

# Insertion d'objets virtuels



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique, Hiver 2016  
Jean-François Lalonde

Merci à A. Efros et P. Debevec!

# Insérons un objet virtuel



- Pourquoi le résultat est si mauvais?
  - Mauvaise orientation
  - Mauvais éclairage
  - Pas d'ombre

# Solutions

- Mauvaise orientation
  - Estimer les paramètres de la caméra en fonction de la table.  
Comment?
    - Calibrage géométrique
- Illumination
  - Estimer la position et l'intensité des sources lumineuses à placer dans l'environnement virtuel
- Que faire si l'illumination est complexe?
  - Sources étendues, inter-réflexions, etc...

# Carte d'environnement (environment map)

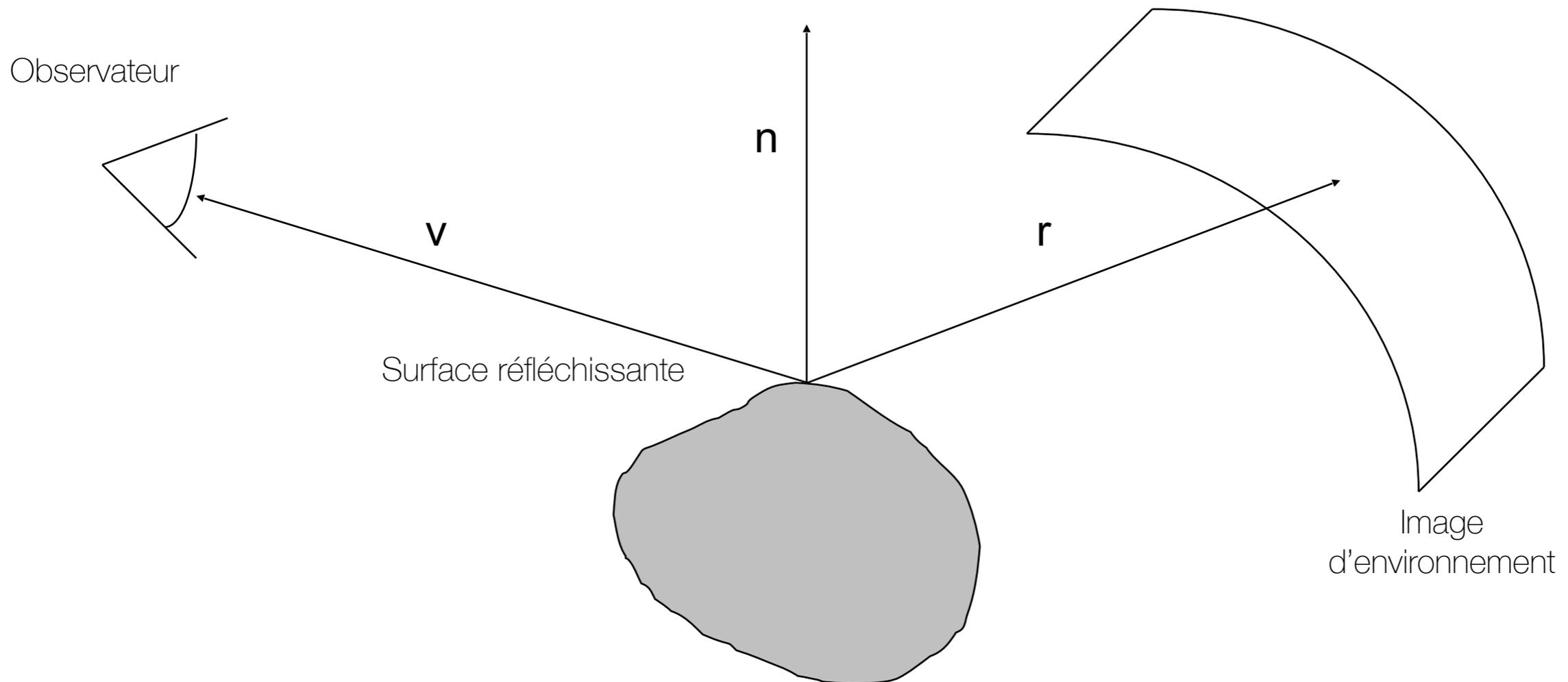
- Solution simple pour objets réfléchissants
  - Modélise l'illumination avec une image panoramique
  - i.e. quantité de radiance qui provient de chaque direction



# Carte d'environnement

Rayon réfléchi:  $r=2(n \cdot v)n-v$

fonction qui convertit le vecteur de réflexion  $(x, y, z)$  en coordonnées image  $(u, v)$



La texture est transférée directement sur l'objet en fonction du vecteur de réflexion et du contenu de l'image d'environnement

# Carte sphérique

- Enregistre la carte en format sphérique ( $\theta$ ,  $\phi$ )
- Pour générer la carte:
  - Effectuer un rendu sphérique à partir de la position de l'objet
- Pour utiliser la carte:
  - Utiliser l'orientation du rayon réfléchi (en coordonnées angulaires), et lire la valeur de couleur correspondantes dans la carte sphérique

# Exemple: carte sphérique



# Exemple

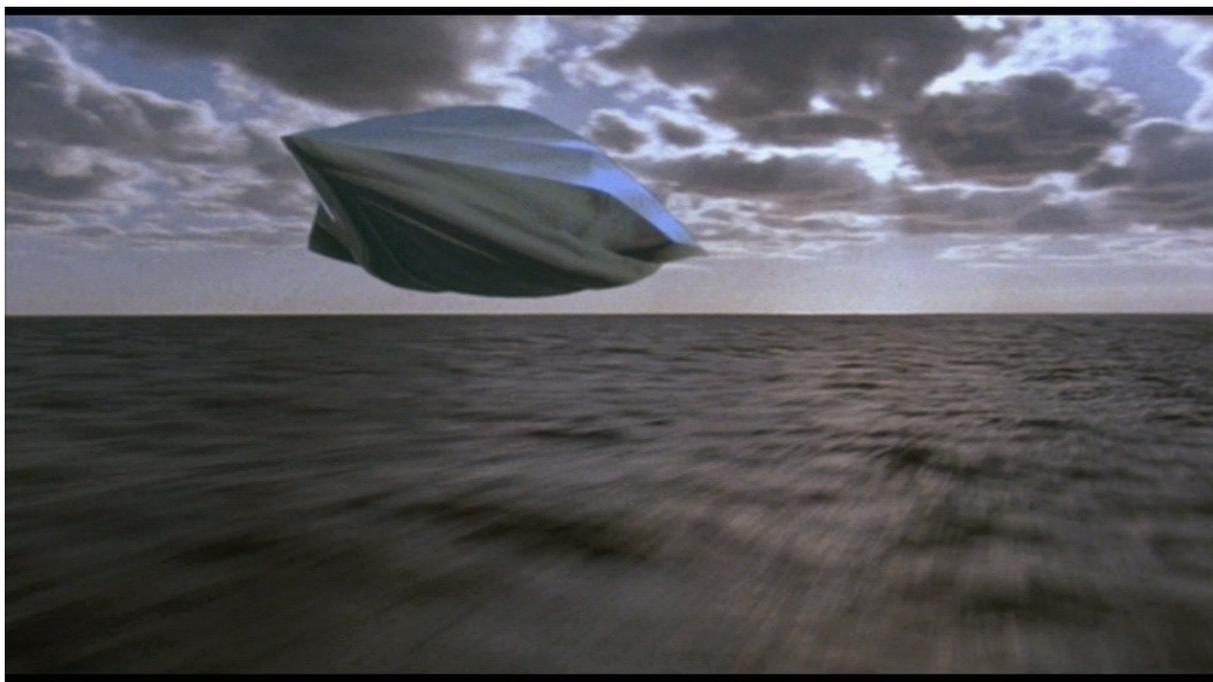
<http://youtu.be/ici8l2foBeQ?t=1m45s>

(source: tchyup sur youtube)

# Approximations

- La carte continent une vue du monde à partir d'un seul point
  - Cette vue change en fonction de la position sur l'objet!
    - Introduit distorsions, mais difficile à remarquer
    - Minimales pour un petit objet dans un grand environnement
- L'objet ne se réfléchit pas lui-même

# Scènes réelles?



Flight of the Navigator (1986), premier film à utiliser cette technologie

# Scènes réelles?



Terminator 2 (1991)

# Carte d'environnement réelles

- Photographier le monde!
- Comment photographier toutes les directions?
  - Panoramas!
  - Existe aussi d'autres solutions...
- Comment photographier les sources lumineuses? Elles sont beaucoup plus lumineuses que le reste de l'environnement...
  - Haute plage dynamique, bien entendu!

# Mosaïques HDR

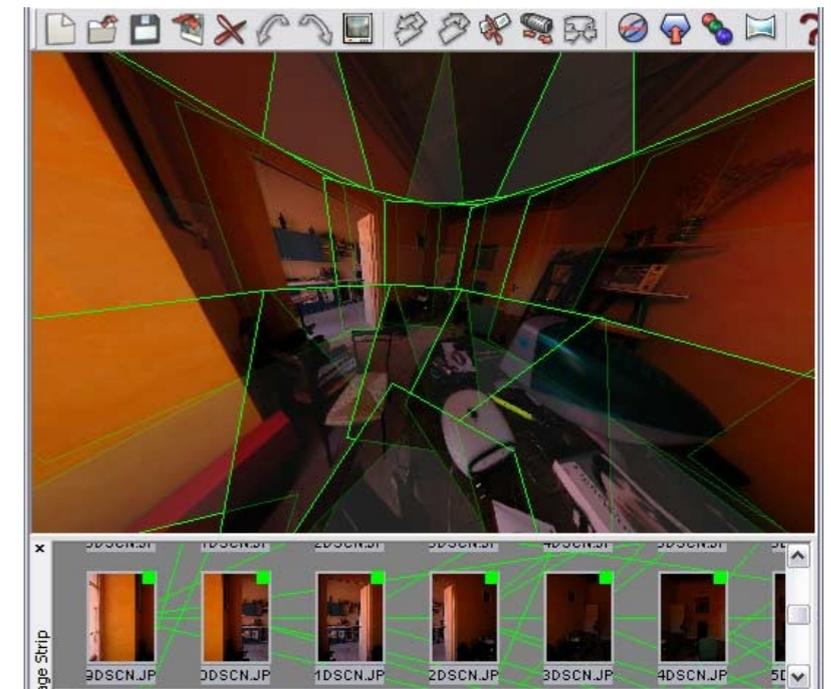
<http://www.gregdowning.com/HDR/stitched/>



**Shadow Detail**



**Highlight Detail**



# Caméras panoramiques

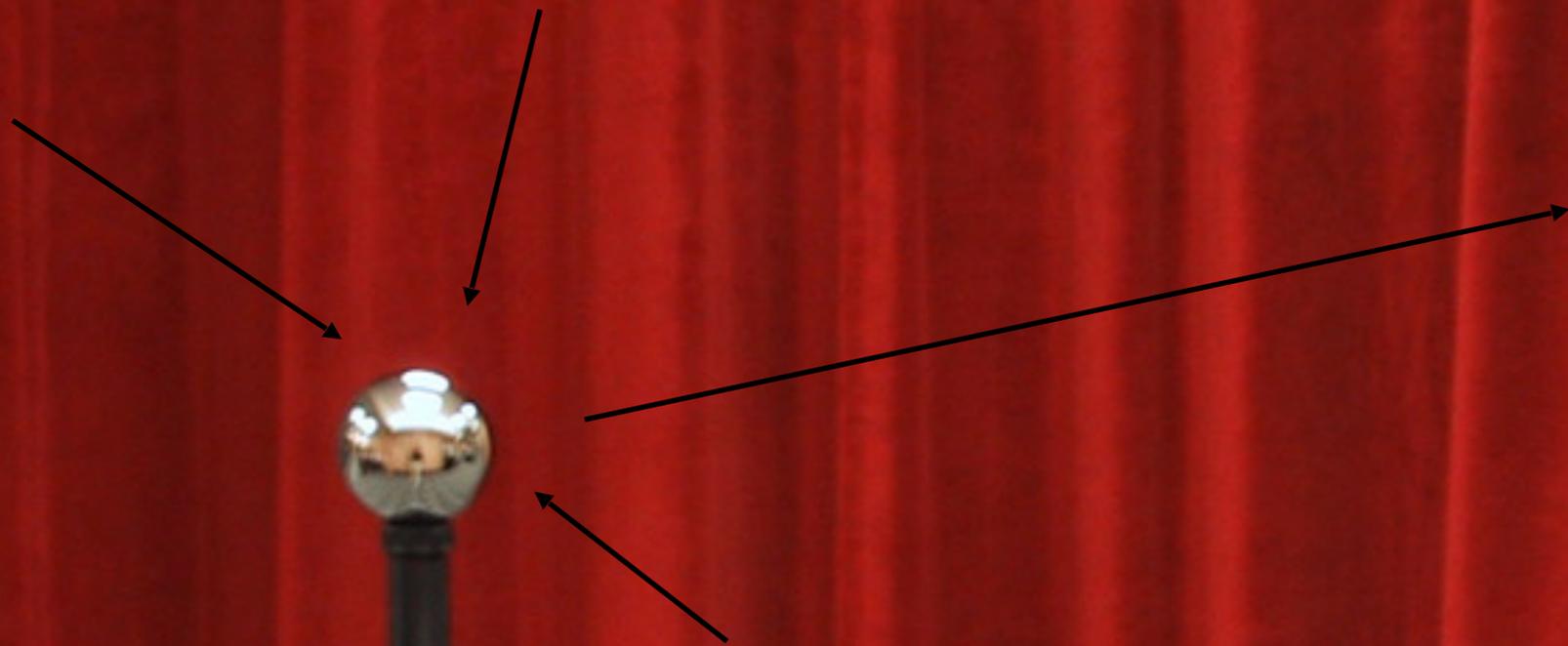
- Avantages:
  - très haute résolution (10K x 7K+)
  - Pas de mosaïques: sphère automatique
  - Bonne plage dynamique (même HDR)
- Problèmes
  - \$\$\$
  - Long à capturer

