

Images HDR et rendu HDR



Benoit Paissard
Olivier Ponsonnet

Images HDR et rendu HDR

- Images HDR

- Définitions
- Principes
- Comparaison avec les images classiques
- Construction des images HDR
- Logiciels
- Formats.

- Rendu HDR

- Historique
- Utilisation des images HDR pour le rendu 3D
- Intérêt du rendu HDR
- Limitations
- Solutions pour l'affichage.

Images High Dynamic Range

Traduction : Images à grande gamme dynamique

Images High Dynamic Range

Traduction : Images à grande gamme dynamique

Dynamique d'une image : étendue de la gamme de couleurs ou de niveaux de gris que peuvent prendre les pixels.

Images High Dynamic Range

Image HDR : étendue dynamique plus grande que celle qui peut être affichée par un écran standard d'ordinateur, qui peut être capturée par un appareil photo standard en une seule exposition.

Images High Dynamic Range

Image HDR : étendue dynamique plus grande que celle qui peut être affichée par un écran standard d'ordinateur, qui peut être capturée par un appareil photo standard en une seule exposition.

Valeurs des pixels proportionnelles à la quantité de lumière dans le monde réel correspondant à ces pixels.

Principes

Principe : constatation que l'oeil humain s'adapte à la luminosité ambiante.

La gamme de couleur perçue varie en fonction de l'environnement.

Principes

Principe : constatation que l'oeil humain s'adapte à la luminosité ambiante.

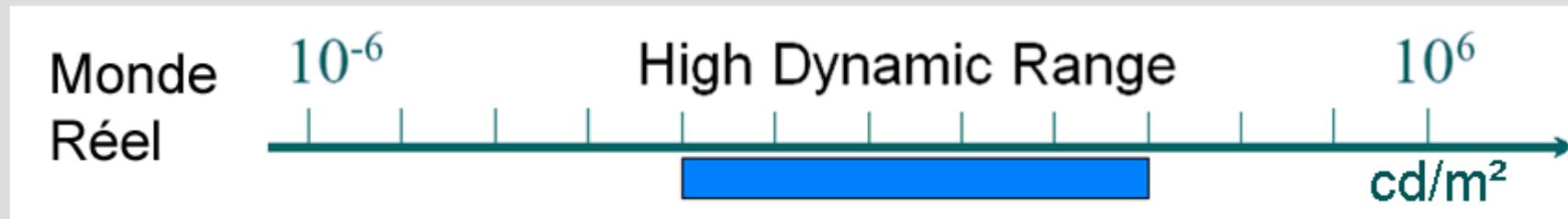
La gamme de couleur perçue varie en fonction de l'environnement.

Historiquement : Paul Debevec 1998.

Comparaison avec les images classiques

Monde réel :

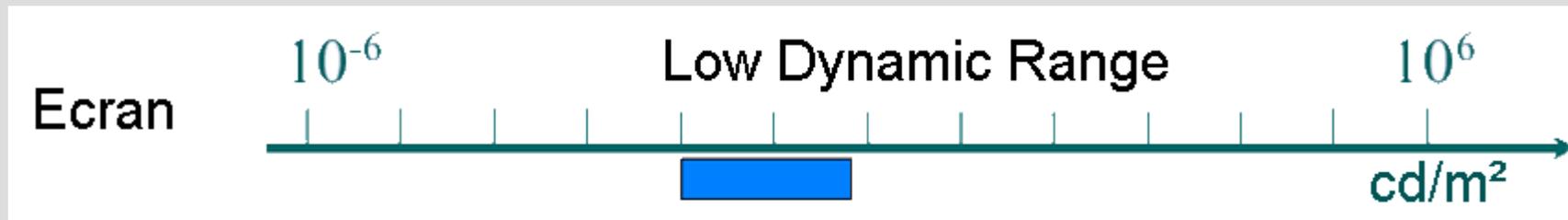
- Luminosité : $\sim 10^{-6}$ à 10^6 cd/m²
- Dans une scène, 1 : 100 000.



