text{diffuse} + \text{specular} \\ &= K_a * I + K_d * I * (N.L) + K_s * I * \underline{(R.V)^n} \end{aligned}$$

- Illumination finale d'un point 3D est la somme :
ambient + diffuse + spéculaire

Exemple

21

- Lumière ambiante (k_a) et diffuse (k_d)

(k_a)

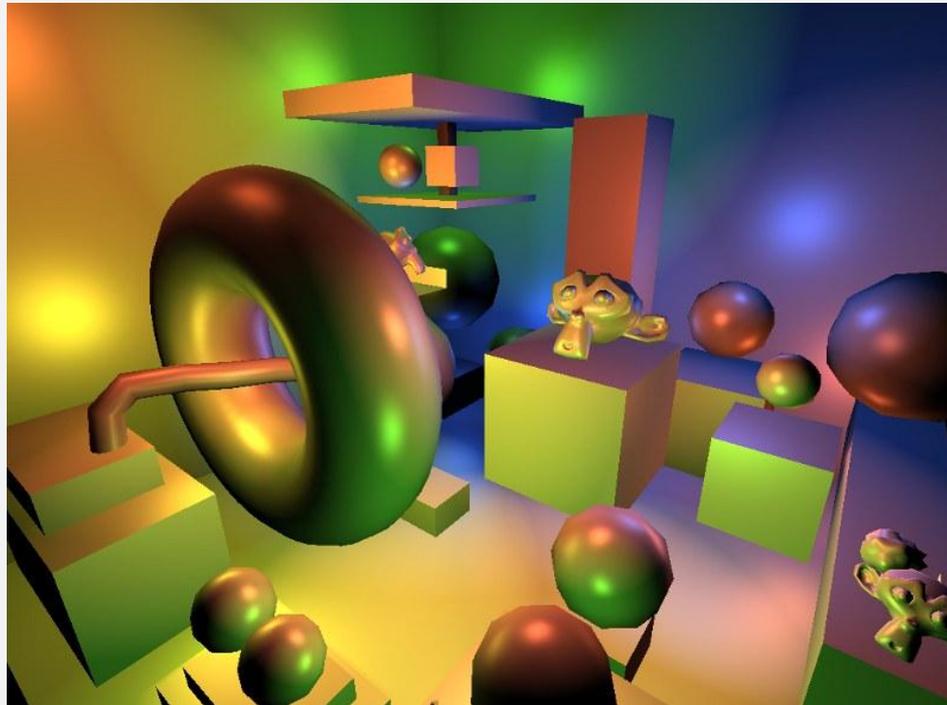


2-Illumination Local : shading

Illumination local

23

- L'illumination locale prend en considération uniquement la source de la lumière, la position de l'observateur et les propriétés des matériaux.
- Aucune interaction lumineuse entre les objets de la scène : Pas d'ombre portée....



Illumination local

24

- Les surfaces curvilignes sont approximés par des polygones;
- Alors, comment faire l'ombrage de ces polygones?
- Deux familles d'ombrage existent :
 - Ombrage plat (flat shading)
 - Ombrage par interpolation (smooth shading)
 - ✦ Ombrage de Gouraud
 - ✦ Ombrage de Phong

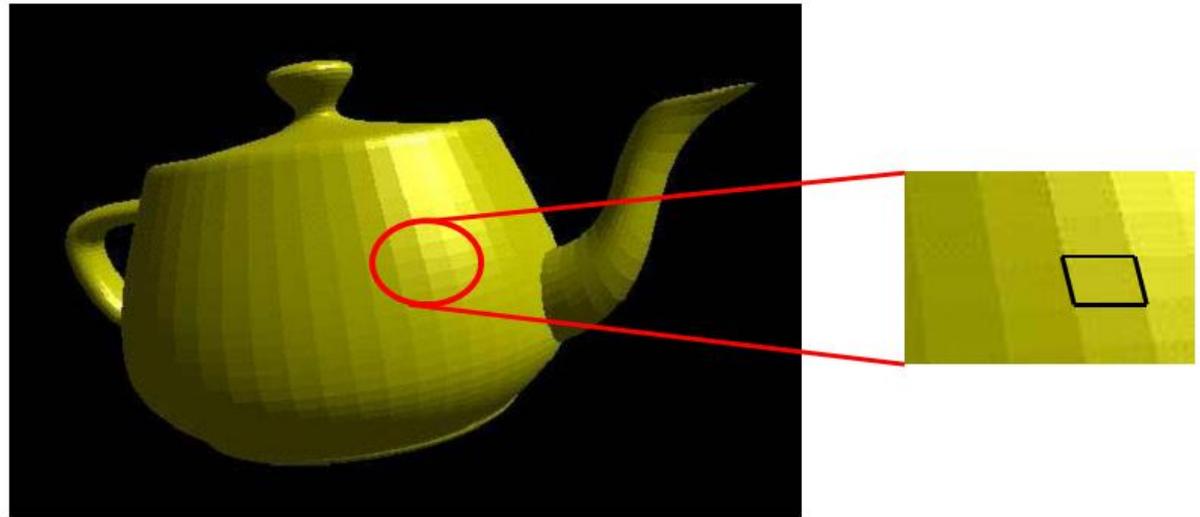
Illumination local: Ombrage plat

25

- Chaque polygone de l'objet a une intensité lumineuse uniforme.
- Il est utilisé quand :
 - Les polygones sont fins.
 - Les surfaces sont planes.
- Avantage : calcul simple
- Problème : on voit les facettes !!



