

Insertion d'objets virtuels



GIF-4105/7105 Photographie Algorithmique, Hiver 2019
Jean-François Lalonde

Merci à A. Efros et P. Debevec!





Orientation



Éclairage



Ombres





Orientation



Éclairage



Ombres





Orientation



Éclairage



Ombres





Orientation



Éclairage



Ombres





Orientation



Éclairage



Ombres



Solutions...

1. Mauvaise orientation?

- Déterminer l'orientation de la caméra

2. Mauvaise illumination sur l'objet?

- Déterminer les conditions d'éclairage de la *scène réelle*

3. Mauvaises ombres sur la table

- Déterminer la géométrie de la *table réelle*

1. Orientation de la caméra

$$\begin{bmatrix} wx' \\ wy' \\ w \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \alpha & s & 0 & u_0 \\ 0 & \beta & 0 & v_0 \\ 0 & 0 & 1 & 0 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} r_{11} & r_{12} & r_{13} & t_1 \\ r_{21} & r_{22} & r_{23} & t_2 \\ r_{31} & r_{23} & r_{33} & t_3 \\ 0 & 0 & 0 & 1 \end{bmatrix} \begin{bmatrix} x \\ y \\ z \\ 1 \end{bmatrix}$$

Intrinsèques

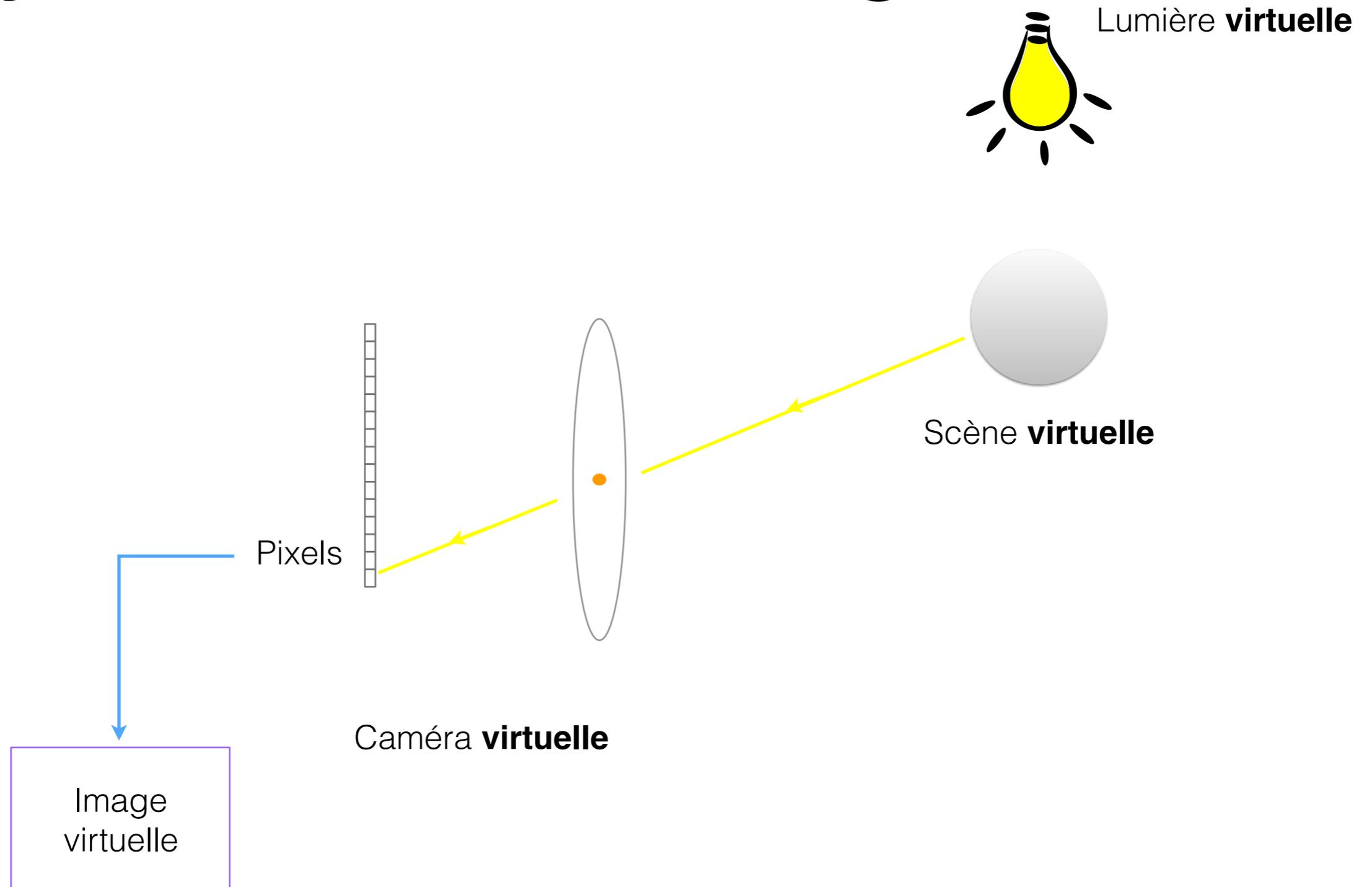
Extrinsèques

$$p' = \mathbf{M}p$$

2. Éclairage de la scène réelle

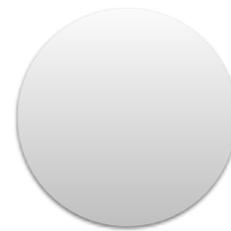
- Estimer la position et l'intensité des sources lumineuses à placer dans l'environnement virtuel
- Que faire si l'illumination est complexe?
 - Sources étendues, inter-réflexions, etc...

Synthèse d'une image virtuelle



Synthèse d'une image virtuelle

Lumière ~~virtuelle~~

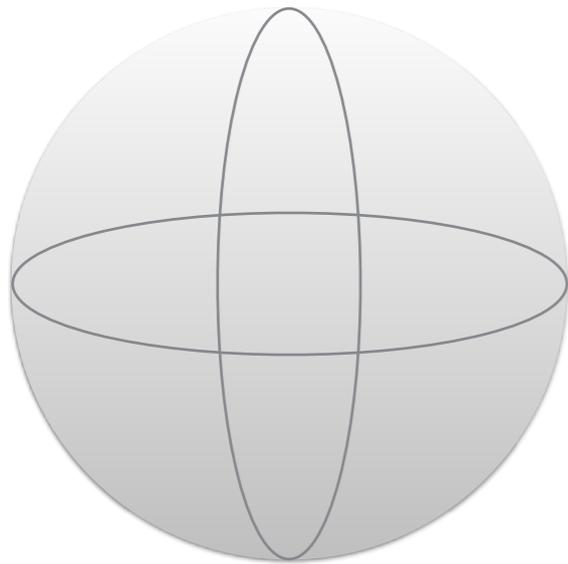


Scène **virtuelle**

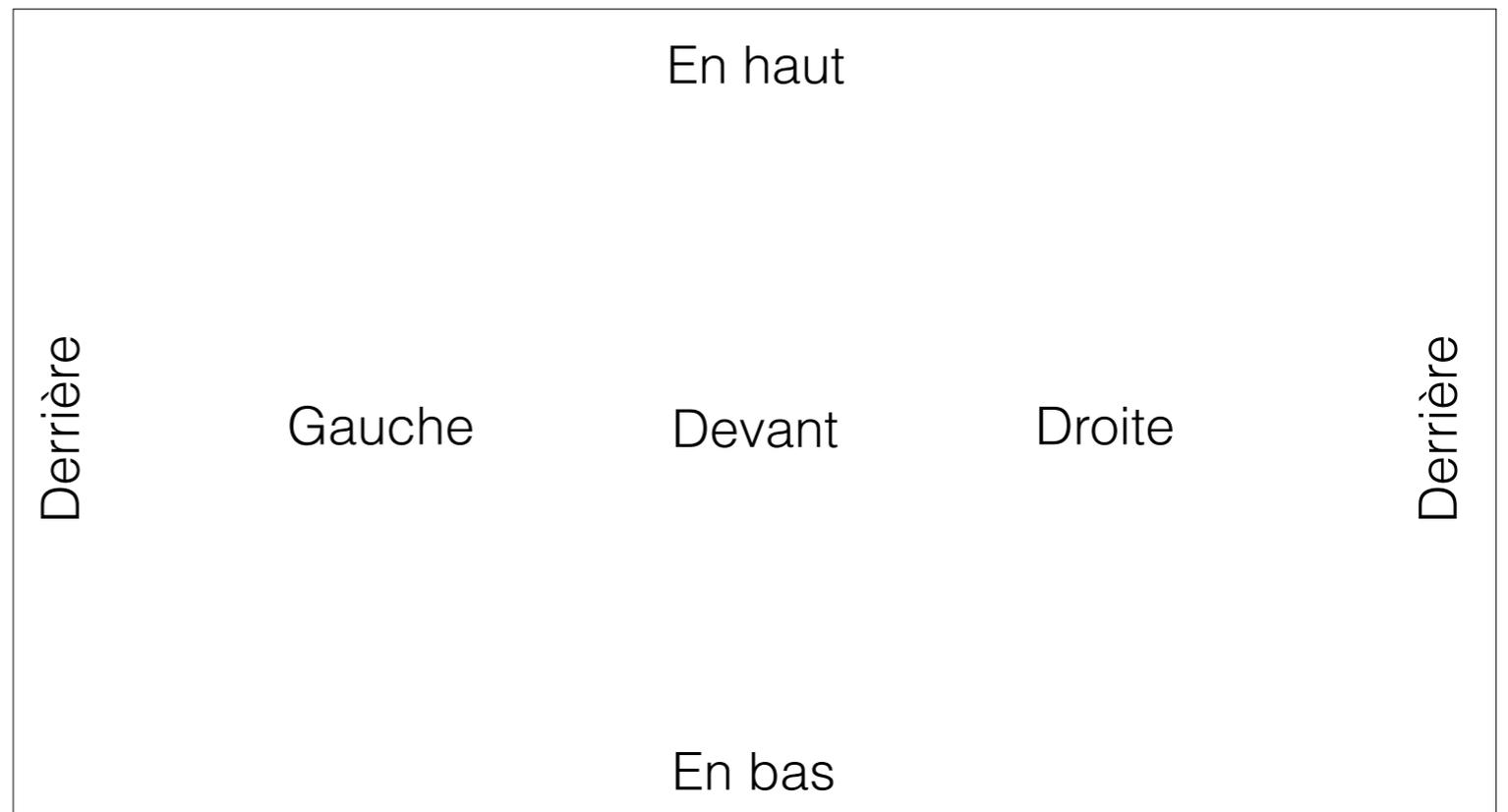
D'où vient la lumière?

But: photographier la lumière

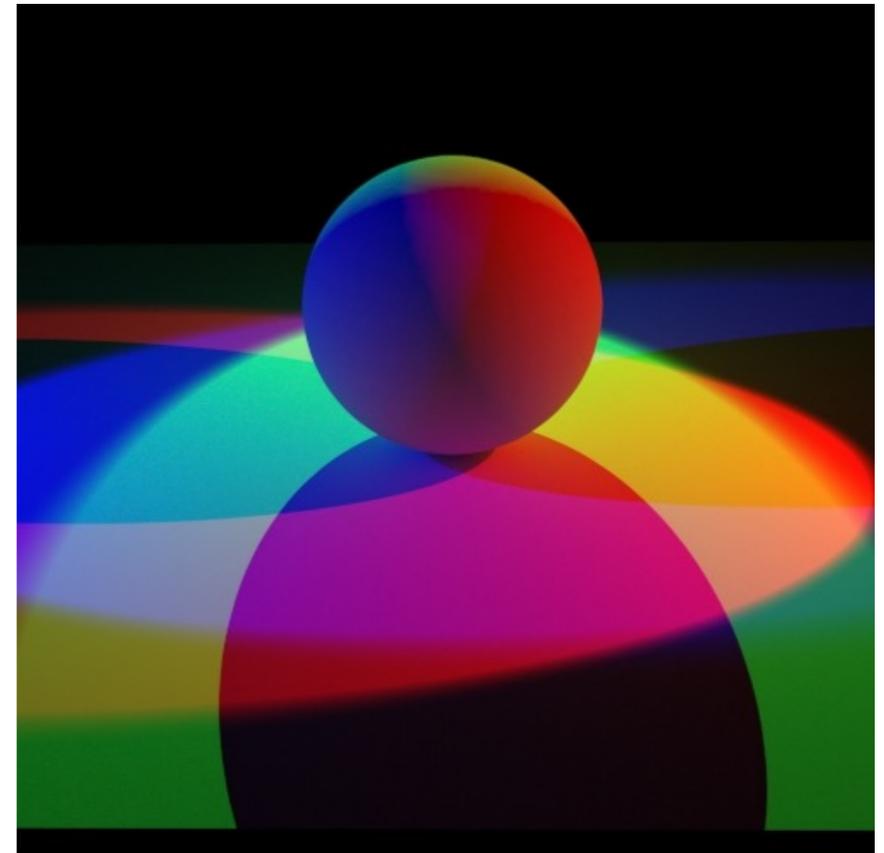
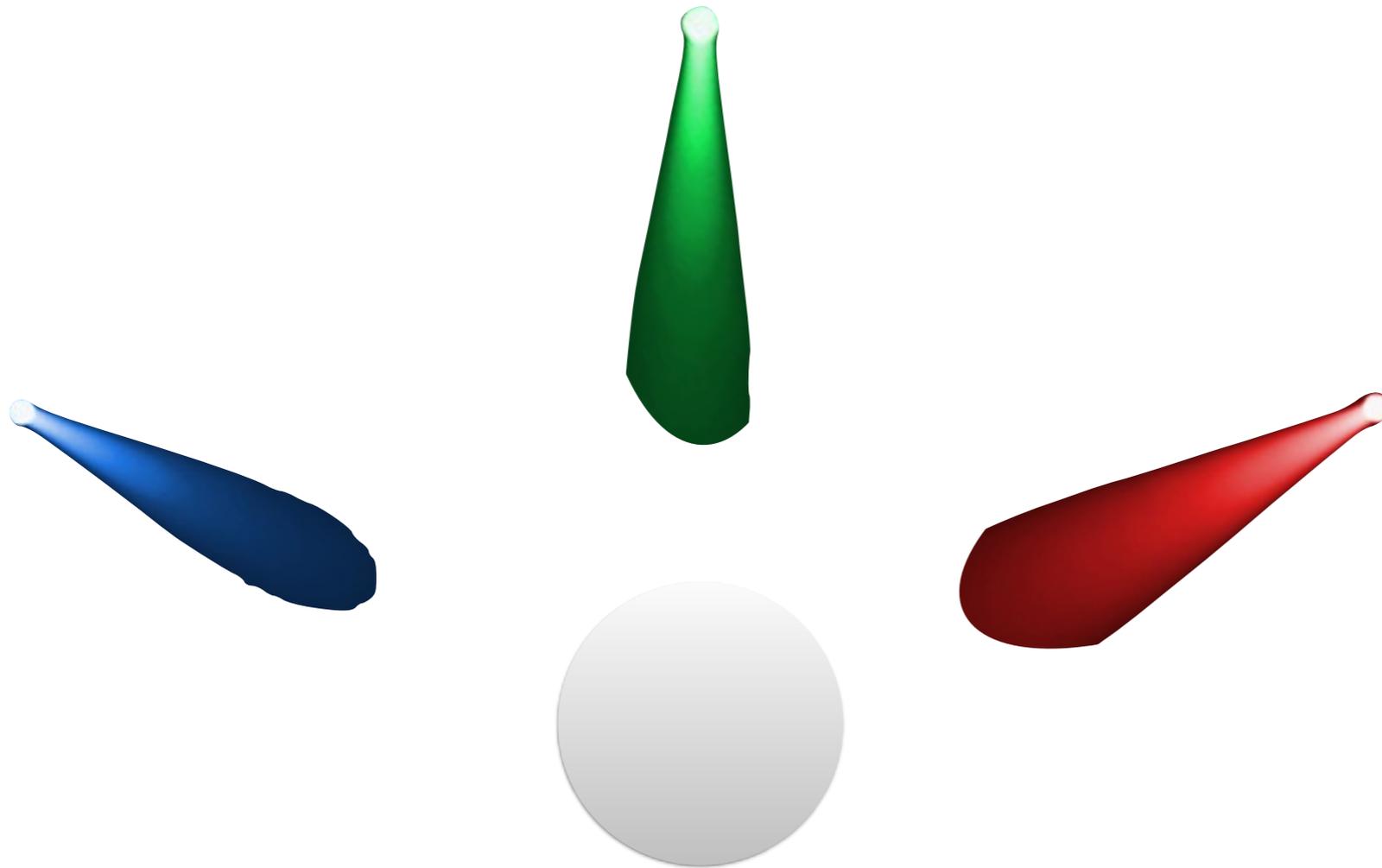
Sphère (3D)