Comparaison avec les images classiques

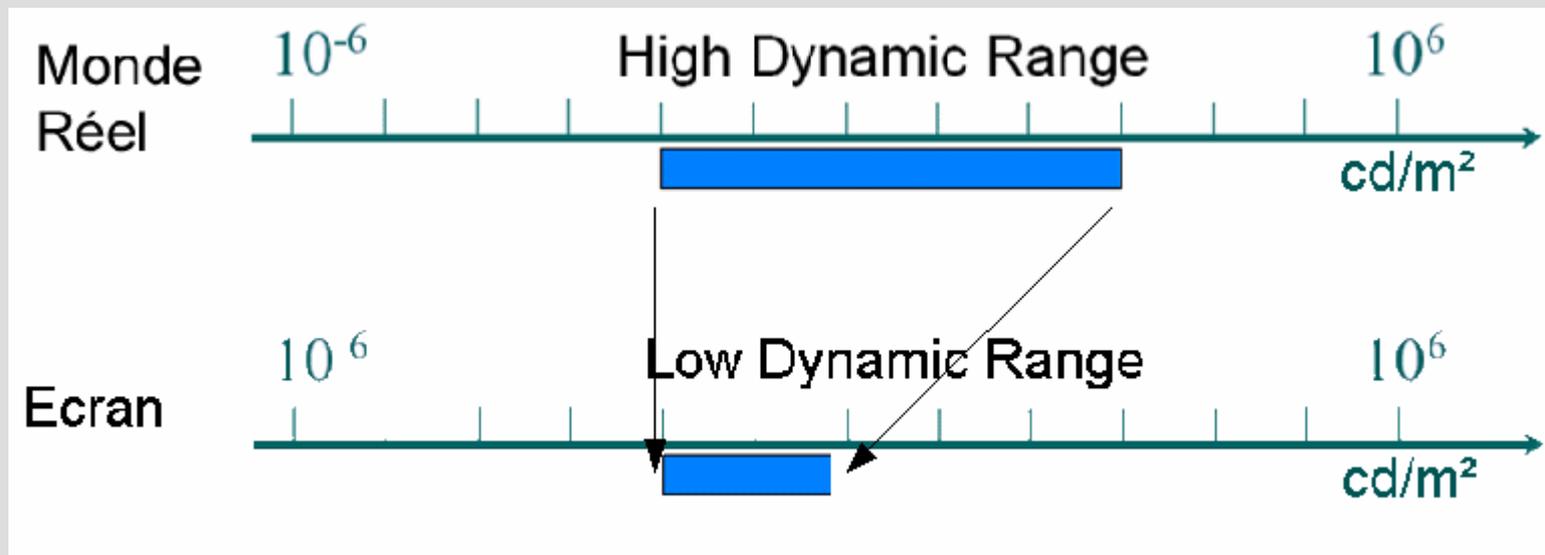
Image classique:

- Typiquement, ratio 1 : 50 (le noir est 50 fois plus foncé que le blanc)
- Max 1 : 500.



Comparaison avec les images classiques

Ce que l'on fait habituellement :



Comparaison avec les images classiques

Problèmes :

- On ne préserve pas vraiment les détails (compression).
- On ne peut pas avoir à la fois :
 - Des objets très lumineux
 - Des objets très sombres
 - Voir les détails dans les deux cas.
- On ne peut pas éclaircir ou assombrir réellement une image.

Comparaison avec les images classiques

Typiquement :



Comparaison avec les images classiques

Images HDR

Images Classiques

Comparaison avec les images classiques

Images HDR

Images Classiques

- Codées sur 16-32 bits par canal

Comparaison avec les images classiques

Images HDR

- Codées sur 16-32 bits par canal

Images Classiques

- Codées sur 8 bits par canal

Comparaison avec les images classiques

Images HDR

- Codées sur 16-32 bits par canal
- Codage en valeurs flottantes

Images Classiques

- Codées sur 8 bits par canal

Comparaison avec les images classiques

Images HDR

- Codées sur 16-32 bits par canal
- Codage en valeurs flottantes

Images Classiques

- Codées sur 8 bits par canal
- Codage en valeurs entières

Comparaison avec les images classiques

Images HDR

- Codées sur 16-32 bits par canal
- Codage en valeurs flottantes
- Informations correspondantes aux valeurs réelles de luminance.

Images Classiques

- Codées sur 8 bits par canal
- Codage en valeurs entières

Comparaison avec les images classiques

Images HDR

- Codées sur 16-32 bits par canal
- Codage en valeurs flottantes
- Informations correspondantes aux valeurs réelles de luminance.

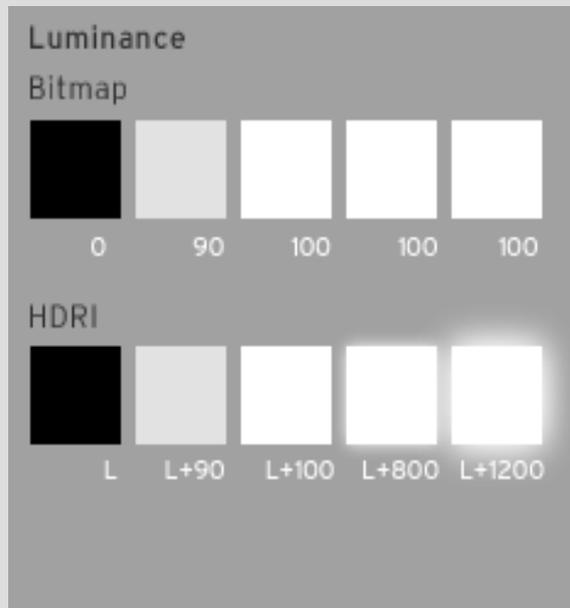
Images Classiques

- Codées sur 8 bits par canal
- Codage en valeurs entières
- Informations correspondantes aux couleurs à afficher à l'écran ou sur le papier photo.