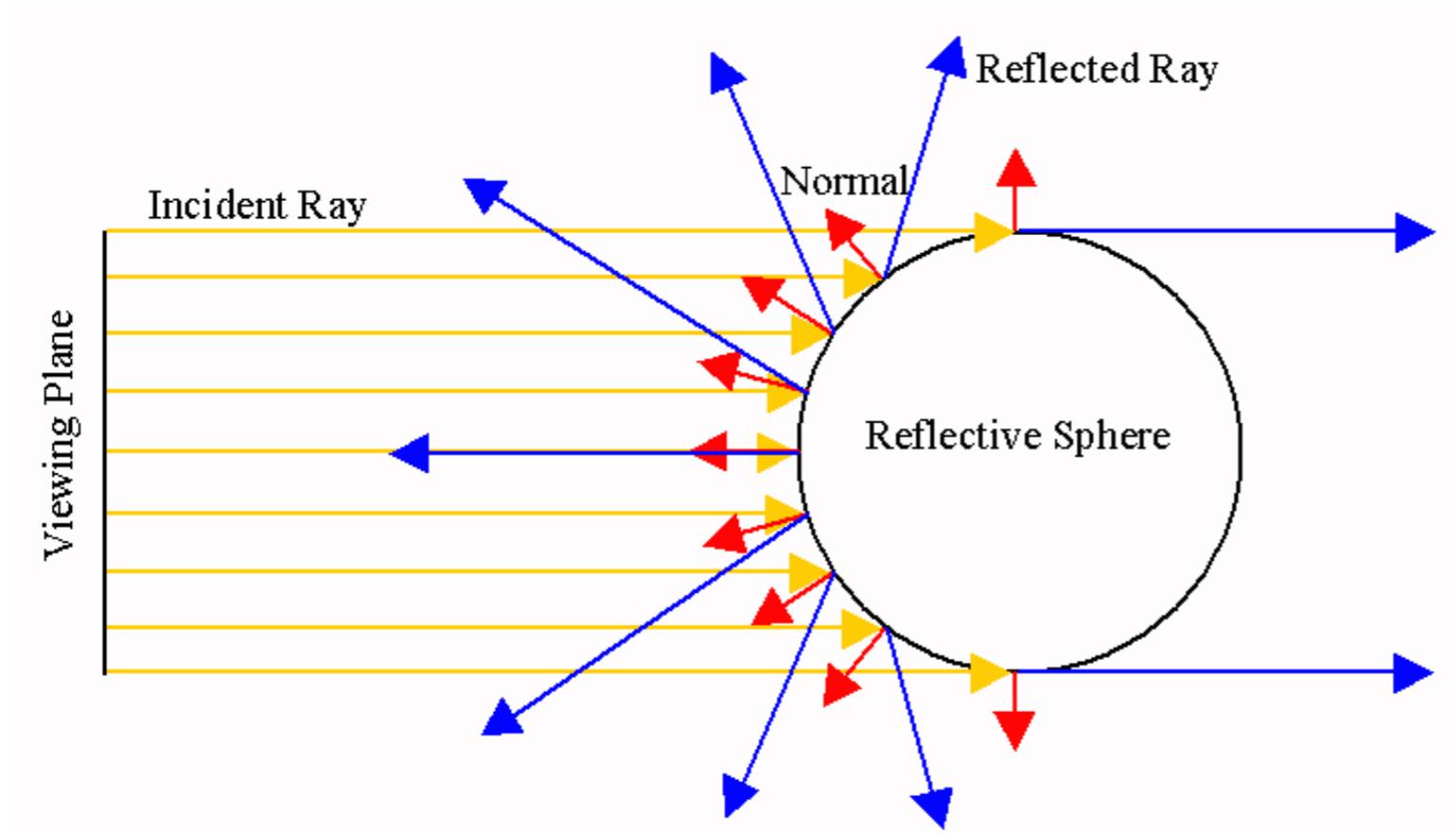


# Lentilles



# Sphère métallique





# Détour: où trouver une sphère métallique?

- 2 pouces de diamètre ~ \$20 ea.
  - McMaster-Carr  
[www.mcmaster.com](http://www.mcmaster.com)
- 6-12 pouces, moins bonne qualité
  - Baker's Lawn Ornaments  
[www.bakerslawnorn.com](http://www.bakerslawnorn.com)
- Hollow Spheres, 2in – 4in
  - Dube Juggling Equipment  
[www.dube.com](http://www.dube.com)

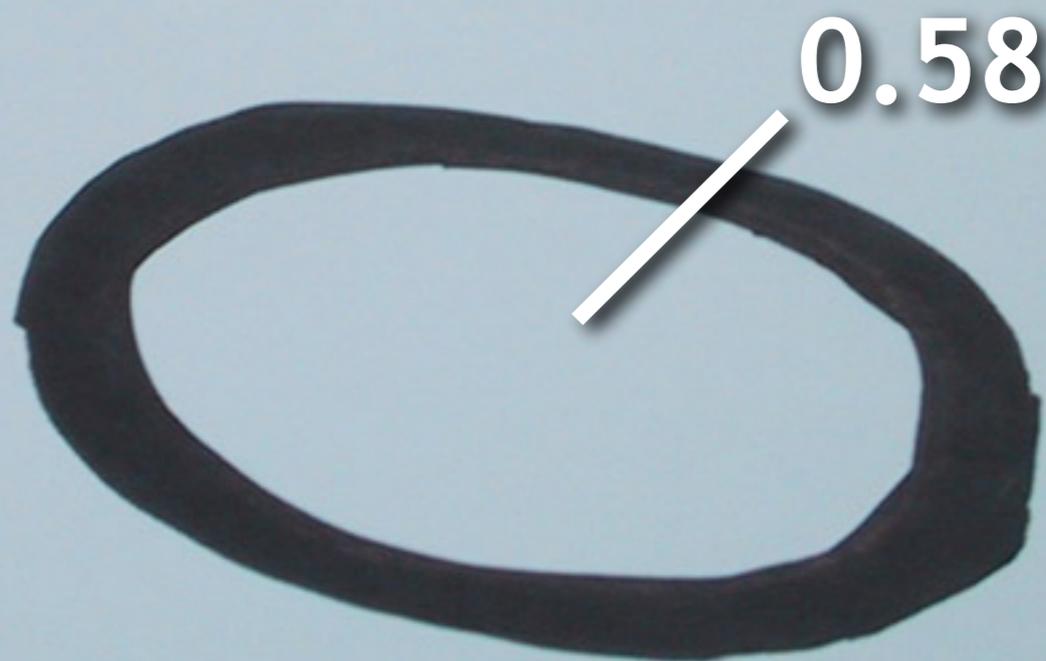




0.34

=> 59%  
réflective

Calibrage de la  
réflexivité de la  
sphère



0.58

Funston  
Beach



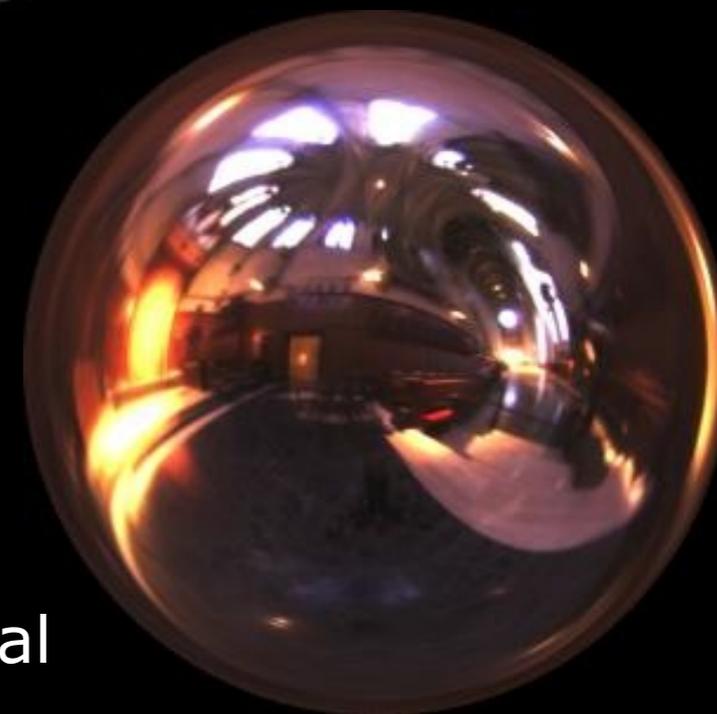
Eucalyptus  
Grove



Uffizi  
Gallery



Grace  
Cathedral

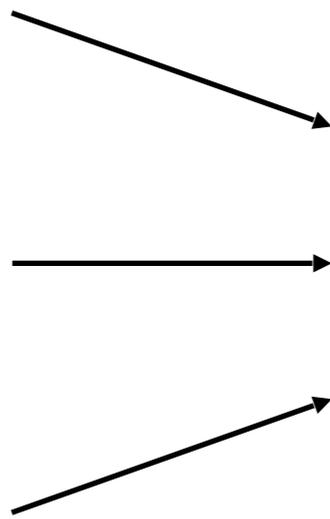
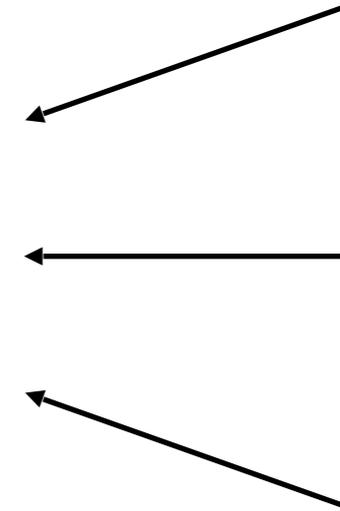
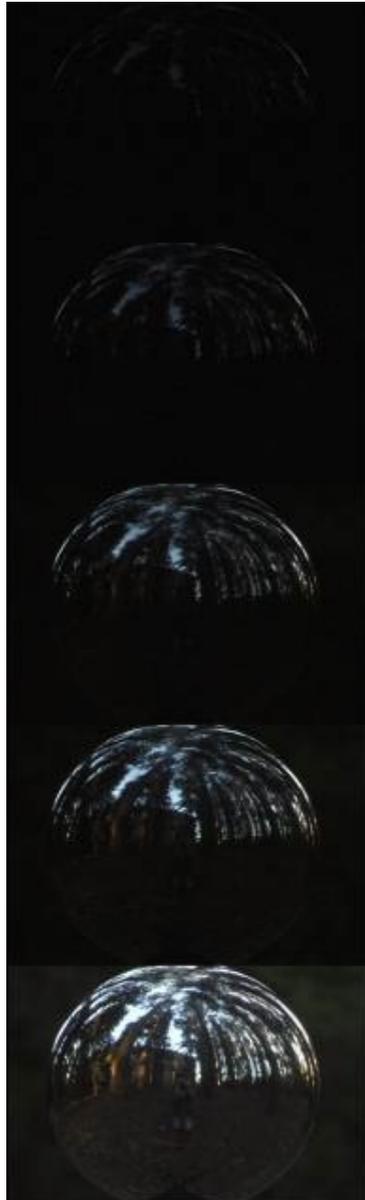