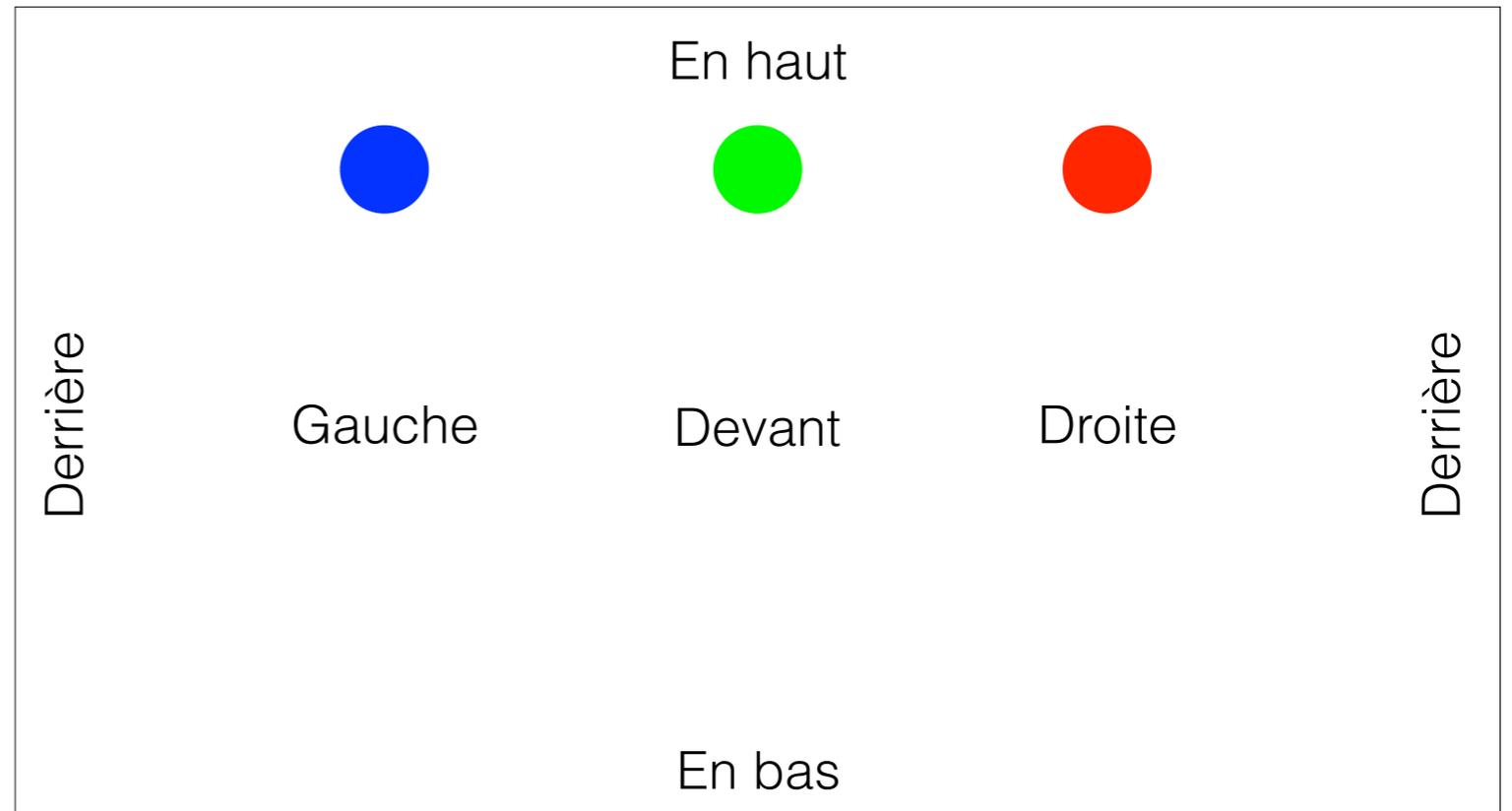
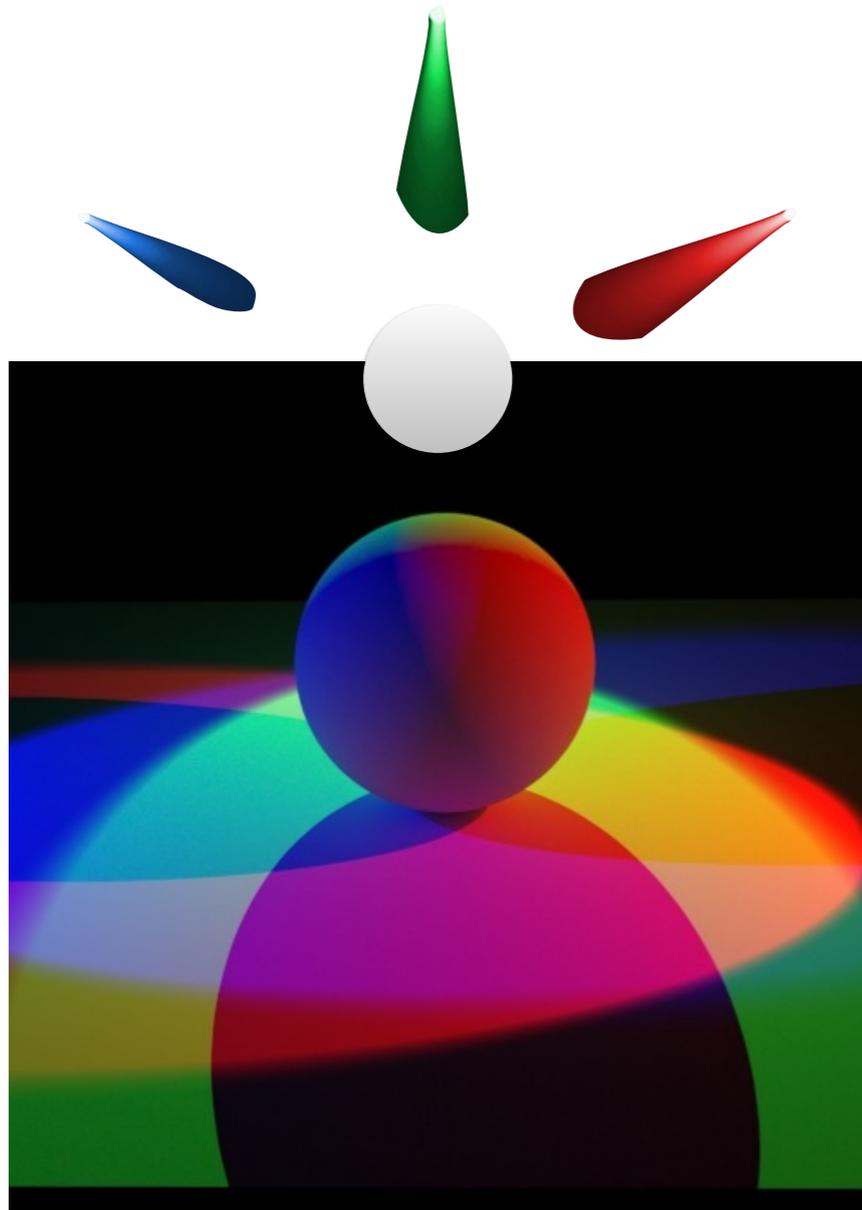
Représentation sphérique (2D)



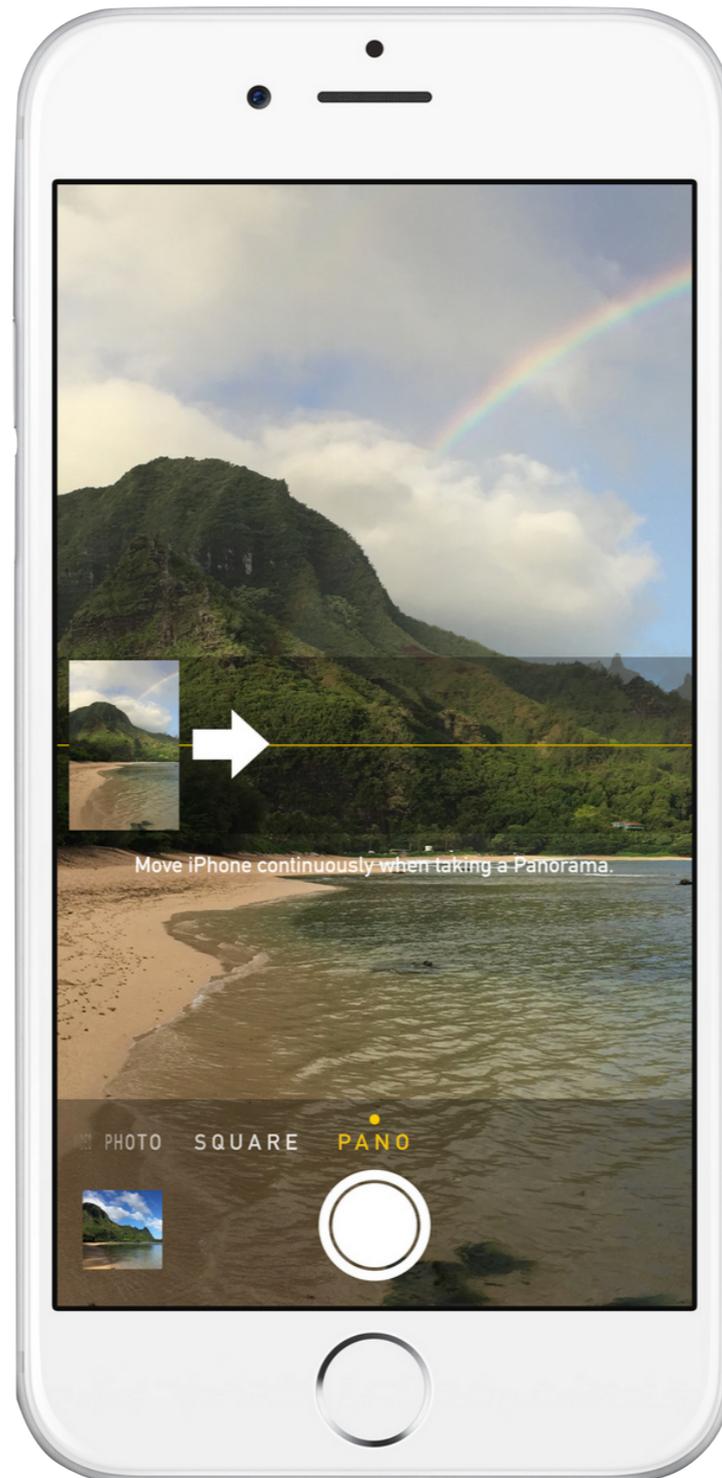
But: photographier la lumière

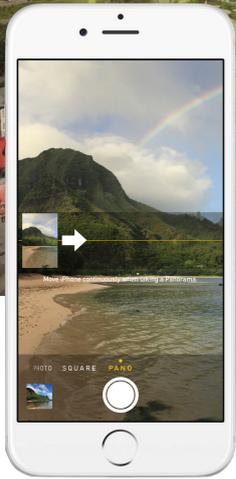


Quiz: quelle sera la carte d'environnement?



Option #1





Panoramas HDR

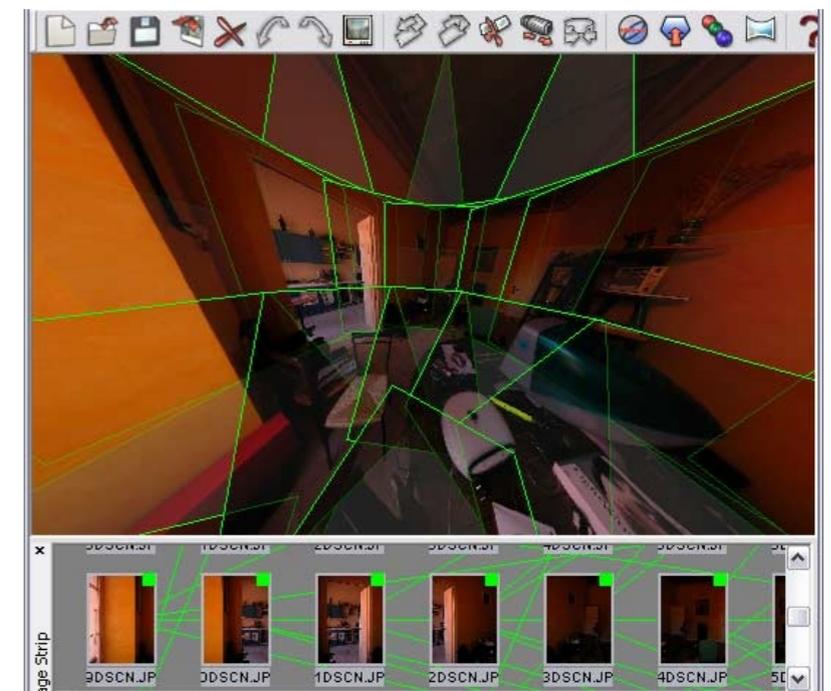
<http://www.gregdowning.com/HDR/stitched/>



Shadow Detail



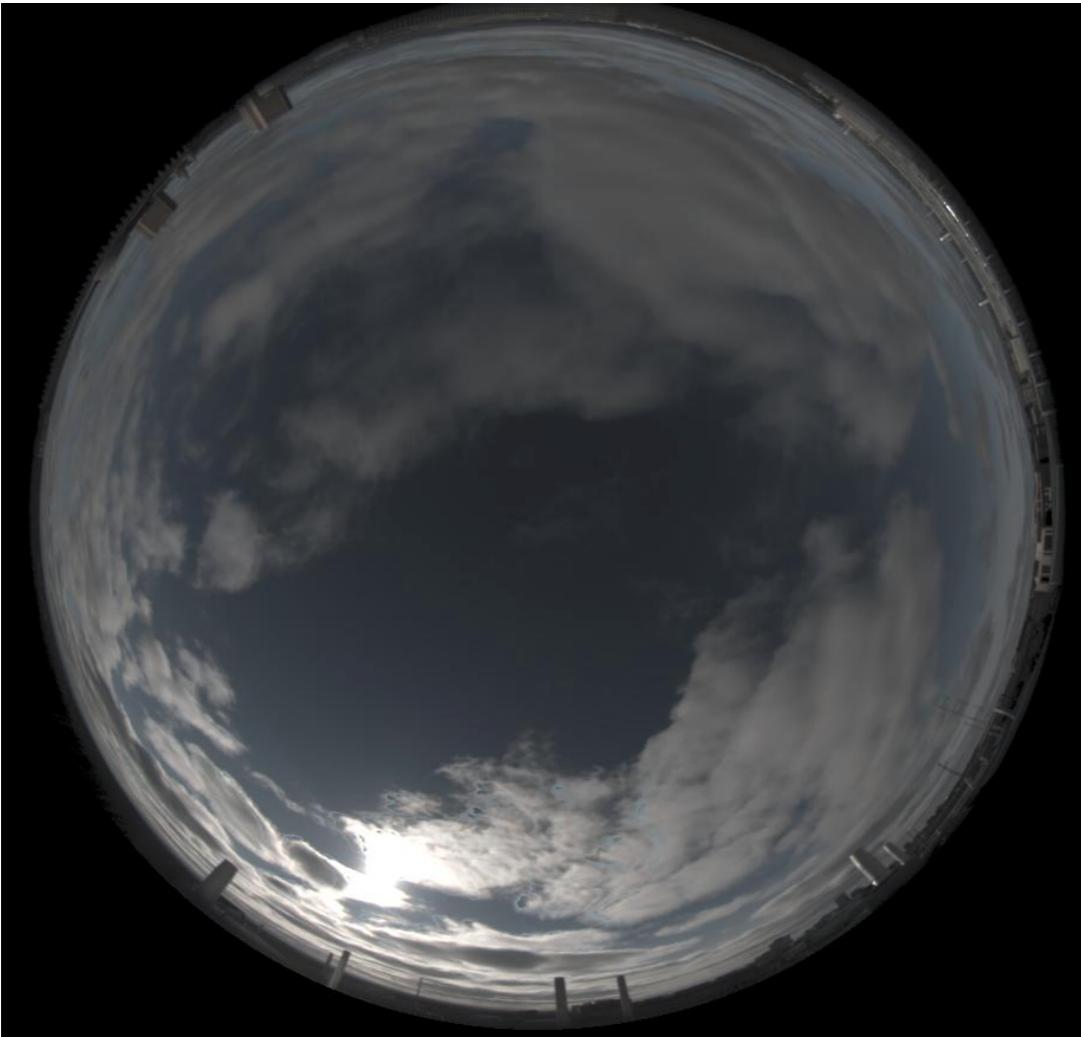
Highlight Detail



Option #2







Caméras panoramiques

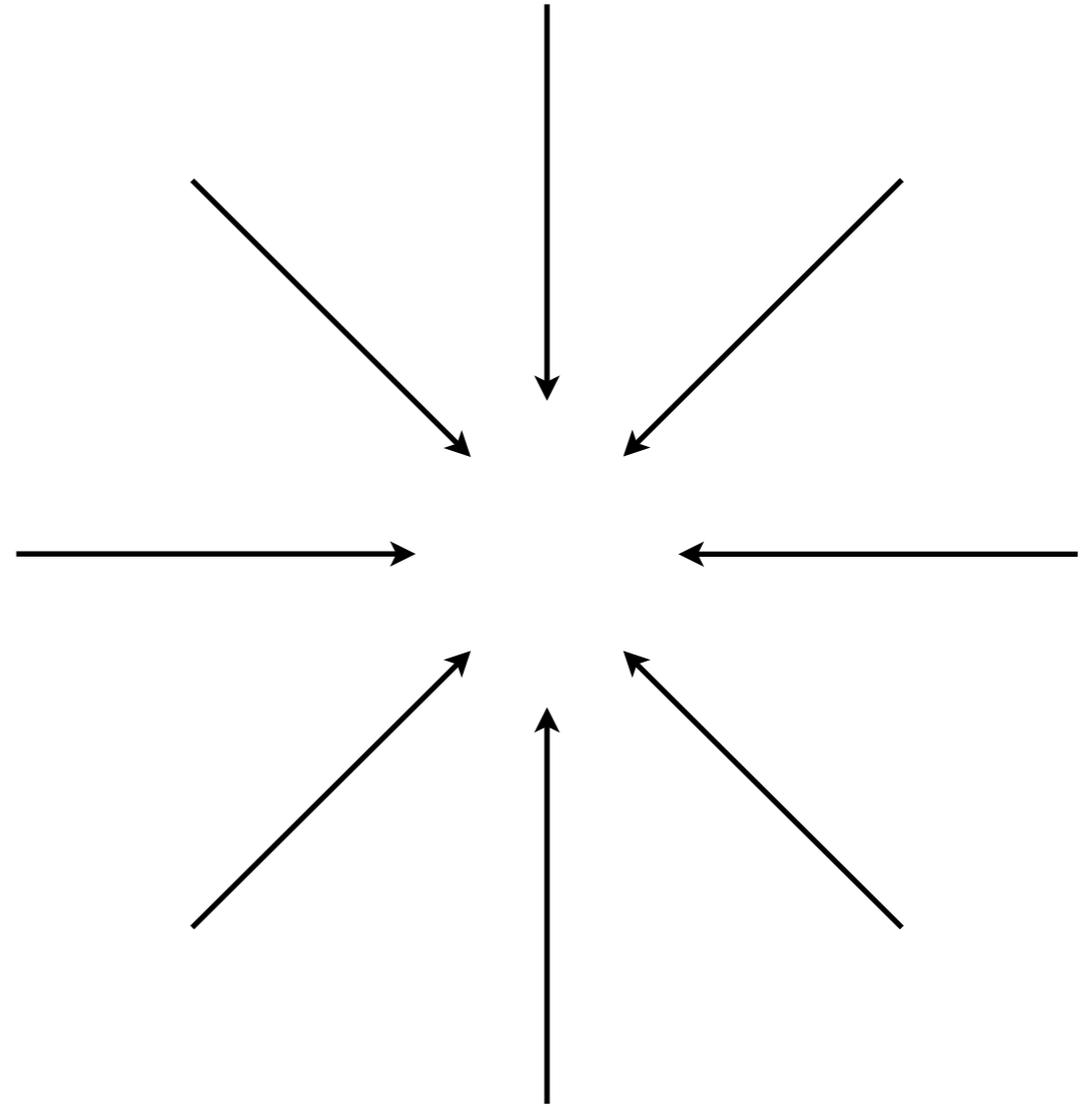
- Avantages:
 - très haute résolution (10K x 7K+)
 - Pas de mosaïques: sphère automatique
 - Bonne plage dynamique (même HDR)
- Problèmes
 - \$\$\$
 - Long à capturer



