

Ombres

Contenu

- Ombres dures
- Ombres douces

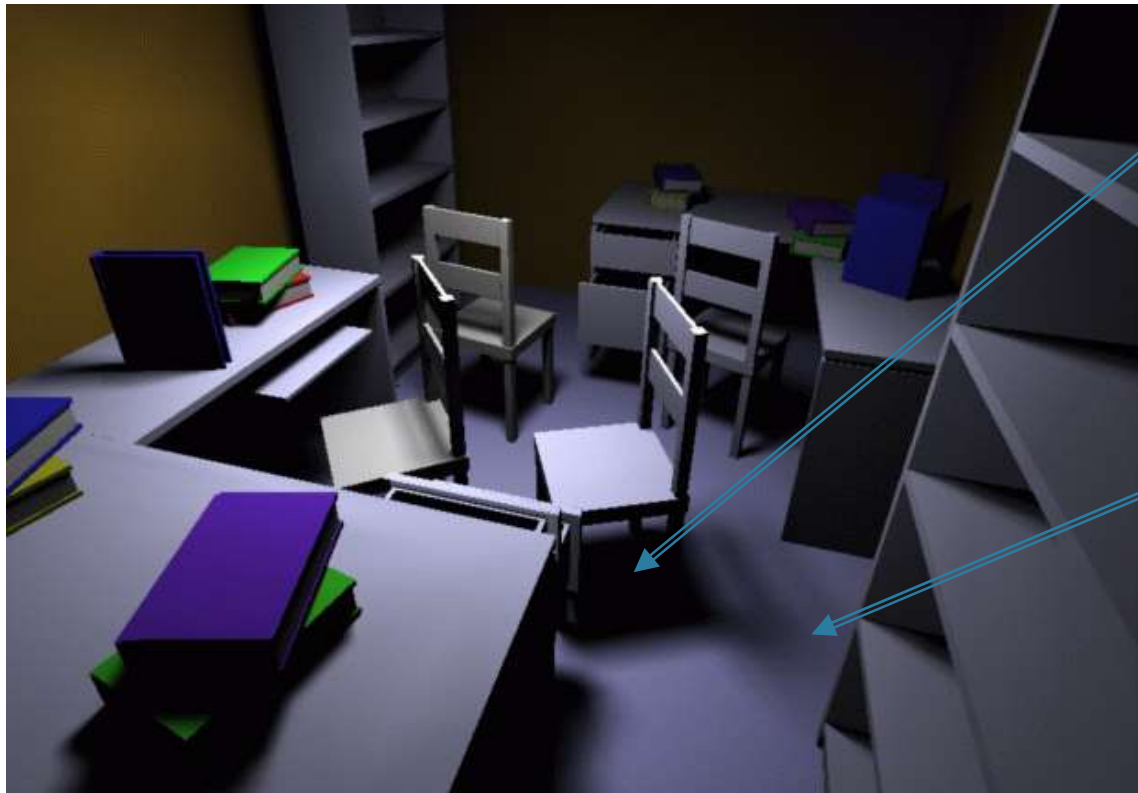
Pourquoi utiliser des ombres ?

- Notre perception visuelle est très sensible aux ombres
- Les ombres
 - ajoutent du réalisme dans une image virtuelle
 - Donnent une information sur la relation spatiale entre les objets

Les ombres sont complexes

- Dans le monde réel, les sources de lumière ne sont pas des points
- Les intensités des ombres ne sont pas constantes
- On distingue deux zones différentes
 - L'*ombre*, zone n'étant jamais visible depuis la source de lumière
 - La *pénombre*, zone qui reçoit une partie d'éclairage de la source de lumière
- Le calcul est très complexe. Il s'appuie sur la résolution du problème de visibilité.
- En imagerie 3D, il existe de nombreuses solutions qui simplifient le problème pour donner des solutions approximatives mais réalistes.

