

Techniques d'ombrage temps réel

GUITTENY Fabrice – LE GOFF Erwan

Synthèse d'images

13 Janvier 2006



[Plan]

- Importance des ombres
- Shadow Map
- Shadow Volume
- Extensions pour ombres douces

Importance des ombres

- Apportent un réalisme supplémentaire aux images
- Renseignent sur :
 - Position relative des objets
 - Perception des objets
 - Perception de la scène

➡ meilleure perception de l'environnement 3D

- Ombres dures vs ombres douces

Importance des ombres

Shadow Map

Shadow Volume

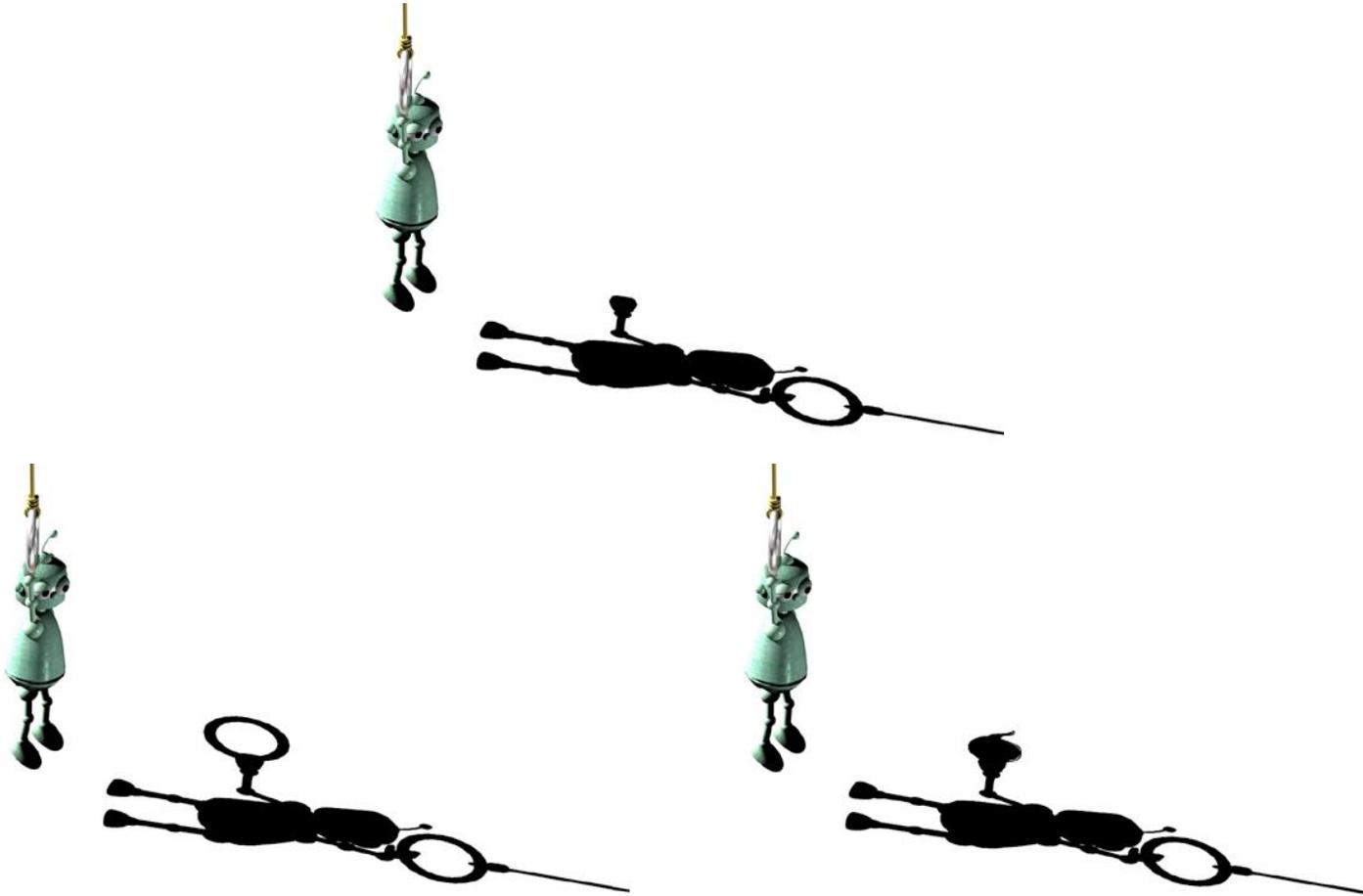
Extensions pour ombres douces

Position relative des objets



Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

[Perception des objets]



Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

[Perception de la scène]



Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

Ombres dures vs ombres douces



■ Ombres dures :

- Produites par des sources ponctuelles
- N'existent pas dans la réalité
- Peuvent être considérées comme des objets à part entière
- Les plus faciles à calculer

■ Ombres douces :

- Visuellement plus agréables
- Sources linéaires ou surfaciques
- Plus difficiles à calculer



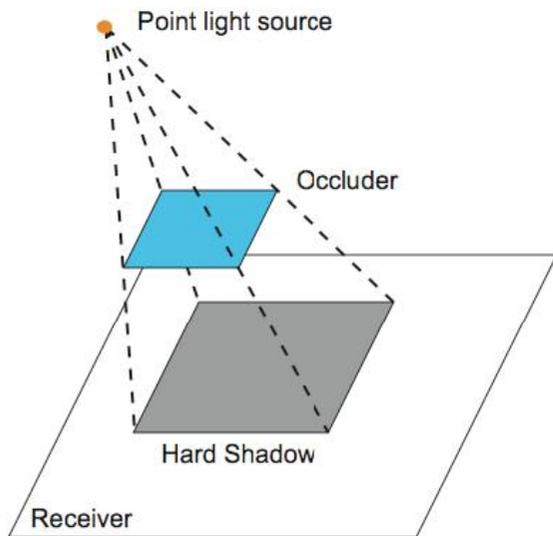
Importance des ombres

Shadow Map

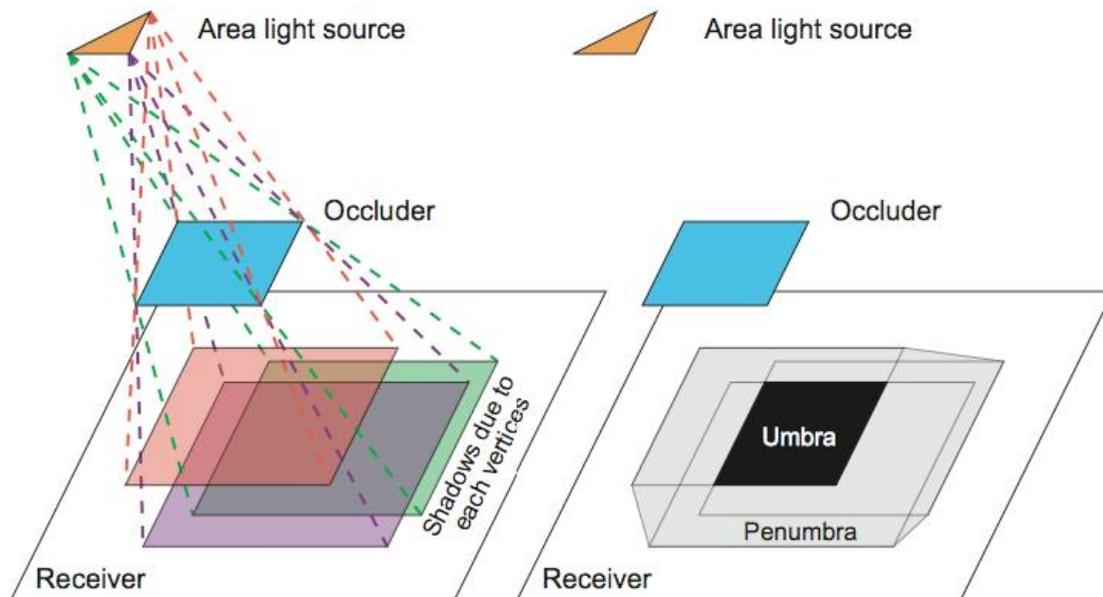
Shadow Volume

Extensions pour ombres douces

Ombres dures vs ombres douces



Ombres dures



Ombres douces

Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

Techniques d'ombrage temps réel

- Ombres générées par des méthodes telles que :

- Lancer de rayons
- Radiosité
- Photon mapping
- ...