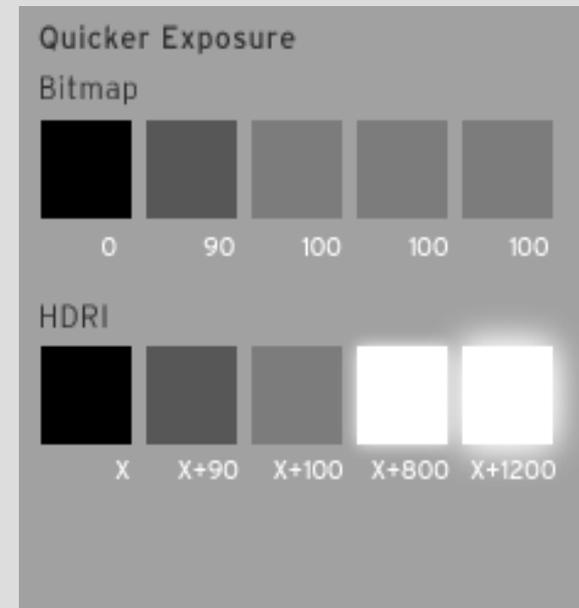
Comparaison avec les images classiques

Exemple

Luminance normale:



Après assombrissement:



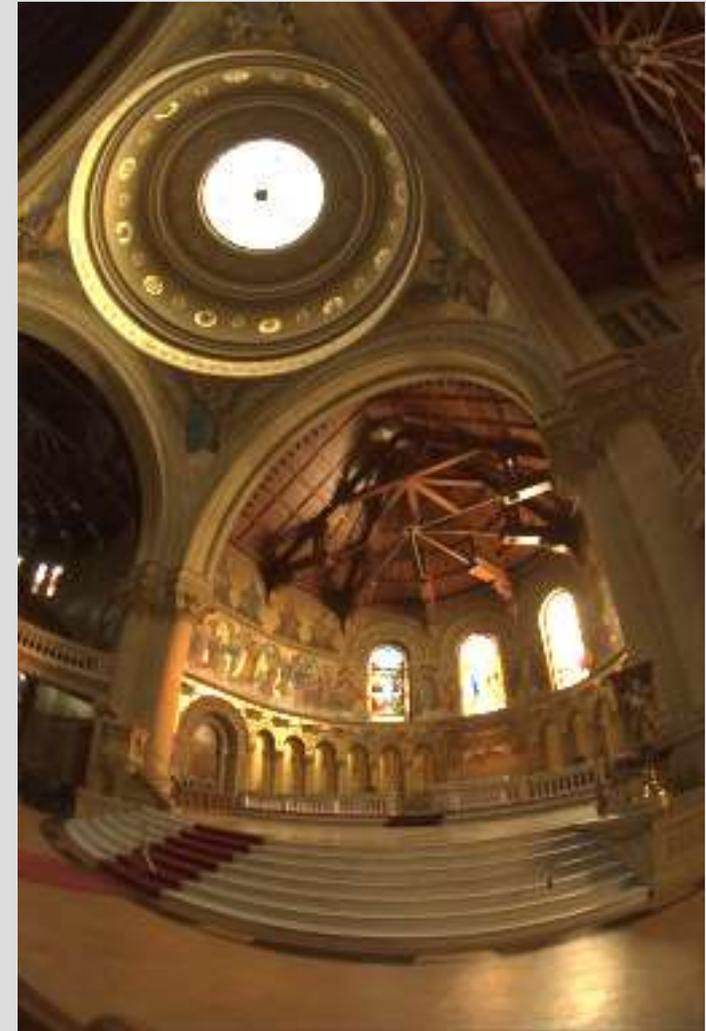
Comparaison avec les images classiques

Exemple : Aucune opération.

Image 8bits



Image HDR



Comparaison avec les images classiques

Exemple : Assombrie à $1/64^{\text{e}}$ de la luminosité originale.

