

Synthèse d'Image Avancée

2020-2021

Pierre.Benard@u-bordeaux.fr

Gael.Guennebaud@inria.fr

Romain.Pacanowski@institutoptique.fr

Organisation de l'UE

Site web :

<http://www.labri.fr/perso/pbenard/teaching/sia/>

Cours en ligne – mardi 14h-15h20

TD machine – jeudi 9h30-12h20

- individuellement
- évaluation régulière : code source (sur Moodle)
+ Markdown (mini rapport & screenshots)

Évaluation

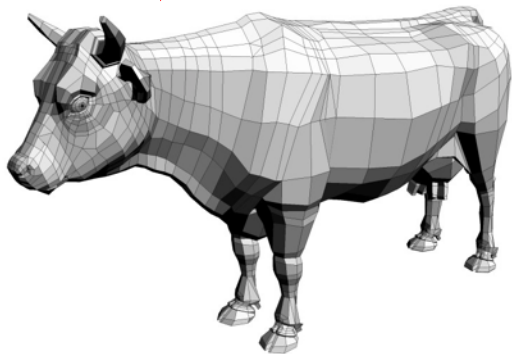
- examen écrit en janvier
- contrôle continu (notes de TD machine)

Synthèse d'image

Monde réel



Modélisation

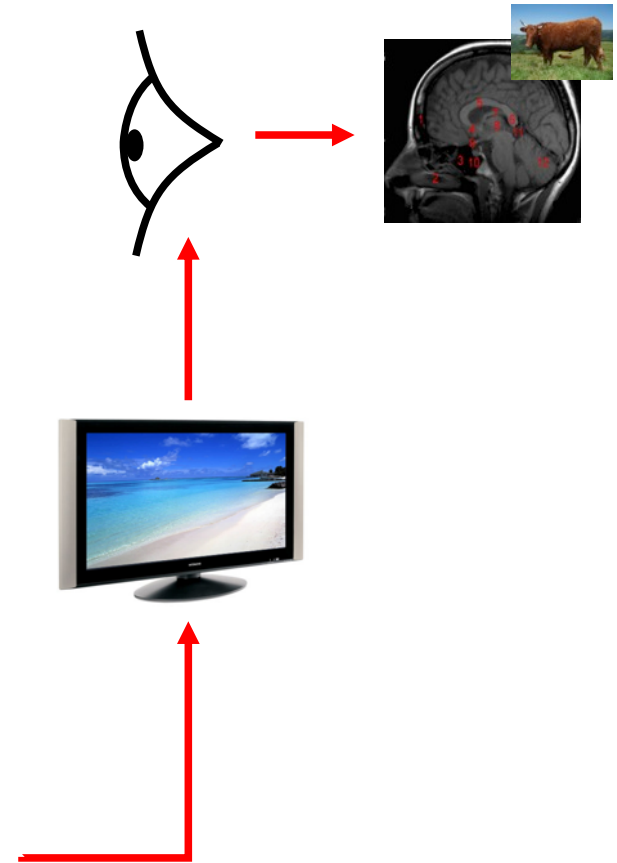


Représentation
numérique

Animation



Synthèse



3 classes d'algorithmes

Rendu temps réel (jeux, simulateur, modeleur, etc.)

- 30 images/secondes
- représentations légères, beaucoup d'« astuces »

OpenGL
DirectX
Consoles

Rendu en temps maîtrisé (SFX, films d'anim.)

- quelques minutes par images
- haute qualité visuelle en un temps raisonnable

Pipeline maison
(+ OpenGL)

Rendu physiquement réaliste
(conception, biologie, etc.)

- de quelques heures à quelques jours par images
- maîtrise de l'erreur

Pipeline maison

Problèmes à résoudre

Modélisation

des objets, d'une scène

Synthèse d'une image

à partir des objets, matières, éclairages, caméras...

Animation

spécifier ou calculer des mouvements
et des déformations

Syllabus

Rendu temps-réel

- Scènes complexes
- Ombres portées

Géométrie

- Laplacien et interpolation poly-harmonique
- Niveaux de détails

Rendu hors-ligne

- Intégration de Monte Carlo
- Matériaux
- Éclairage global

Animation basée sur la physique

Rendu expressif

Liens avec les autres UE de M2

Acquisition, Reconstruction, Modélisation

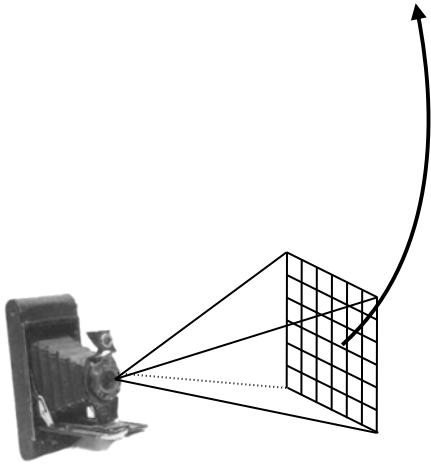
Comment représenter et capturer des objets de manière numérique ?

Réalités virtuelles et augmentées

Utilisateurs et mondes numériques

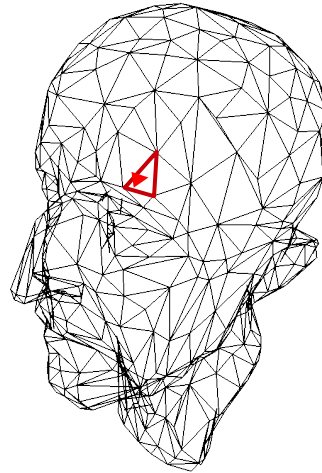
Synthèse d'image

problématique : quelle est la couleur de chacun des pixels ?



caméra virtuelle

- tableau de pixels RGB
- position, orientation
- résolution
- etc.



modèles 3D

e.g. : « soupe de triangles »

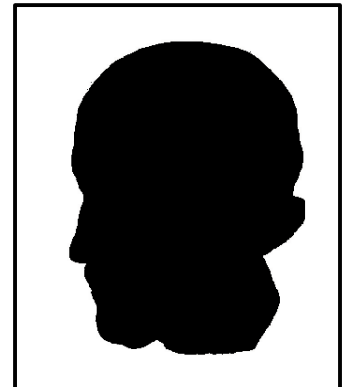
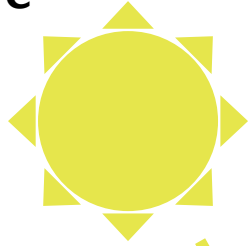


Image 2D

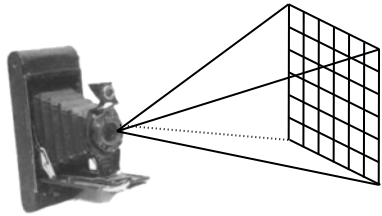
Synthèse d'image

sources de lumière



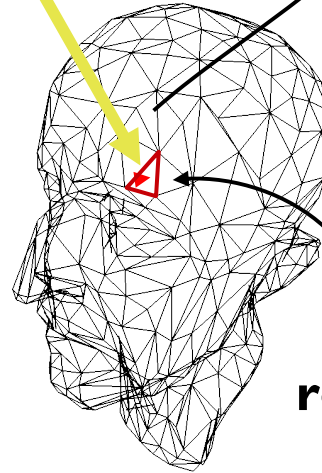
matériaux

- mat, brillant, translucide
- texture (bois, tissus...)
- etc.



caméra virtuelle

- tableau de pixels RGB
- position, orientation
- résolution
- etc.



réflexions

modèles 3D

e.g. : « soupe de triangles »