➡ Pas adapté au temps réel

- Temps réel → 2 principales techniques d'ombrage :
 - Shadow map (basée image)
 - Shadow volume (basée objet)

Importance des ombres

Shadow Map

Shadow Volume

Extensions pour ombres douces

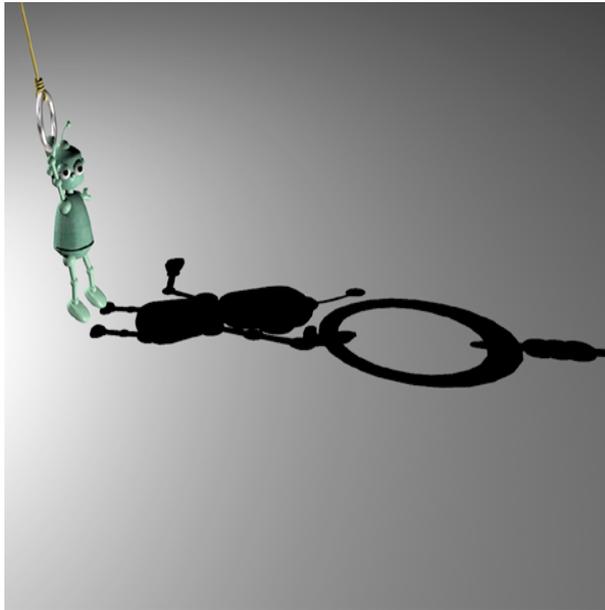
[Techniques d'ombrage temps réel]

- Importance des ombres
- **Shadow Map**
- Shadow Volume
- Extensions pour ombres douces

[Shadow Map]

- Shadow Map = Z-Buffer de la scène vue de la source de lumière

➡ distance entre la source et les objets de la scène



Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

[Shadow Map]

- Rendu de la scène en 2 étapes :
 - un Z-Buffer « classique » pour l'élimination des parties cachées
 - pour chaque pixel de la scène :
 - ▶ récupération de l'objet vu dans ce pixel (position géométrique)
 - ▶ calcul de la distance de l'objet à la source
 - ▶ comparaison avec la shadow map :
 - ➔ si la distance calculée est supérieure à celle stockée dans la shadow map, alors l'objet est dans l'ombre, sinon il est éclairé.

Shadow Map

- Implémentée en hardware
 - Disponible à partir de SGI Infinite Reality 2, NVidia GeForce 3, ATI Radeon 9500
- Comparaison des valeurs z effectuée avec l'extension `GL_ARB_SHADOW`

Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

Shadow Map

- Avantages :
 - Implémentable entièrement avec le hardware graphique
 - Création de la shadow map relativement rapide
 - Coût presque constant
 - Traite la plupart des cas d'auto-ombrage (self-shadowing)

Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

[Shadow Map]

- Inconvénients :
 - Problème d'aliasing
 - Ne traite pas les sources omni-directionnelles (angle de la source limité)
 - Au moins 2 passes sont nécessaires pour le rendu

[Techniques d'ombrage temps réel]

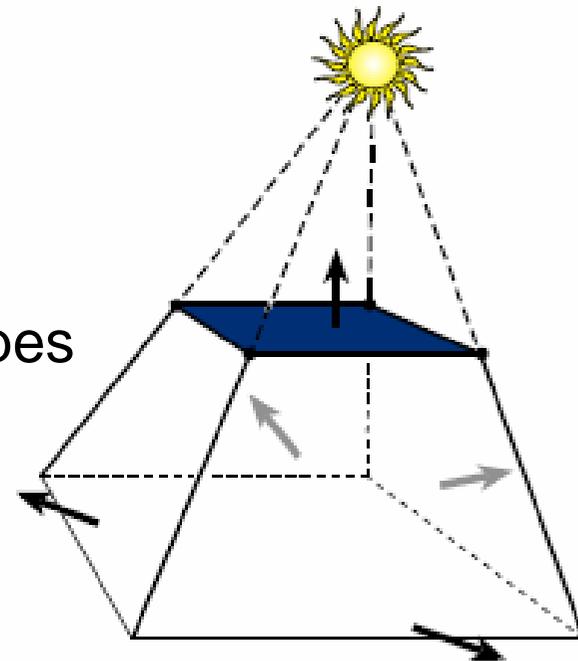
- Importance des ombres
- Shadow Map
- **Shadow Volume**
- Extensions pour ombres douces