Image 8bits

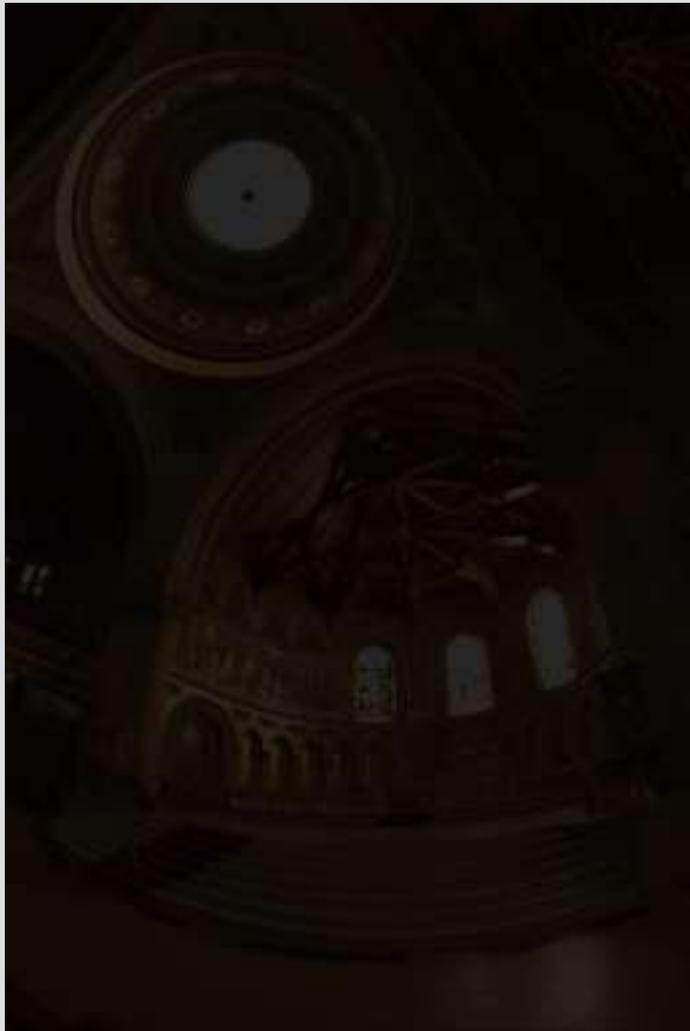
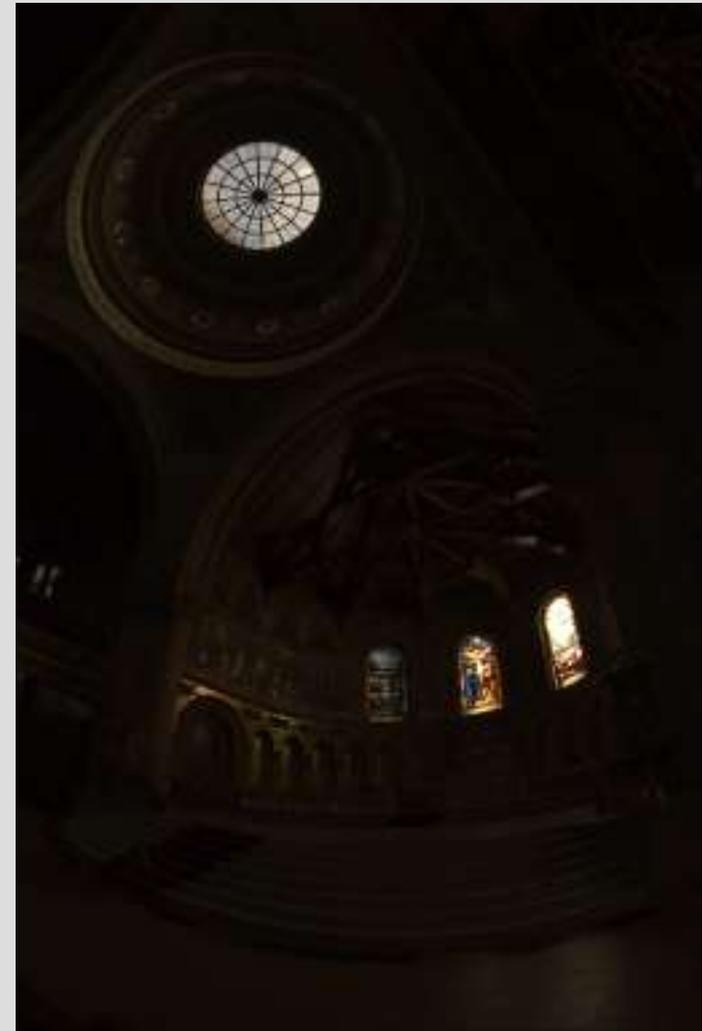


Image HDR



Comparaison avec les images classiques

Exemple : Eclaircie à 32 fois la luminosité originale.

Image 8bits



Image HDR



Images High Dynamic Range

Construction des HDRI

Images High Dynamic Range

Construction des HDRI

- Photographies à plusieurs temps d'exposition



1/125 sec



1/50 sec



1/20 sec

Images High Dynamic Range

Construction des HDRI

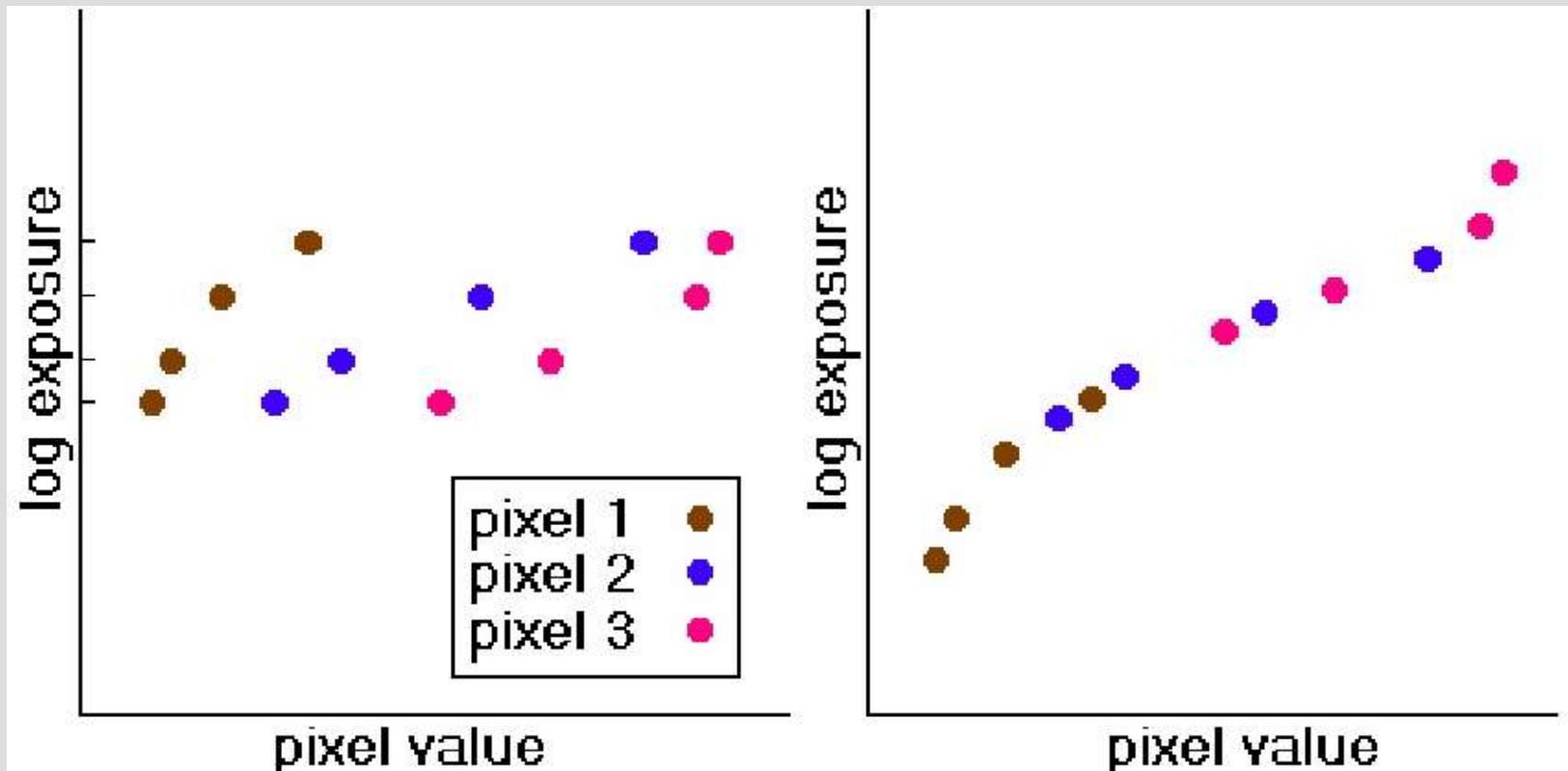
- Photographies à plusieurs temps d'exposition