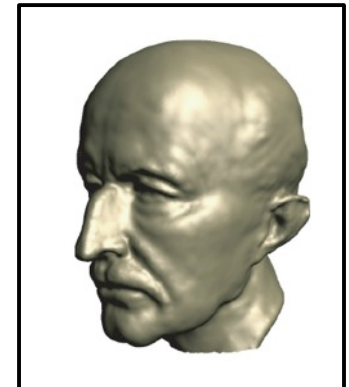


Image 2D

Synthèse d'image

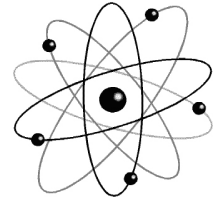
=

Simulation des interactions entre
la lumière, la matière, les formes,
et le milieu ambiant

Modèles physiques / mathématiques

Relativité générale (mécanique quantique)

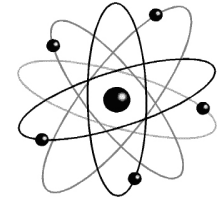
échelle de l'atome et des électrons



Modèles physiques / mathématiques

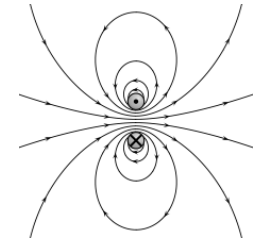
Relativité générale (mécanique quantique)

échelle de l'atome et des électrons



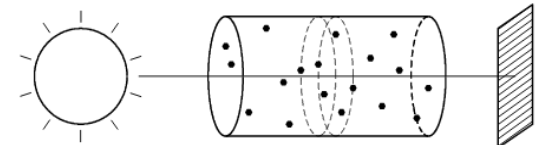
Équations de Maxwell (électrodynamique)

« objets » de l'ordre de la longueur d'onde de la lumière
(quelques centaines de nanomètres)

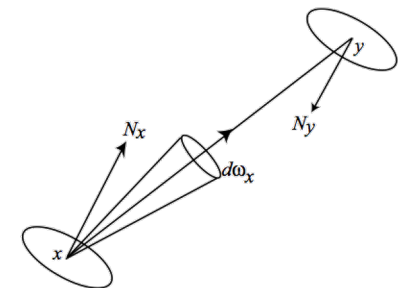


Transfert radiatif (transport linéaire)

propagation dans un milieu avec, potentiellement,
absorption, émission et/ou diffusion (*scattering*)



Éclairage globale – Équation du rendu
(optique géométrique)



Équation du rendu [Kajiya 1986]

$$L(x, \mathbf{w}) = L_e(x, \mathbf{w}) + \int_{\Omega_n} L(x, \mathbf{w}') \langle \mathbf{n} \cdot -\mathbf{w}' \rangle \rho(x, -\mathbf{w}', \mathbf{w}) d\mathbf{w}'$$

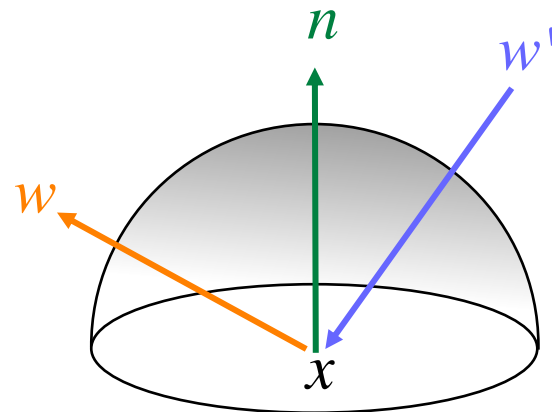
$L(x, \mathbf{w})$ lumière émise par le point x dans la direction \mathbf{w}

$L_e(x, \mathbf{w})$ lumière propre émise par l'objet (si source)

$L(x, \mathbf{w}')$ lumière arrivant au point x depuis la direction \mathbf{w}'

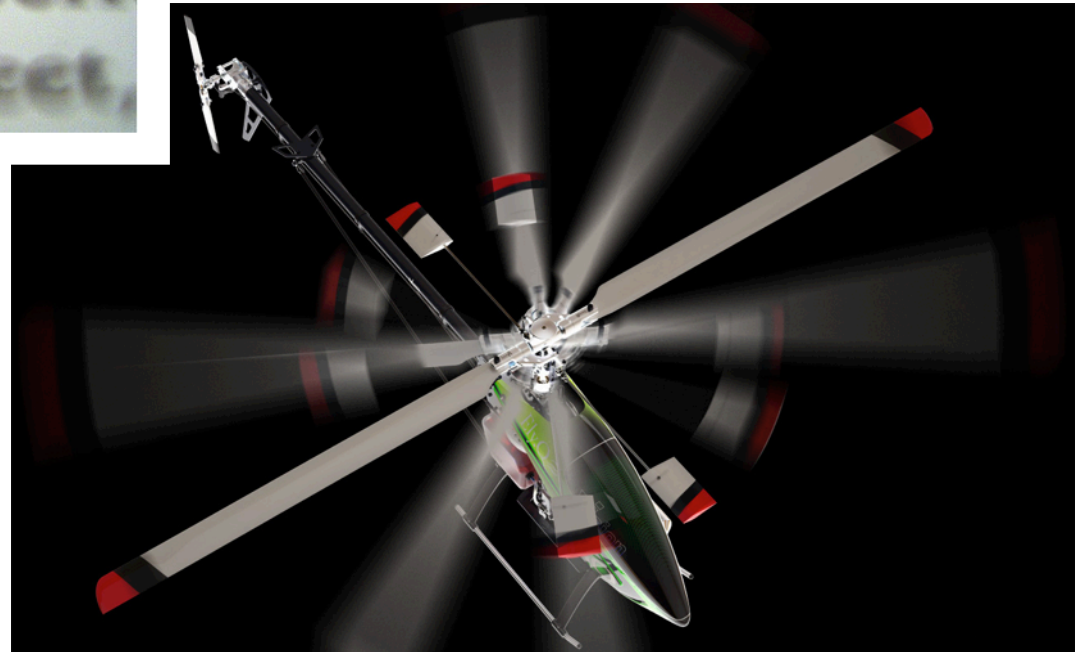
$\langle \mathbf{n} \cdot -\mathbf{w}' \rangle$ cos-term

$\rho(x, -\mathbf{w}', \mathbf{w})$ BRDF



Caméra réaliste

... distance for that aperture. The scales on a lens barrel refer to the hyperfocal distance opposite to the aperture you are using. If you then use the hyperfocal distance, the depth of field will extend to infinity. ◁ For a camera that has a hyperfocal distance of 18 feet,