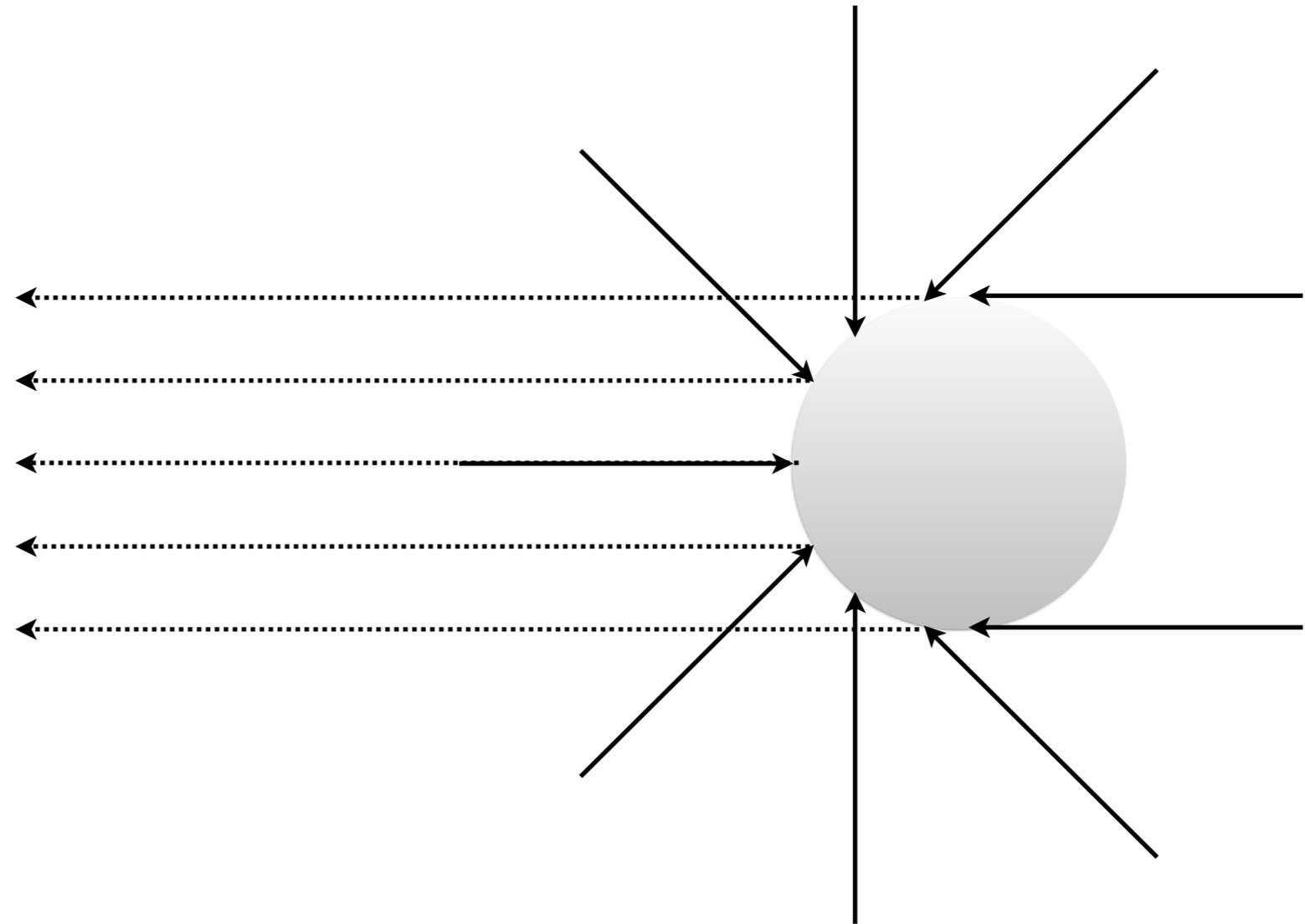
Option #3

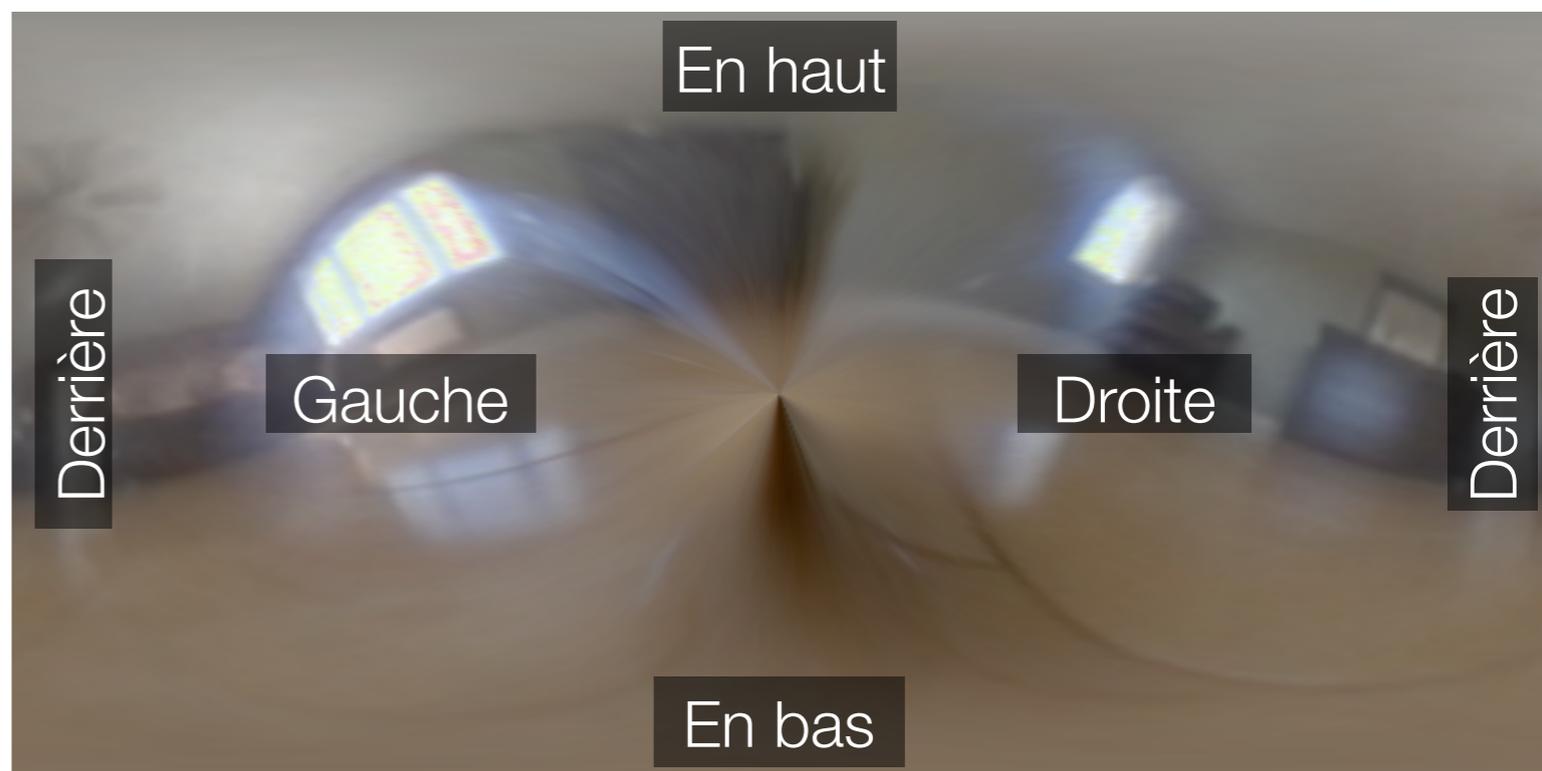


Capturer la lumière



Capturer la lumière





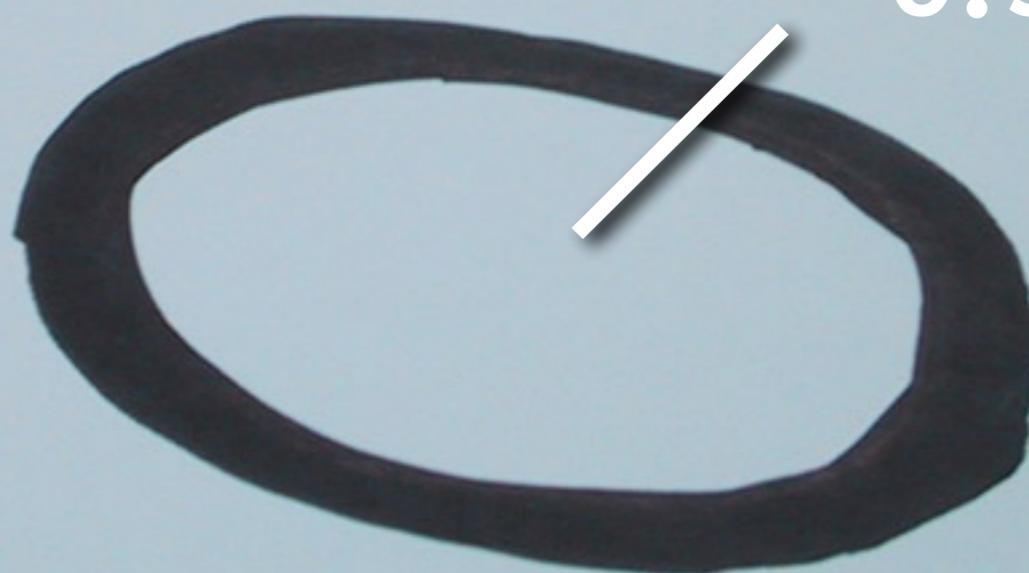


0.34

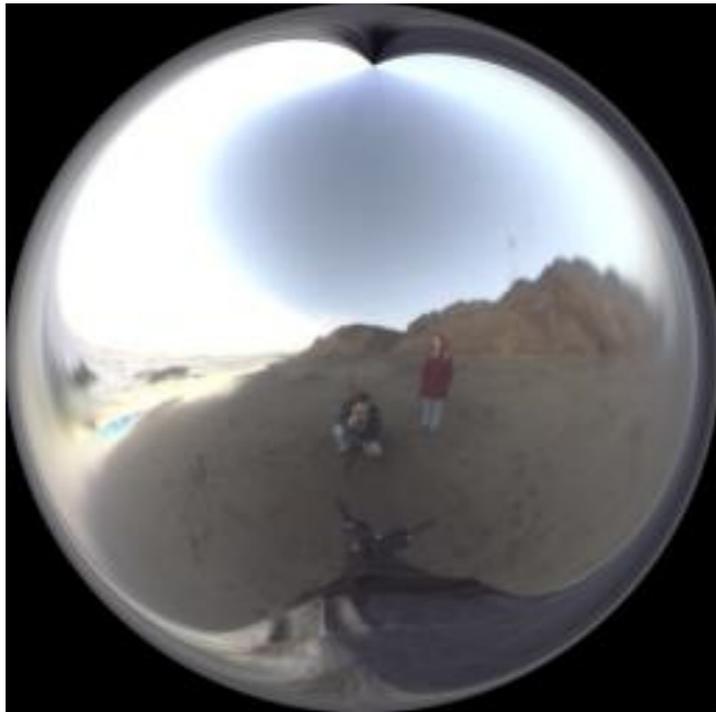
=> 59%
réflective

Calibrage de la
réflexivité de la
sphère

0.58



Funston
Beach



Eucalyptus
Grove



Uffizi
Gallery



Grace
Cathedral



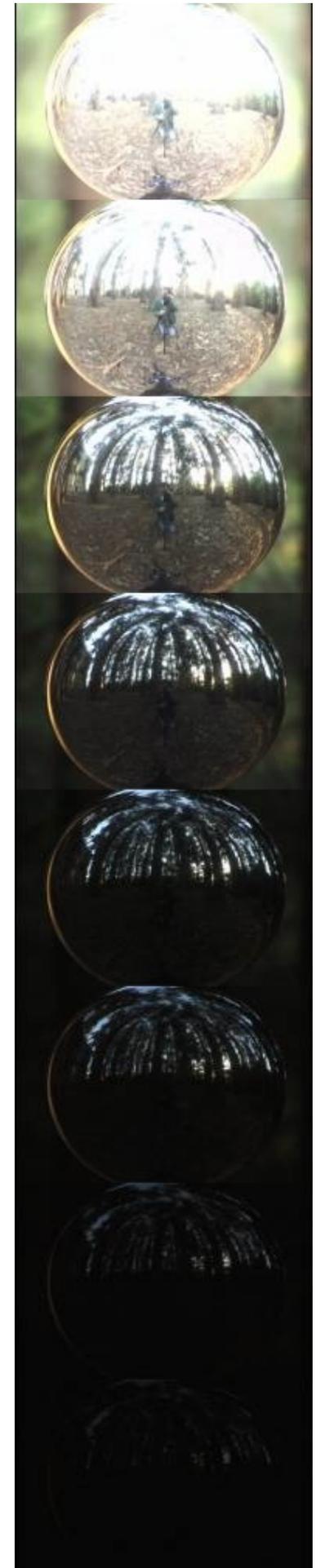
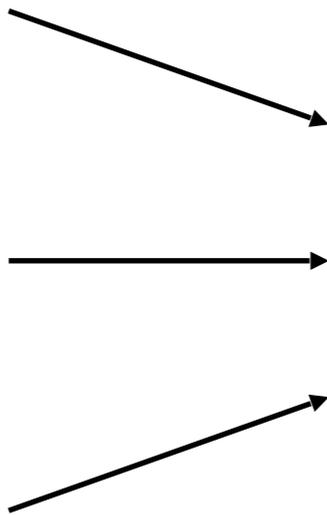
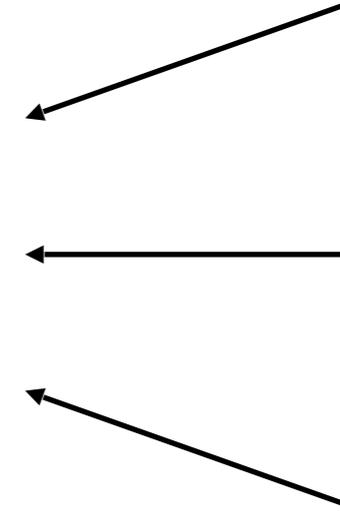
Examples:

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

Avant

Arrière

Capturer l'environnement

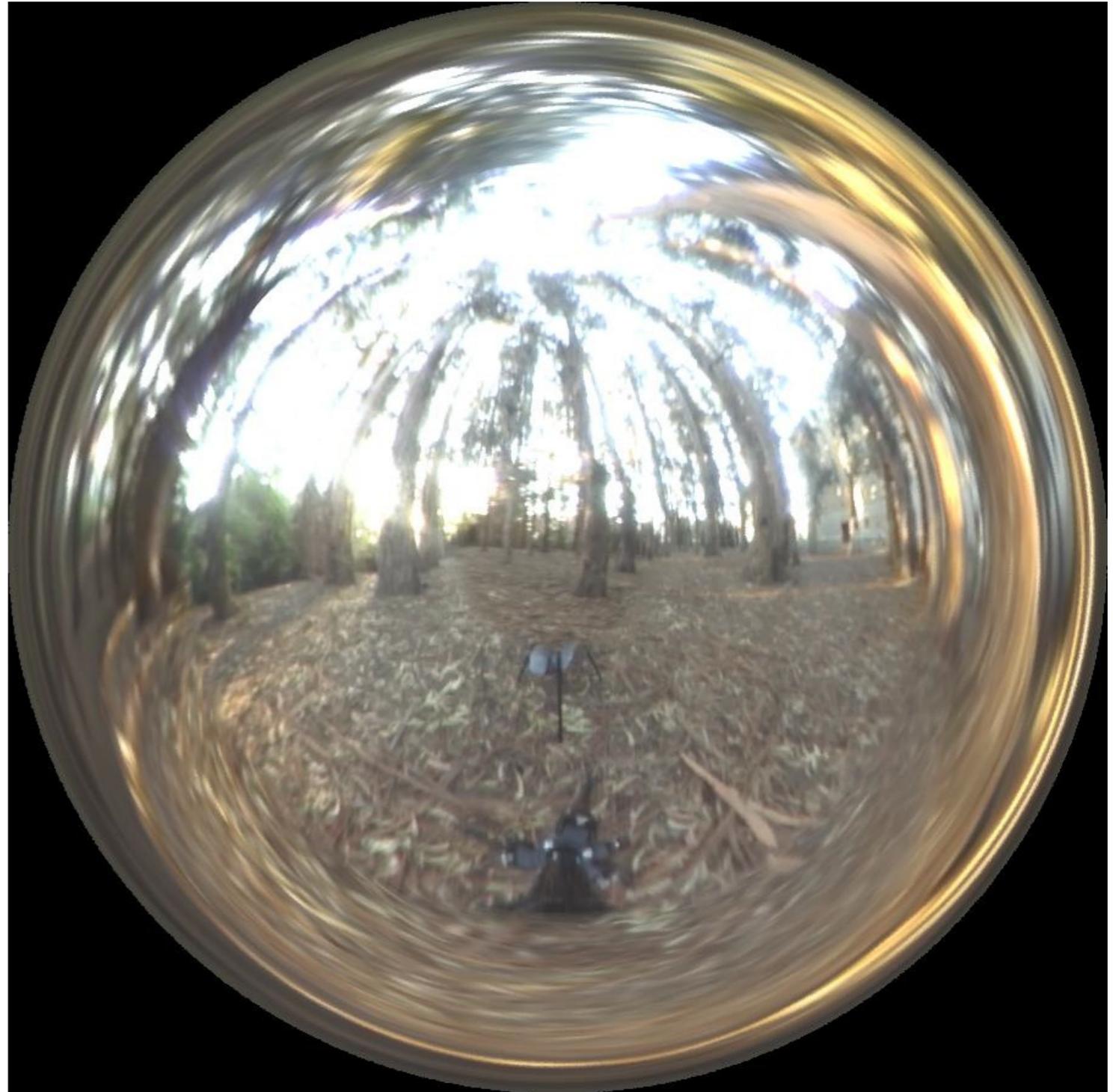


Composer l'environnement

Avant

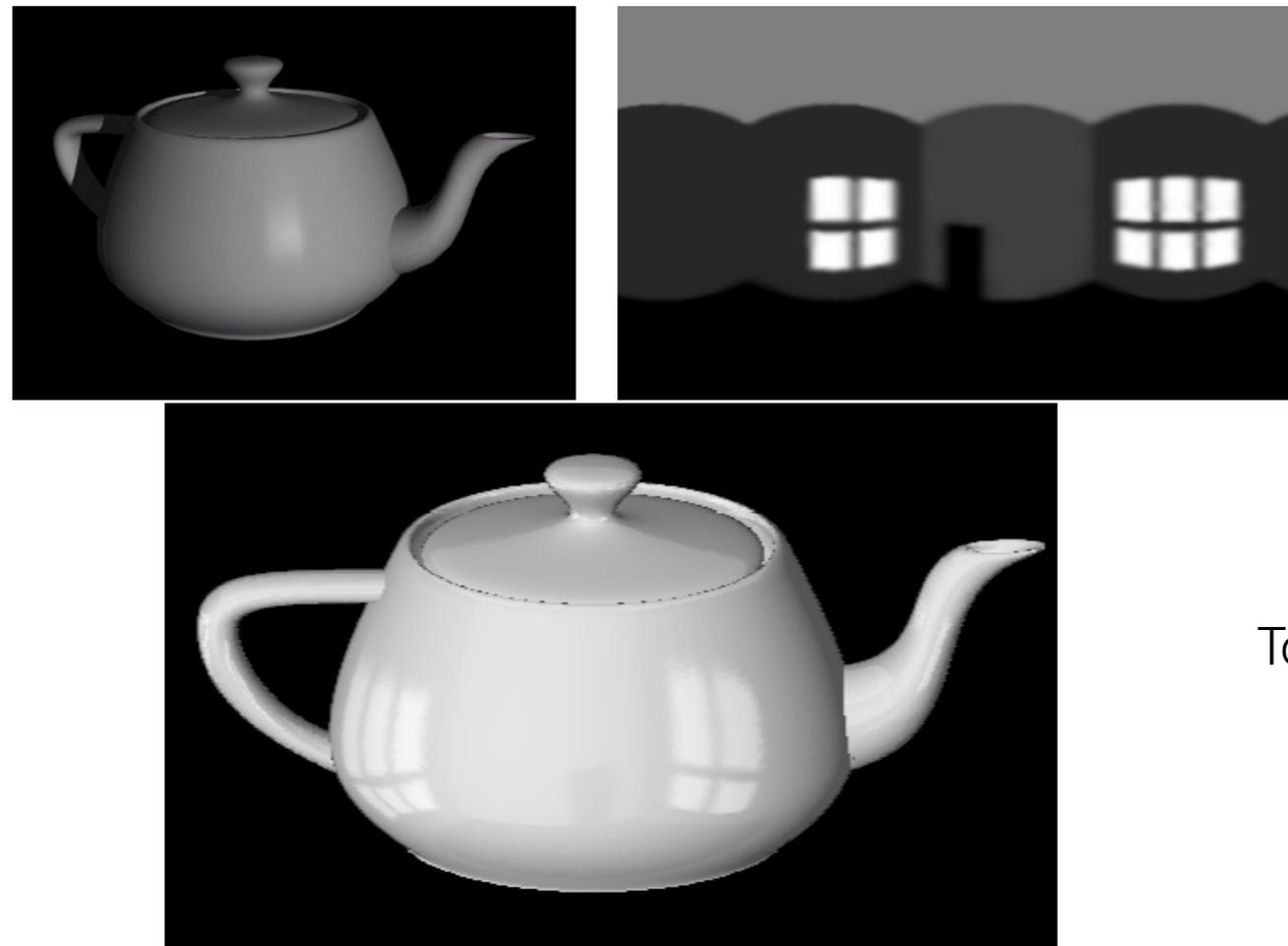


Arrière



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

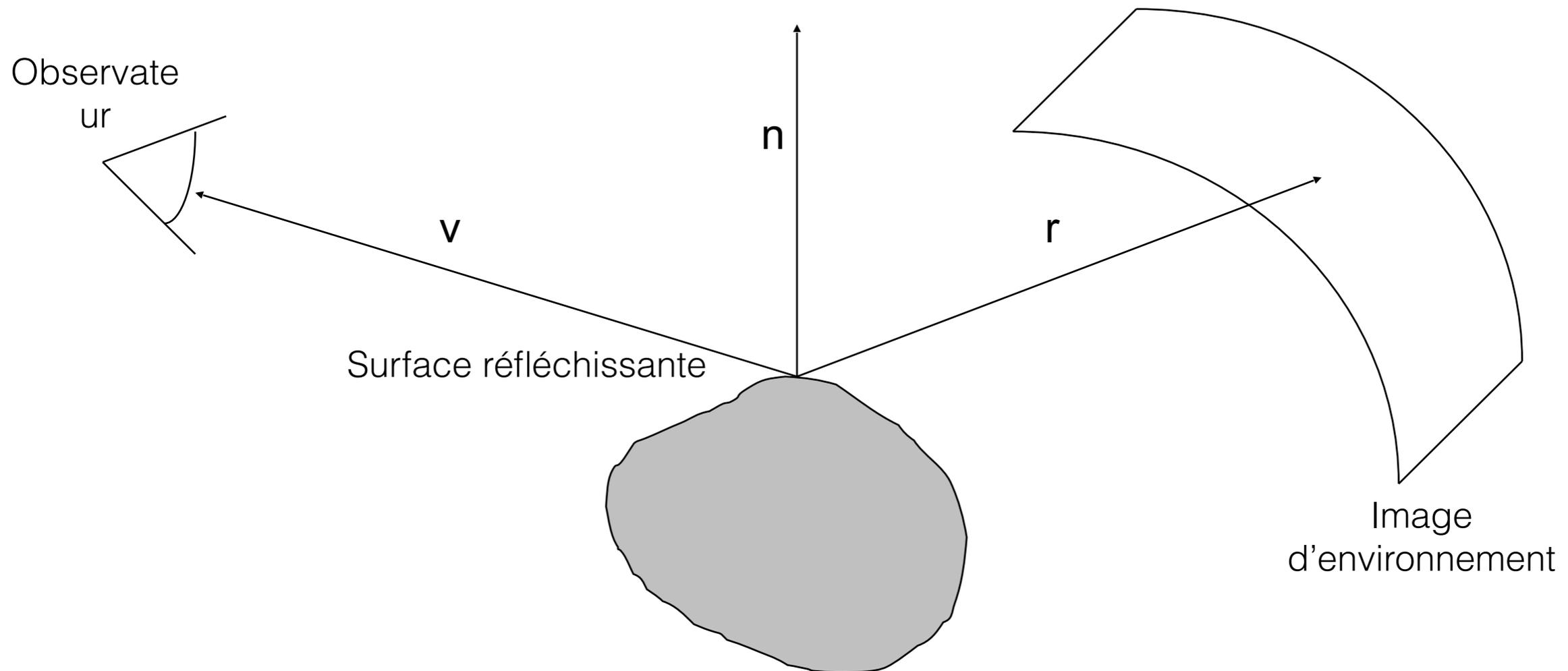


Tout premier résultat!
(Jim Blinn, 1976)

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)

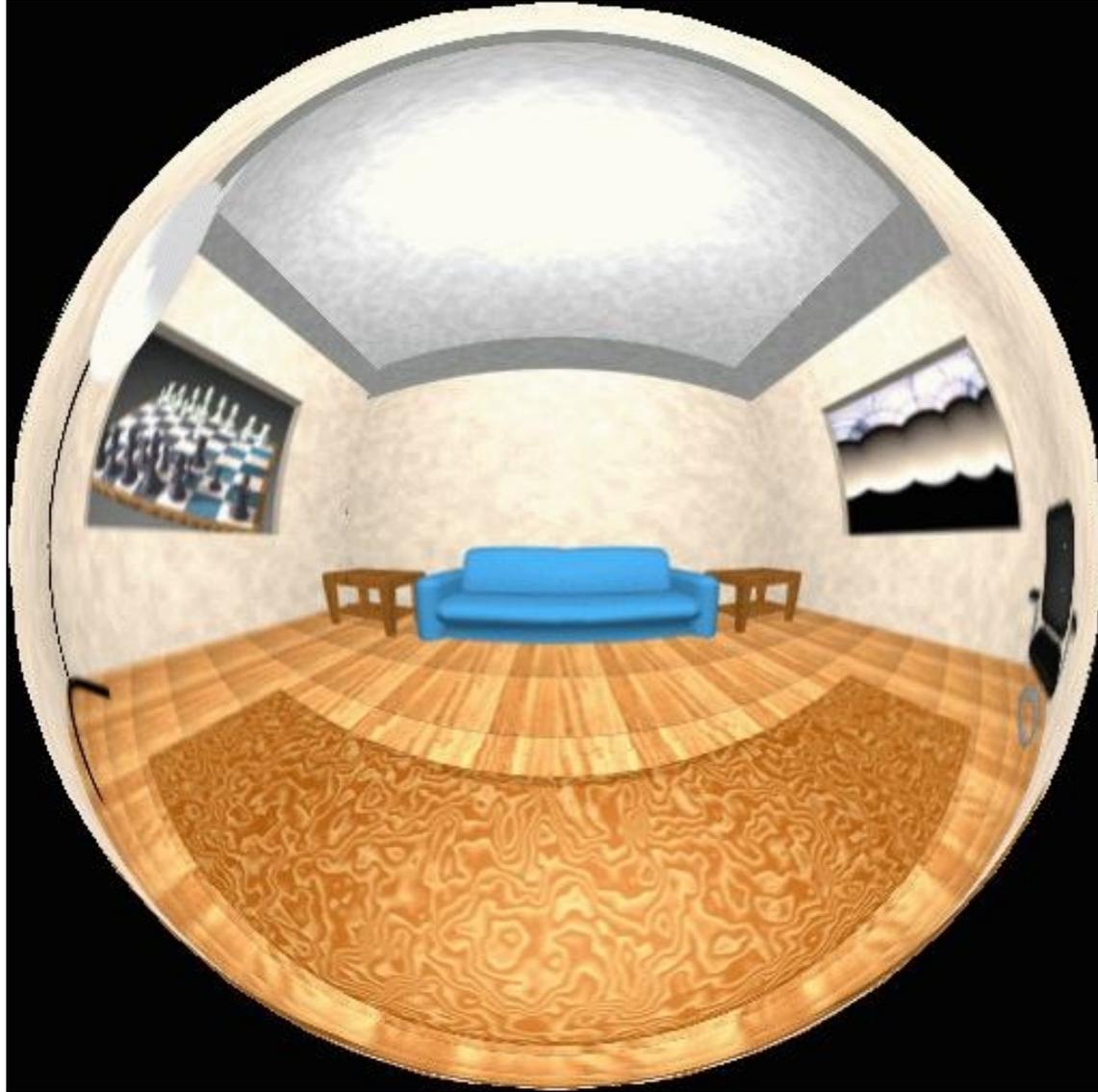


La texture est transférée directement sur l'objet en fonction du vecteur de réflexion et du contenu de l'image d'environnement

Carte sphérique

- Enregistre la carte en format sphérique (θ , ϕ)
- 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

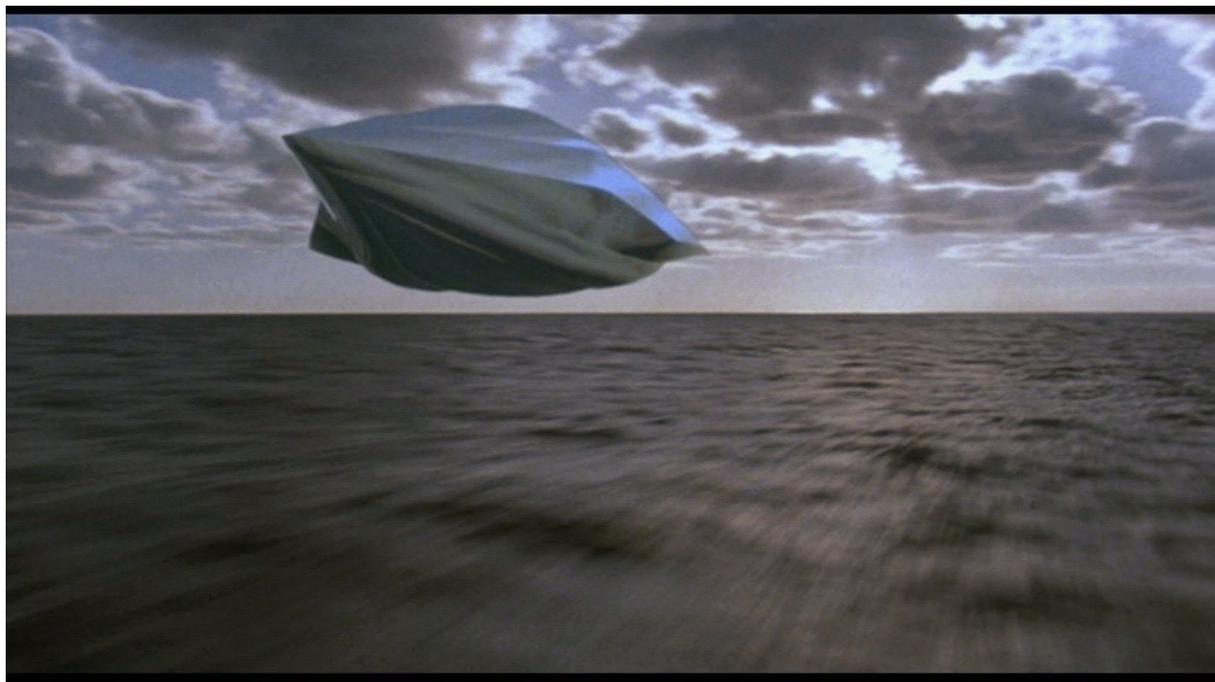
<http://youtu.be/ici8I2foBeQ?t=1m45s>

(source: tchyup sur youtube)

Approximations

- La carte contient 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)

Flight of the navigator

<https://www.youtube.com/watch?v=7pNhdeFPI60>

Terminator II

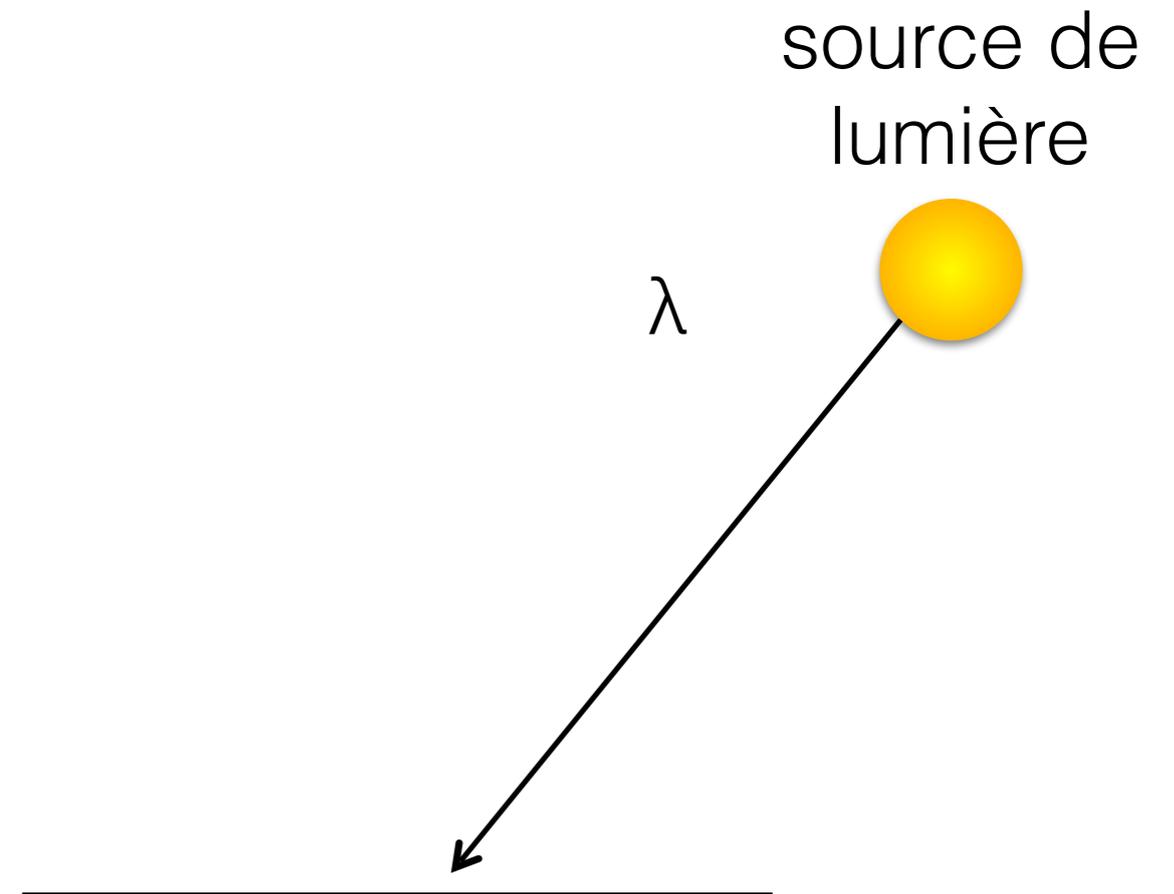
<https://www.youtube.com/watch?v=K5n3p97-tuQ>

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?

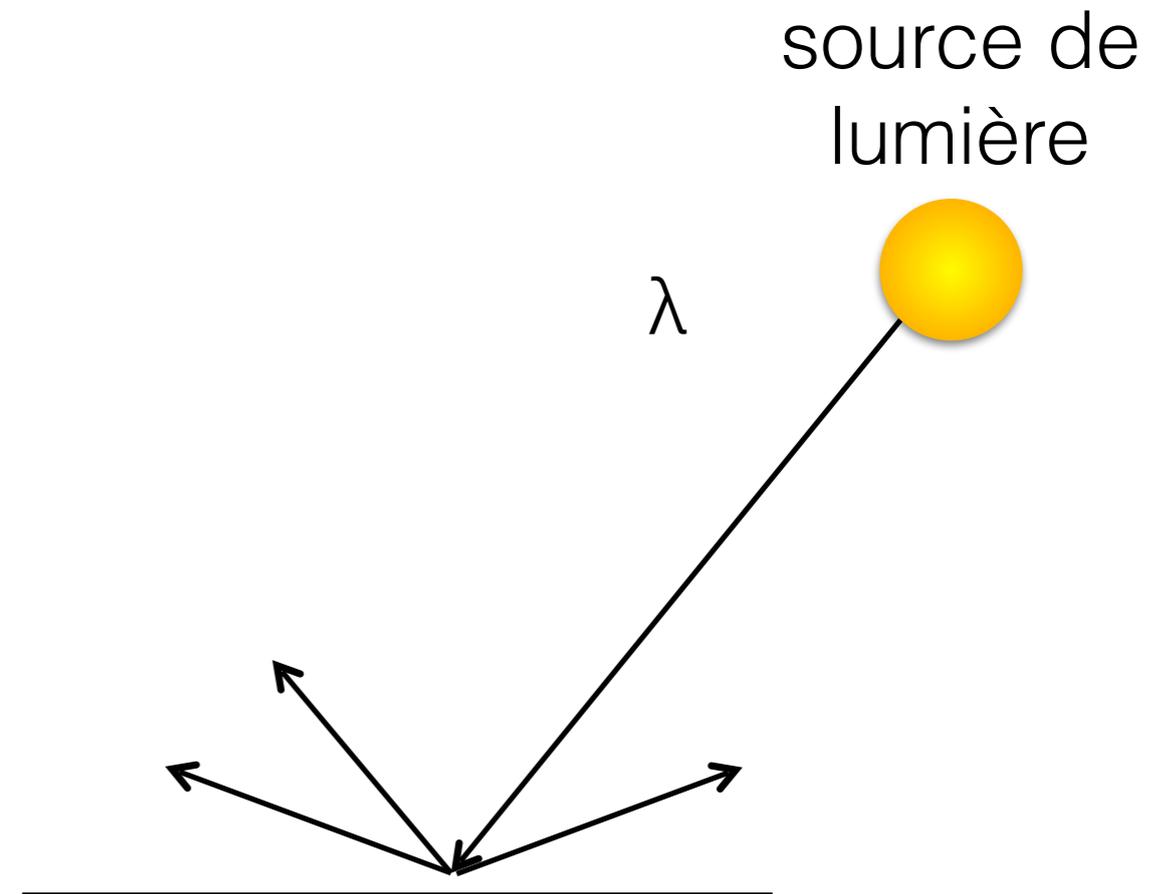
Une journée dans la vie d'un photon

- **Absorption**



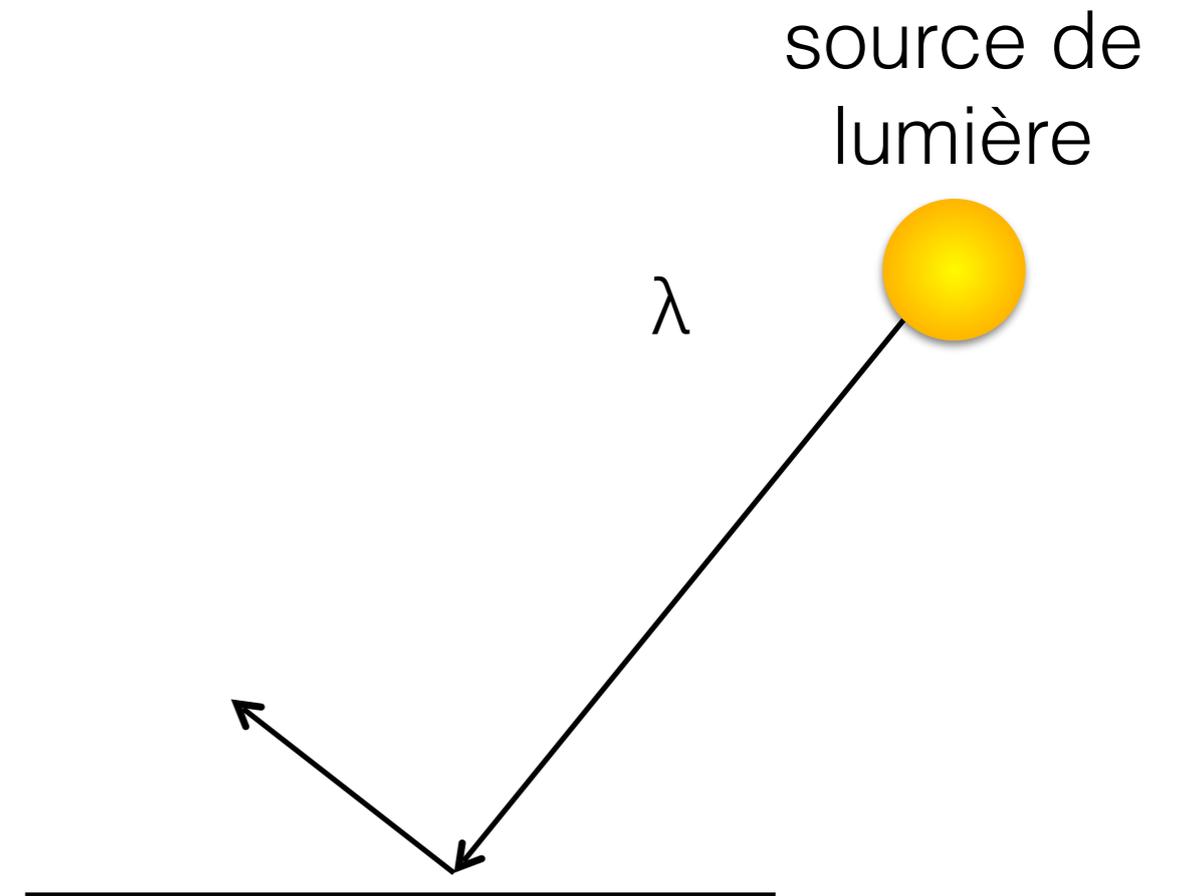
Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- **Réflexion diffuse**