Les ombres sont complexes

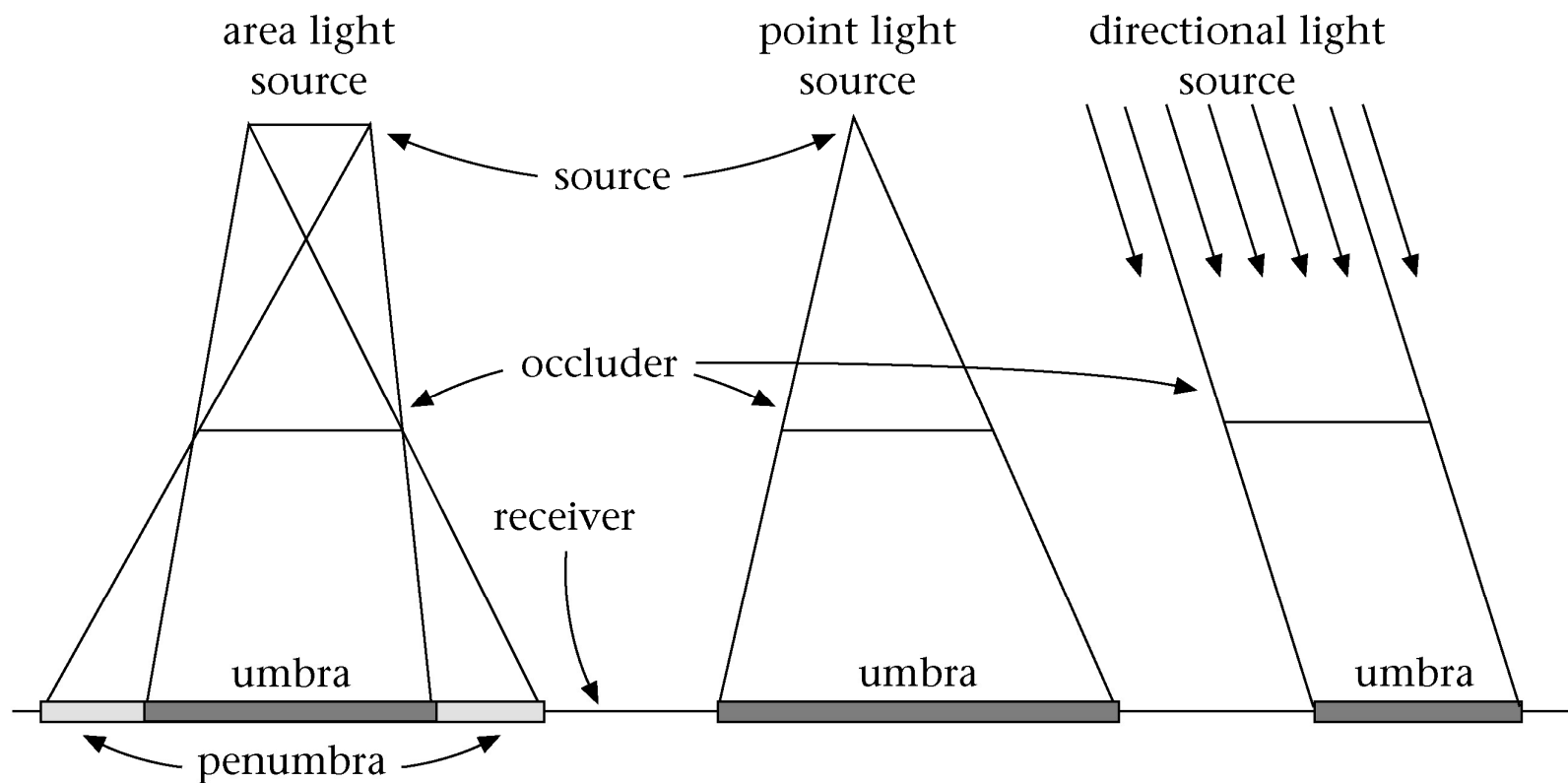


ombre

pénombre

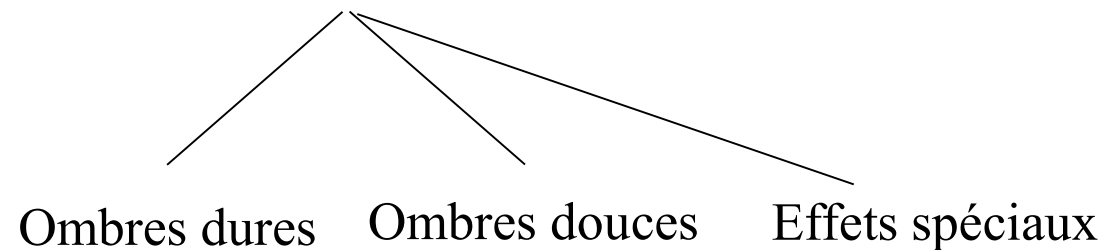
Ombre et pénombre

- Ombre ou pénombre selon le type de source de lumière



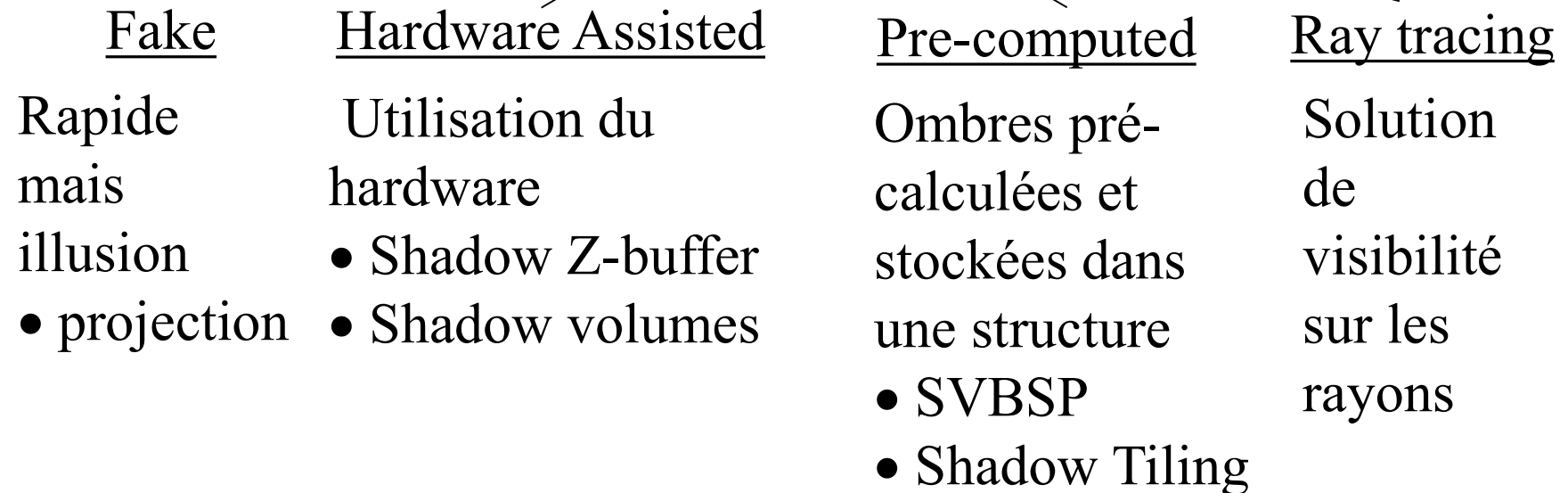
Méthode de calcul d'ombre traditionnelles