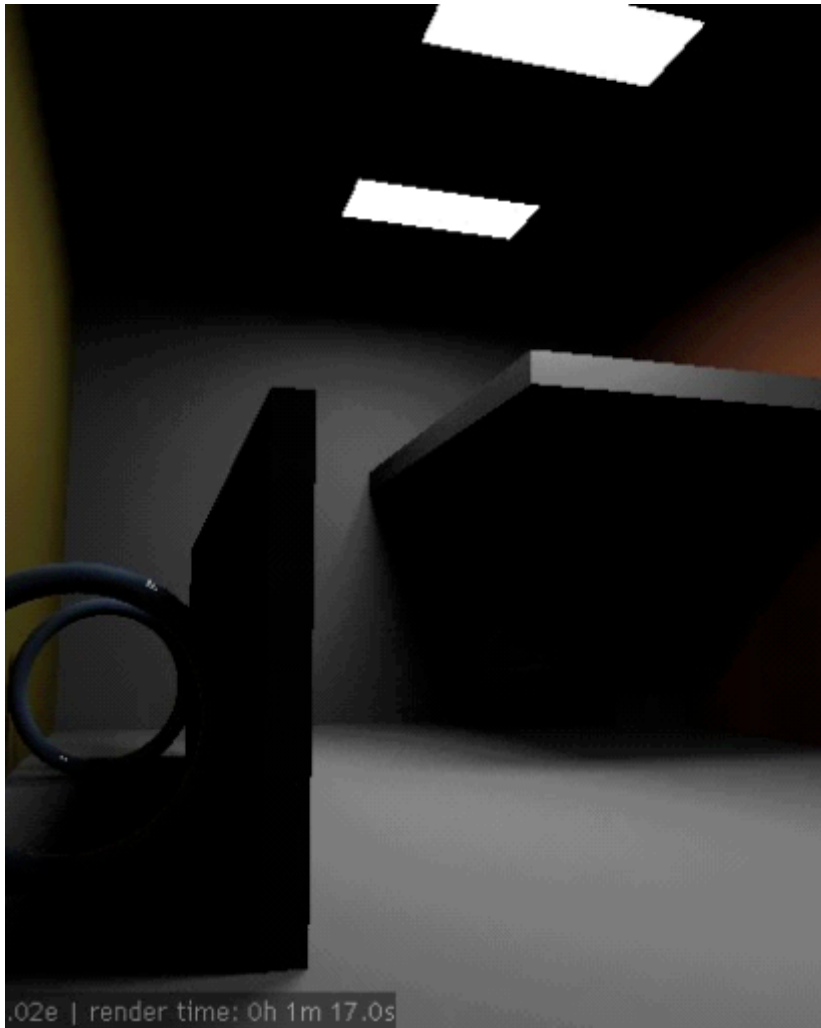
Sources lumineuses réalistes



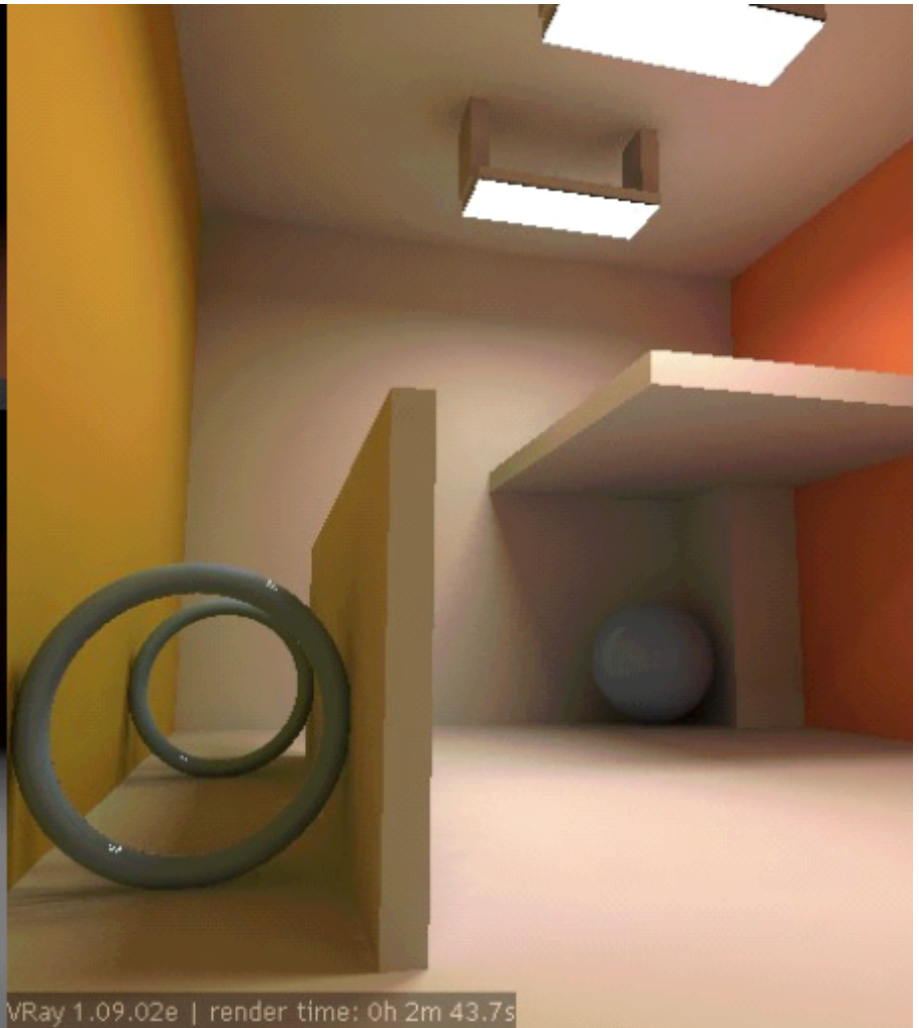
Sources lumineuses réalistes



Illumination globale

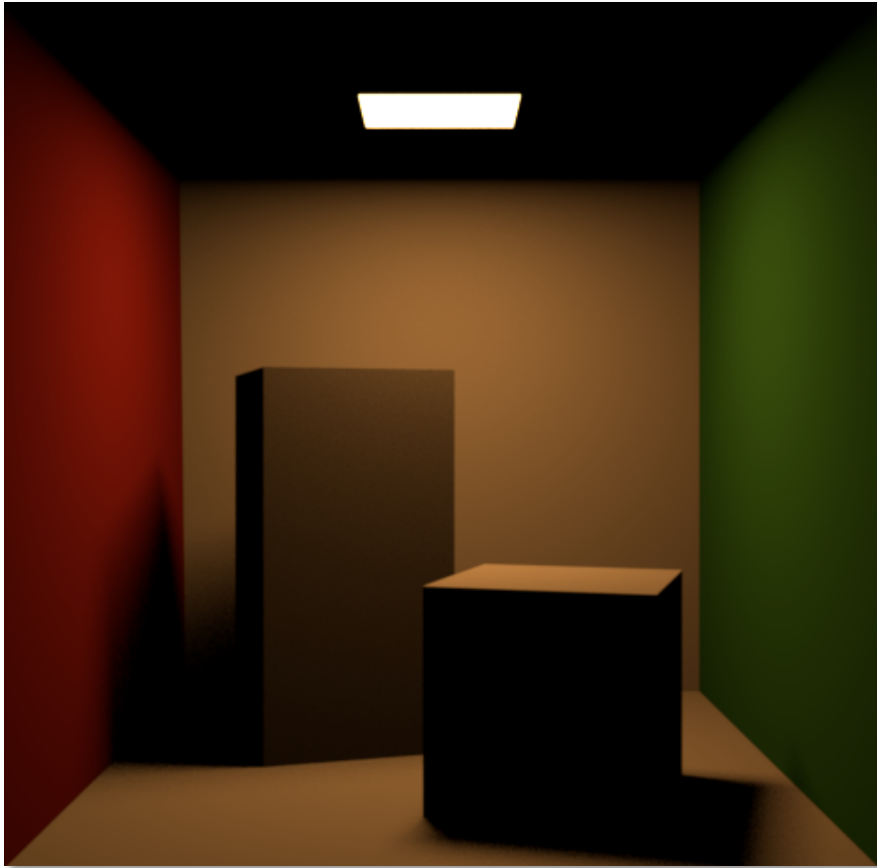


Direct

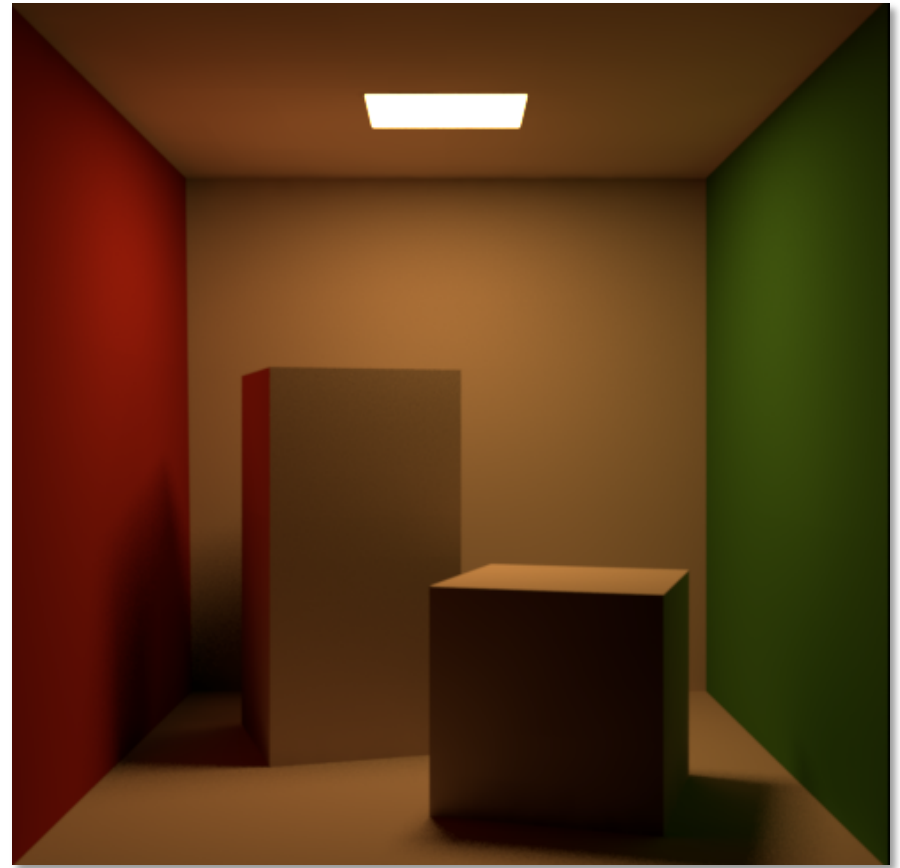


+ Indirect

Illumination globale