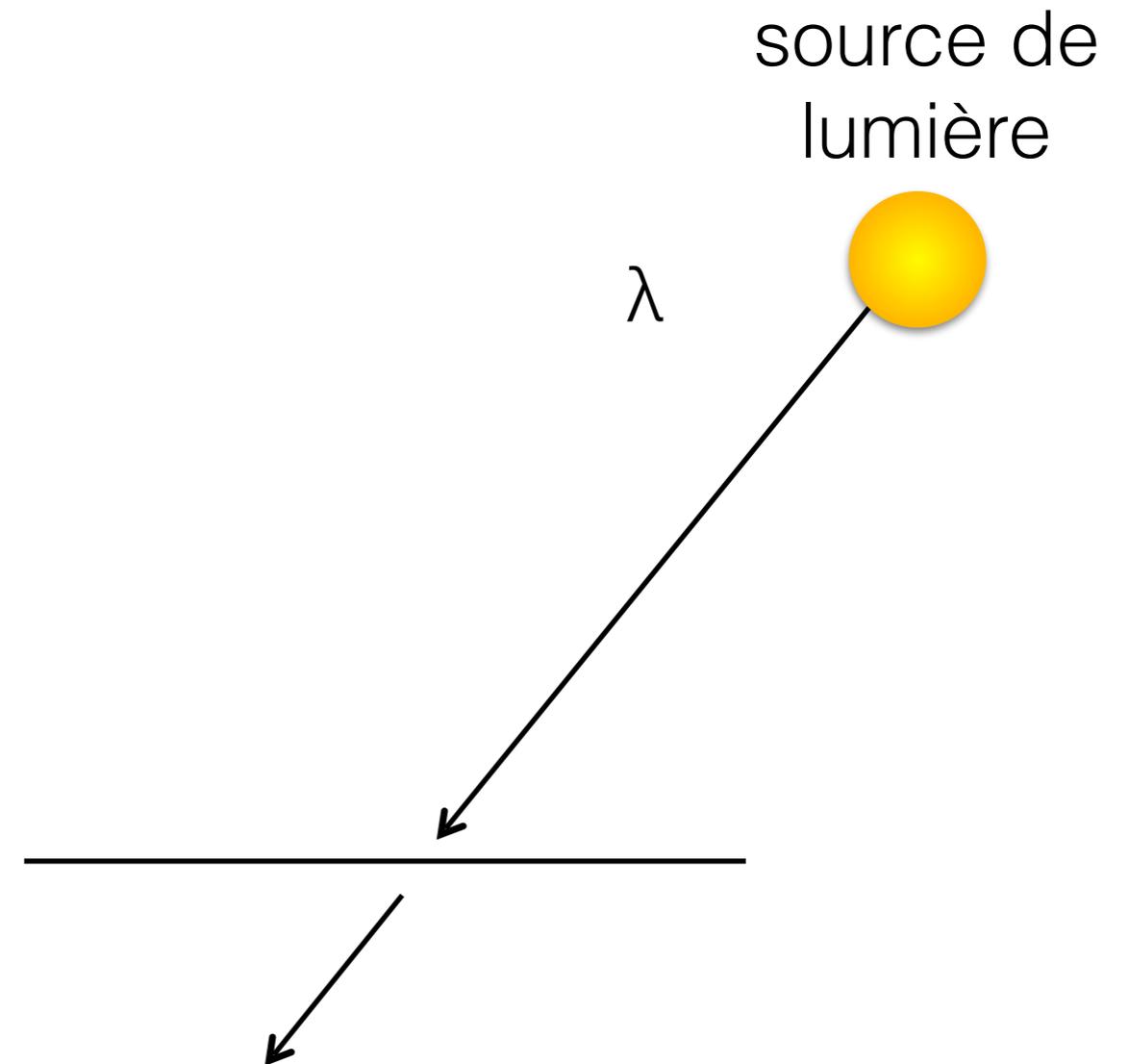
Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- **Réflexion spéculaire**



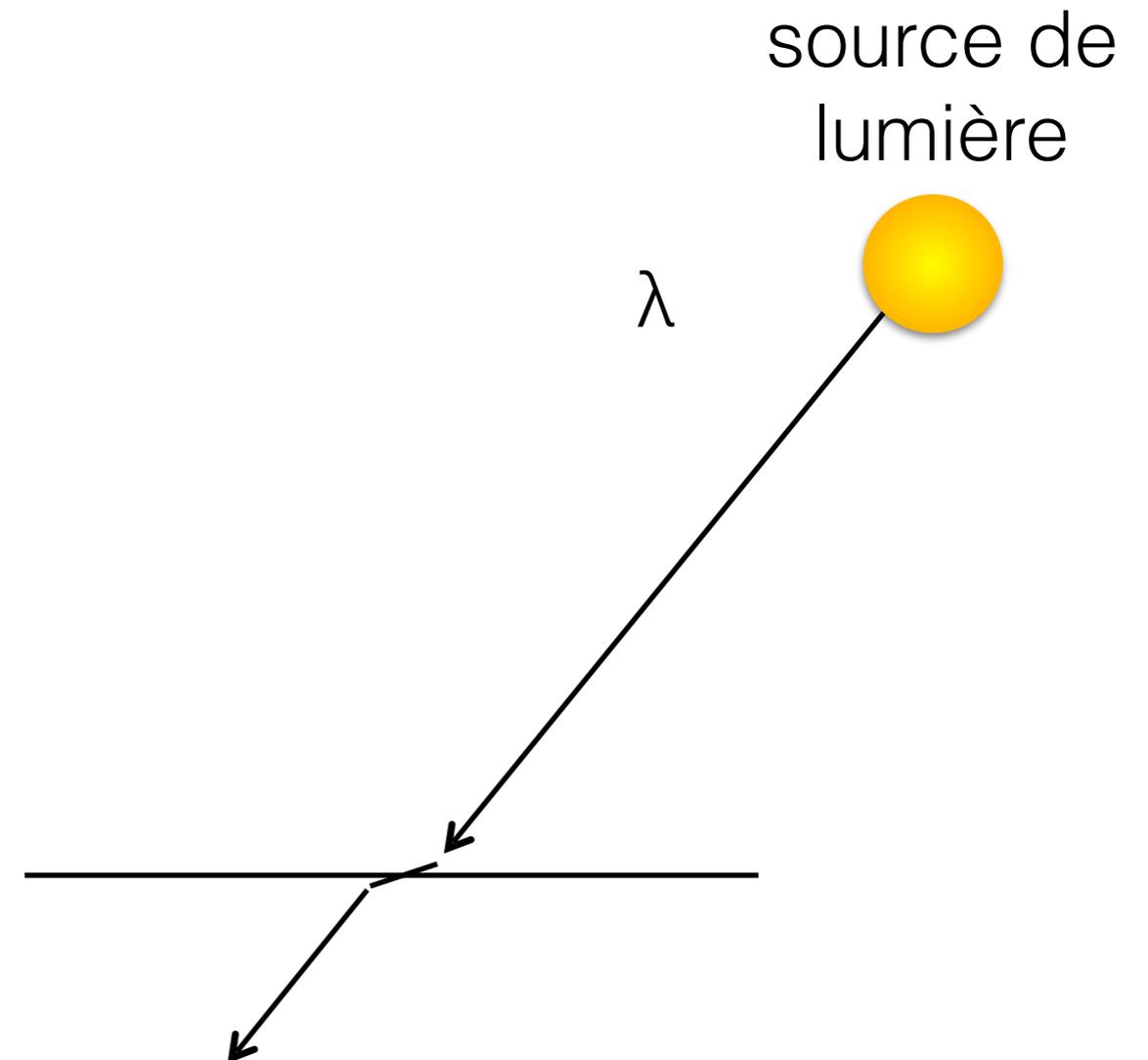
Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- **Transparence**



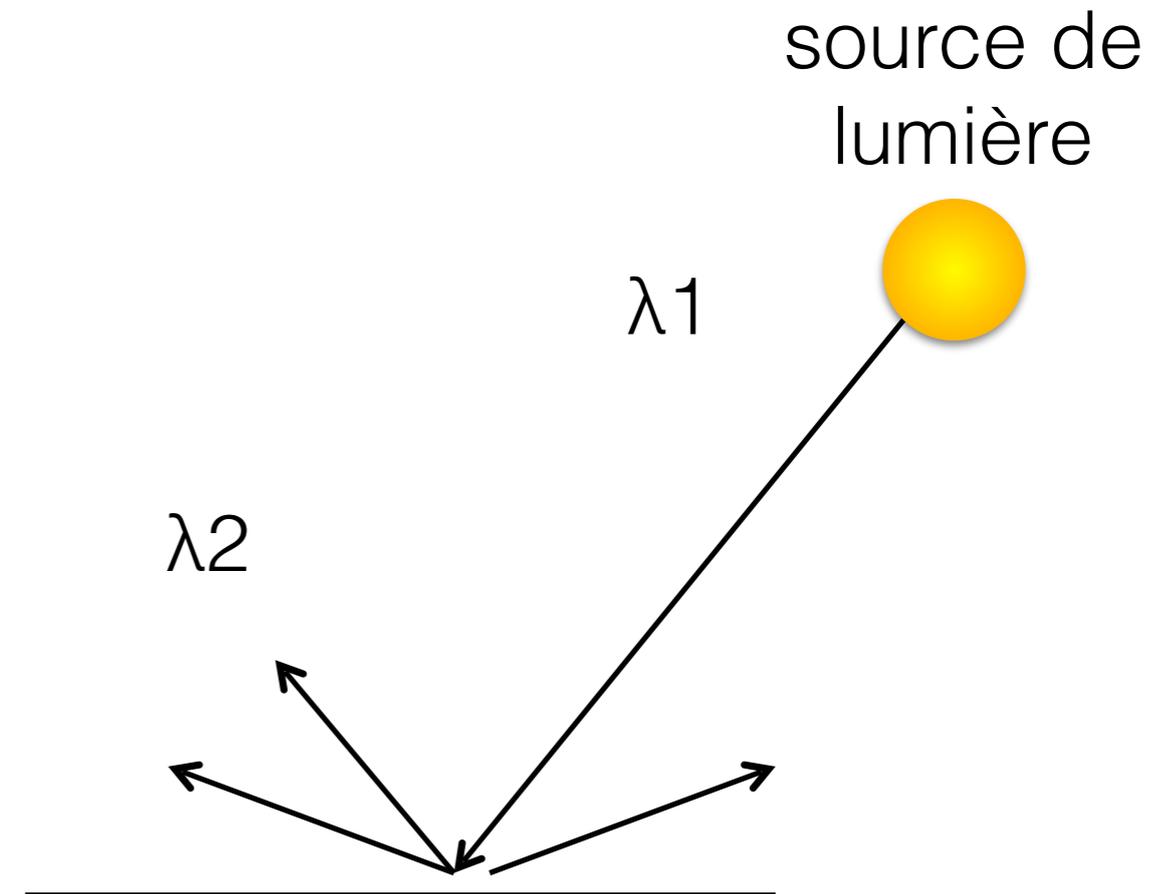
Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- Transparence
- **Réfraction**



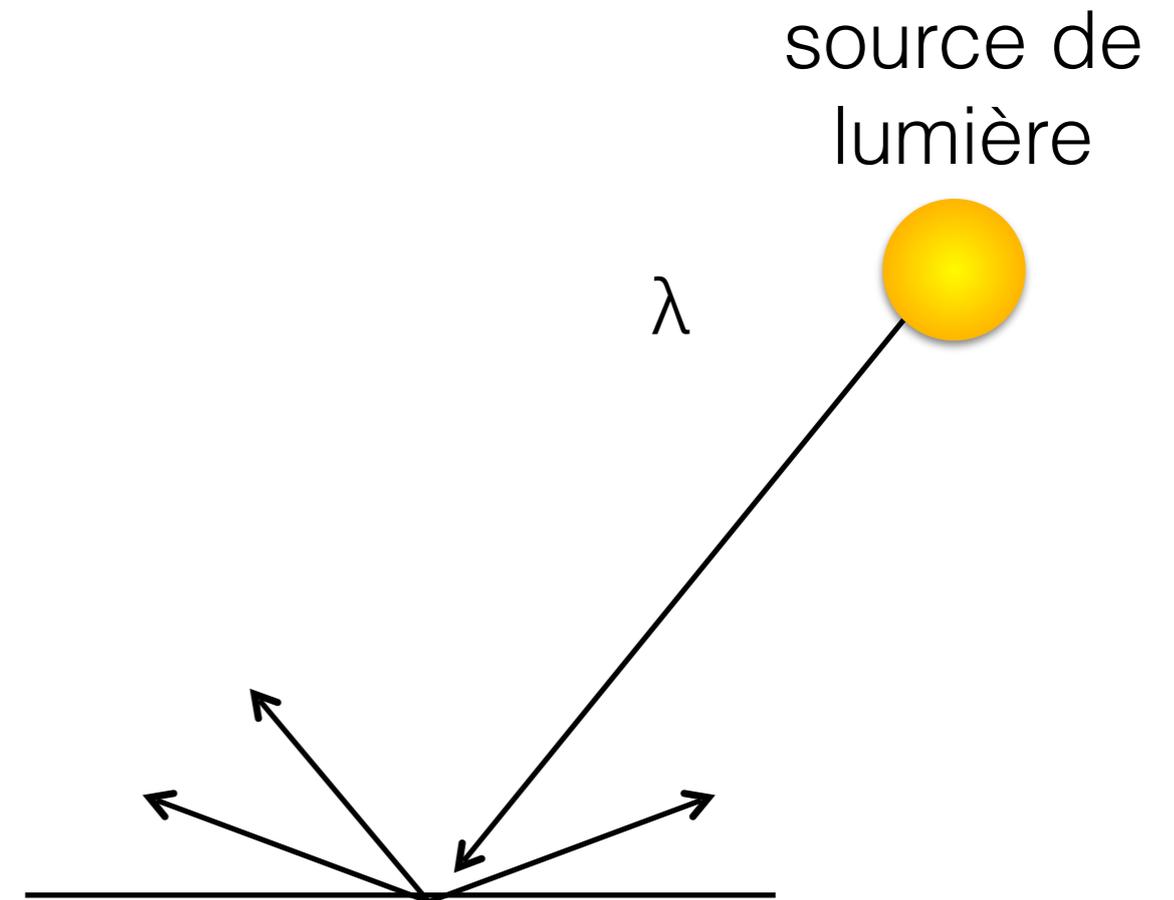
Une journée dans la vie d'un photon

- Absorption
- Réflexion diffuse
- Réflexion spéculaire
- Transparence
- Réfraction
- **Fluorescence**