Images High Dynamic Range

Construction des HDRI

- Photographies à plusieurs temps d'exposition



Images High Dynamic Range

Construction des HDRI

- Photographies à plusieurs temps d'exposition



- Objectifs / appareils-photo HDR

Images High Dynamic Range

Construction des HDRI

- Photographies à plusieurs temps d'exposition



- Objectifs / appareils-photo HDR



Images High Dynamic Range

Construction des HDRI

- Photographies à plusieurs temps d'exposition



- Objectifs / appareils-photo HDR



- Images de synthèse

Images High Dynamic Range

Logiciels

- HDRShop : Windows, gratuit pour utilisation non commerciale.
- RADIANCE : Unix, MacOS X, gratuit, Open Source.
- Desktop RADIANCE : Windows, gratuit, propriétaire.
- Photosphere : MacOS X

Images High Dynamic Range

Formats

Images High Dynamic Range

Formats

- OpenEXR : développé par Industrial Light & Magic (ILM), 16 (voire 32) bits par canal (signe : 1, exposant : 5, mantisse : 10). cf Harry Potter, MIB II ...

Images High Dynamic Range

Formats

- OpenEXR : développé par Industrial Light & Magic (ILM), 16 (voire 32) bits par canal (signe : 1, exposant : 5, mantisse : 10). cf Harry Potter, MIB II ...
- Radiance RGBe : 8 bits par canal + exposant (8 bits)

Images High Dynamic Range

Formats

- OpenEXR : développé par Industrial Light & Magic (ILM), 16 (voire 32) bits par canal (signe : 1, exposant : 5, mantisse : 10). cf Harry Potter, MIB II ...
- Radiance RGBe : 8 bits par canal + exposant (8 bits)
- 33 bits Log : développé par Pixar, car besoin de HDR dans les films. 11 bits par canal

Images High Dynamic Range

Formats

- OpenEXR : développé par Industrial Light & Magic (ILM), 16 (voire 32) bits par canal (signe : 1, exposant : 5, mantisse : 10). cf Harry Potter, MIB II ...
- Radiance RGBe : 8 bits par canal + exposant (8 bits)
- 33 bits Log : développé par Pixar, car besoin de HDR dans les films. 11 bits par canal
- LogLuv TIFF : développé par SGI pour correspondre à la vision humaine. 24 bits par canal (L : 10, u : 7, v : 7).

Images High Dynamic Range

Formats

- OpenEXR : développé par Industrial Light & Magic (ILM), 16 (voire 32) bits par canal (signe : 1, exposant : 5, mantisse : 10). cf Harry Potter, MIB II ...
- Radiance RGBe : 8 bits par canal + exposant (8 bits)
- 33 bits Log : développé par Pixar, car besoin de HDR dans les films. 11 bits par canal
- LogLuv TIFF : développé par SGI pour correspondre à la vision humaine. 24 bits par canal (L : 10, u : 7, v : 7).
- Portable FloatMap : 32 bits par canal (signe : 1, exposant : 8, mantisse : 23)

HDR rendering : historique

- Précalculé : supporté depuis l'apparition des HDRI par les principaux moteurs de rendu.

HDR rendering : historique

- Précalculé : supporté par les principaux moteurs de rendu depuis l'apparition des HDRI.
- Temps-réel : supporté par les cartes graphiques depuis 2004 (nVidia Geforce 6800 et Ati X800).

Cartes graphiques supportant le rendu HDR

- ATi : Radeon X300, X500, X550, X600, X700, X800, X850, X1300, X1600, & X1800.

Cartes graphiques supportant le rendu HDR

- ATi : Radeon X300, X500, X550, X600, X700, X800, X850, X1300, X1600, & X1800.
- nVidia : GeForce 6100, 6200, 6500, 6600, 6800, & 7800; Quadro FX¹ 4000, 4400, & 4500.