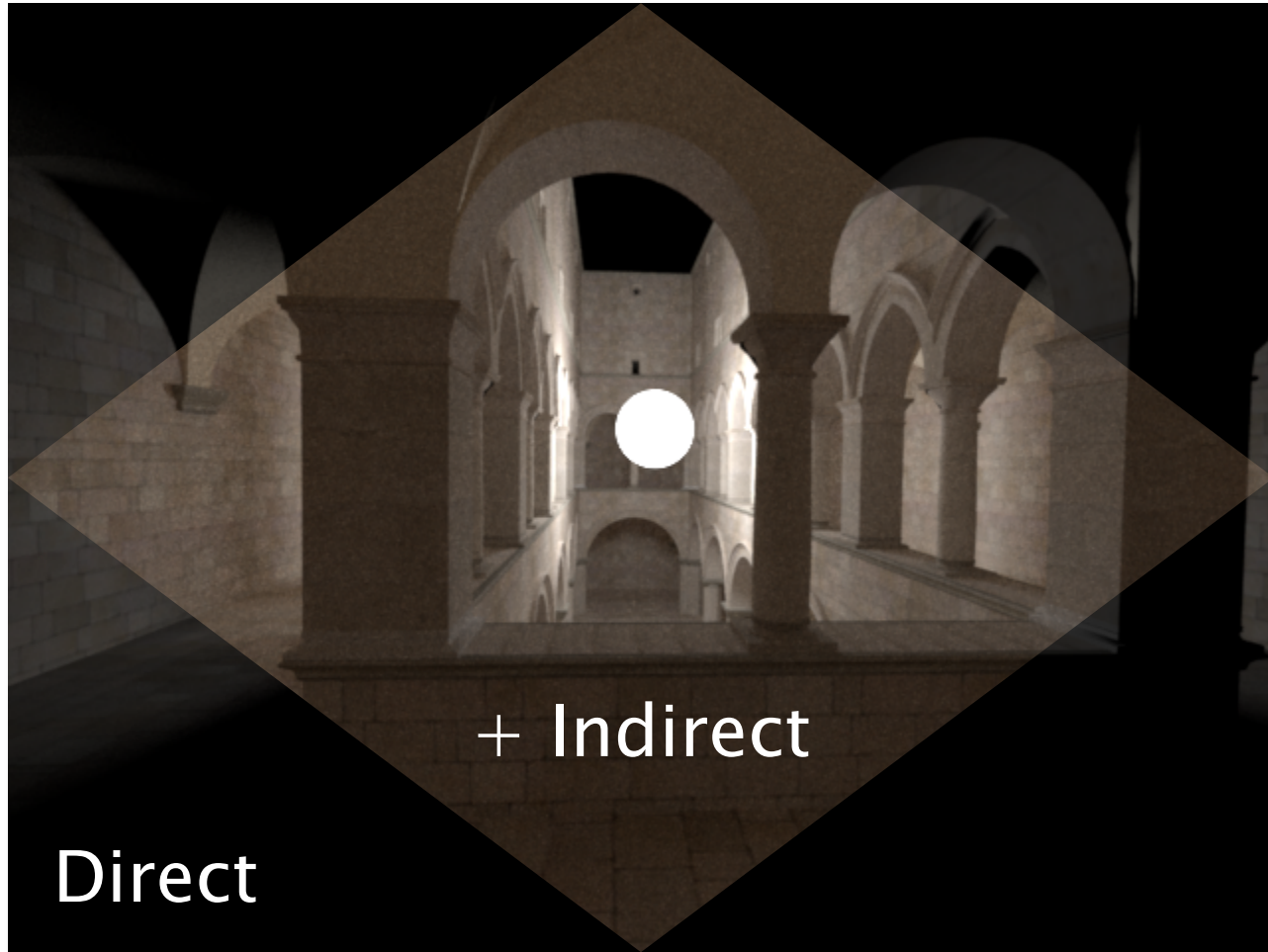


Direct

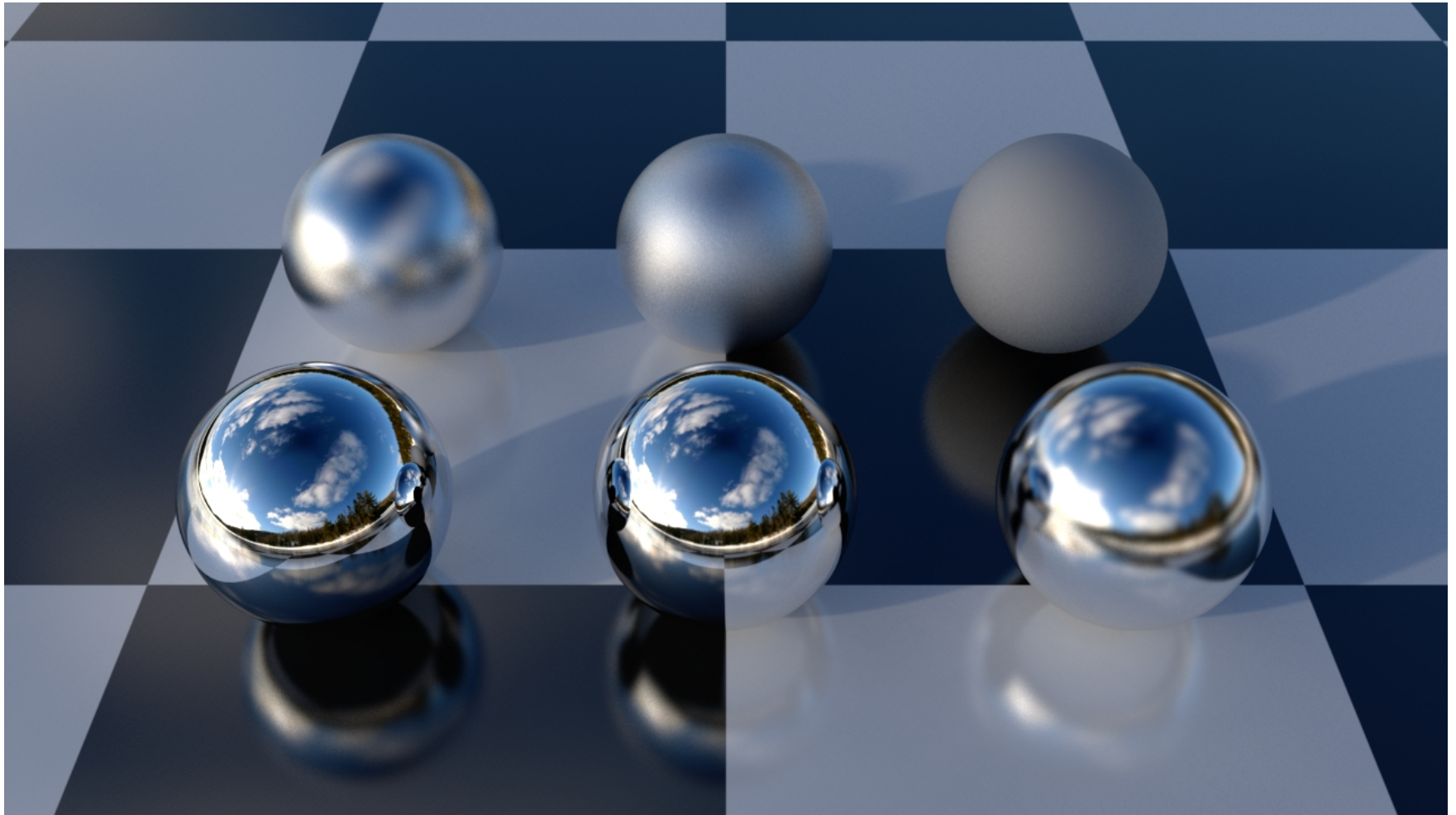


+ Indirect

Illumination globale



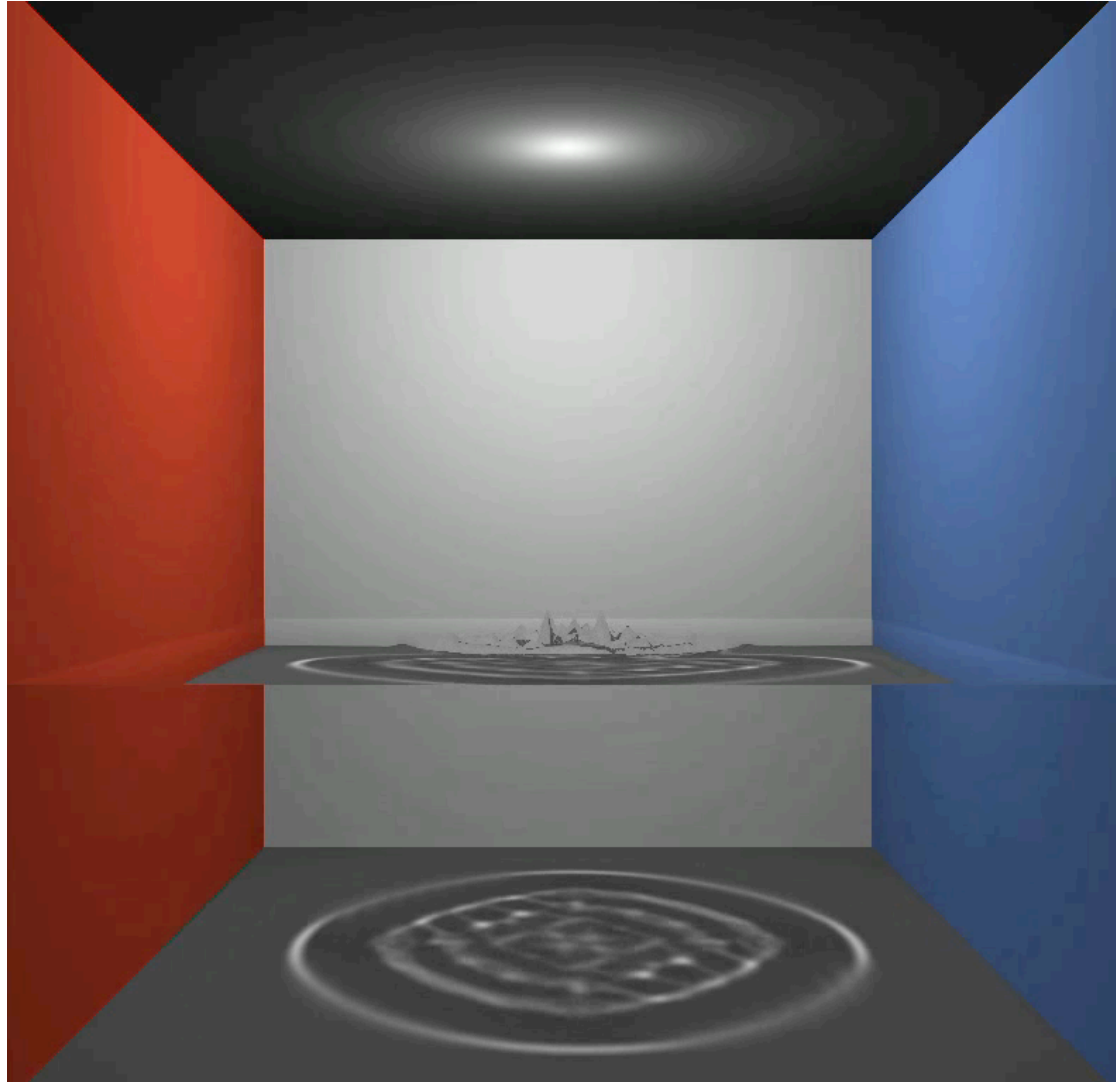
Réflexions



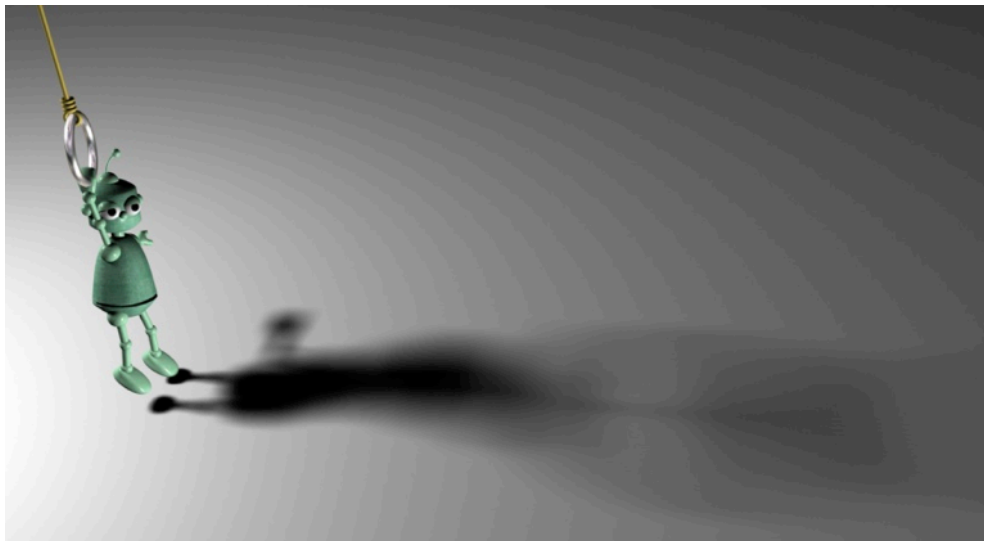
Caustiques



Caustiques



Ombres douces



Ombres douces

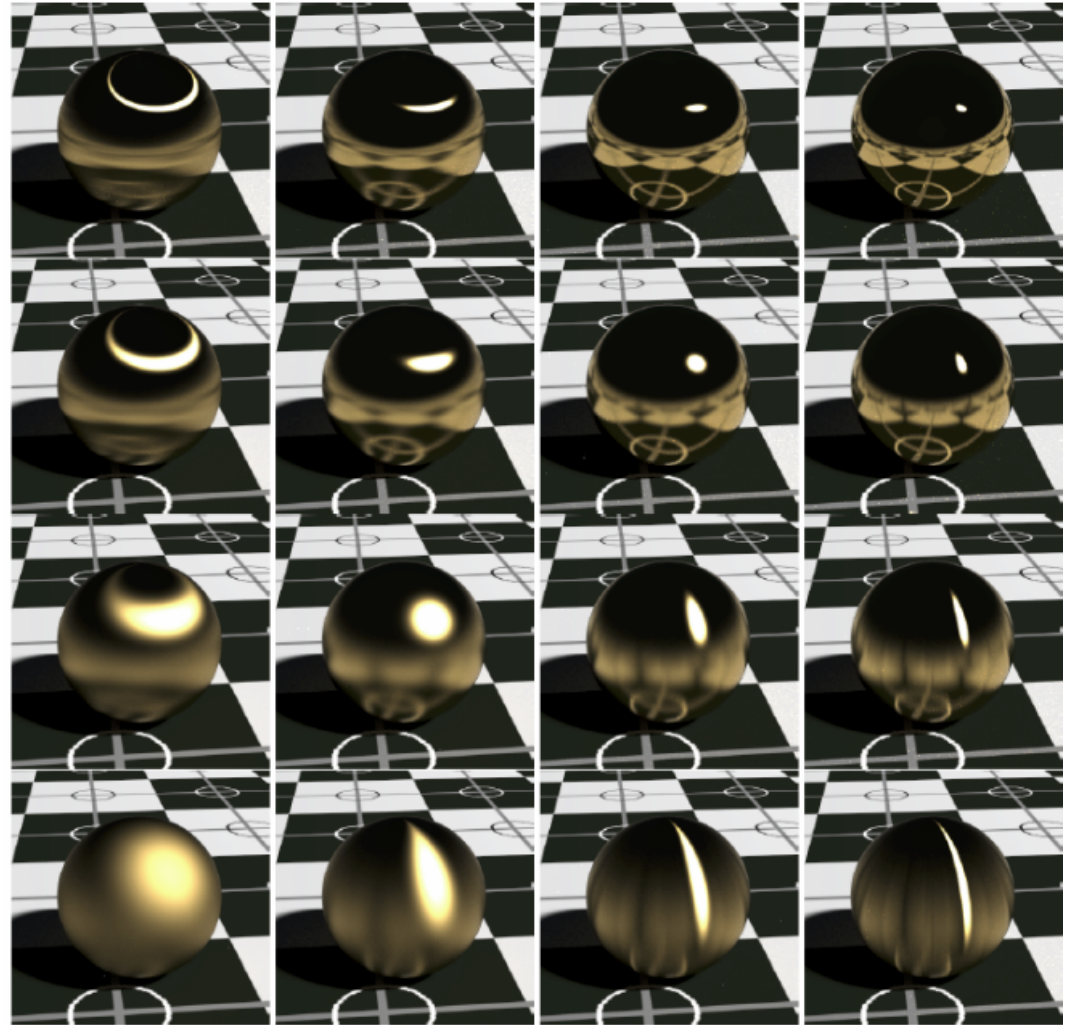