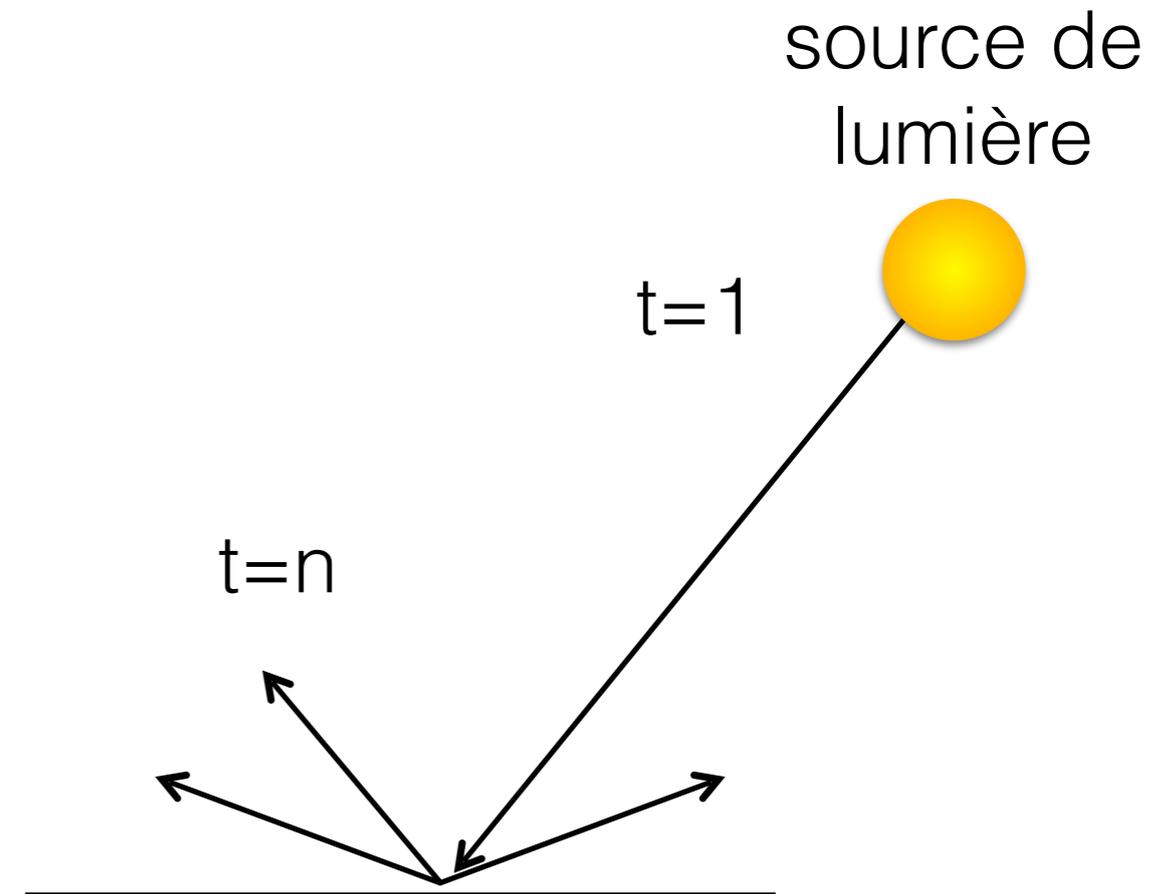
Une journée dans la vie d'un photon

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



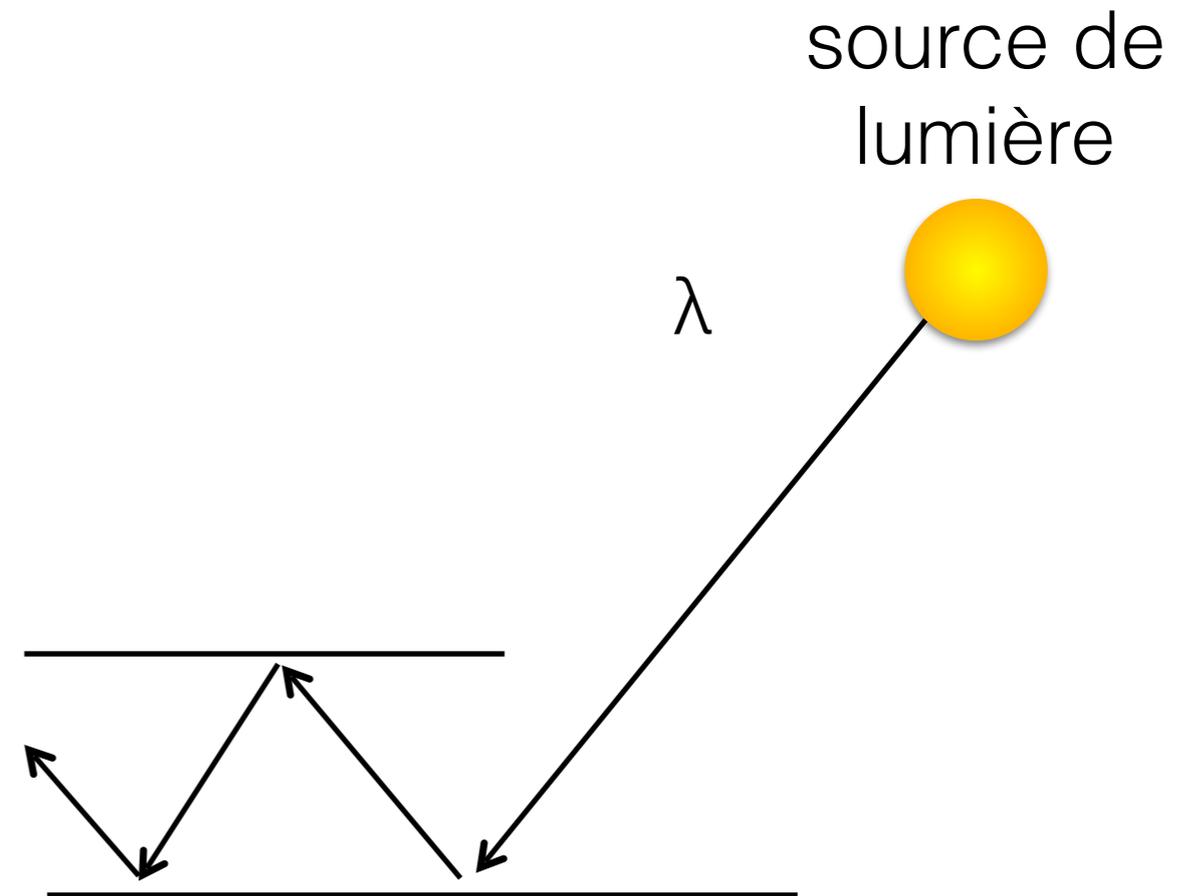
Une journée dans la vie d'un photon

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



Une journée dans la vie d'un photon

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

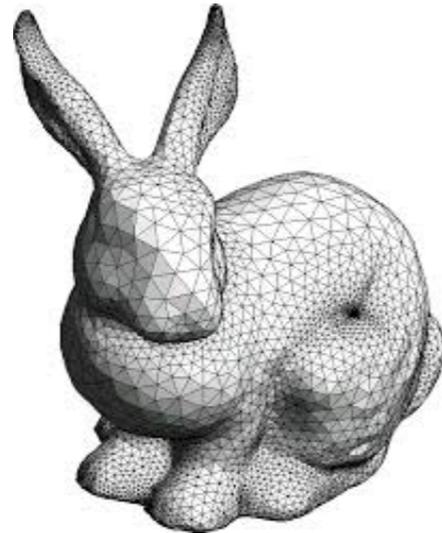


Exemple: mitsuba

<http://www.mitsuba-renderer.org>



+



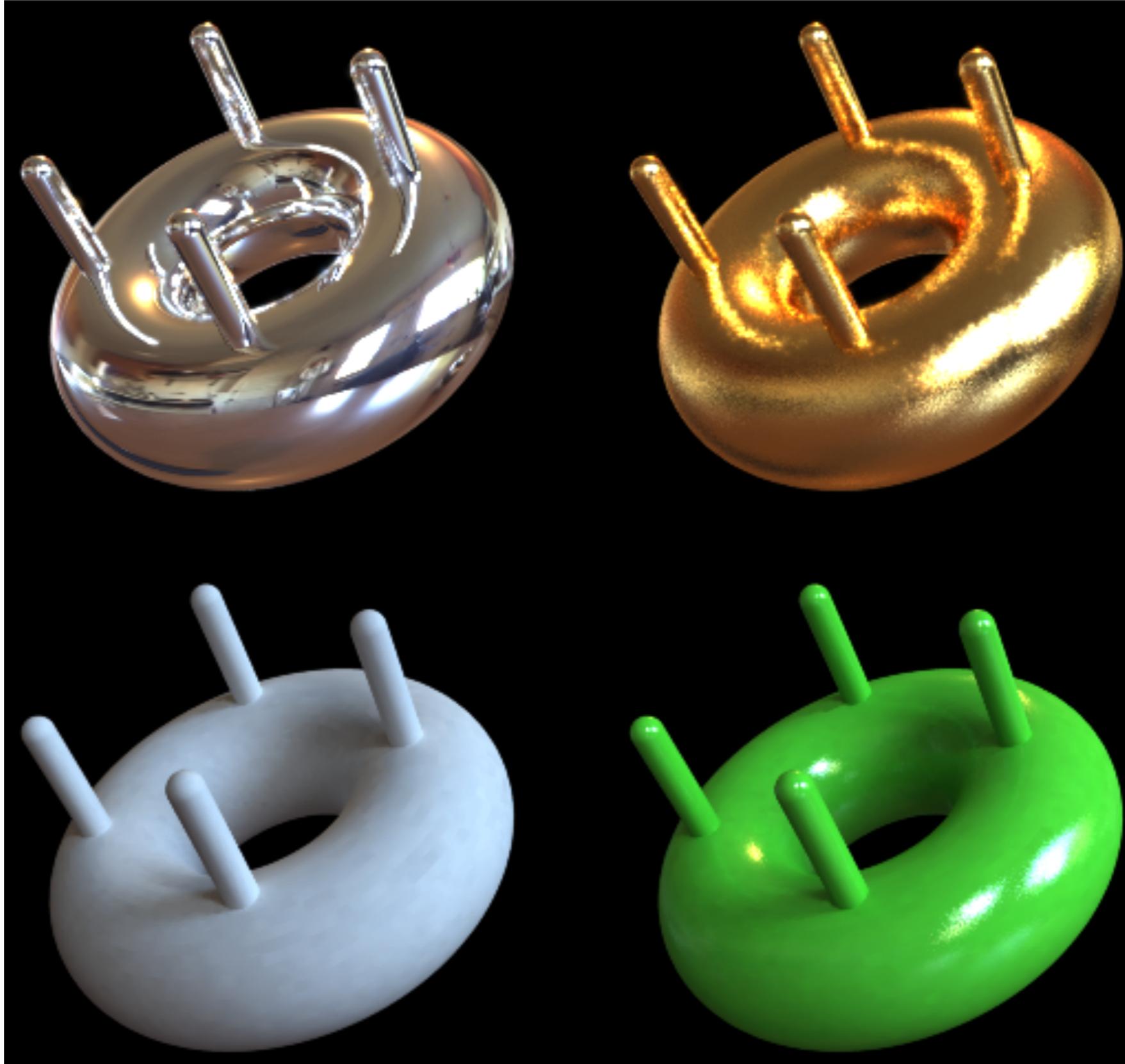
=



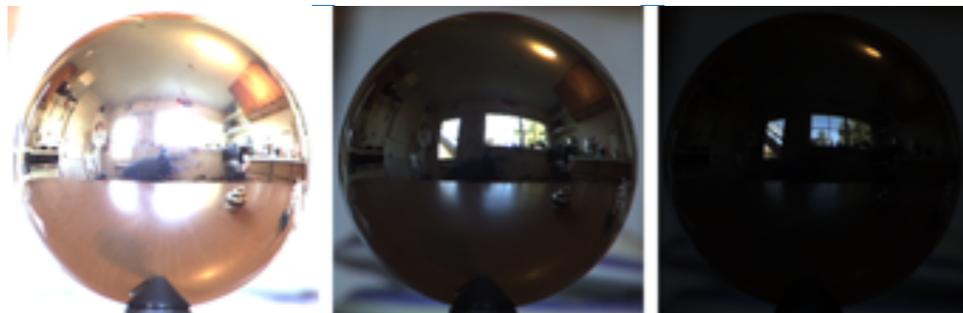
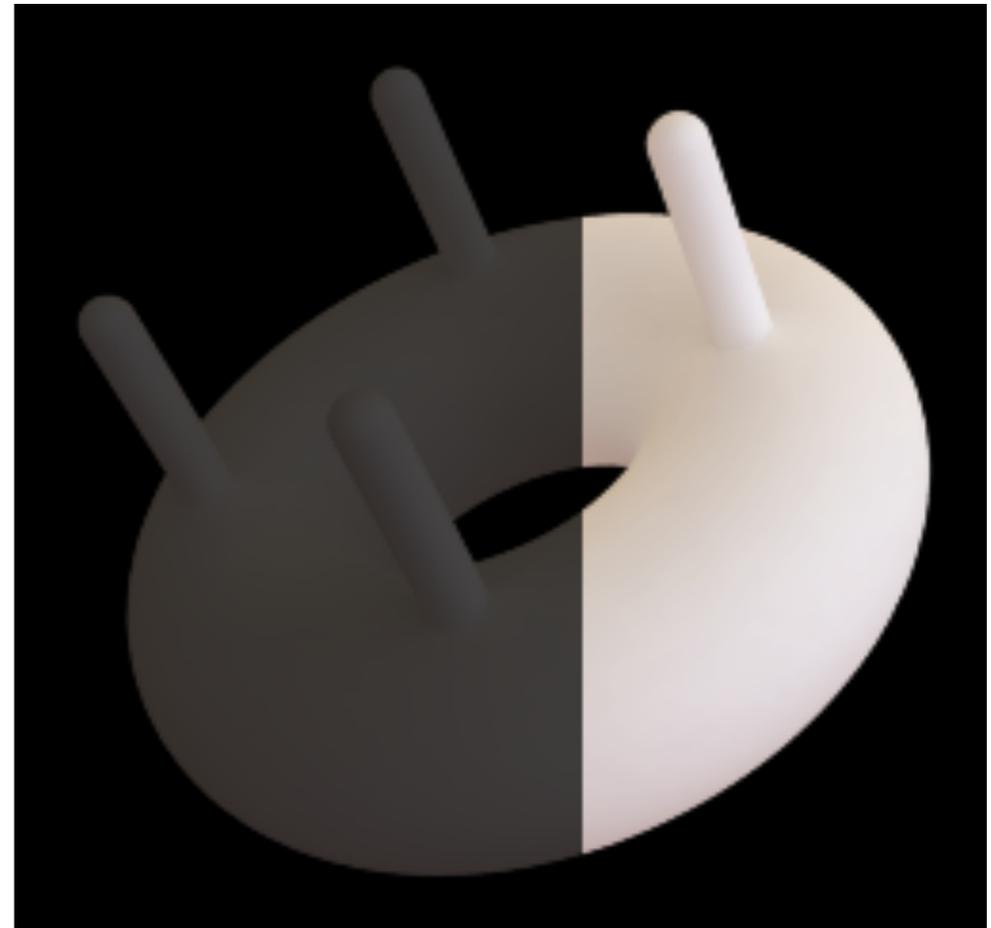
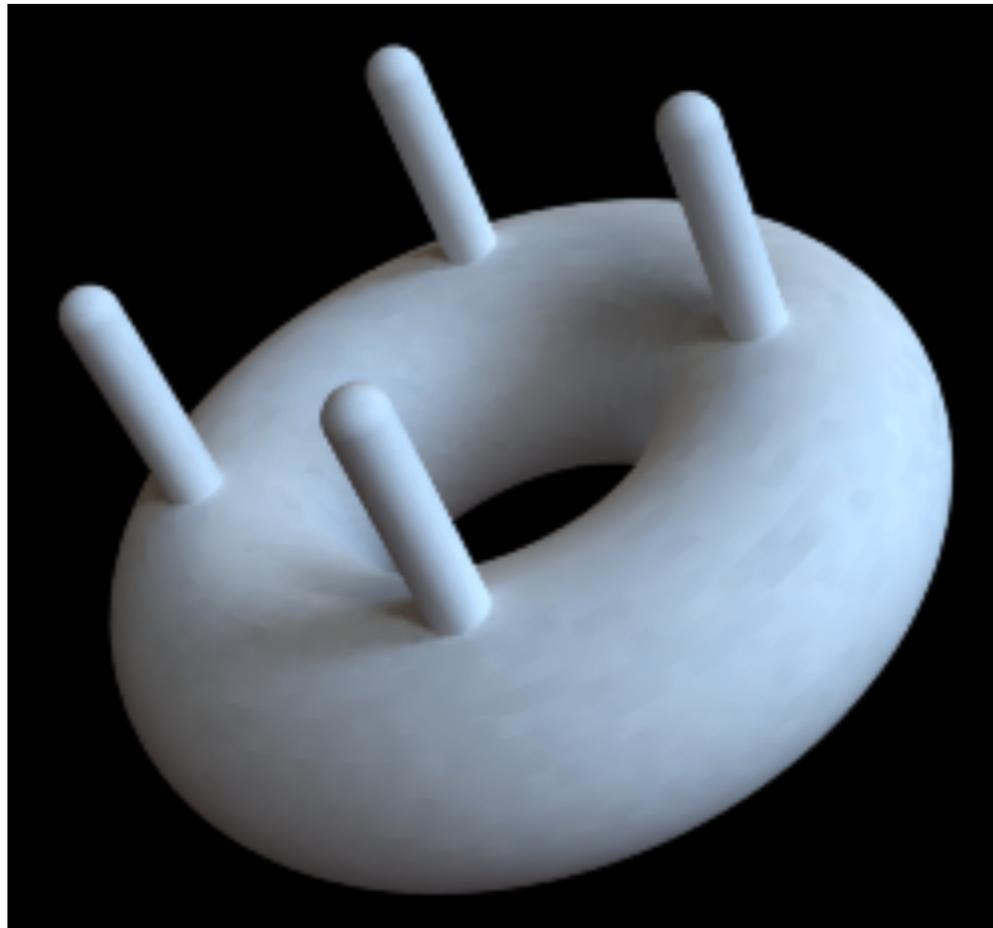
Mitsuba