Cartes graphiques supportant le rendu HDR

- ATi : Radeon X300, X500, X550, X600, X700, X800, X850, X1300, X1600, & X1800.
- nVidia : GeForce 6100, 6200, 6500, 6600, 6800, & 7800; Quadro FX¹ 4000, 4400, & 4500.
- XGI: Volari 8300.

Utilisation des HDRI pour le rendu d'images 3D:

- Utilisation d'une image HDR comme map d'environnement. But :
 - obtenir des reflexions plus réalistes qu'avec un environnement LDR

Utilisation des HDRI pour le rendu d'images 3D:

- Utilisation d'une image HDR comme map d'environnement. But :
 - obtenir des reflexions plus réalistes qu'avec un environnement LDR
 - Eclairage basé sur une image HDR (HDRI based lighting), reproduction d'éclairage réel.

Utilisation des HDRI pour le rendu d'images 3D:

- Utilisation d'une image HDR comme map d'environnement. But :
 - obtenir des reflexions plus réalistes qu'avec un environnement LDR
 - Eclairage basé sur une image HDR (HDRI based lighting), reproduction d'éclairage réel.
- Sortie du rendu en HDR
 - Nombreux post-traitements possibles.

Environnement HDR (1/4)

Une image HDR sphérique permet de sauvegarder très précisément l'environnement lumineux que subit un point précis de l'espace :

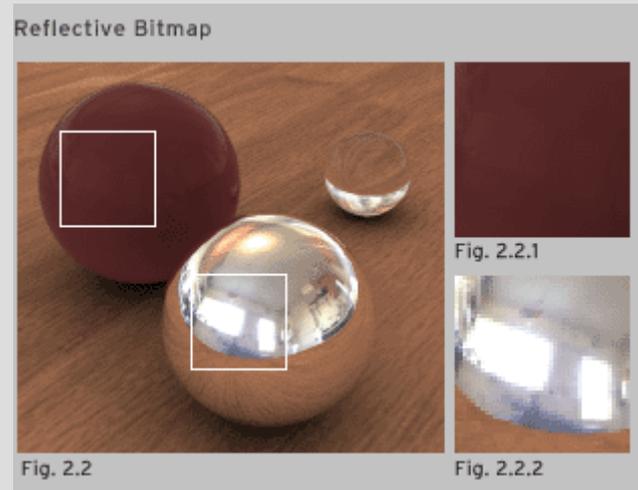
Environnement HDR (1/4)

Une image HDR sphérique permet de sauvegarder très précisément l'environnement lumineux que subit un point précis de l'espace :

- l'influence de chaque élément du décor est enregistrée à sa juste valeur (soleil, lampes, décor de couleur...)

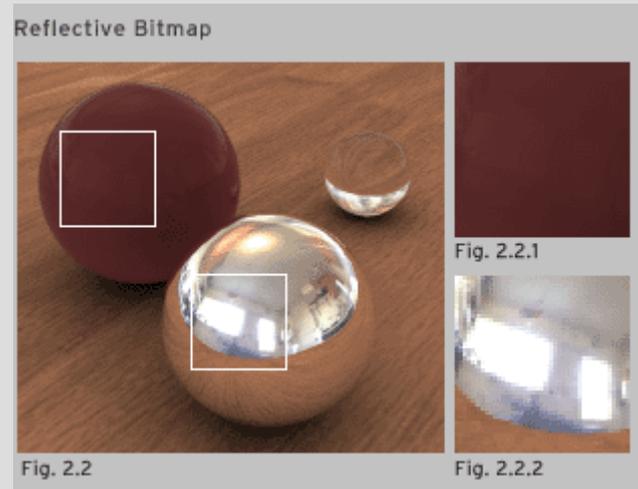
Environnement HDR (2/4)

Environnement LDR :

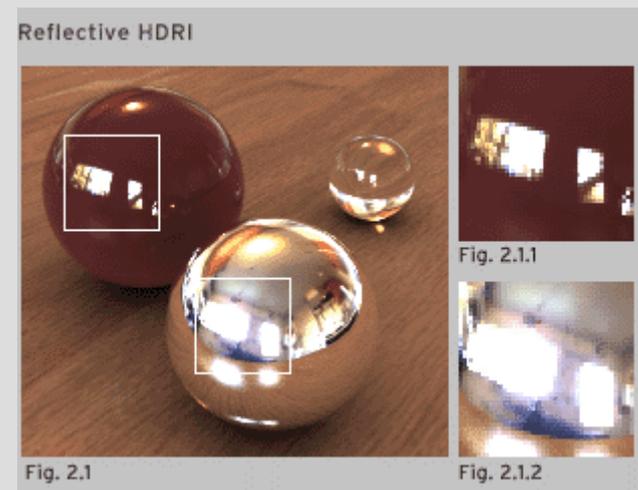


Environnement HDR (2/4)

Environnement LDR :



Environnement HDR :



Environnement HDR (3/4)

Illumination basée sur une image HDR



HDR

LDR

Environnement HDR (3/4)