Flat



Illumination local

26

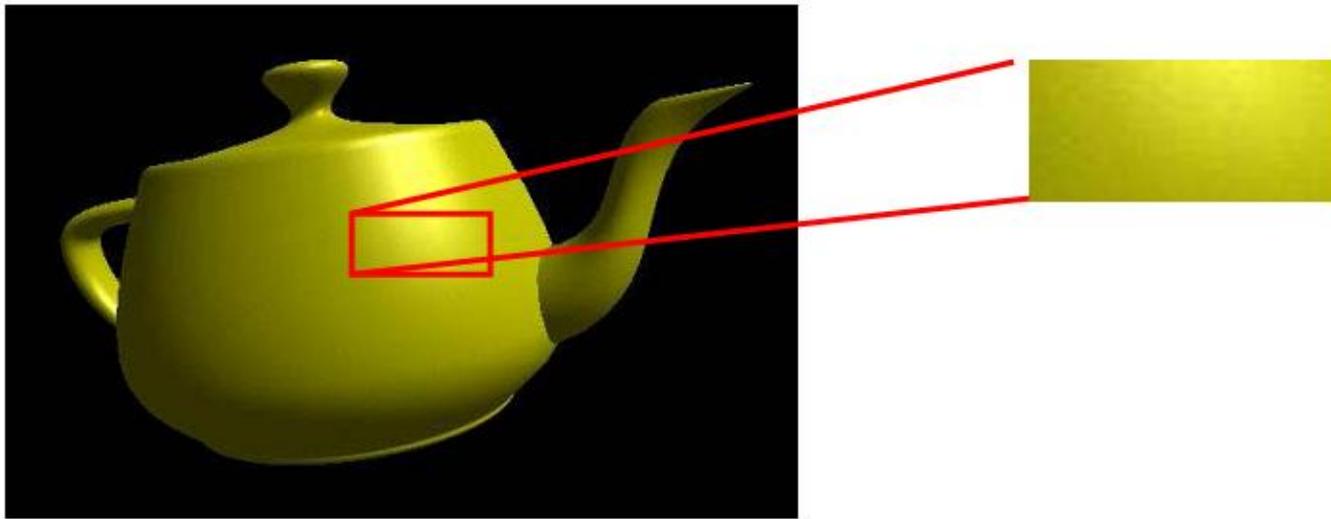
- **Ombfrage par interpolation** : Au moment du remplissage des polygones, interpolation linéaire des couleurs.
- Deux méthodes
 - ✦ Ombfrage de Gouraut
 - ✦ Ombfrage de Phong



Illumination local : Gouraud

27

- Gouraud calcule la couleur
 - $I = \text{ambient} + \text{diffus}$ (sans terme spéculaire).
 - Pour chaque sommet du polygone .
 - Au moment du remplissage, interpolation bilinéaire des couleurs.

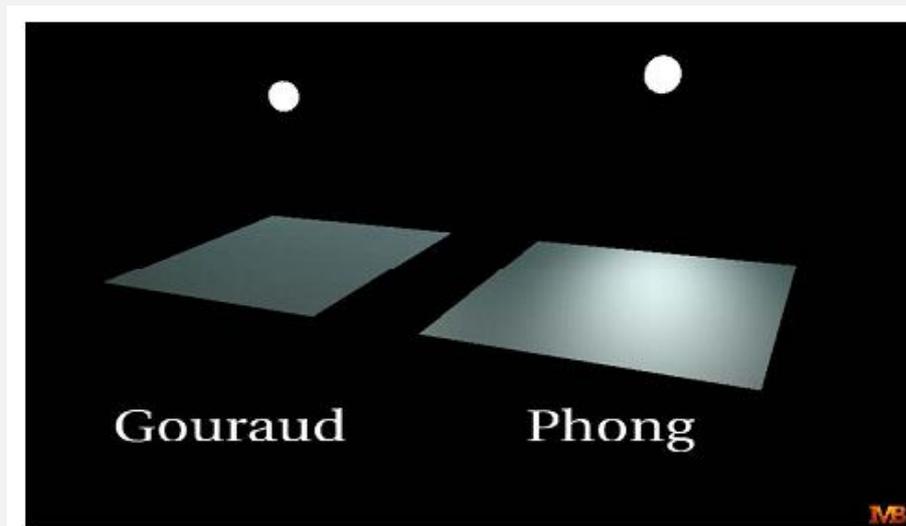


Illumination local : Phong

28

Ombre de Phong

- Au lieu d'interpoler les couleurs, on calcule l'illumination pour chaque pixel à l'intérieur des polygones.
- Phong interpole les normales en chaque point.
- Phong tient compte de la composante spéculaire



Comparaison des techniques de shading

29



Gauche : pas d'interpolation (1 normale par surface)

Droite : Phong (interpolation des normales)

Milieu : Gouraud (Interpolation des couleurs)

Fin cours

Prochain cours:

Illumination globale : Calcul du rendu