Examples:  
<http://www.debevec.org/Probes/>

Avant

Arrière

# Capter l'environnement

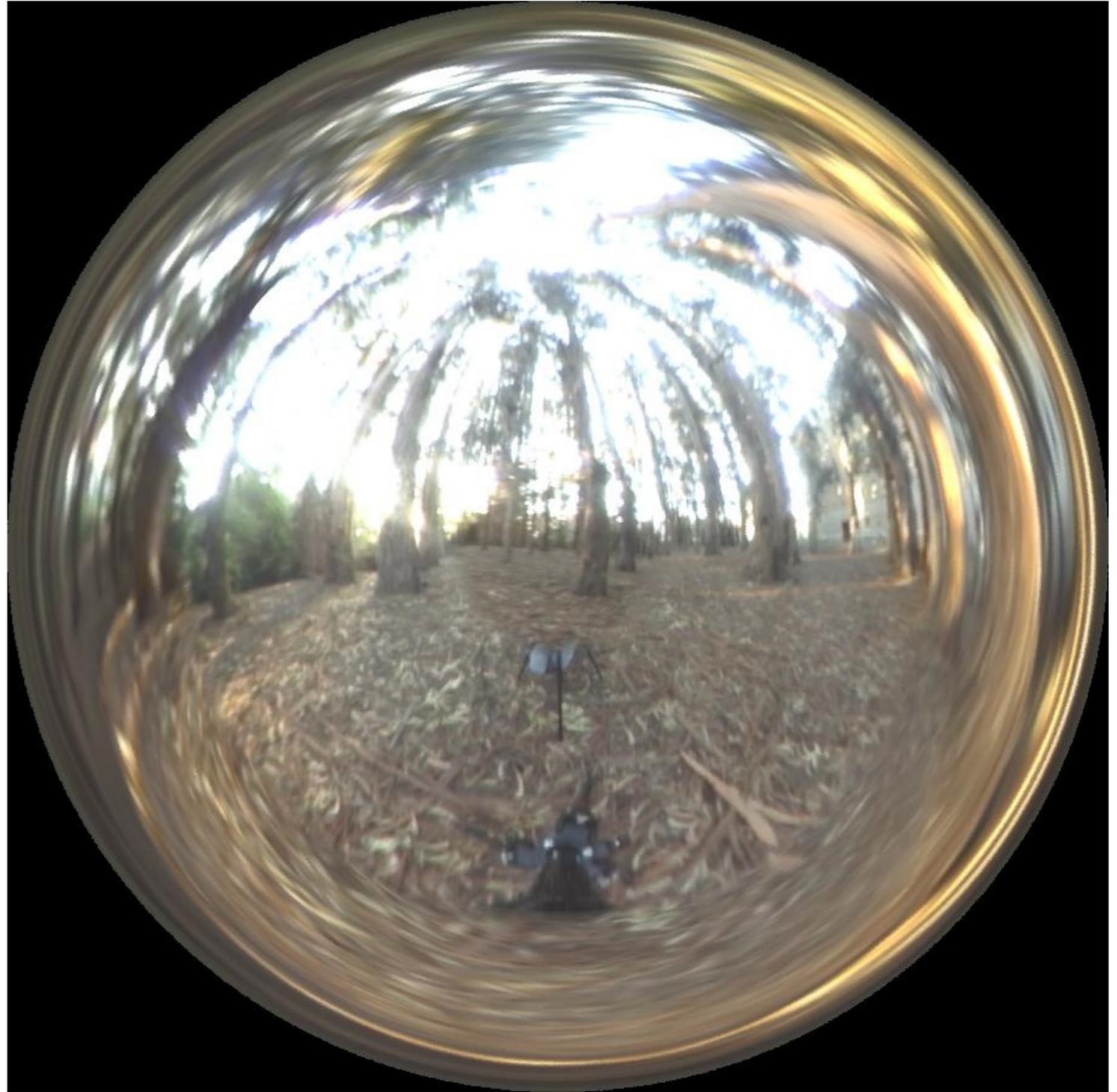


# Composer l'environnement

Avant



Arrière



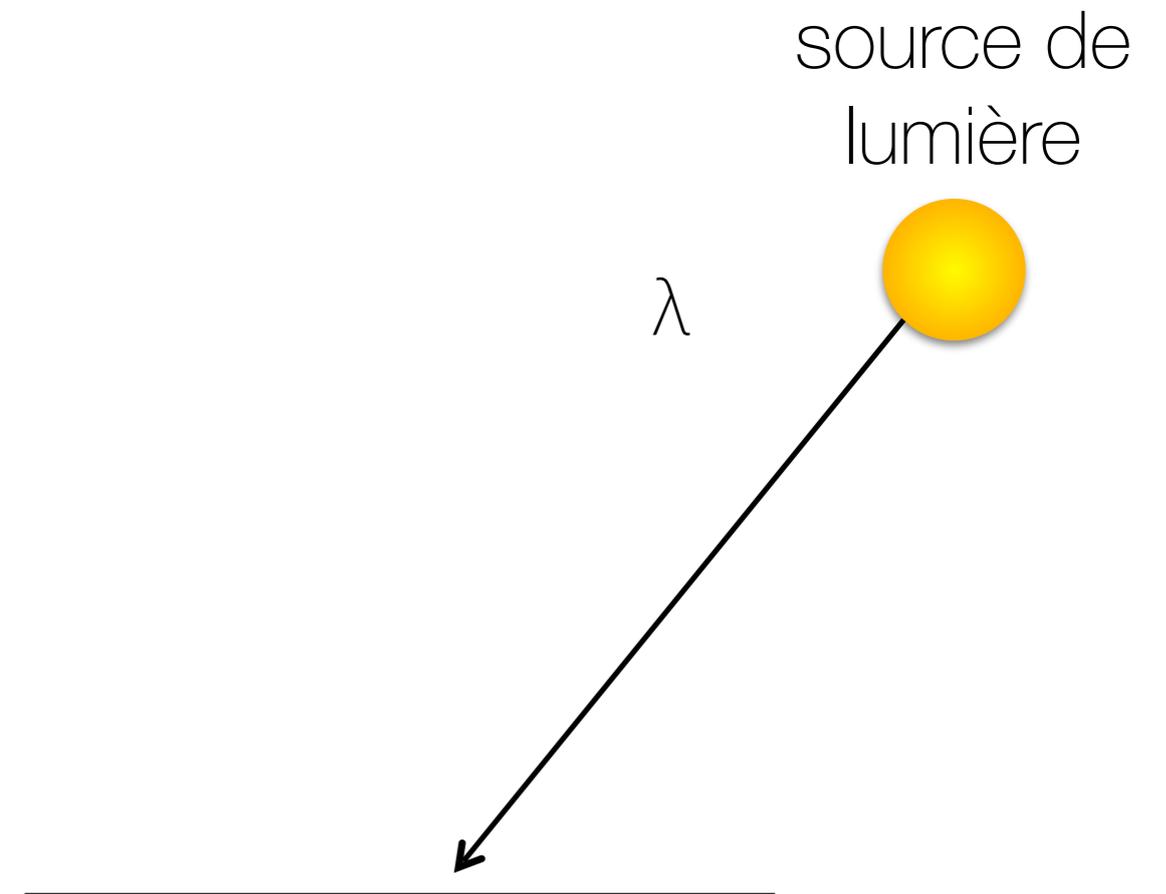
# Pas seulement pour les objets réfléchissants

- Nous avons capté une vraie image de radiance
- Nous pouvons
  - la traiter comme une source lumineuse!
  - l'utiliser pour éclairer la scène, en simulant la propagation de la lumière dans l'environnement virtuel
  - Tous les objets peuvent être affichés (pas seulement les objets réfléchissants)!
- Quelle est le problème?

# Une journée dans la vie d'un photon

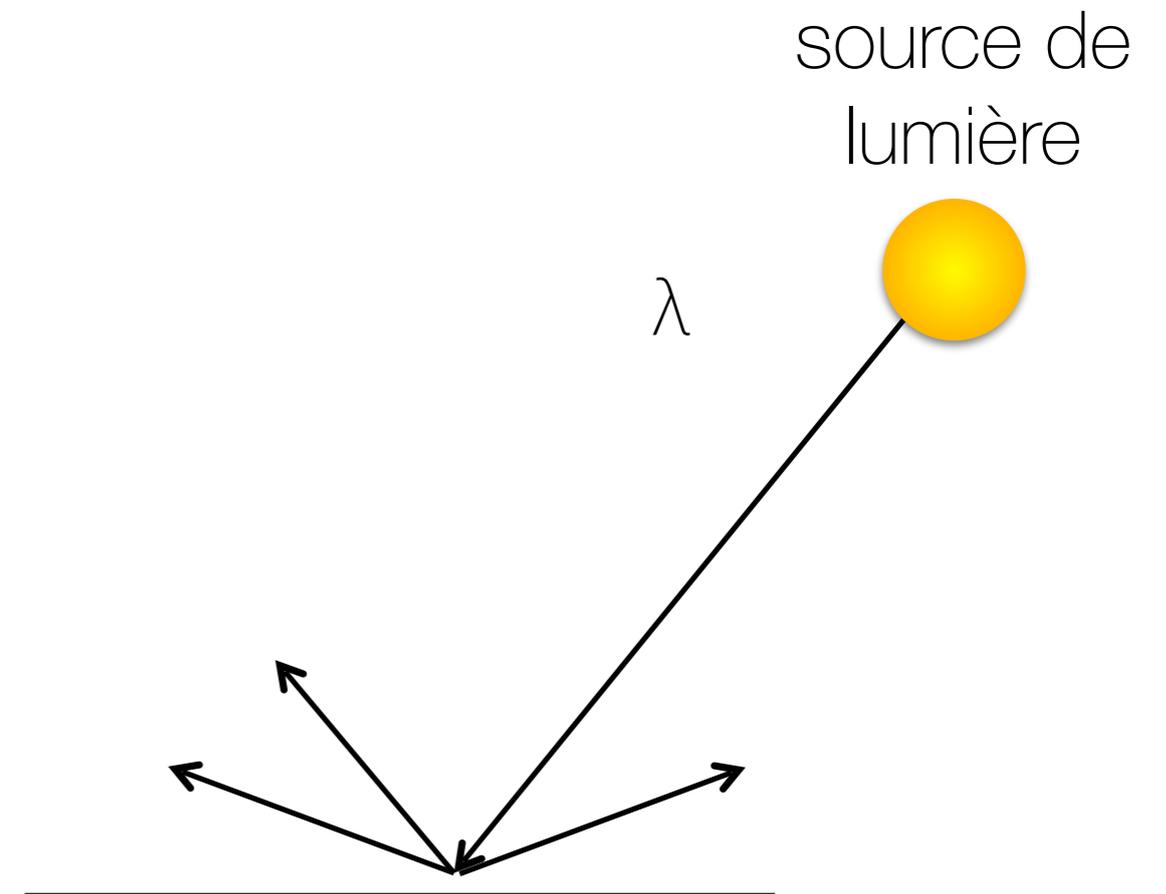
- **Absorption**

- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- Transparence
- Réfraction
- Fluorescence
- Diffusion sous la surface
- Phosphorescence
- Inter-réflexion



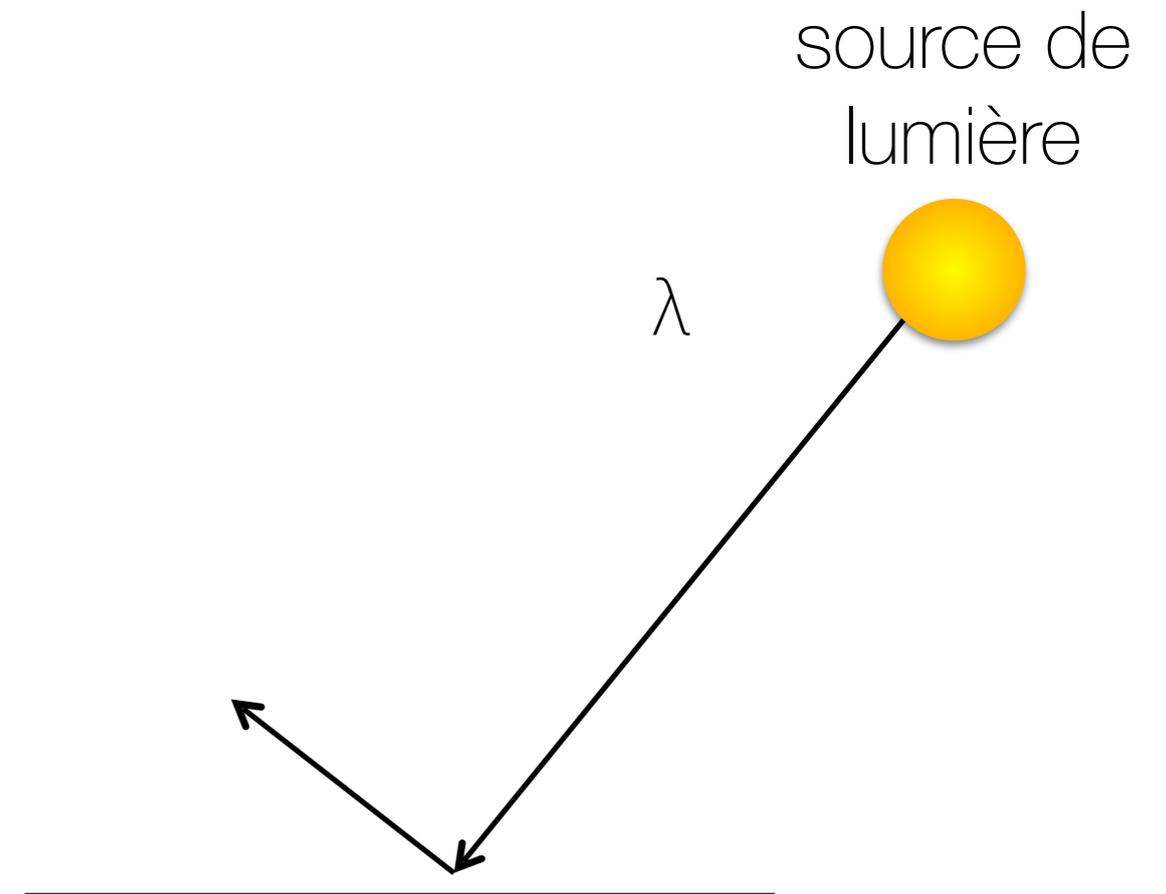
# Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- **Réflexion diffuse**
- Réflexion spéculaire
- Transparence
- Réfraction
- Fluorescence
- Diffusion sous la surface
- Phosphorescence
- Inter-réflexion



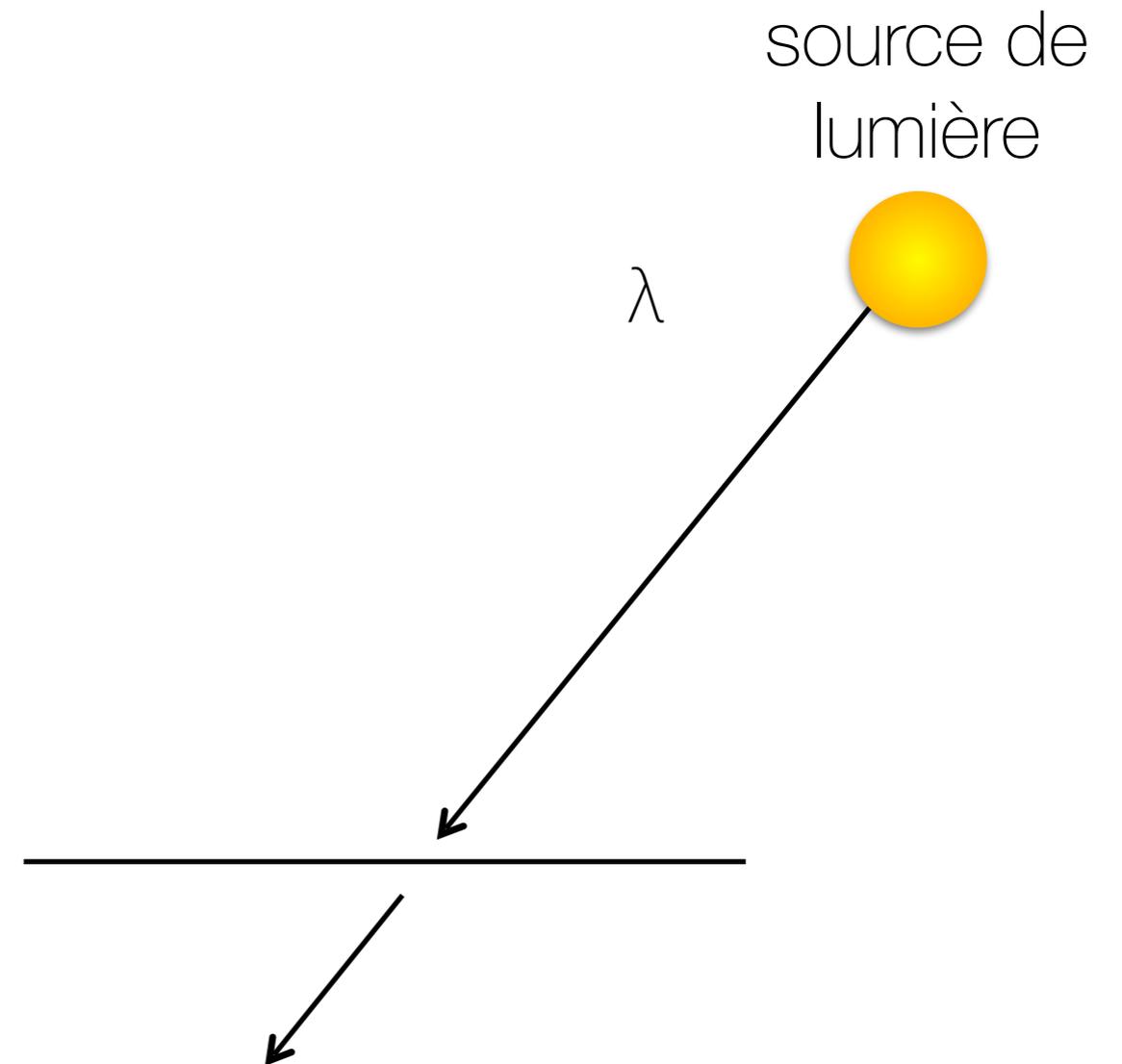
# Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- **Réflexion spéculaire**
- Transparence
- Réfraction
- Fluorescence
- Diffusion sous la surface
- Phosphorescence
- Inter-réflexion