Illumination basée sur une image HDR



HDR

LDR

Illumination with different HDR images/exposures



Fig. 3.2.1



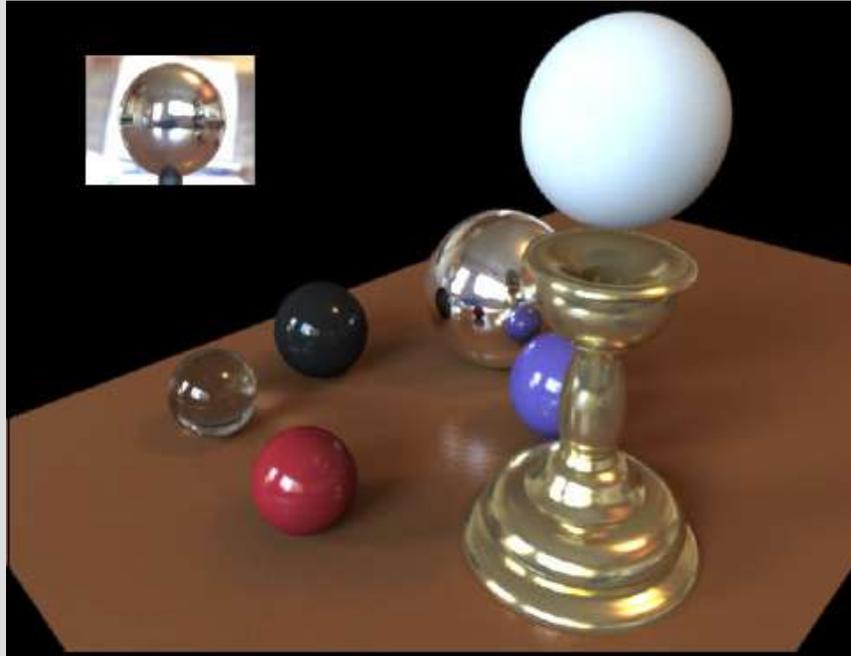
Fig. 3.2.2



Fig. 3.2.3

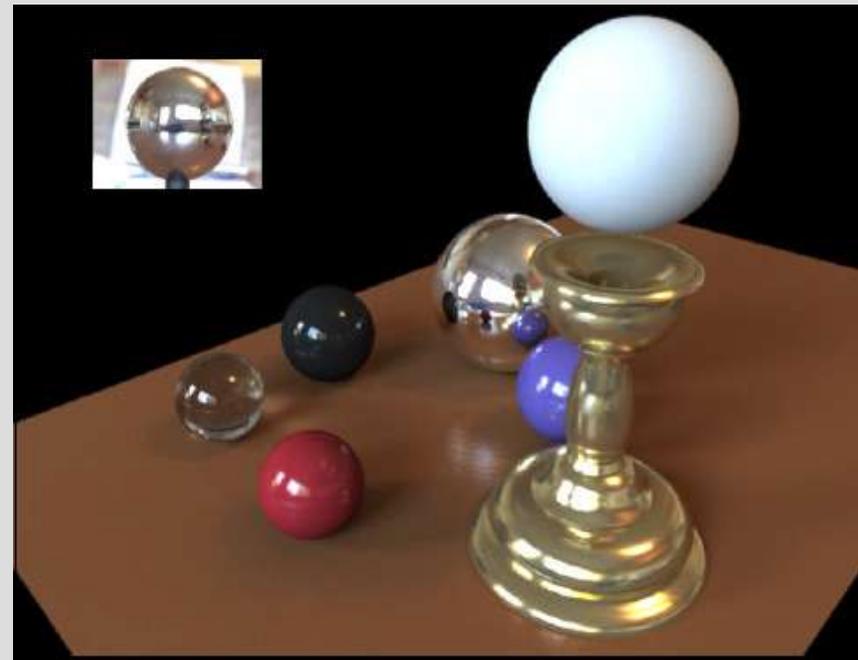
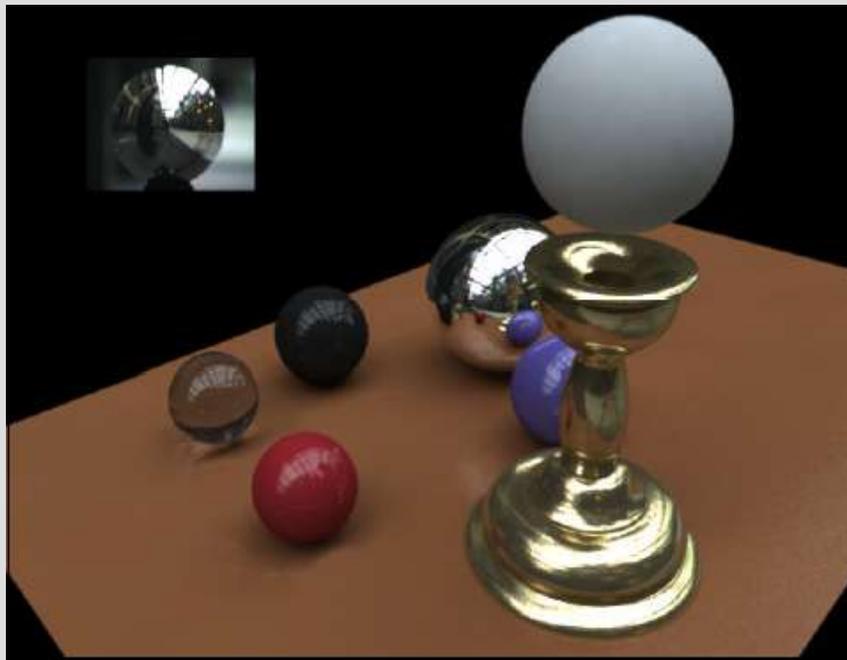
Environnement HDR (4/4)

Exemple :



Environnement HDR (4/4)

Exemple :



Interet du rendu en HDR

- Même intérêt qu'en photographie :
 - sélection de l'exposition de la scène après le rendu et compression de la dynamique

Interet du rendu en HDR

- Même intérêt qu'en photographie :
 - sélection de l'exposition de la scène mais ce après le rendu et compression de la dynamique.
- Mais aussi au niveau du post-traitement :
 - Bloom/glare
 - Motion blur
 - Fondu plus réaliste...