[Shadow Volume]

- Méthode basée sur la géométrie des obstacles (occluders) décrite par Crow en 1977

➔ principe : extrusion de la silhouette de l'occluder le long de la direction de la lumière

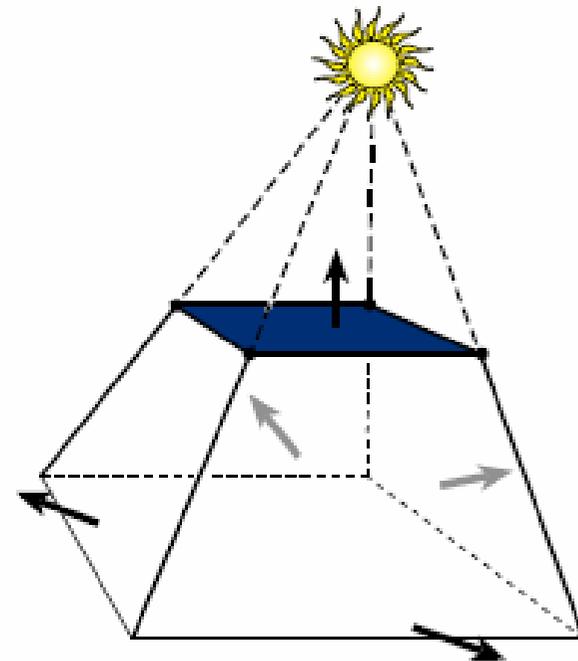
- Le shadow volume est calculé en 2 étapes



Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

Shadow Volume

- Calcul du shadow volume :
 - Trouver la silhouette de l'occluder tel qu'il est vu de la source (ie arêtes du contour)
 - Extrusion de ces arêtes le long de la direction de la source de lumière.
- ➔ L'ensemble des $\frac{1}{2}$ plans obtenus forme le shadow volume.

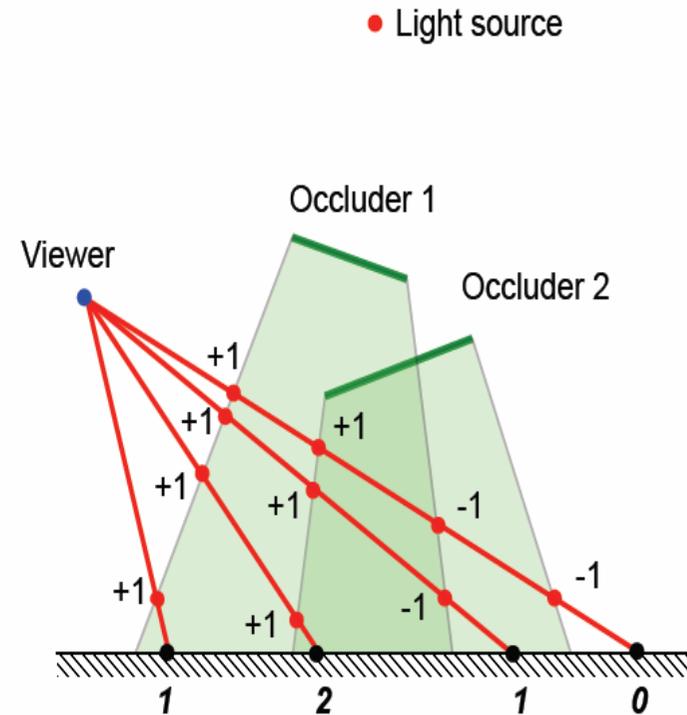


Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

Shadow Volume

- Pour chaque pixel, on compte le nombre d'intersections avec les faces du shadow volume entre le point de vue et l'objet rendu.
- Les faces avant incrémentent le compteur, les faces arrières le décrémentent.
- Si ce nombre est positif, l'objet est à l'intérieur de la zone d'ombre.

Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

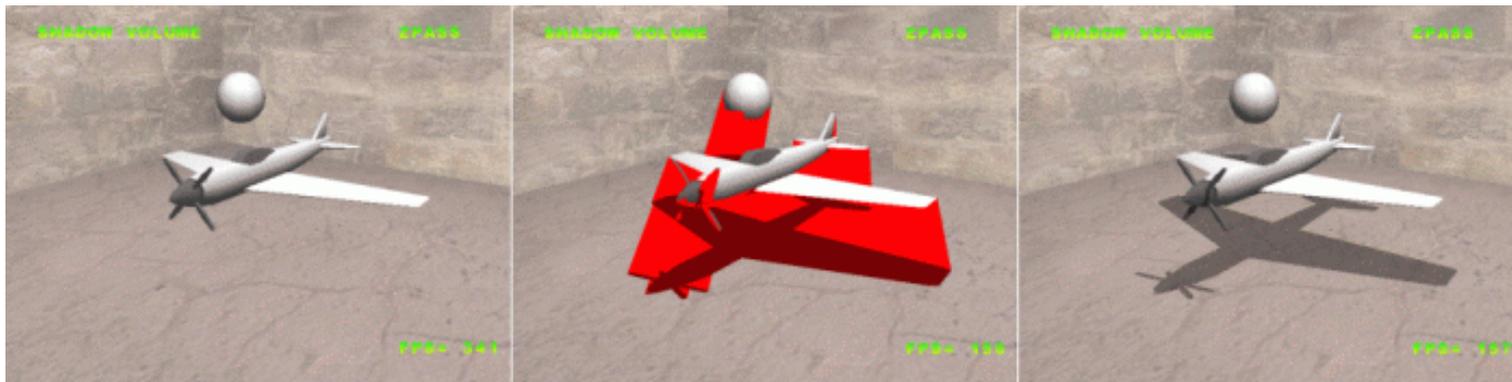


Shadow Volume

- Implémentation → Utilisation du stencil-buffer :
 - Stencil-buffer = espace mémoire de la taille du framebuffer
 - Utilisation libre contrairement au depth-buffer
 - Sert surtout pour les calculs d'ombres et pour les reflets
- zpass : shadow volume rendu dans le stencil-buffer
 - 1ère passe : faces avant (incrémentement)
 - 2ème passe : faces arrières (décrémentement)

Shadow Volume

- Algorithme :
 - Initialisation du stencil-buffer à 0
 - Scène rendue avec seulement la lumière ambiante
 - Calcul et rendu du shadow volume dans le stencil-buffer
 - Scène rendue avec les lumières activées :
 - ▶ Redessiner seulement les pixels dont la valeur dans le stencil-buffer est 0



Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

[Shadow Volume]

- Avantages :
 - Traite les sources omni-directionnelles
 - Plus grande précision des ombres
 - Traite les cas d'auto-ombrage (self-shadowing)

Shadow Volume

- Inconvénients :
 - Temps de calcul dépend de la complexité des occluders (calcul de la silhouette, extrusion)
 - Au moins 2 passes sont nécessaires pour le rendu
 - Création de gros polygones (extrusion) → diminue le fillrate de la carte graphique

[Techniques d'ombrage temps réel]

- Importance des ombres
- Shadow Map
- Shadow Volume
- **Extensions pour ombres douces**

Extensions pour ombres douces

- Quelques extensions de shadow map :
 - Etendre la source ponctuelle à un ensemble de points et combiner les shadow map de chacun dans une seule appelée Attenuation Map