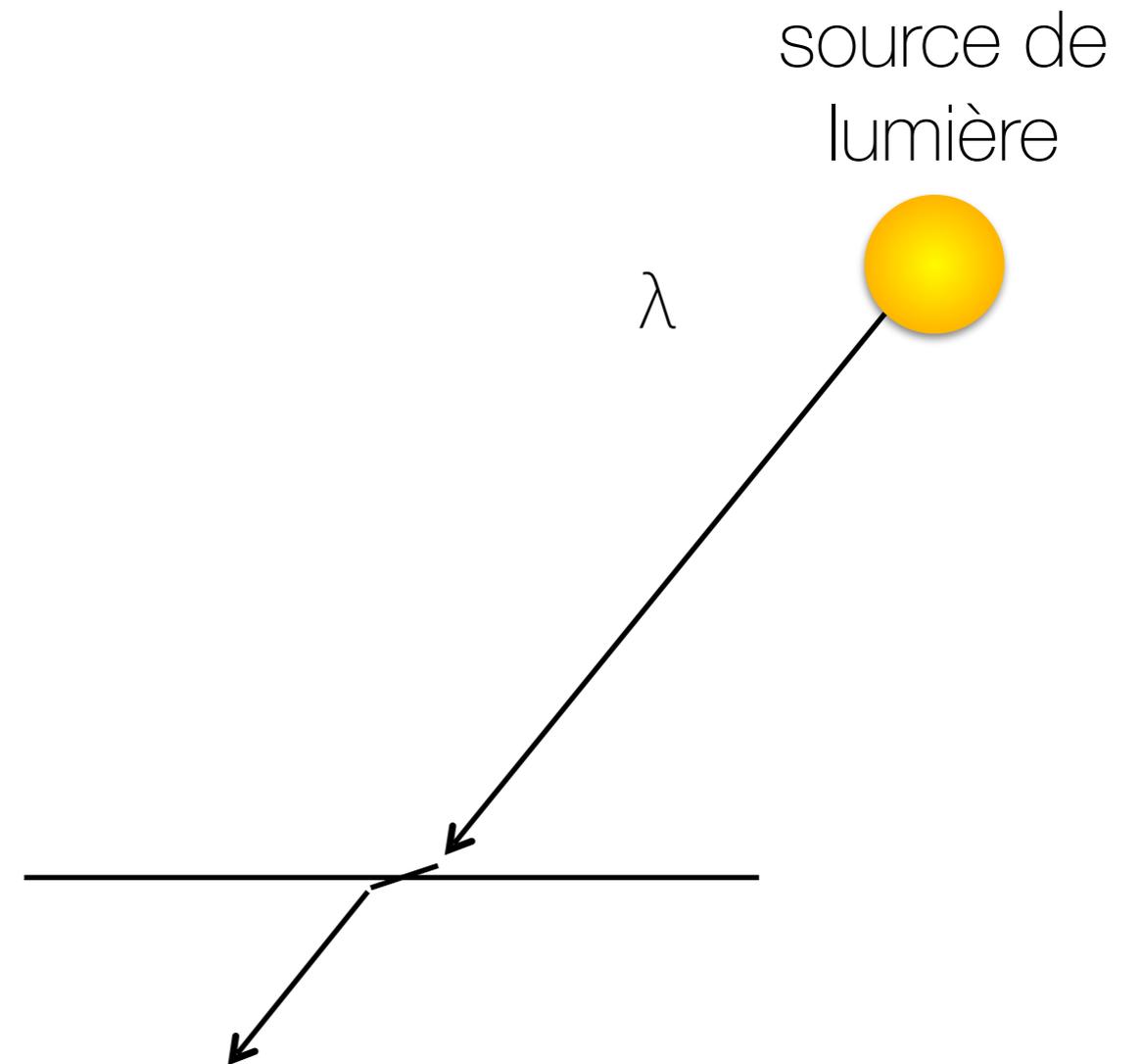
# Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- **Transparence**
- Réfraction
- Fluorescence
- Diffusion sous la surface
- Phosphorescence
- Inter-réflexion



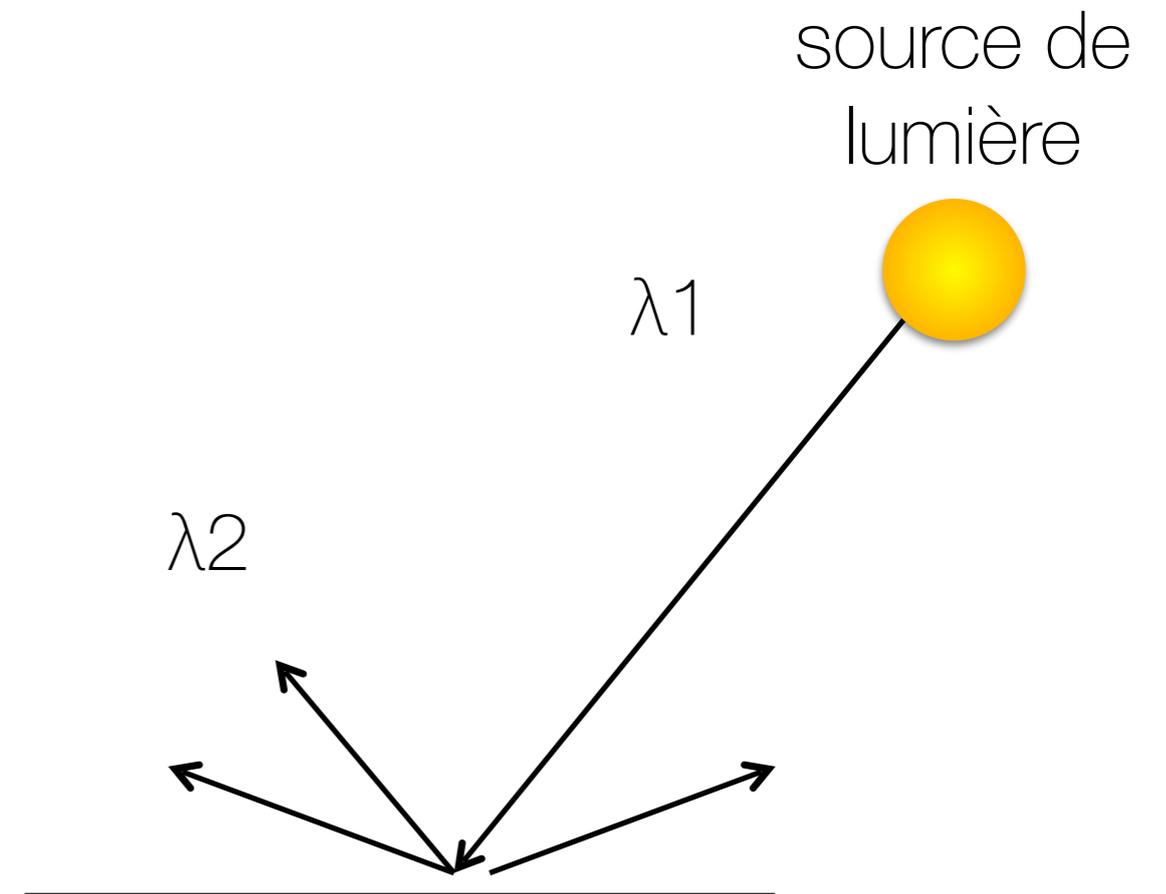
# Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- Transparence
- **Réfraction**
- Fluorescence
- Diffusion sous la surface
- Phosphorescence
- Inter-réflexion



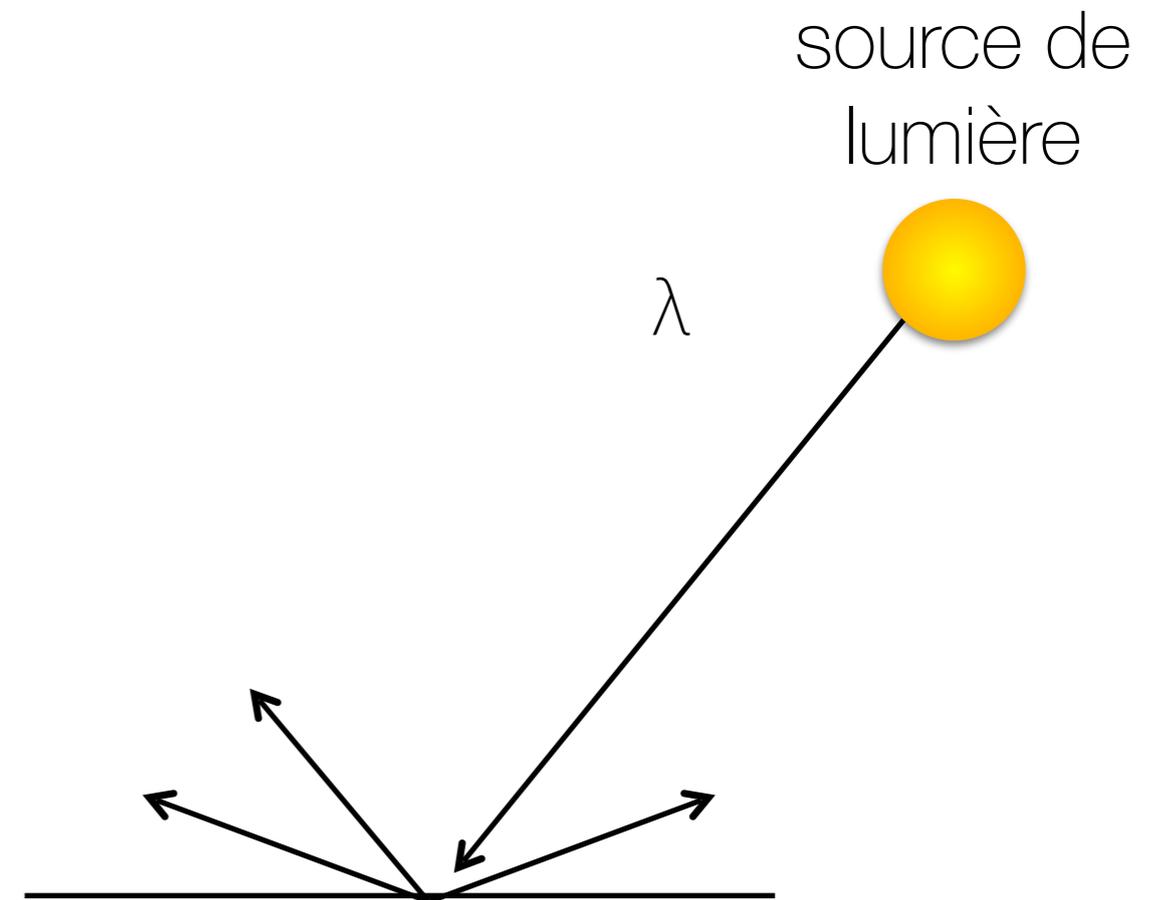
# Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- Transparence
- Réfraction
- **Fluorescence**
- Diffusion sous la surface
- Phosphorescence
- Inter-réflexion



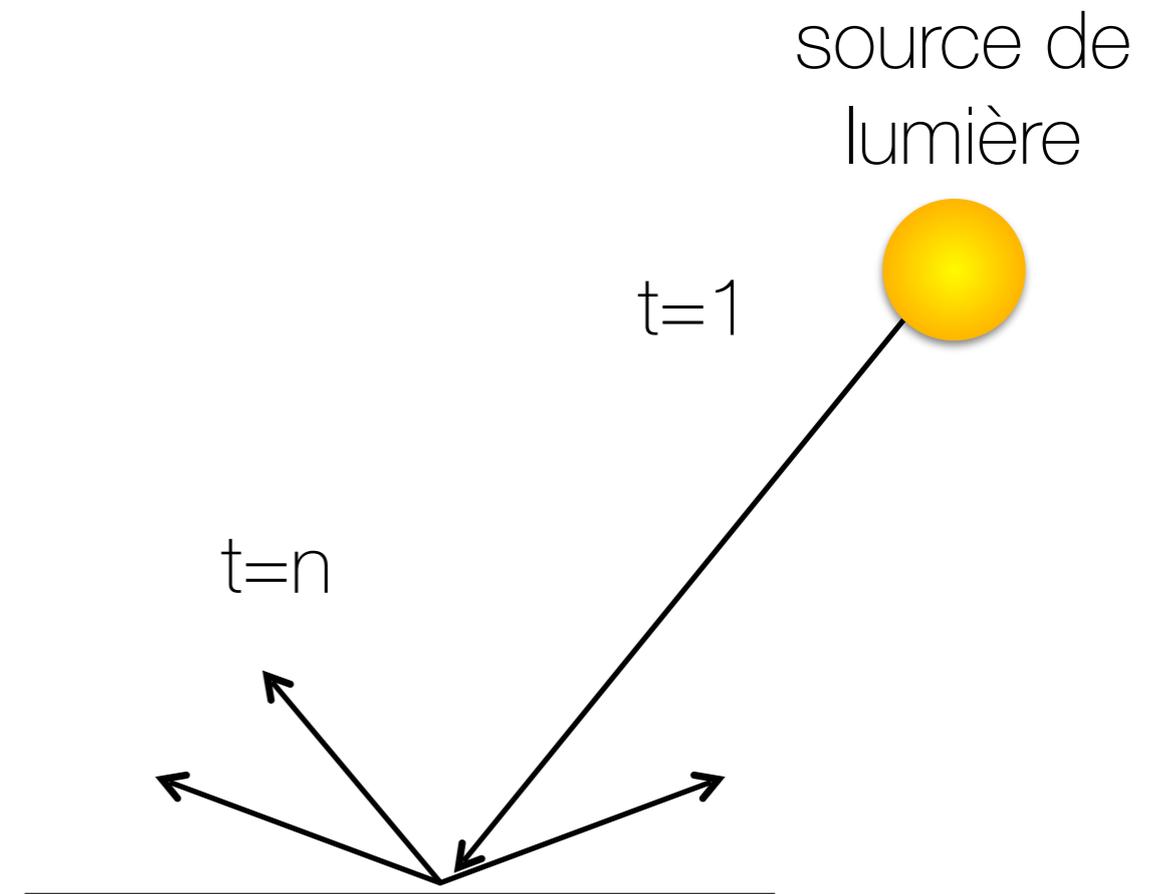
# Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- Transparence
- Réfraction
- Fluorescence
- **Diffusion sous la surface**
- Phosphorescence
- Inter-réflexion