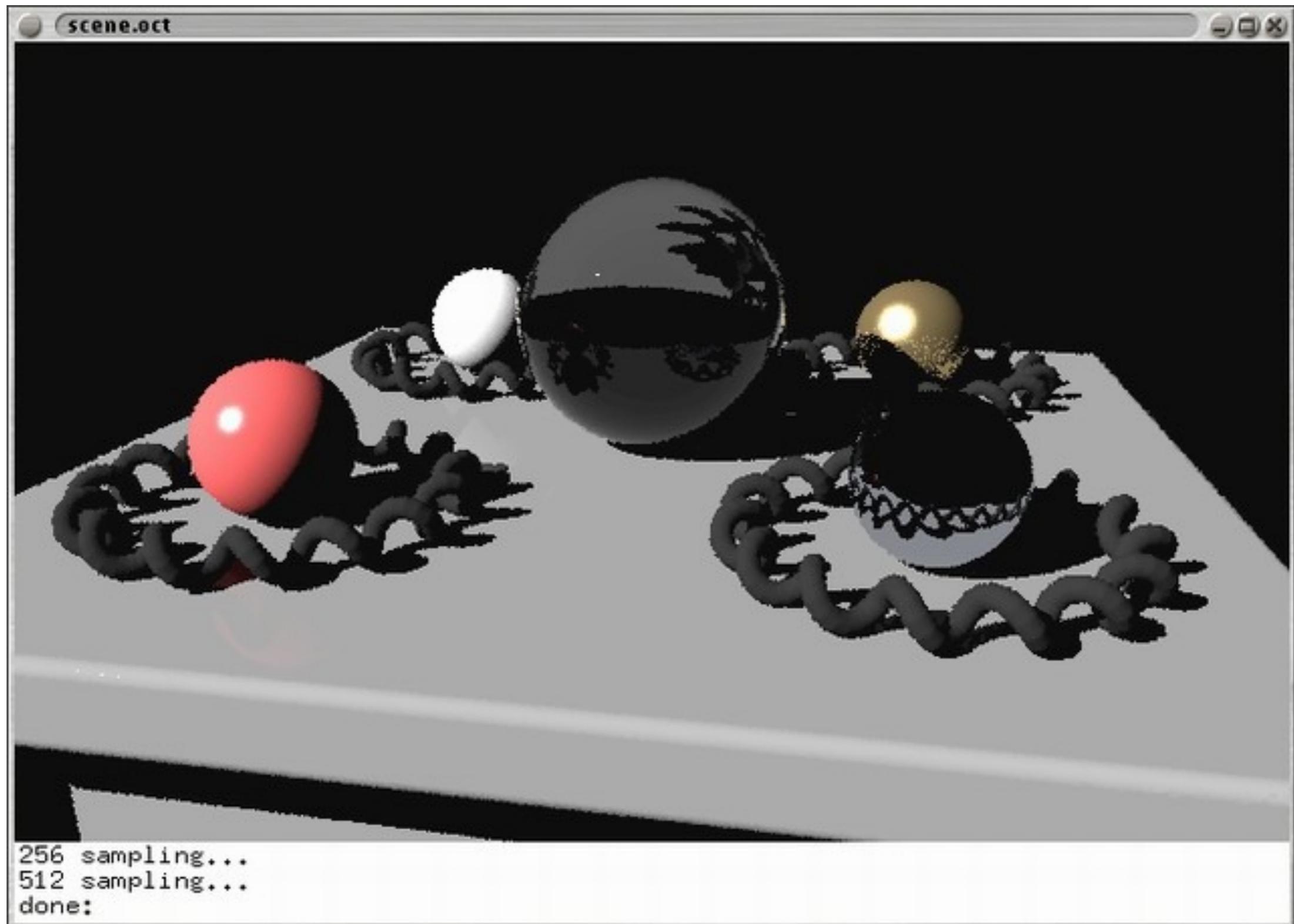


Résultats



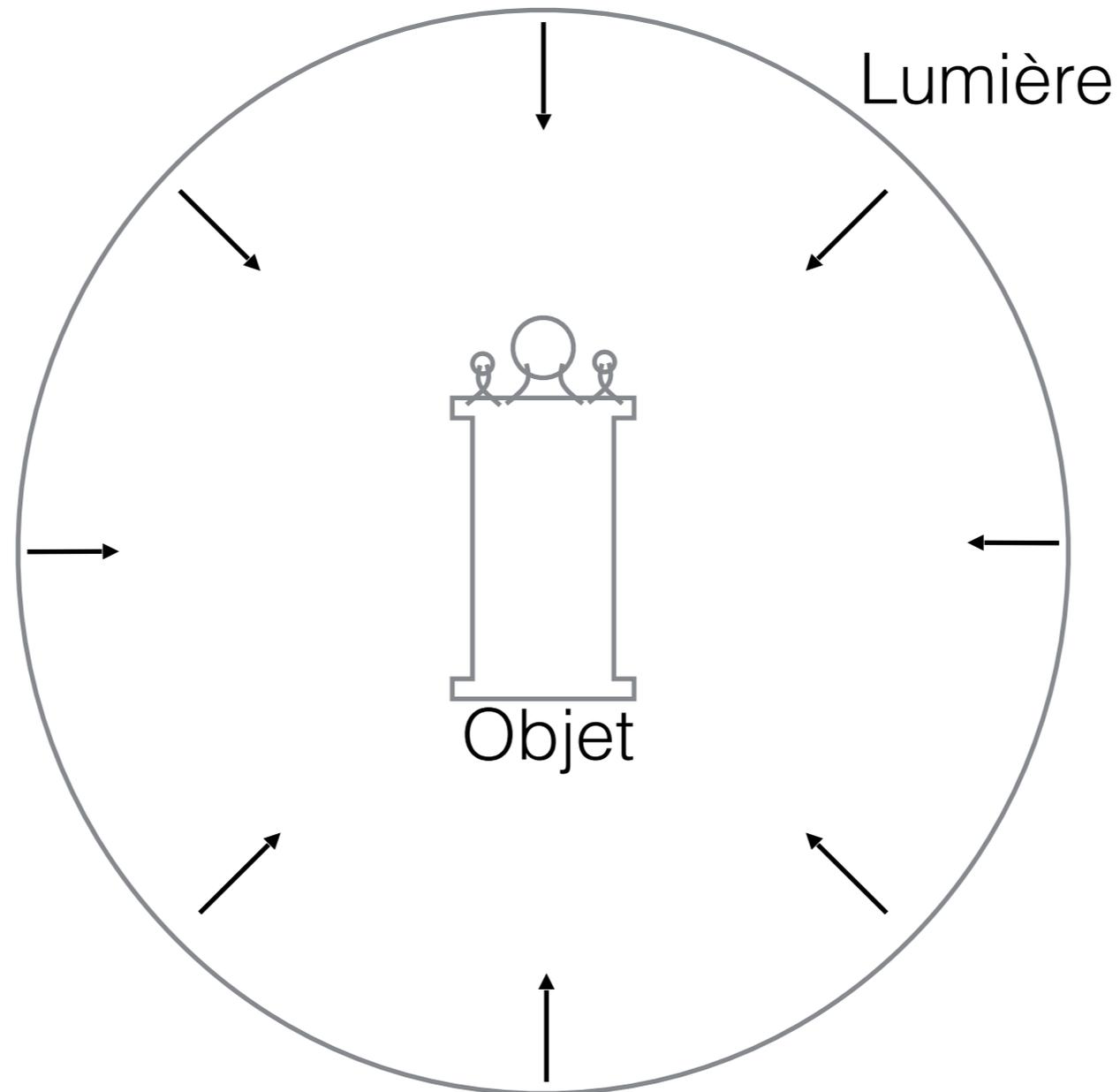
Comparaison: radiance vs image

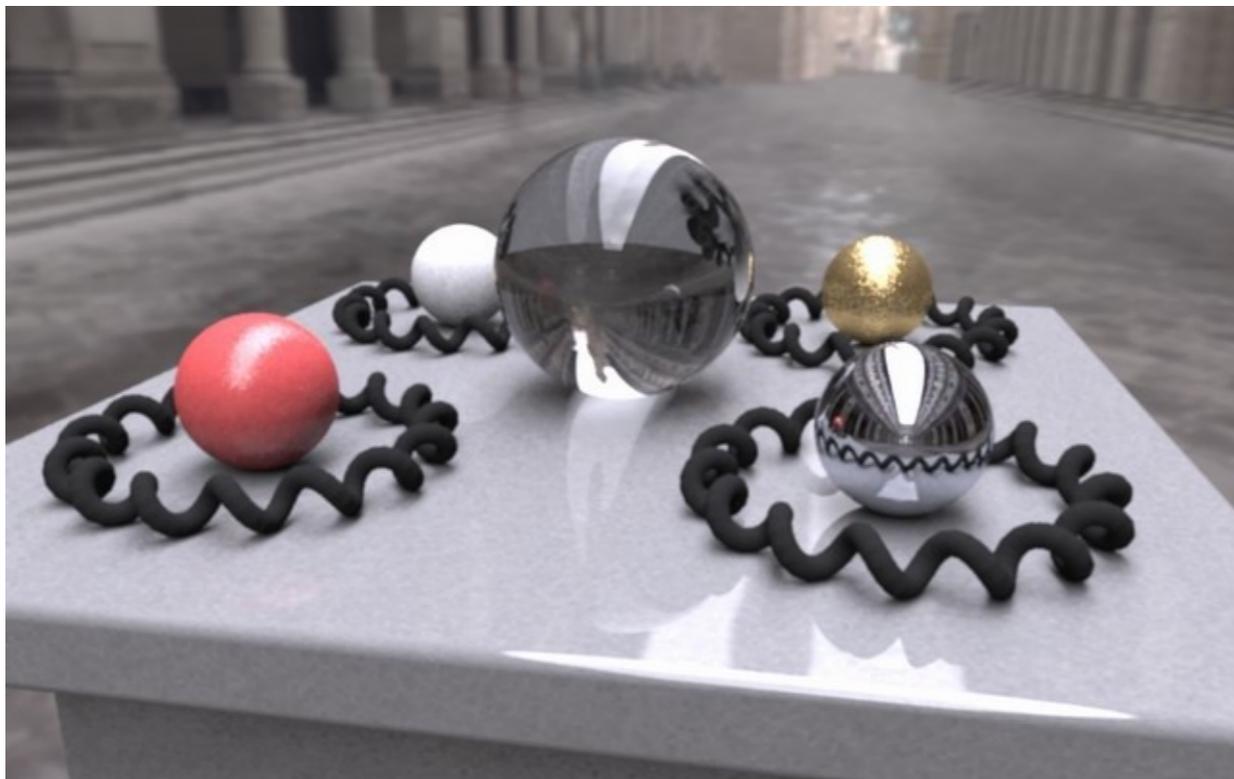
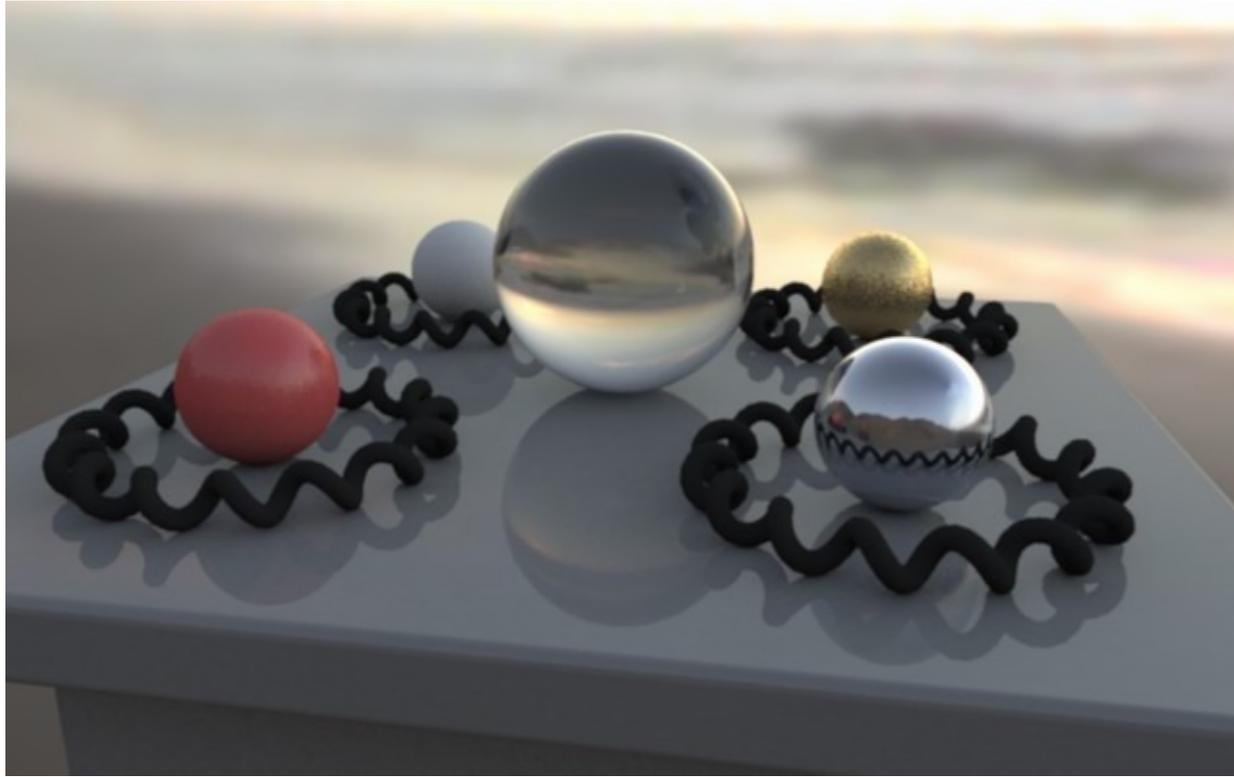




Objets virtuels illuminés par une source virtuelle

Illuminer les objets virtuels







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

Combiner le réel et le virtuel

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



Orientation



Éclairage



Ombres



Solutions...