Post traitements (1/2)

Effet de bloom :

un point lumineux de très forte intensité produit un effet de luisance pouvant se propager sur des régions voisines.

Post traitements (1/2)

Effet de bloom :

un point lumineux de très forte intensité produit un effet de luisance pouvant se propager sur des régions voisines.

Exemple :



Post traitements (2/2)

Motion blur réaliste :



Original

Post traitements (2/2)

Motion blur réaliste :



Original



LDRI

Post traitements (2/2)

Motion blur réaliste :



Original



LDRI



HDRI

Post traitements (2/2)

Motion blur réaliste :



Original



LDRI



HDRI



Motion blur réel

Limitations

- La plupart des moniteurs standards ne peuvent pas afficher un contraste suffisant pour reproduire fidèlement une image HDR
 - LCD : contraste de 300:1 à 1000:1
 - Plasmas : 10000:1

Limitations

- La plupart des moniteurs standards ne peuvent pas afficher un contraste suffisant pour reproduire fidèlement une image HDR
 - LCD : contraste de 300:1 à 1000:1
 - Plasmas : 10000:1
- De plus ces moniteurs ne peuvent afficher que des couleurs en 8 bits.

Solution (1/2) : Ecran HDR

Exemple:

- 3000 cd/m²
- contraste 200 000:1
- couleurs 16 bits



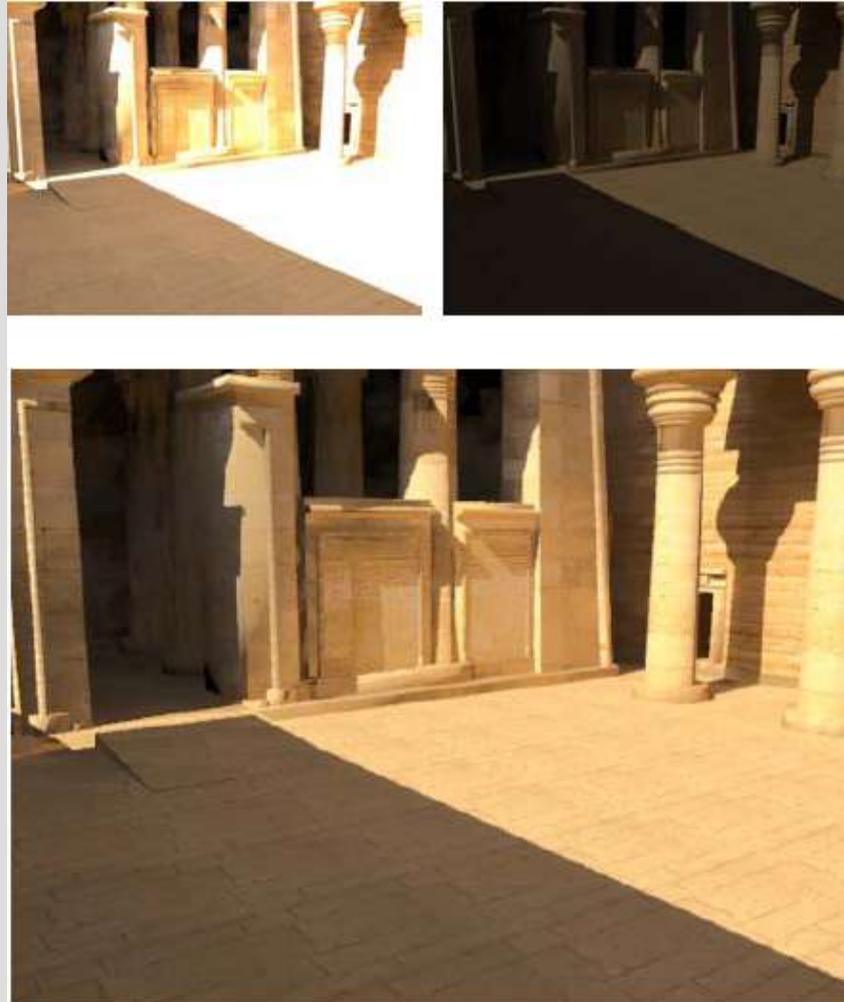
Solution (2/2) : Tone Mapping

Les algorithmes de tone-mapping ont pour but de compresser la dynamique de l'image en s'appuyant sur les propriétés de perception de l'oeil.

- nombreux algorithmes existent
- qualité des résultats très variable

Solution (2/2) : Tone Mapping

Exemple :



Solution (2/2) : Tone Mapping

Résultats obtenus
avec différents
algorithmes :



Solution (2/2) : Tone Mapping

- Exemple de tone mapping dynamique en temps-réel : vidéo de Half-Life 2