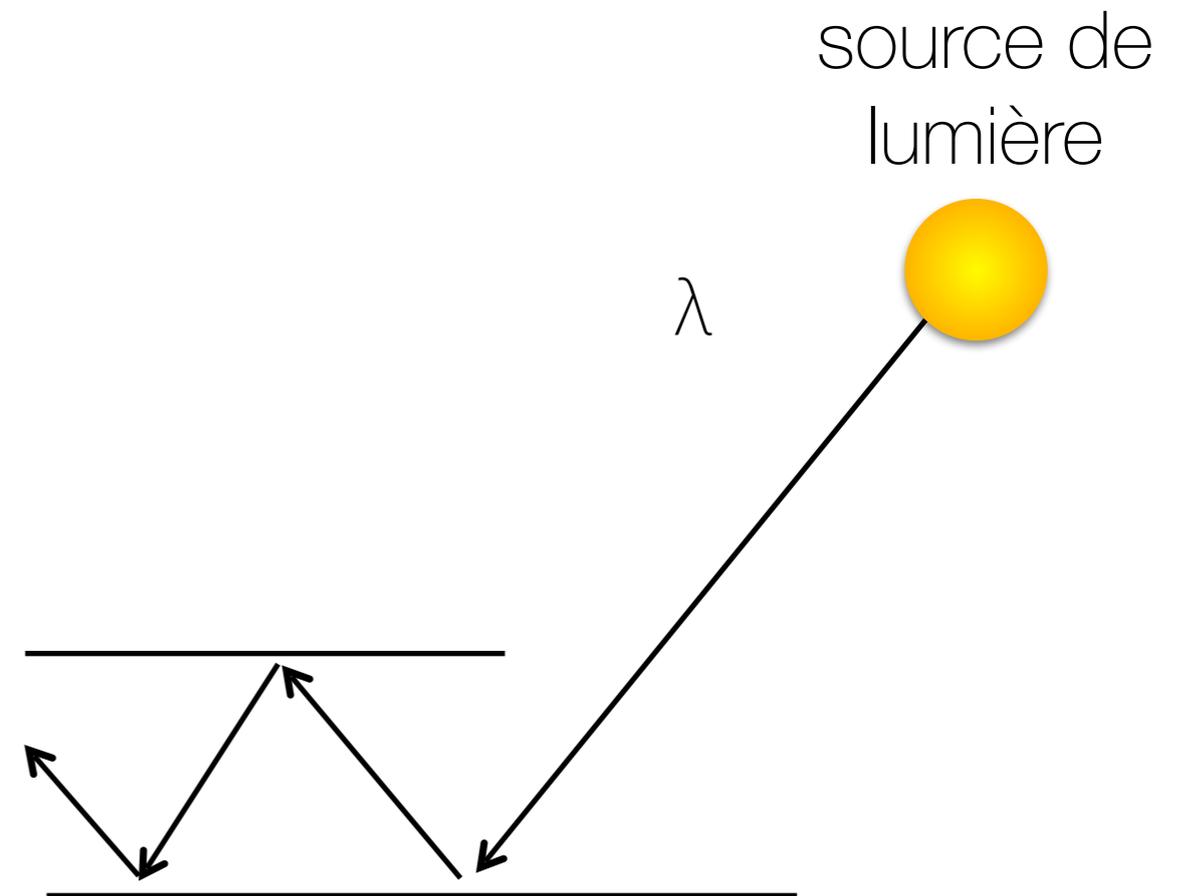
# Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- Transparence
- Réfraction
- Fluorescence
- Diffusion sous la surface
- **Phosphorescence**
- Inter-réflexion

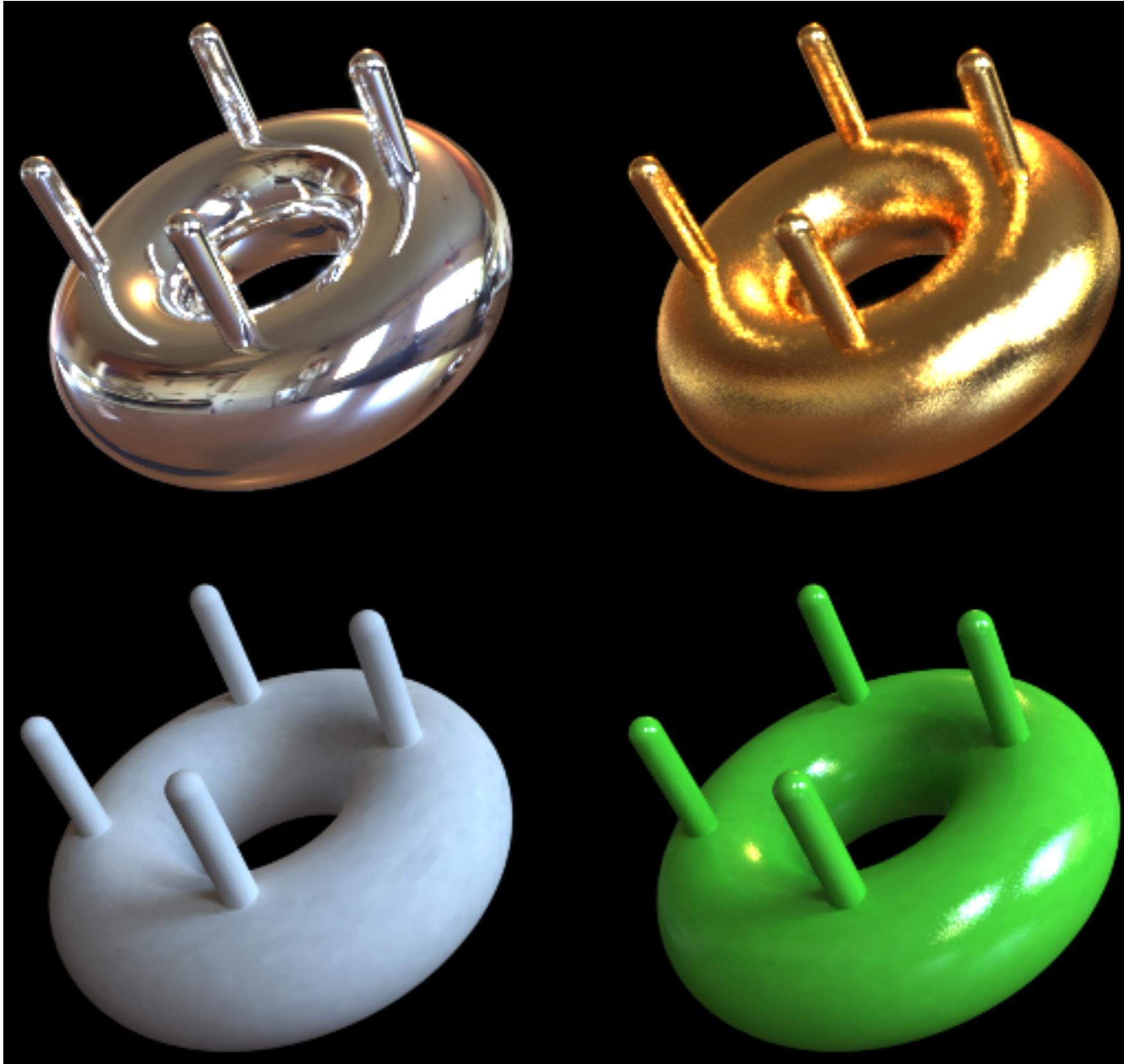


# Une journée dans la vie d'un photon

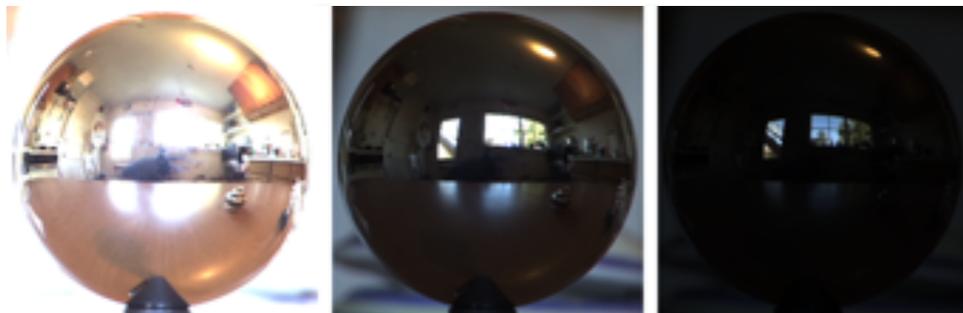
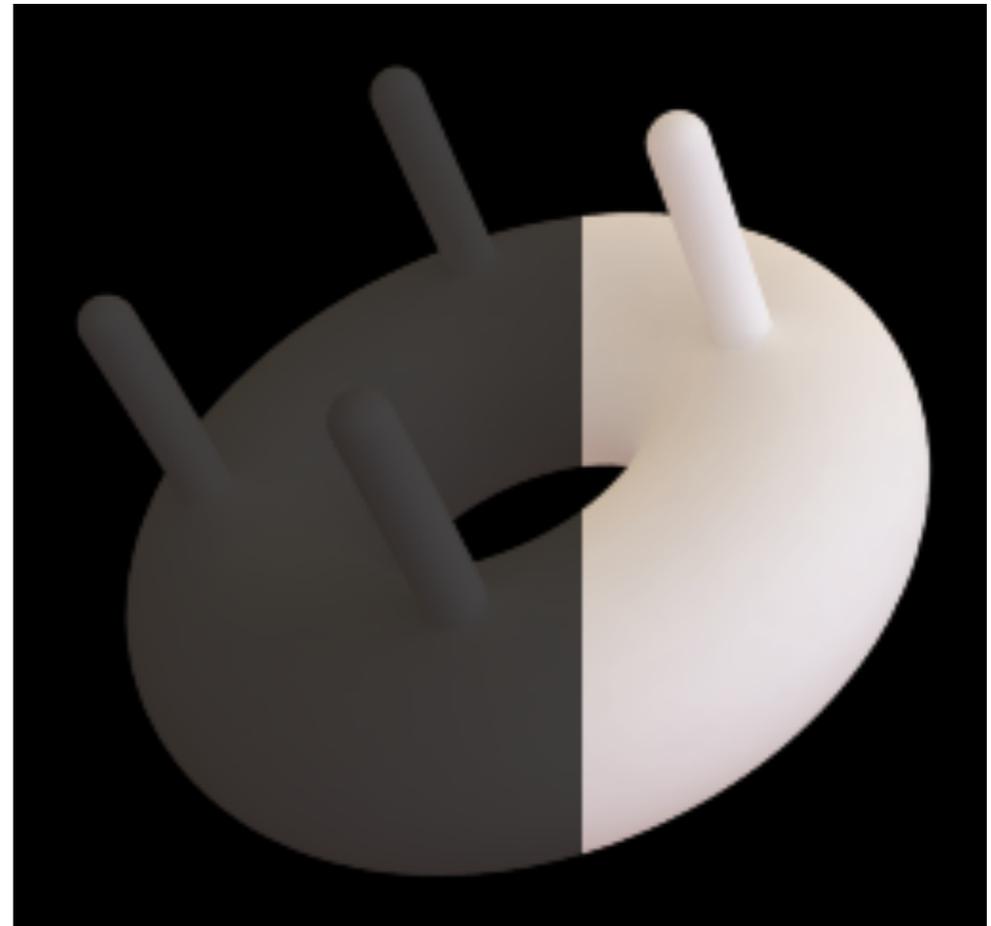
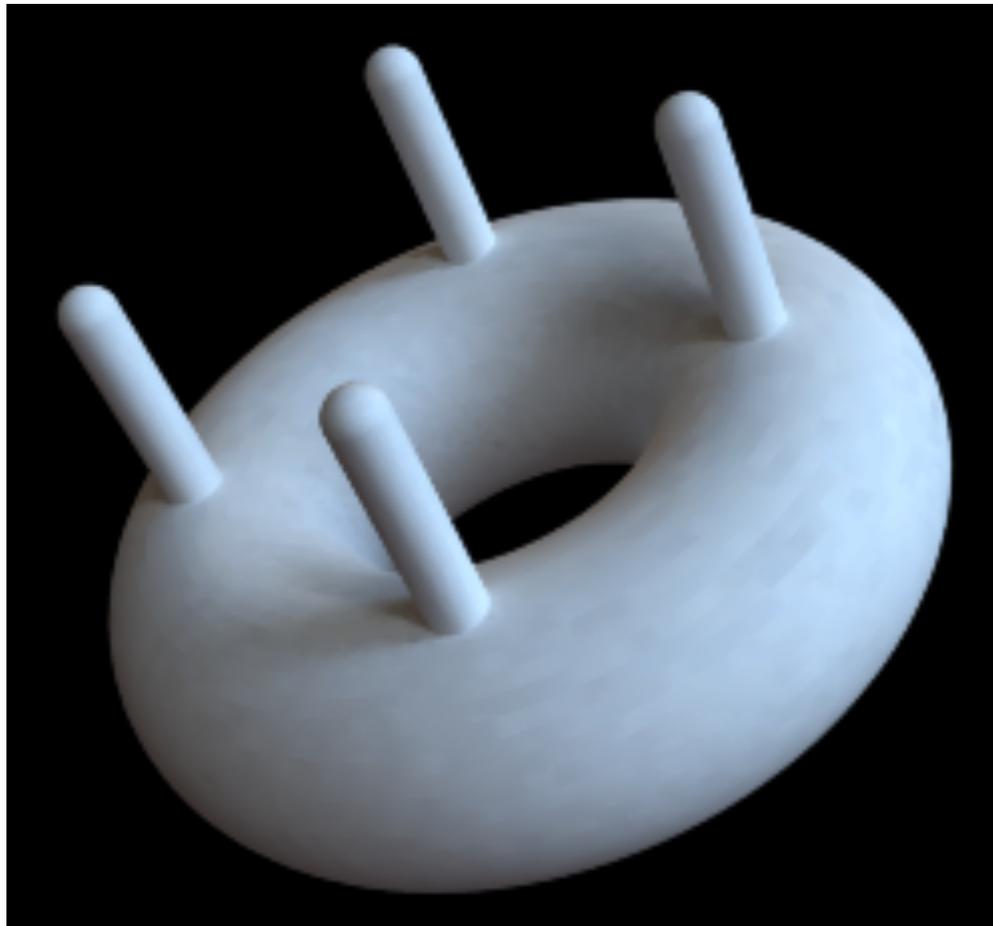
- Absorption
- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- Transparence
- Réfraction
- Fluorescence
- Diffusion sous la surface
- Phosphorescence
- **Inter-réflexion**