Soft Textured Shadow Volume

Forest V.(1), Barthe L.(1), Guennebaud G.(2) and Paulin M.(1)

(1) University of Toulouse IRIT-CNRS, France

(2) INRIA Bordeaux, France

Matériaux anisotropes

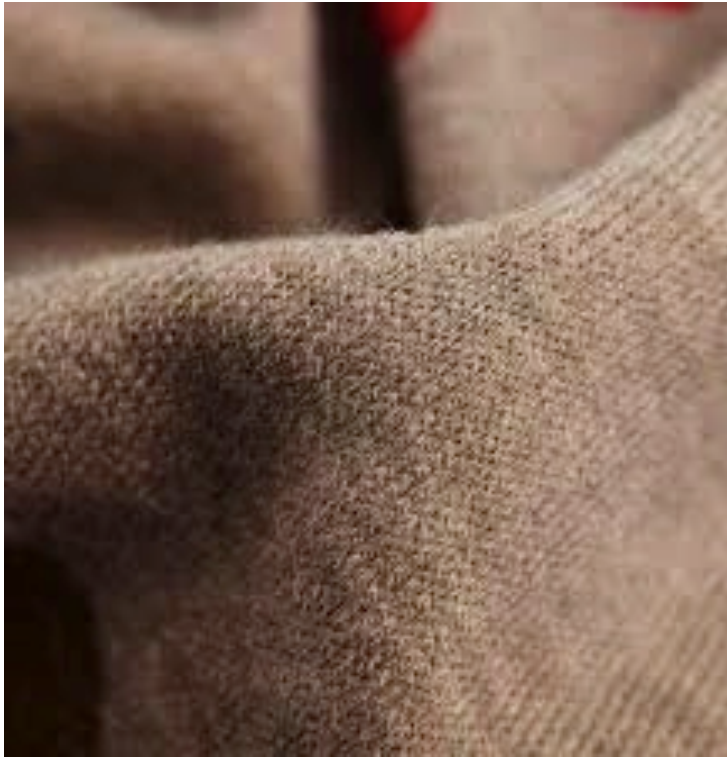


Matériaux anisotropes

Manifold Bootstrapping for SVBRDF Capture

Yue Dong	<i>Tsinghua University</i>
Jiaping Wang	<i>Microsoft Research Asia</i>
Xin Tong	<i>Microsoft Research Asia</i>
John Snyder	<i>Microsoft Research</i>
Moshe Ben-Ezra	<i>Microsoft Research Asia</i>
Yanxiang Lan	<i>Tsinghua University</i>
Baining Guo	<i>Microsoft Research Asia</i>