1. Mauvaise orientation?

- Déterminer l'orientation de la caméra

2. Mauvaise illumination sur l'objet?

- Déterminer les conditions d'éclairage de la *scène réelle*

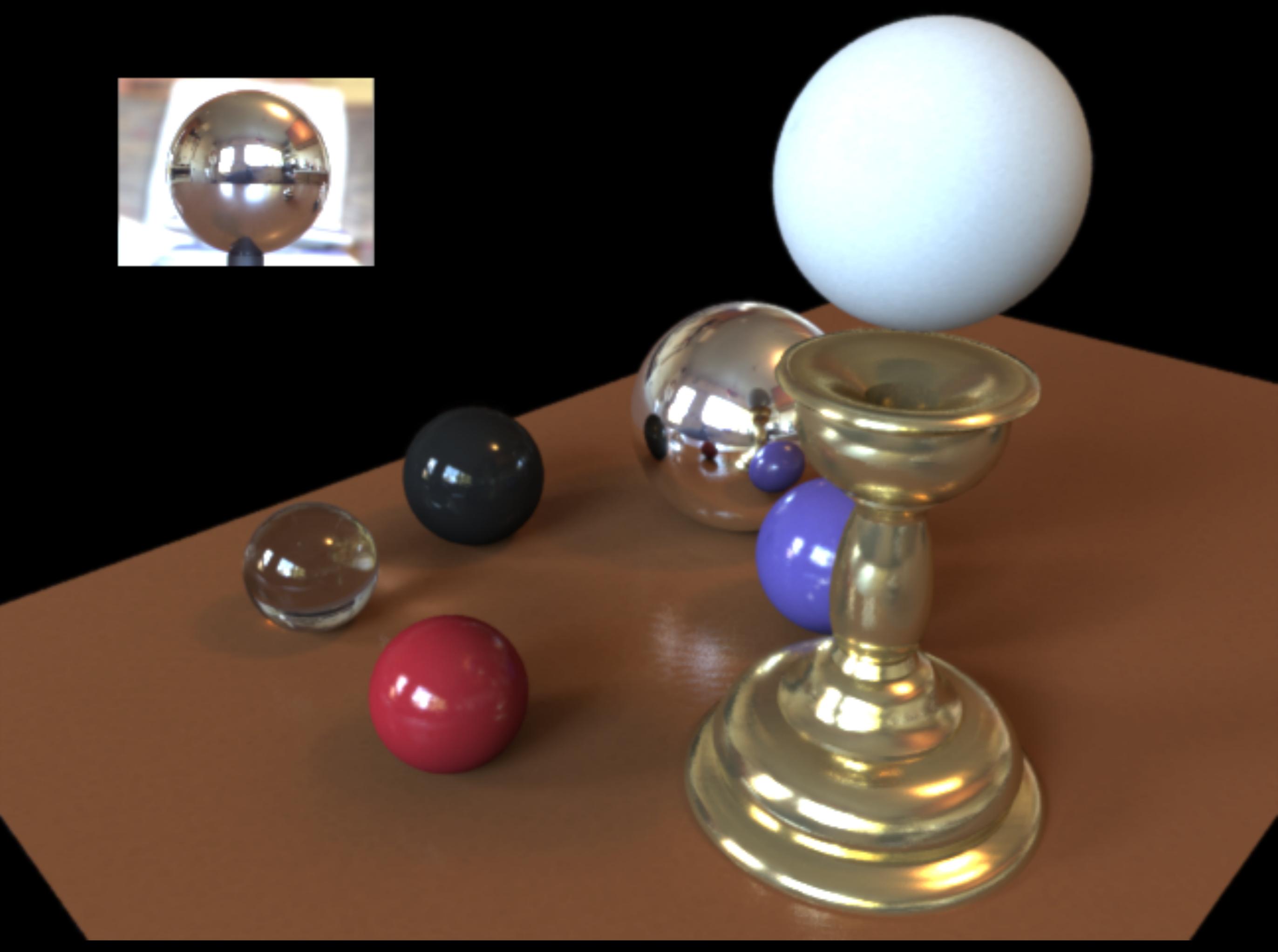
3. Mauvaises ombres sur la table

- Déterminer la géométrie de la *table réelle*

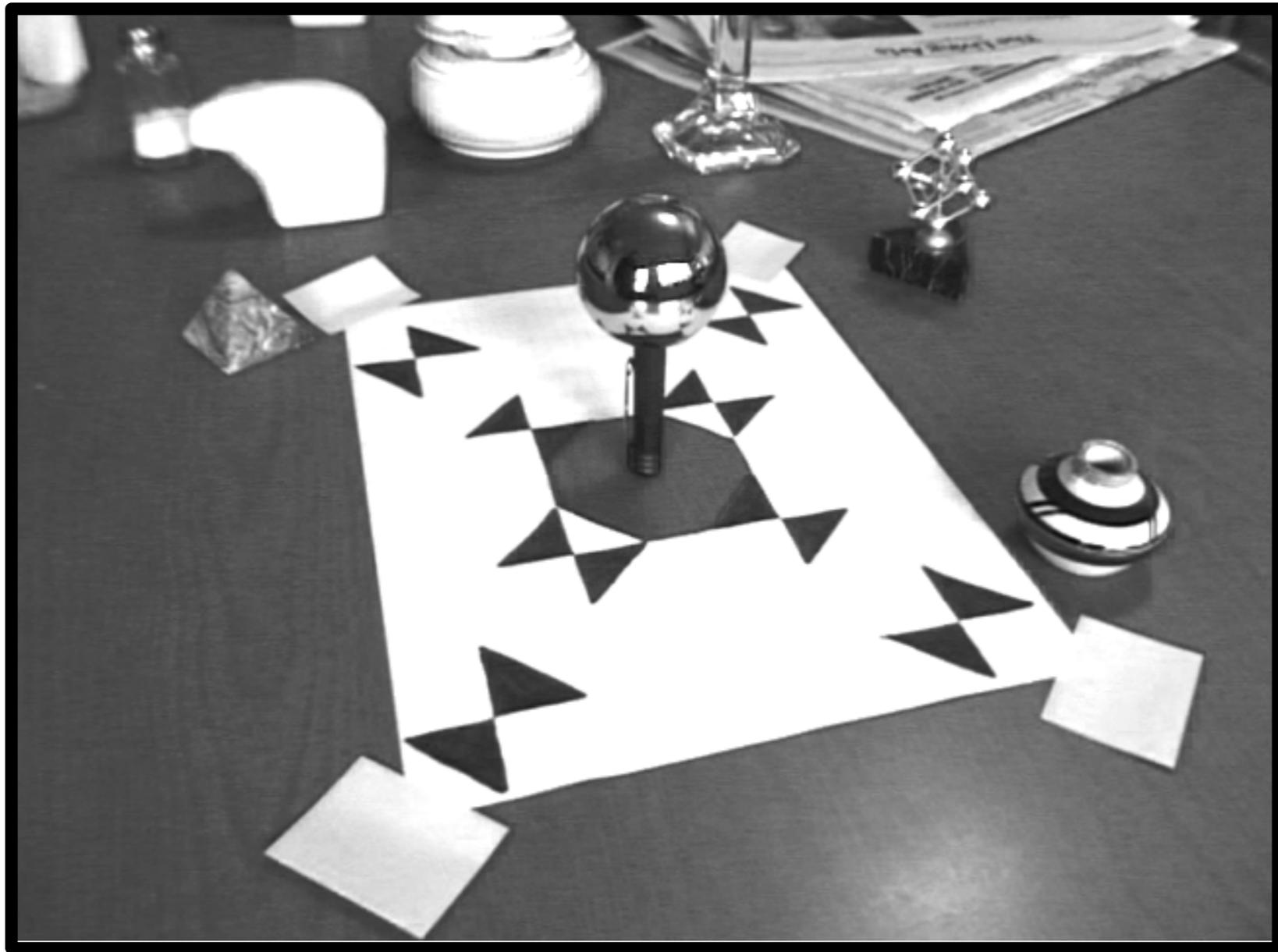


<http://www.nickbertke.com/>

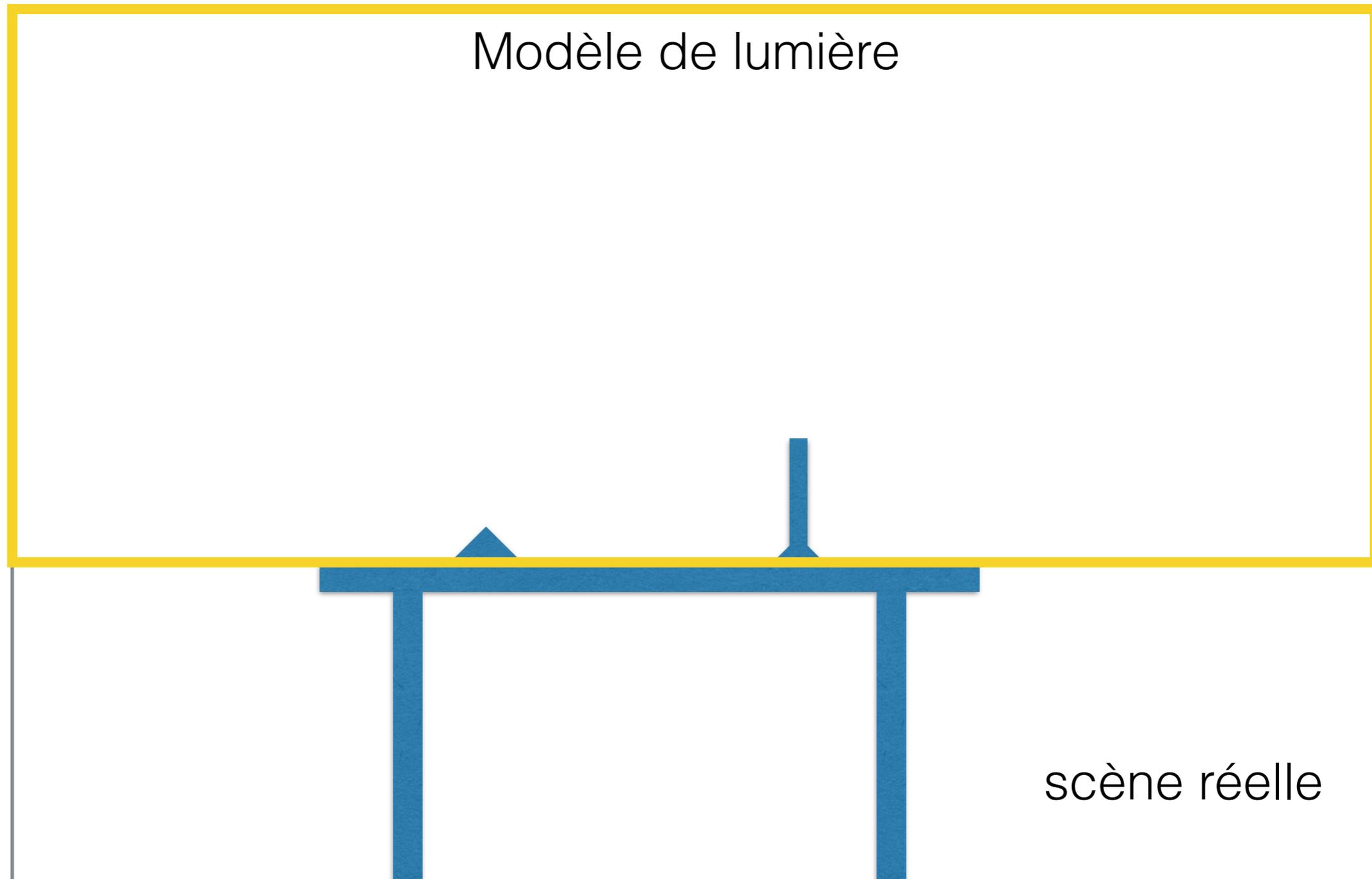


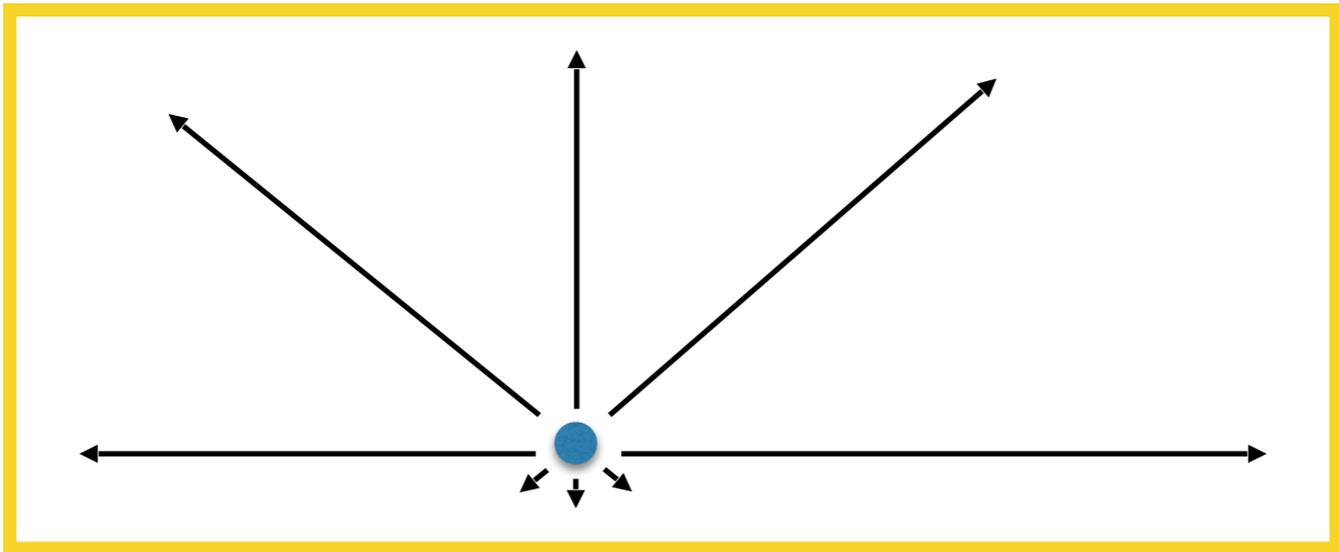
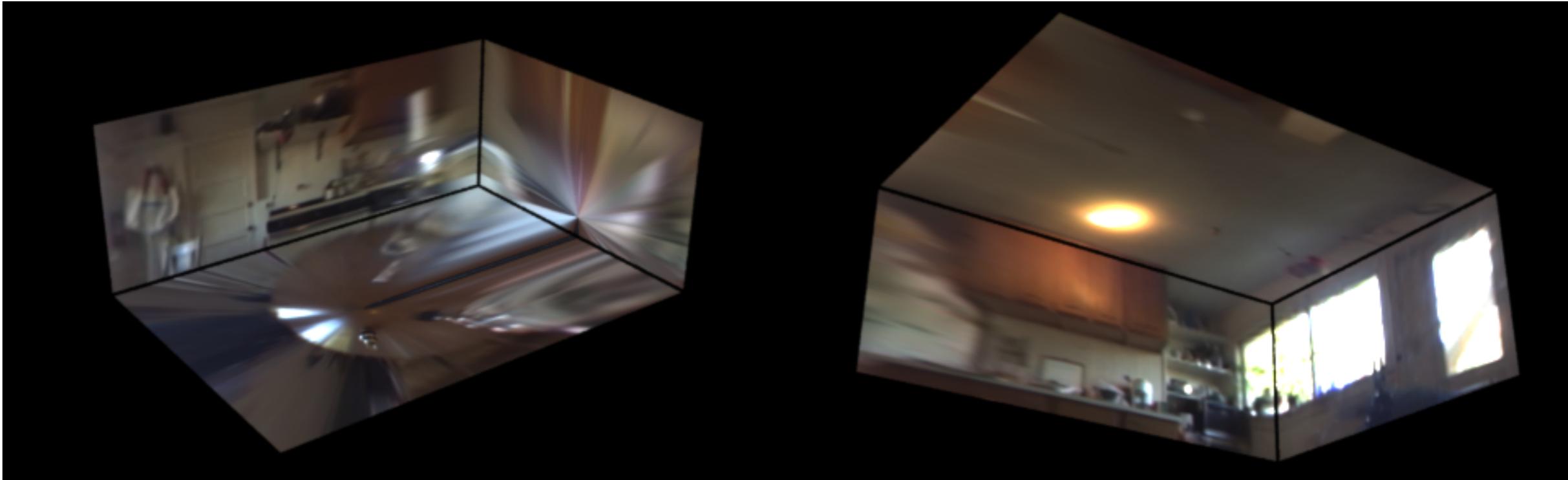




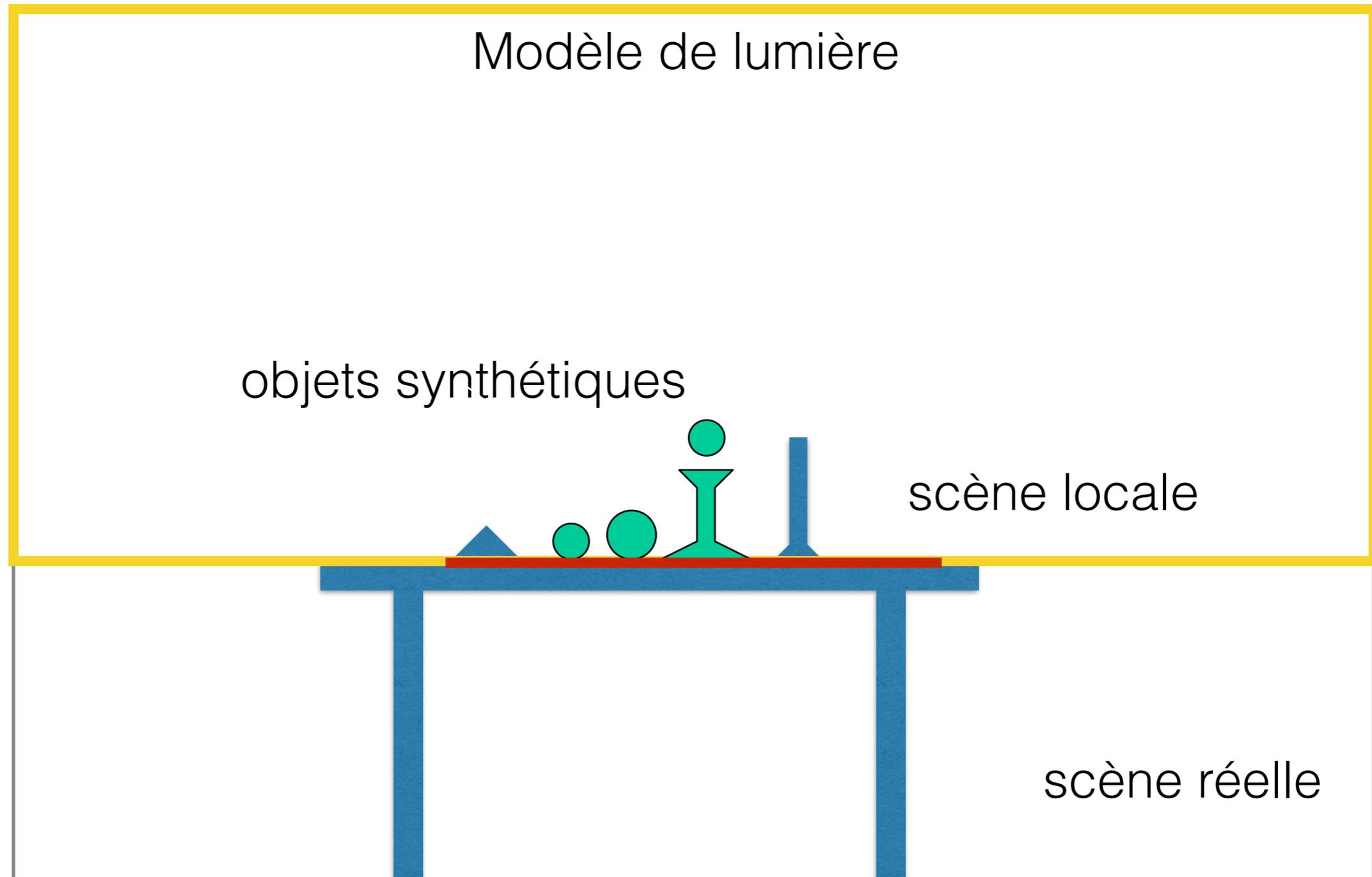


Modéliser la scène

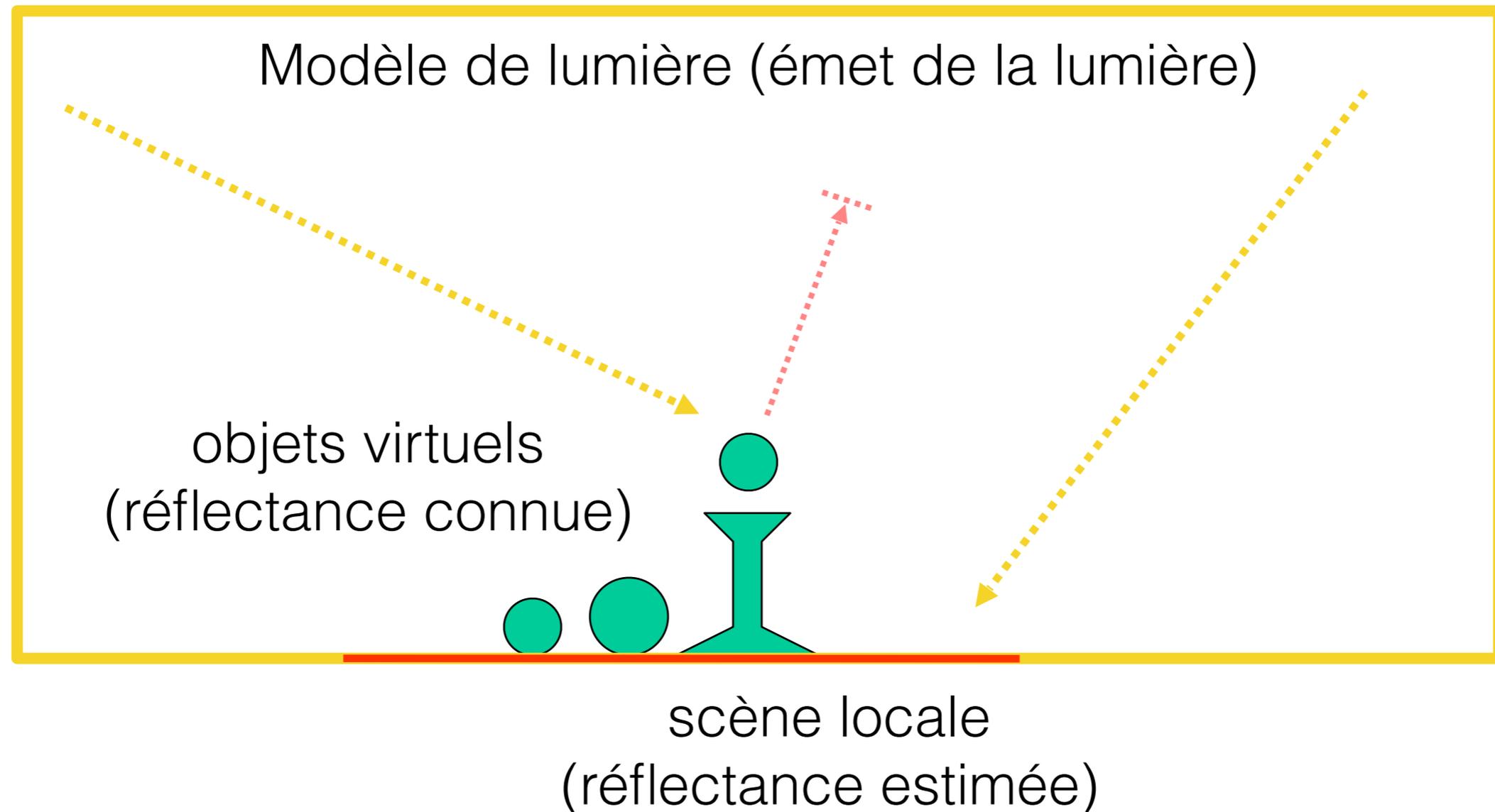




Rajouter les éléments virtuels



Éclairer la scène virtuelle









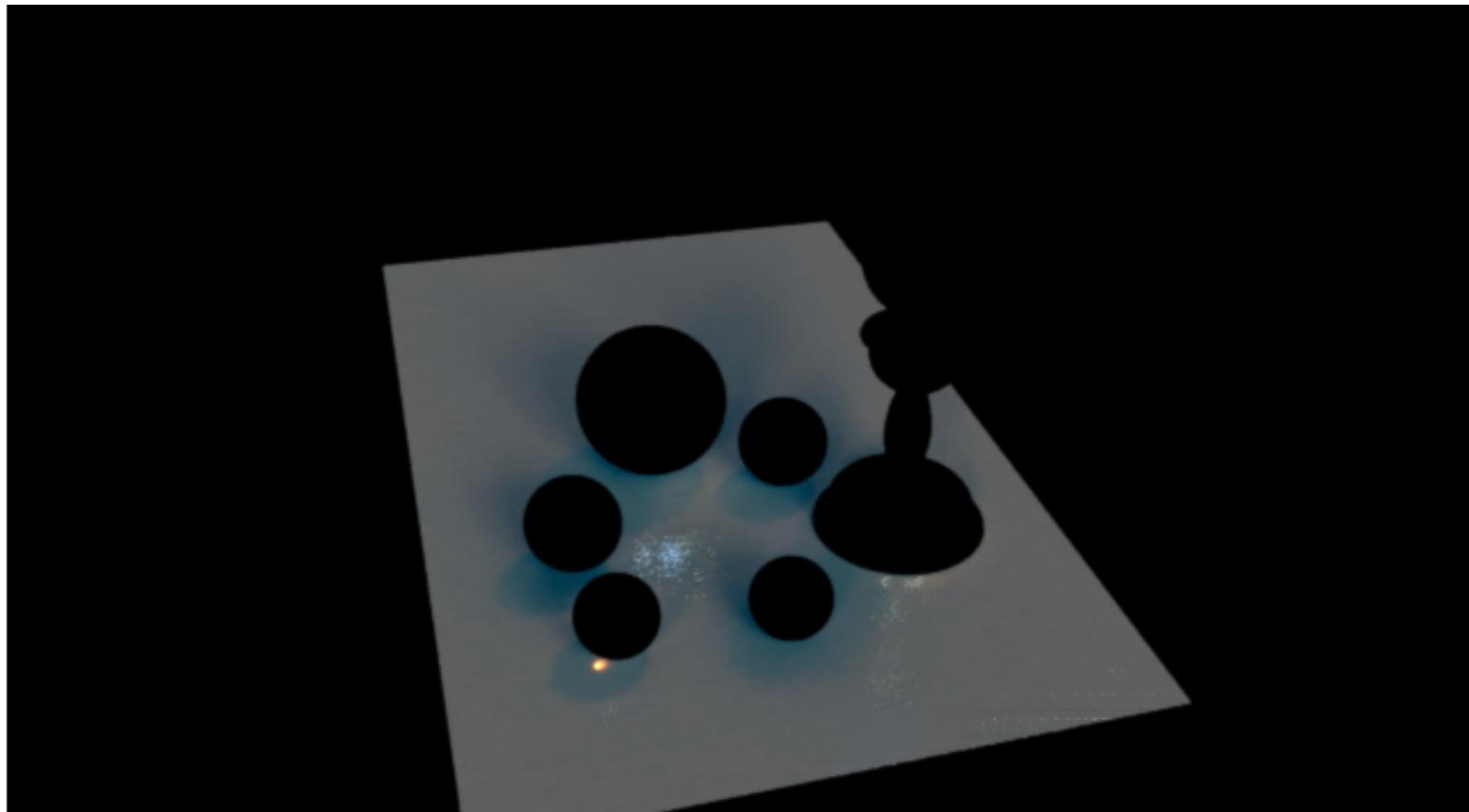
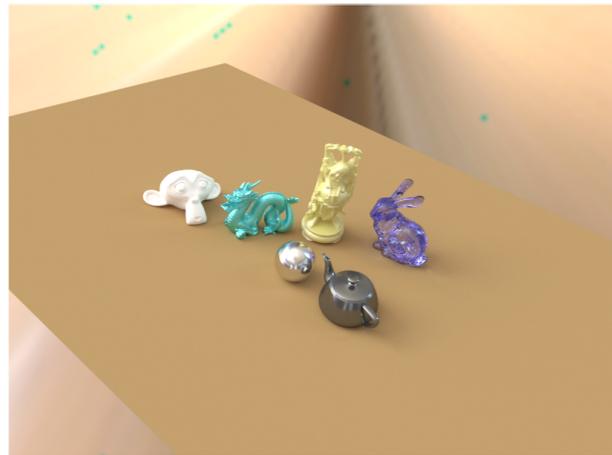


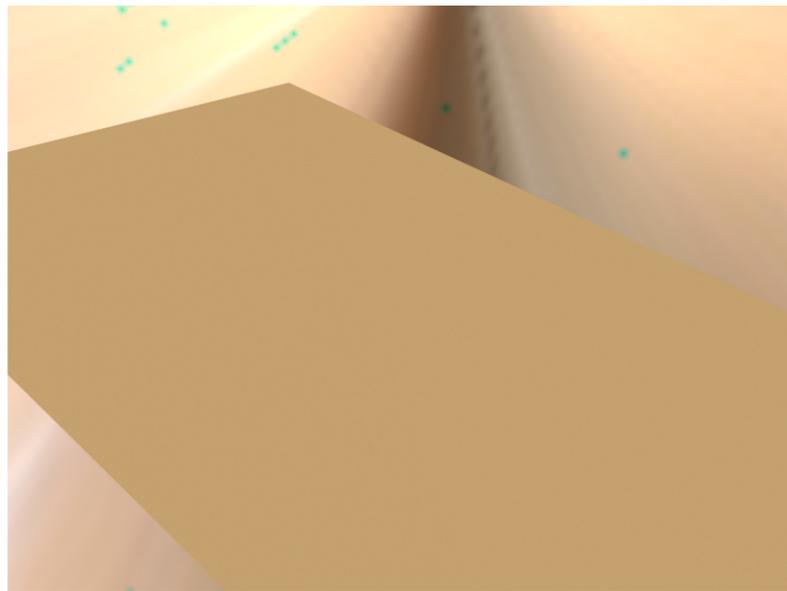




Photo: [Bernard Lebel](#)

















Démonstration blender