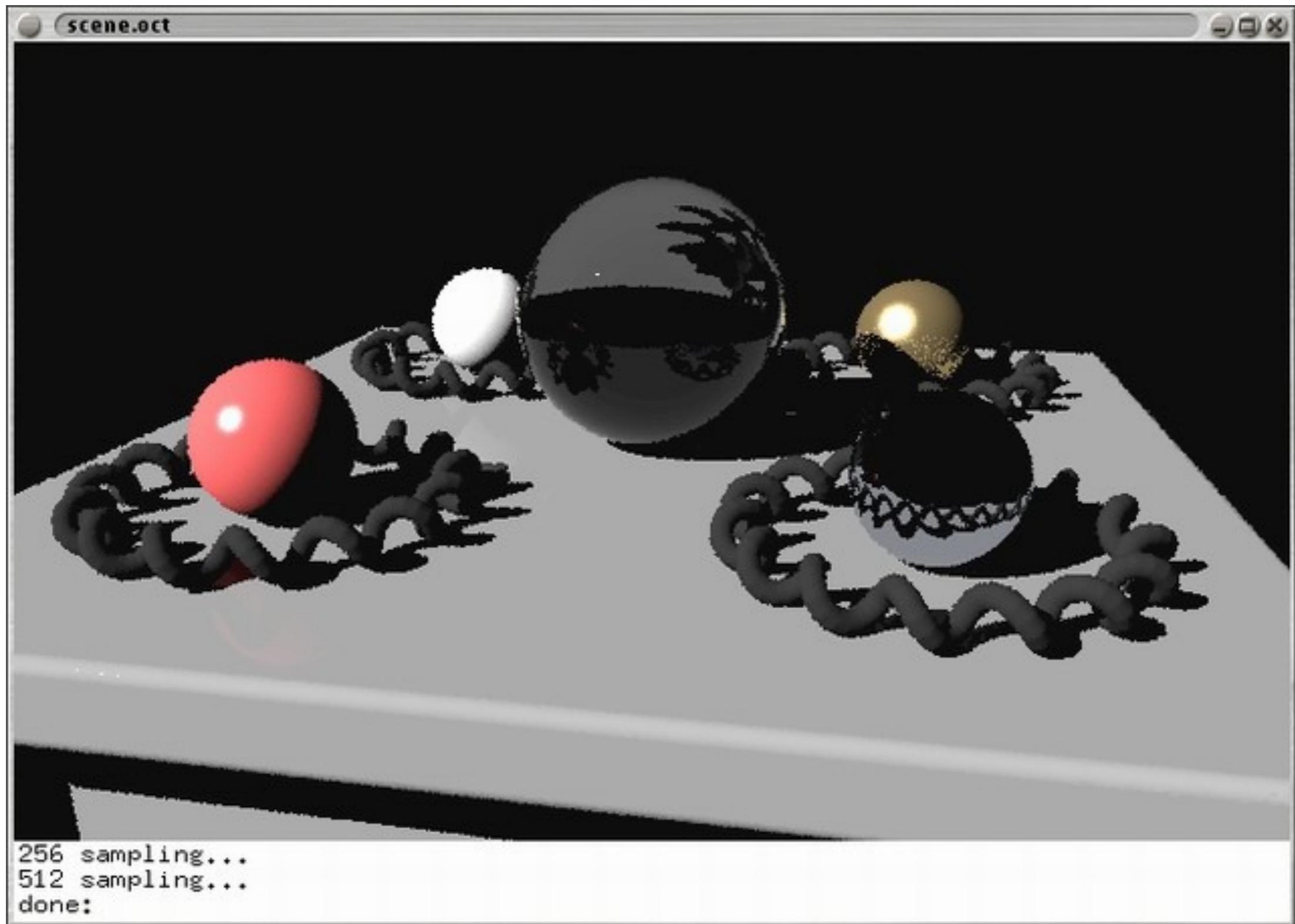


# Résultats



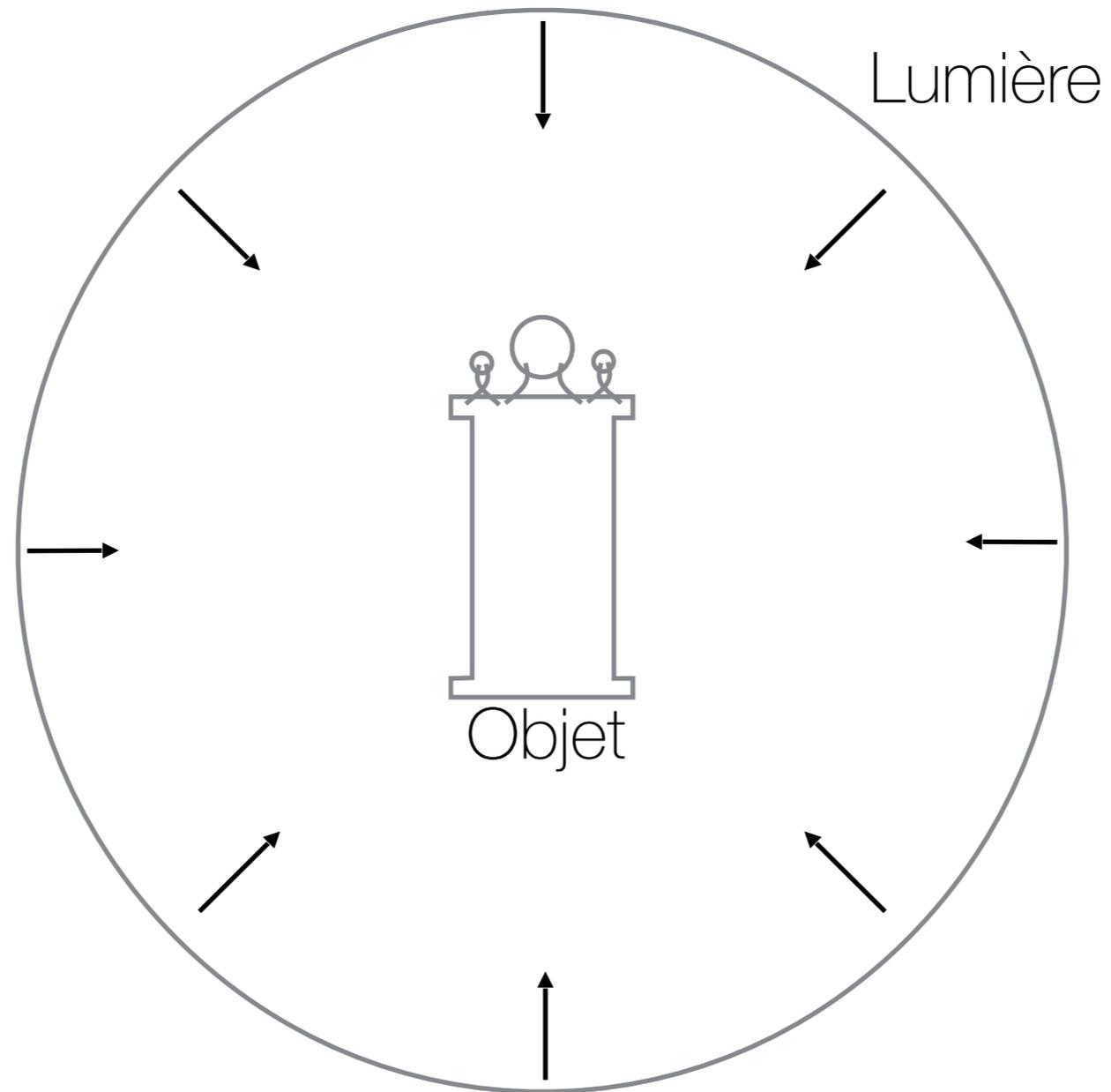
# Comparaison: radiance vs image

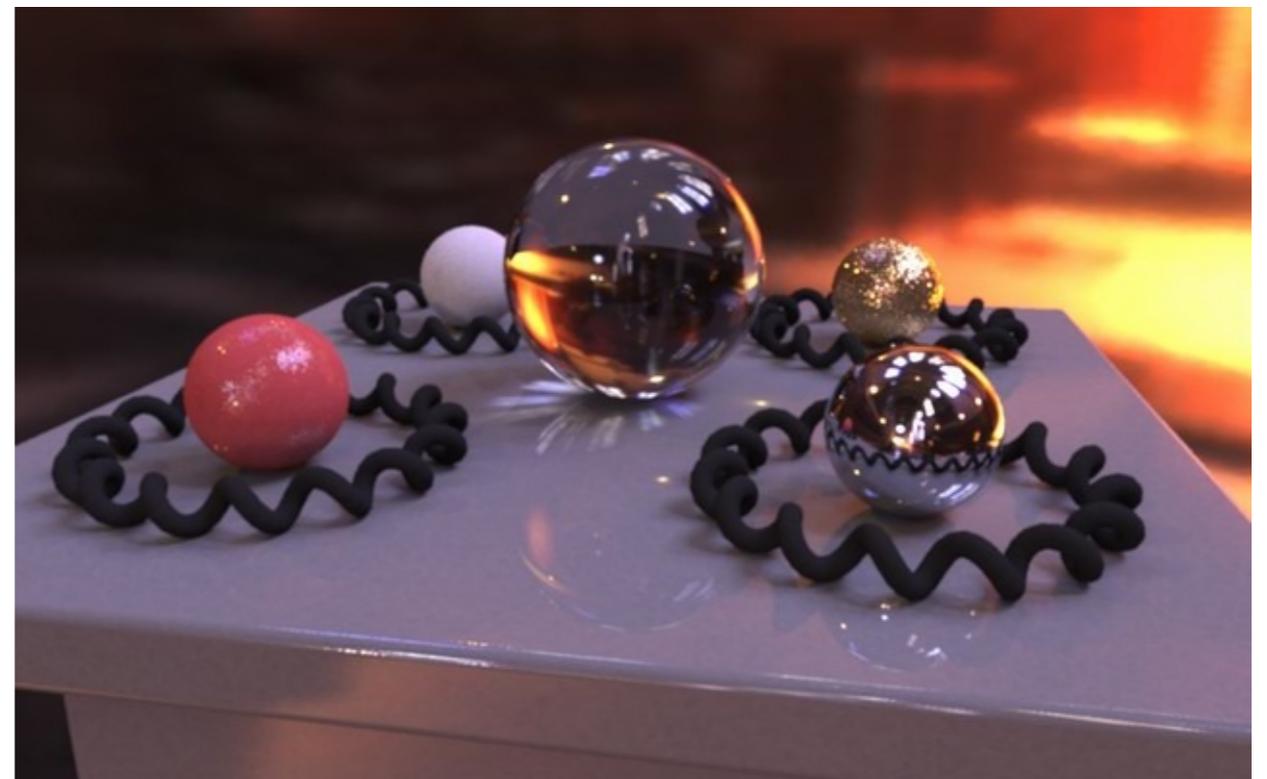
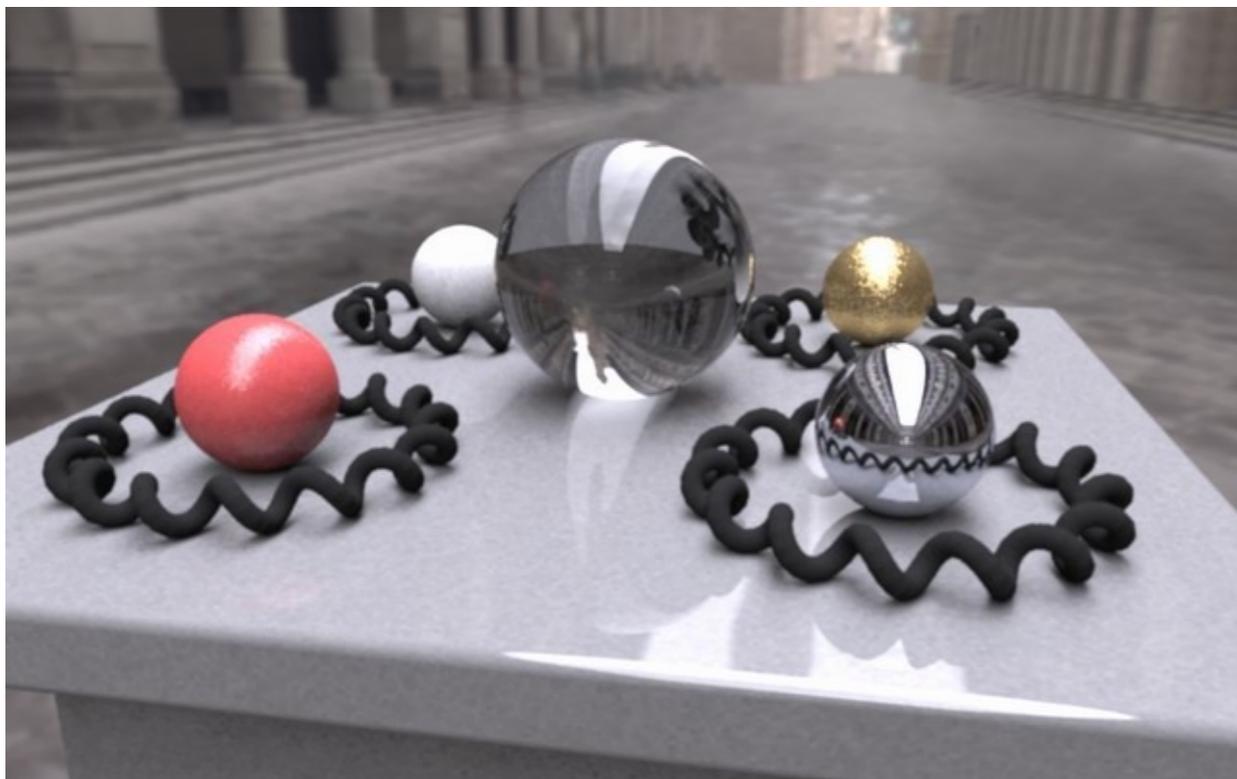
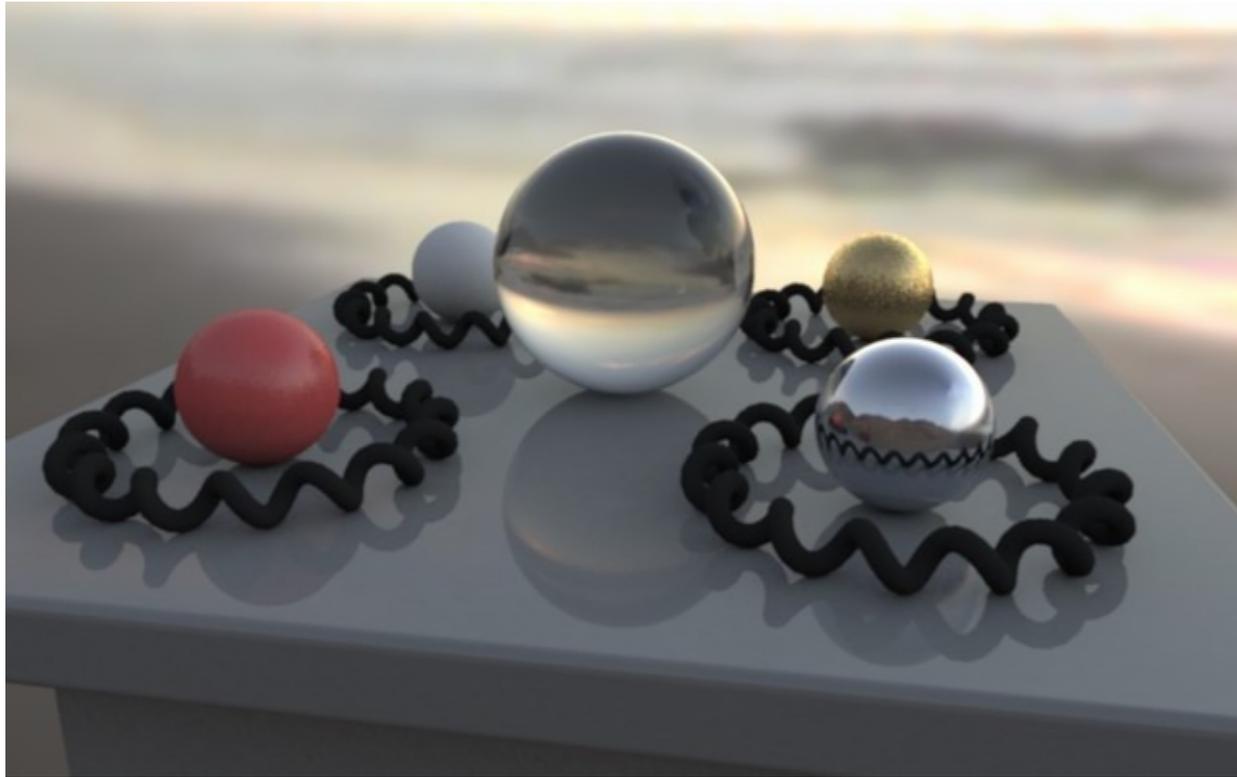