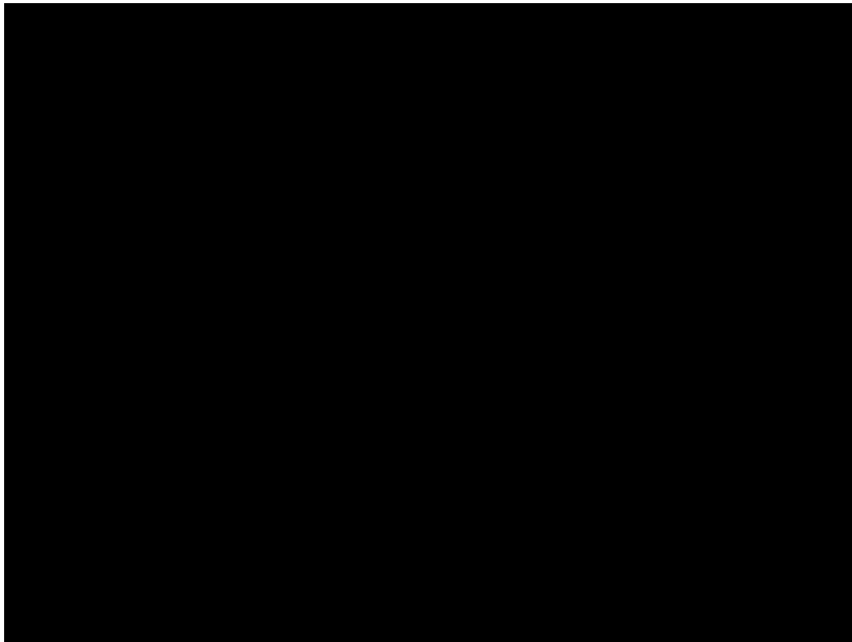
Matériaux / texture / géométrie



Matériaux / texture / géométrie



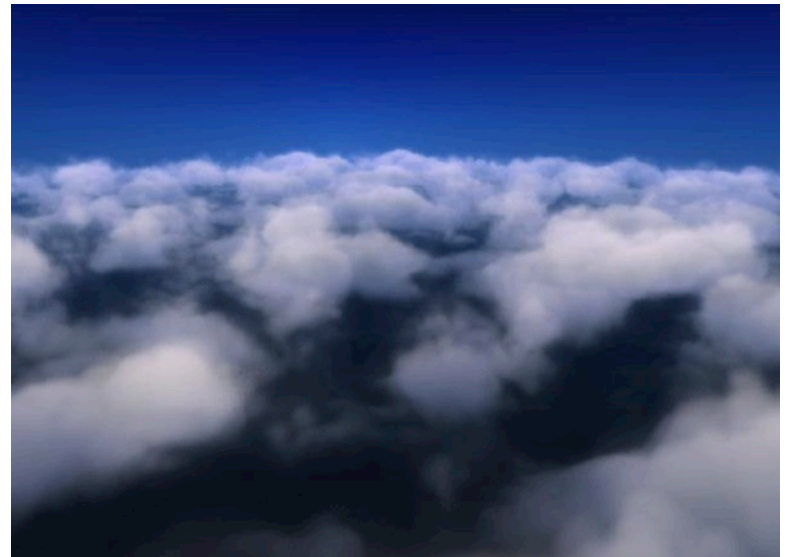
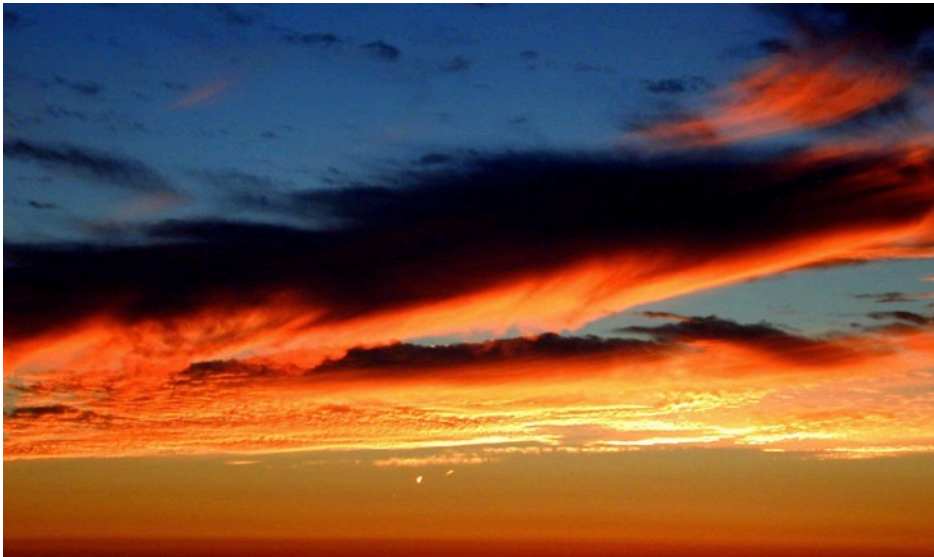
Transluminescence



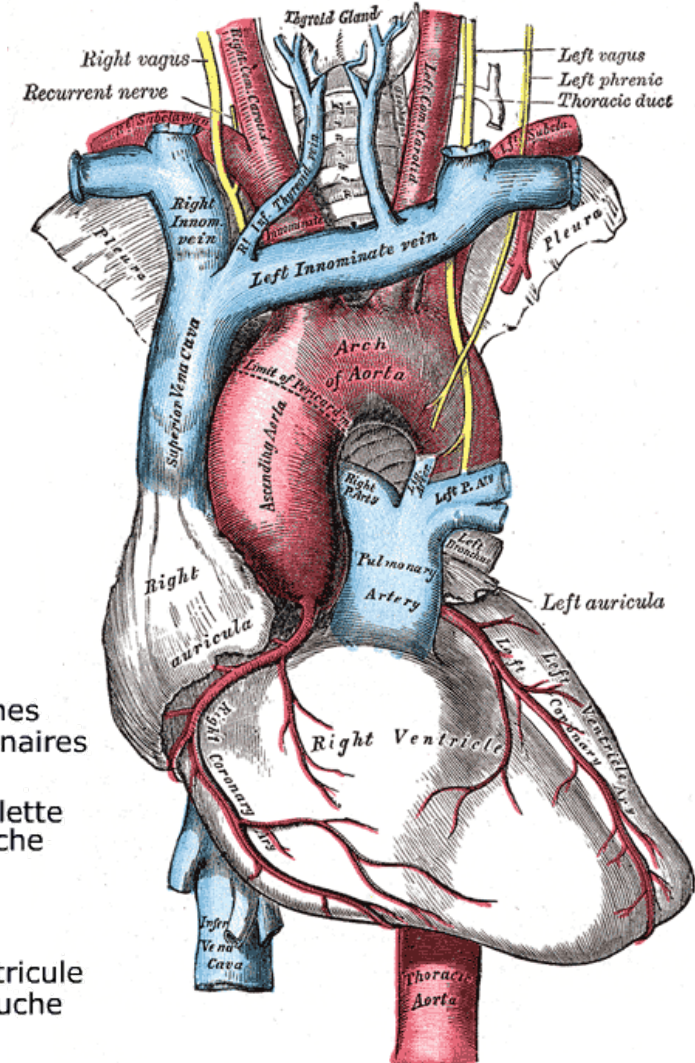
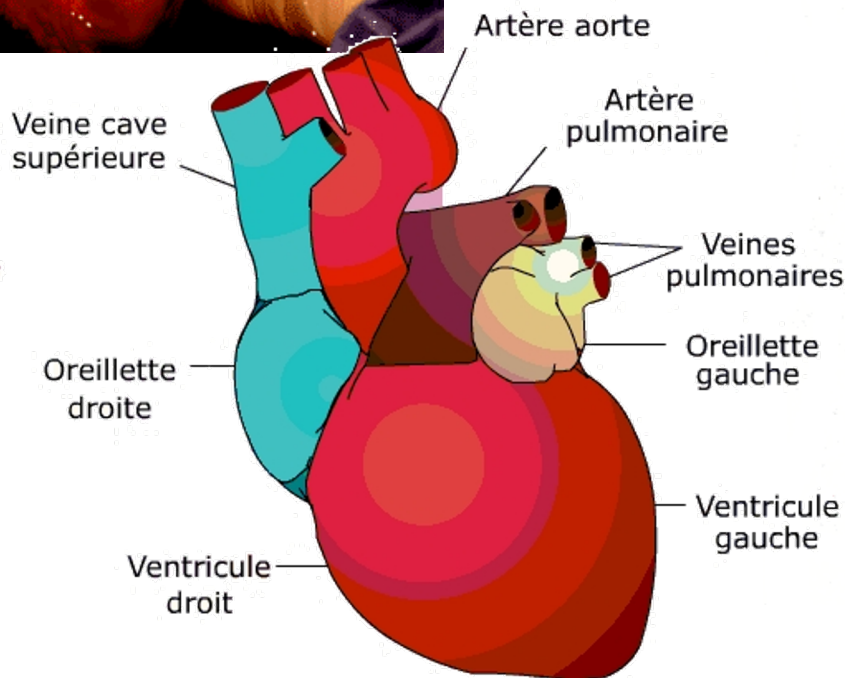
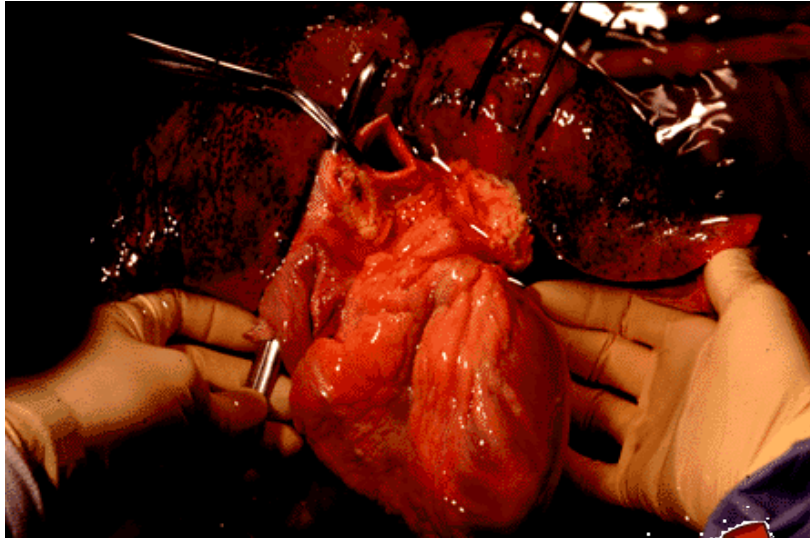
Transluminance