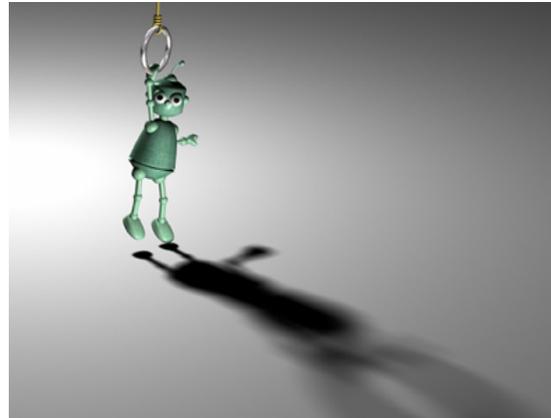


Image de gauche : ombre douce
calculée avec 4 points

Image de droite : 1024 points

Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

Extensions pour ombres douces

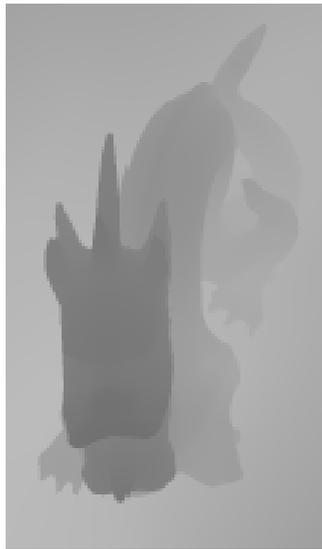
- Echantillonner une source surfacique en un ensemble de points et utiliser la même technique
- Utiliser une shadow map standard et calculer l'ombre douce avec des techniques d'analyse d'image
- Effectuer une convolution d'une shadow map standard avec une image de la source vue du récepteur

Extensions pour ombres douces

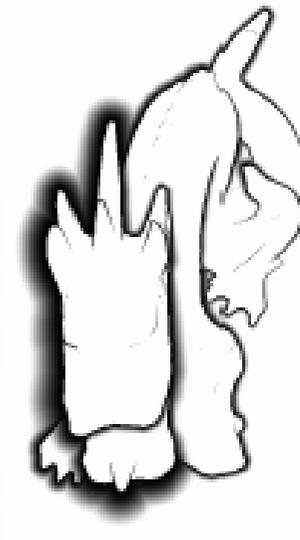
- Quelques extensions de shadow volume :
 - Combiner les shadow volumes obtenus à partir des points d'échantillons de la source de manière similaire aux shadow maps
 - Etendre les shadow volume en utilisant des heuristiques spécifiques (Plateaus, Penumbra Maps, Smoothies)
 - Calcul d'un volume de pénombre pour chaque arête de la silhouette d'ombre

[Extensions pour ombres douces]

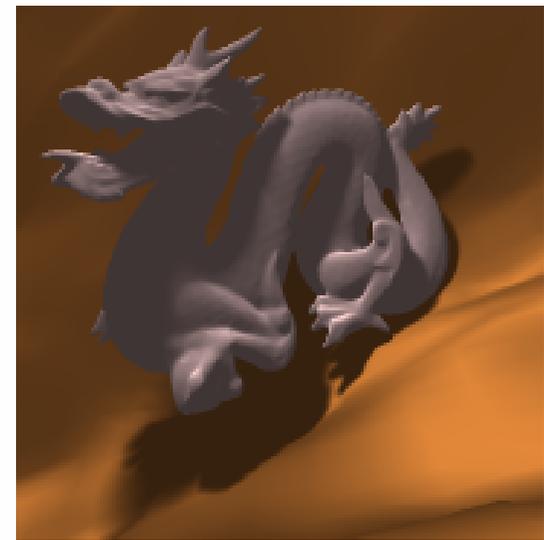
- Exemple avec penumbra map



shadow map



penumbra map



Importance des ombres
Shadow Map
Shadow Volume
Extensions pour ombres douces

[Techniques d'ombrage temps réel]

- Sources :

- *A Survey of Real-Time Soft Shadows Algorithms*,
J.-M. Hasenfratz, M. Lapierre, N. Holzschuch & F.Sillion
- *Penumbra Maps : Approximate Soft Shadows in Real-Time*,
C. Wyman & C. Hansen
- *Ombres en temps réel – Etat de l'art*,
STAR Eurographics 2003
- *Doom III – Behind the scenes*

<http://www.presence-pc.com/tests/Doom-III-Behind-the-scenes-95/>

- Questions ?