Objets virtuels illuminés par une source virtuelle

# Illuminer les objets virtuels







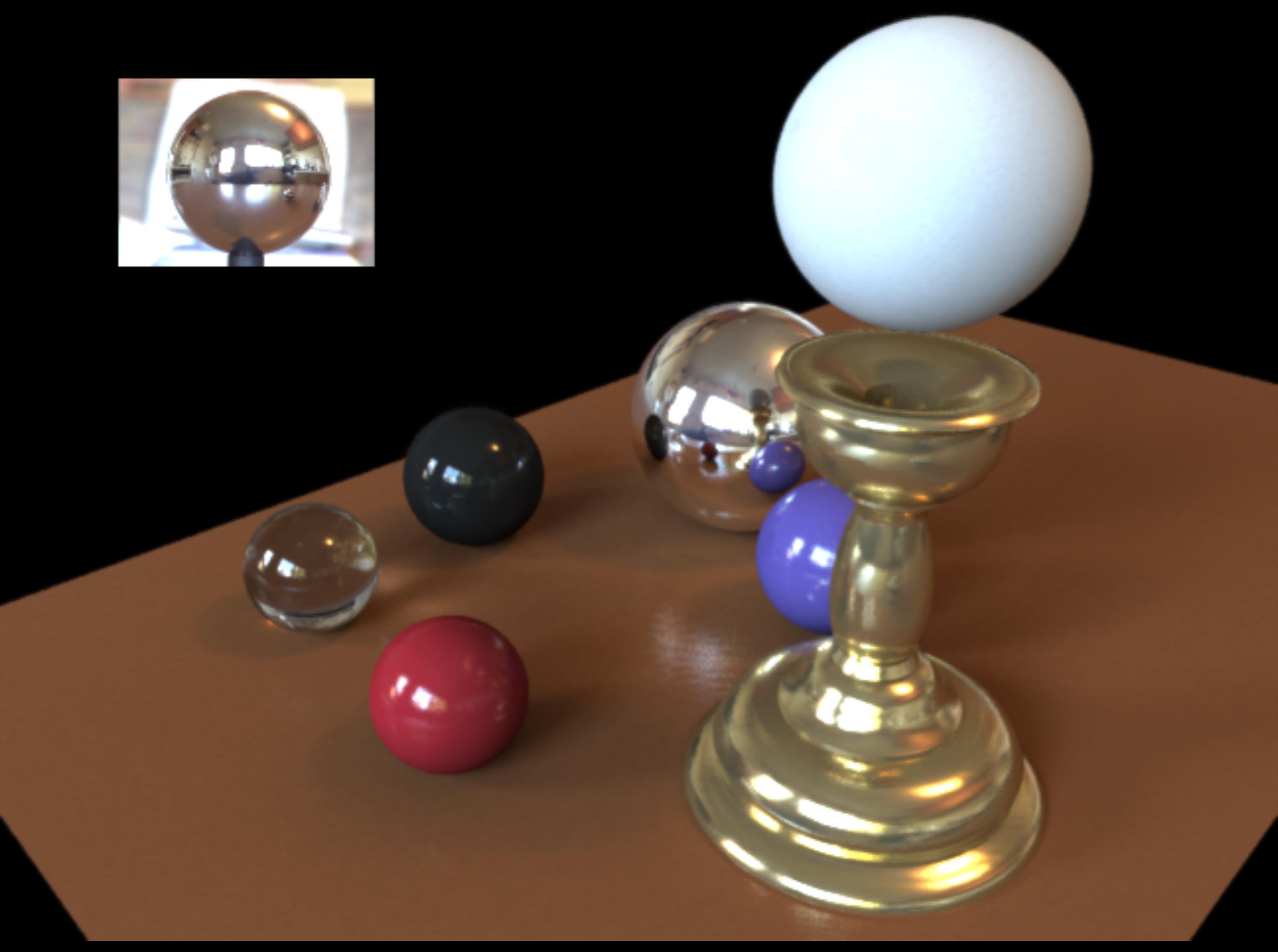
<http://www.pauldebevec.com/RNL/>

- Nous savons maintenant comment illuminer des objets virtuels avec de la “vraie” lumière
- Comment combiner ces objets virtuels avec de vraies images?