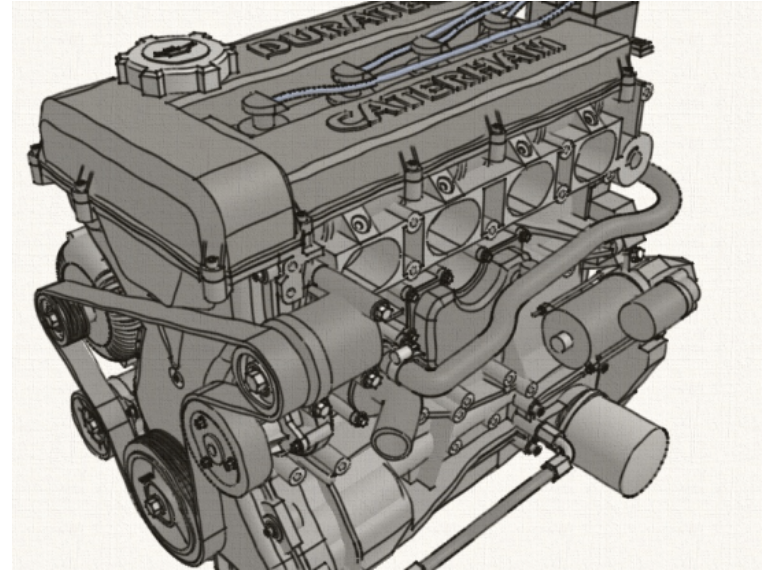
Milieux participatifs



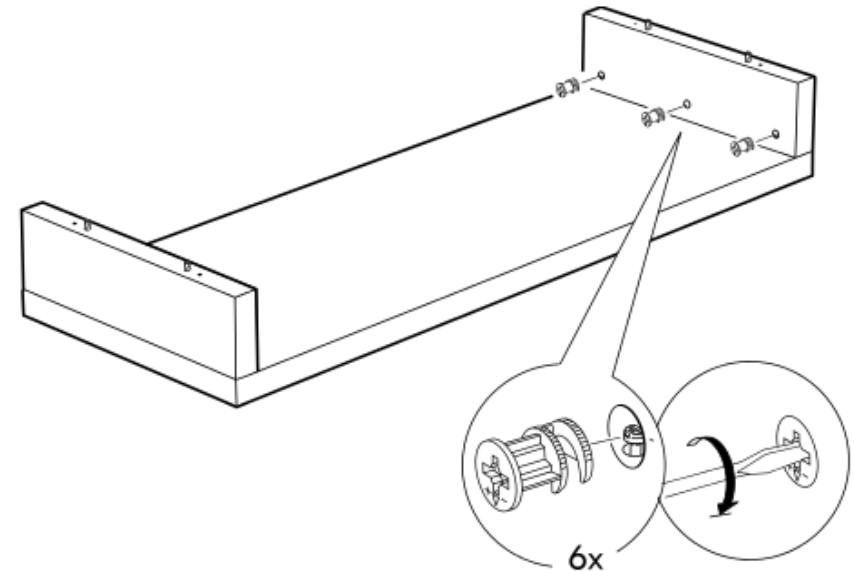
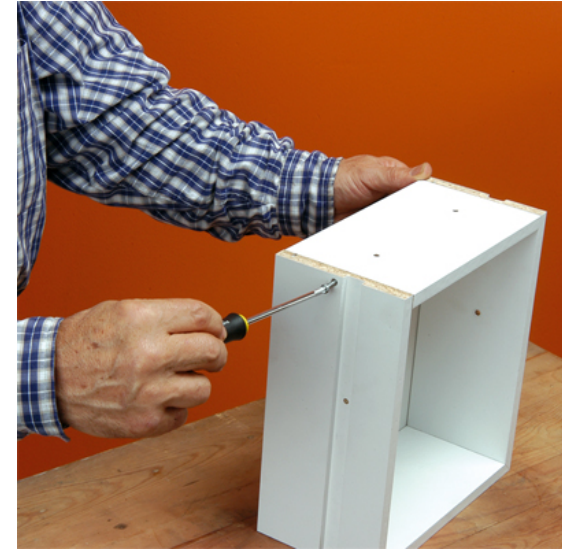
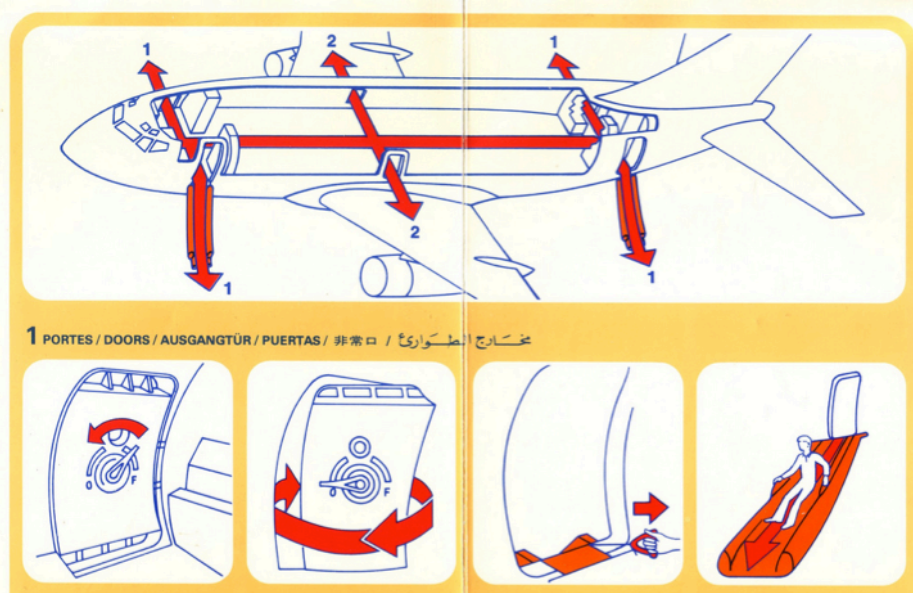
Le réalisme à tout prix ?



Le réalisme à tout prix ?



Le réalisme à tout prix ?



Le réalisme à tout prix ?



Le réalisme à tout prix ?



Rendu Expressif (non-photoréaliste)

Outils pour la **communication visuelle**

- Sans contraintes physiques
- Permettant de mettre en avant l'information essentielle /masquer les informations superflues

Point de départ – source d'inspiration

- Reproduction de styles traditionnels (peinture, dessin au trait...)