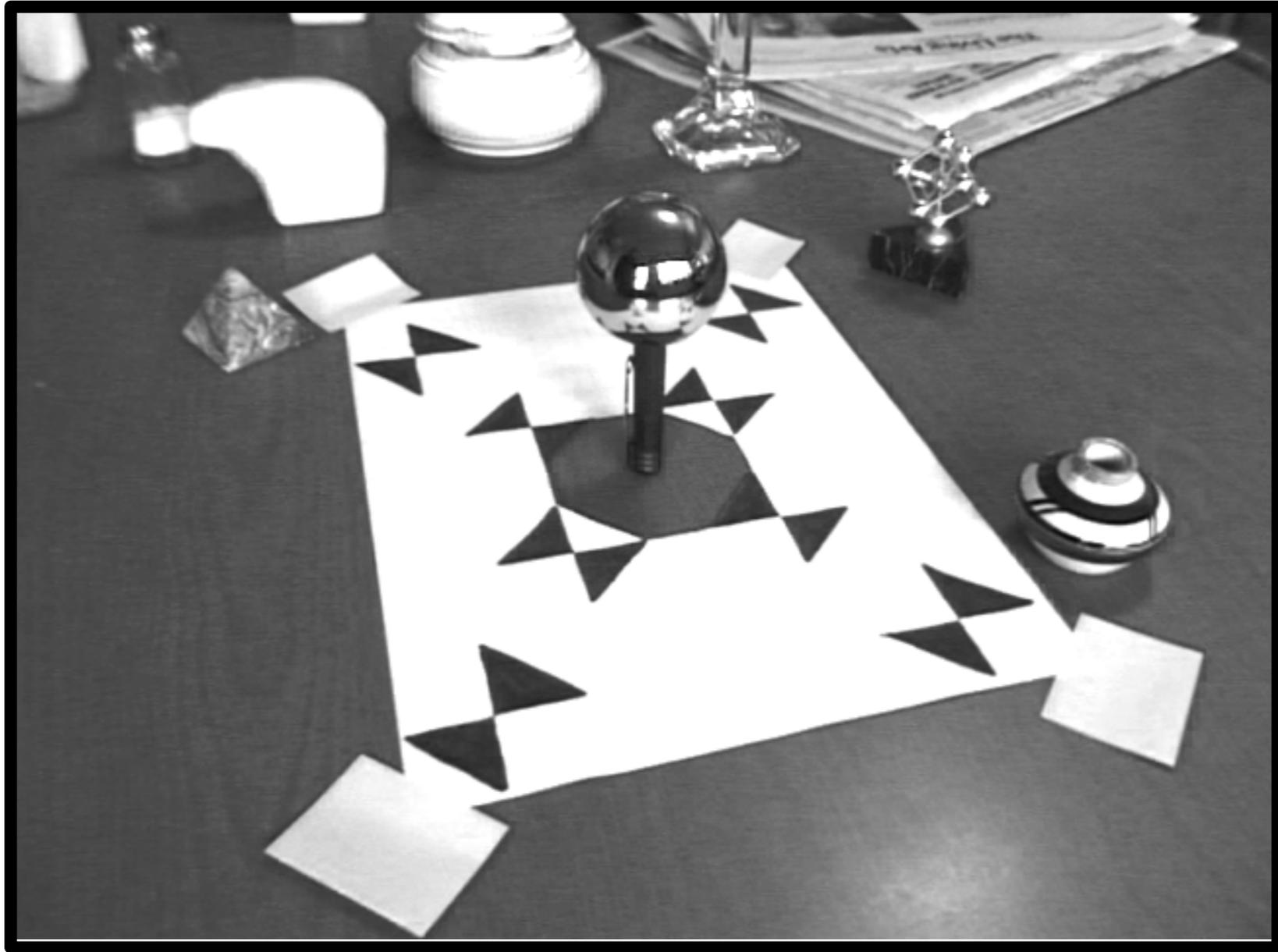


<http://www.nickbertke.com/>

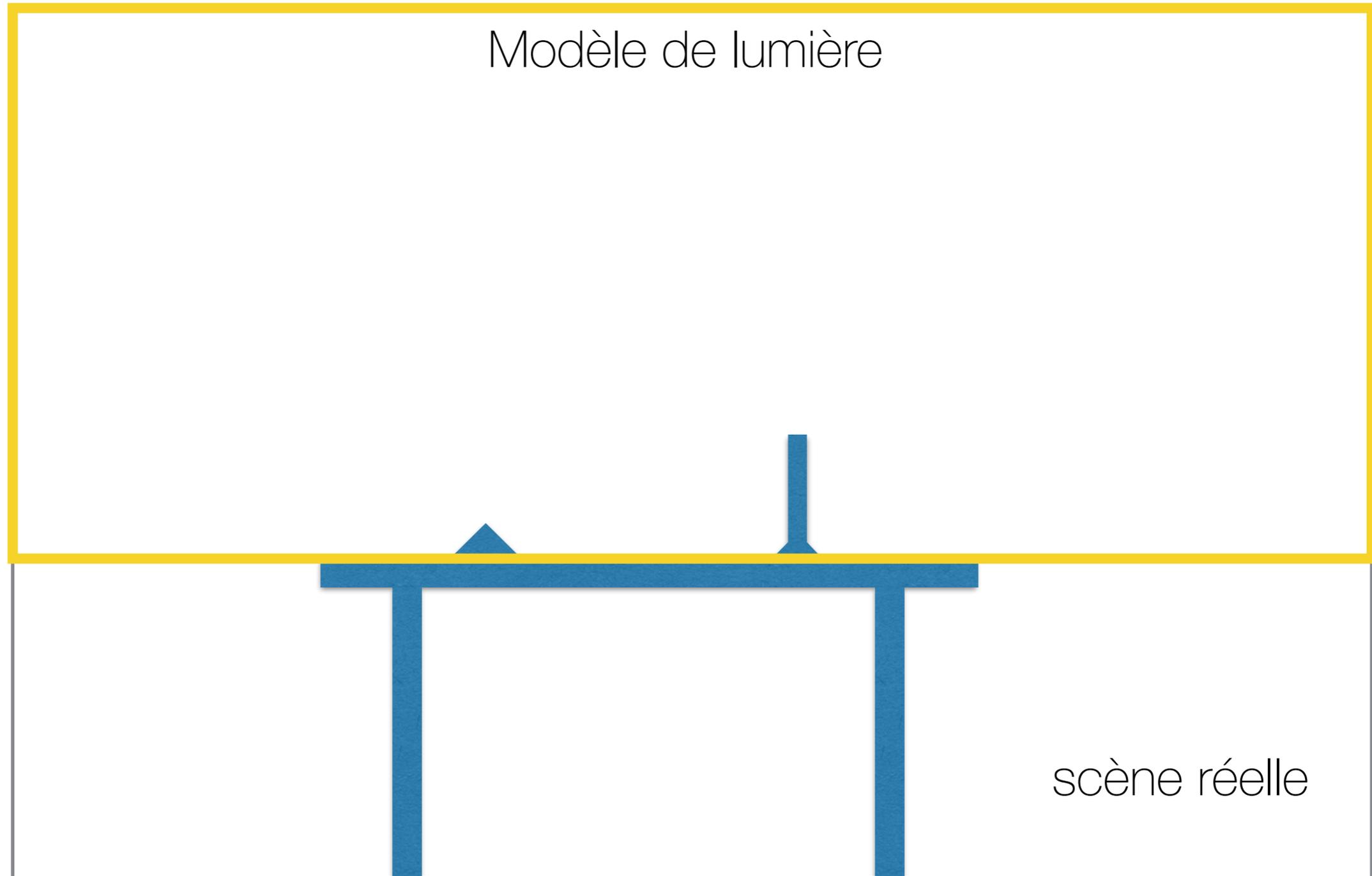


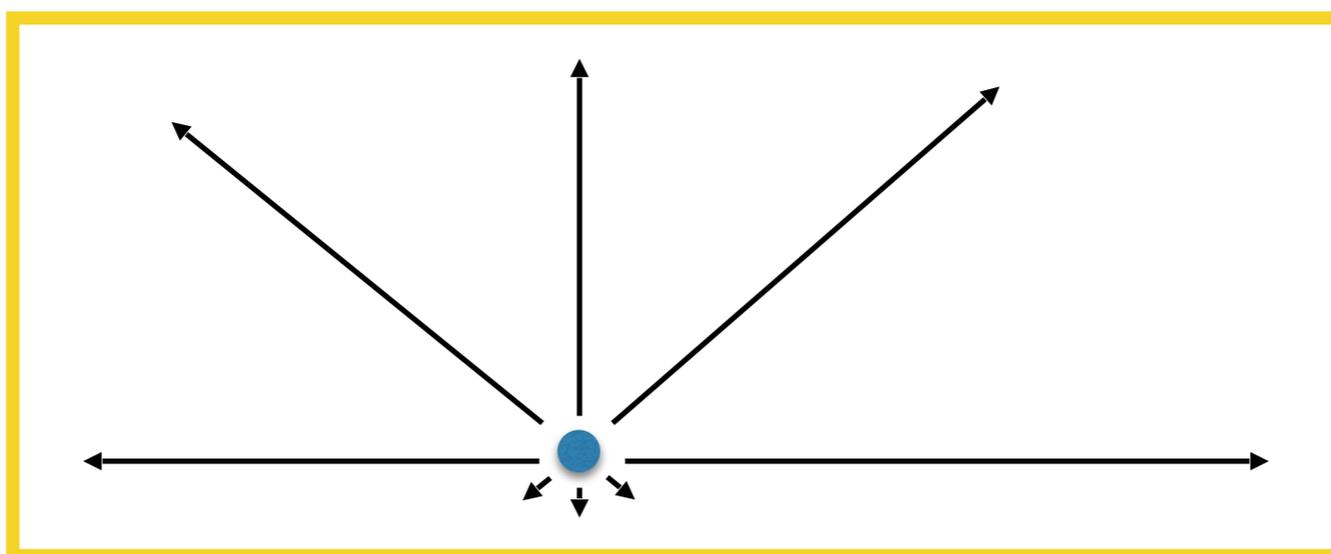
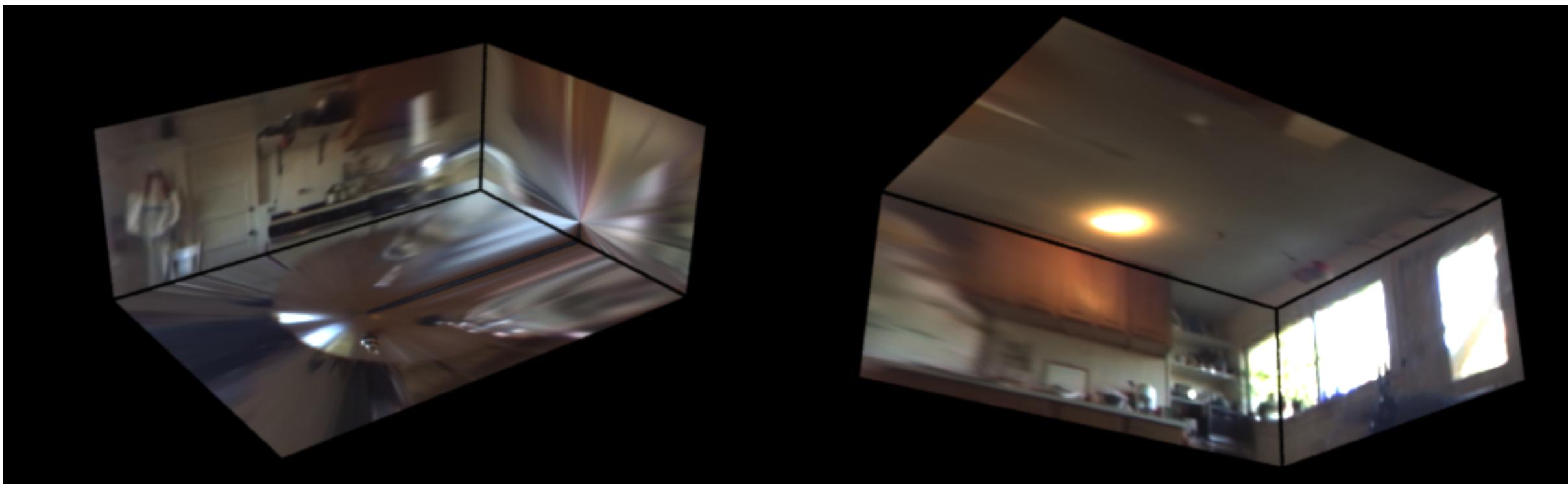




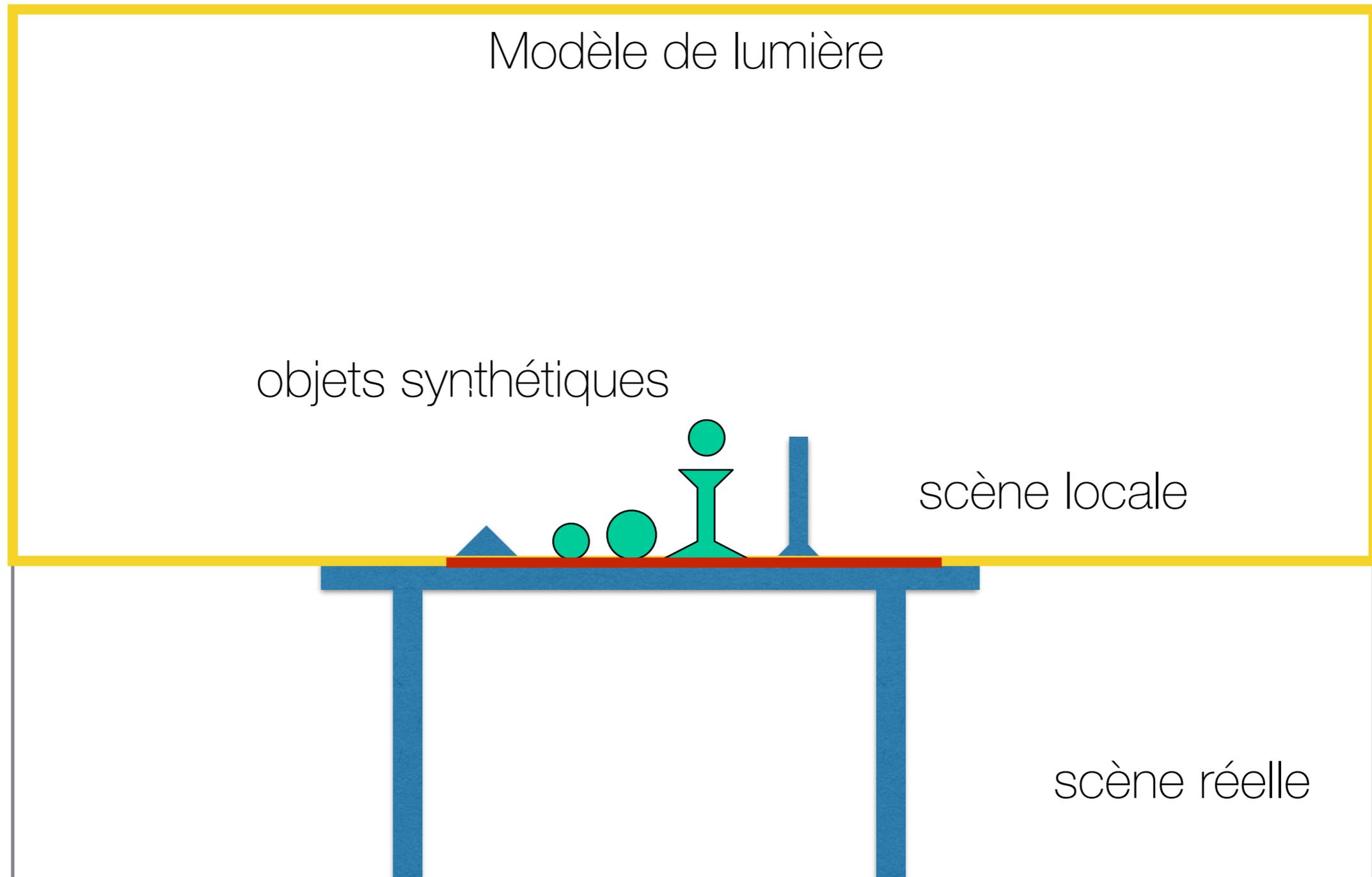


# Modéliser la scène

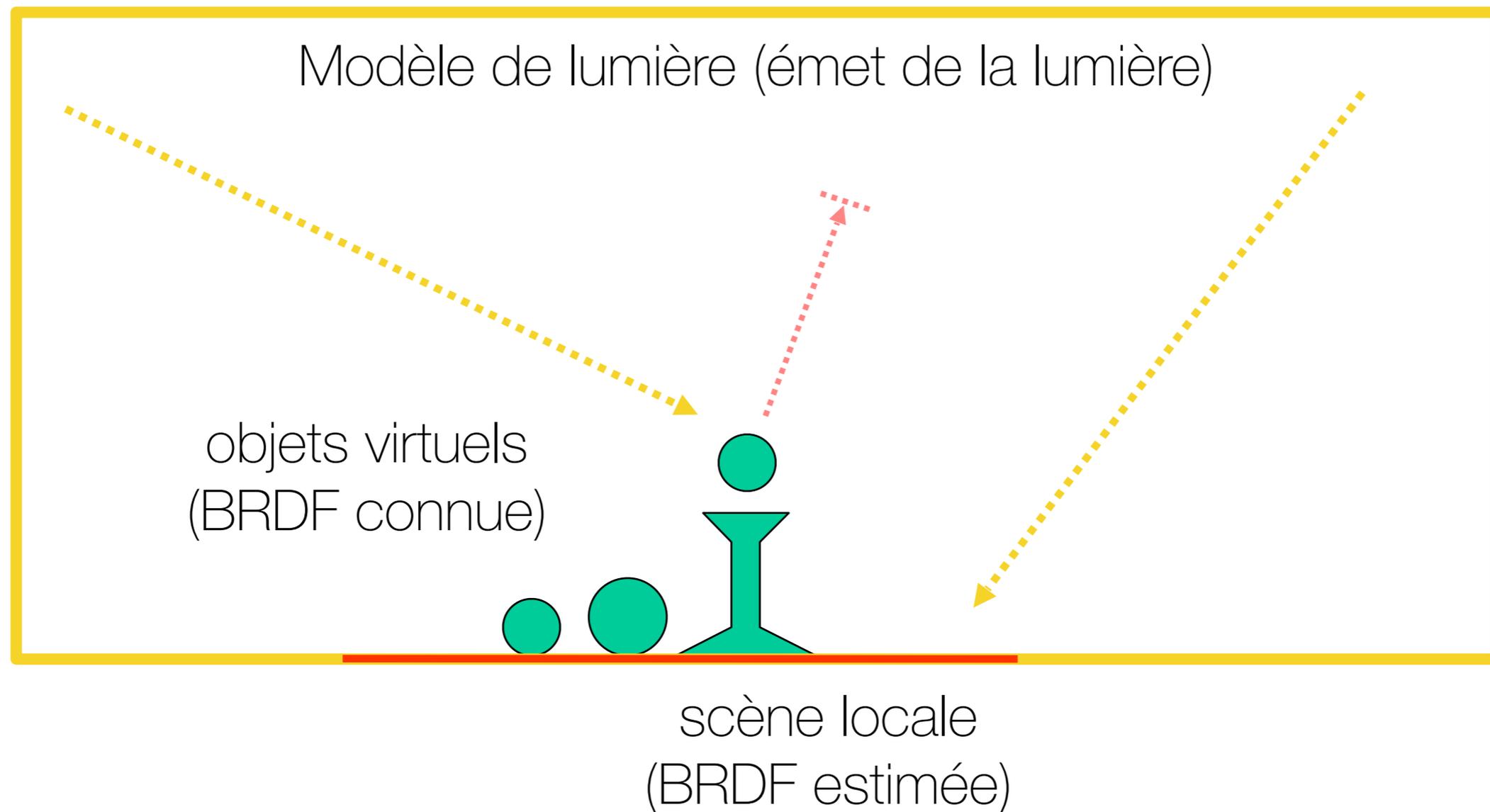




# Rajouter les éléments virtuels



# Éclairer la scène virtuelle







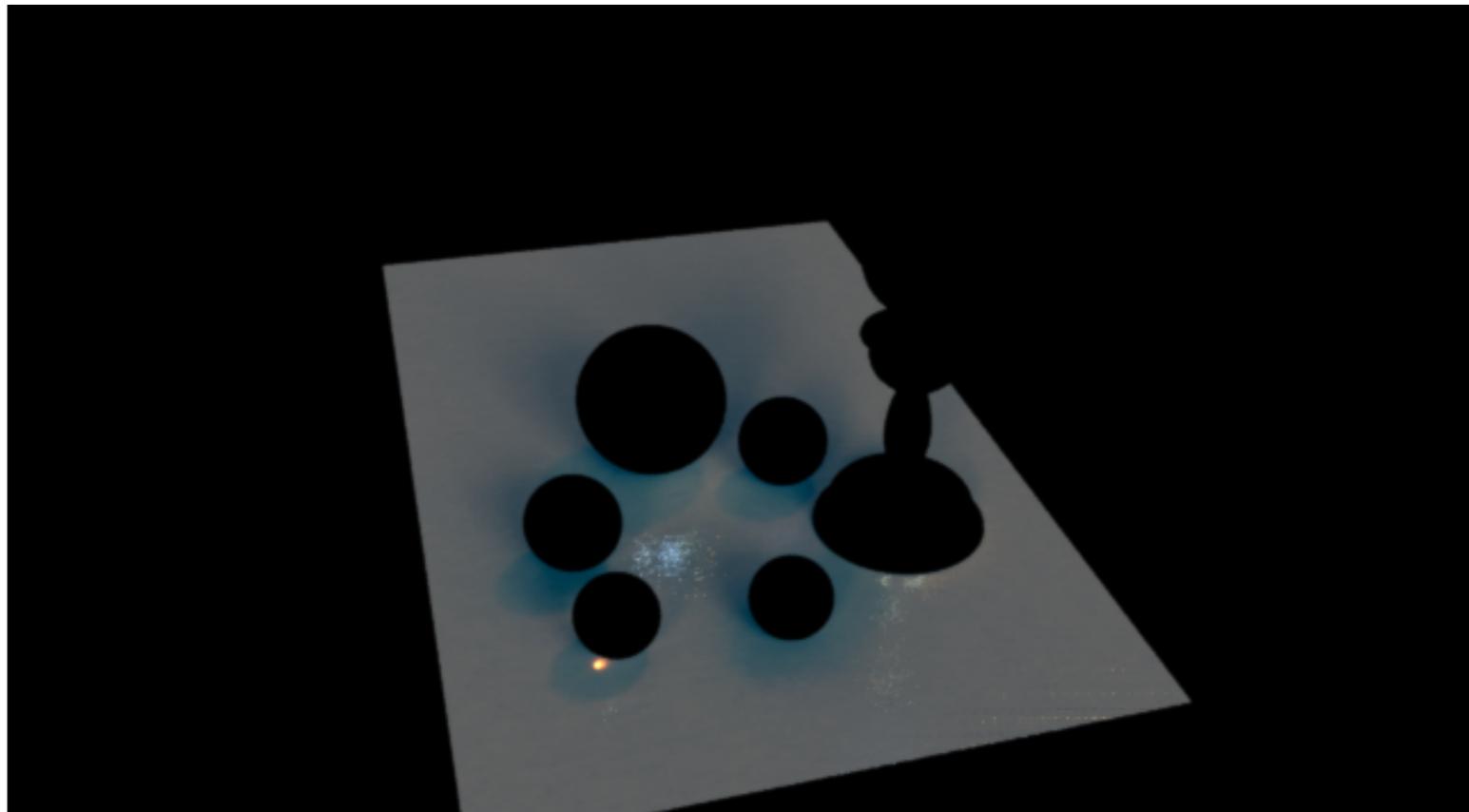




=



=





- Historique

- <http://www.pauldebevec.com/ReflectionMapping/>