- Il existe un grand nombre de méthodes permettant de simuler les ombres
- Nous voyons ici les méthodes permettant un calcul temps réel pour une navigation interactive dans la scène
- Les méthodes varient selon l'objectif visé

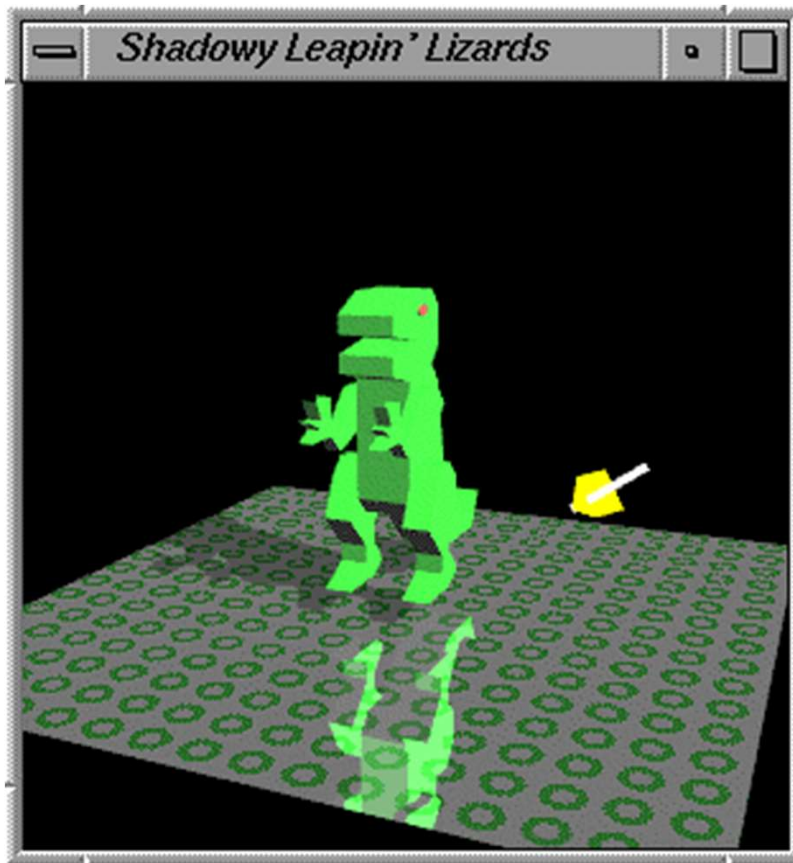


Ombres dures

- La source de lumière est supposée ponctuelle ou directionnelle



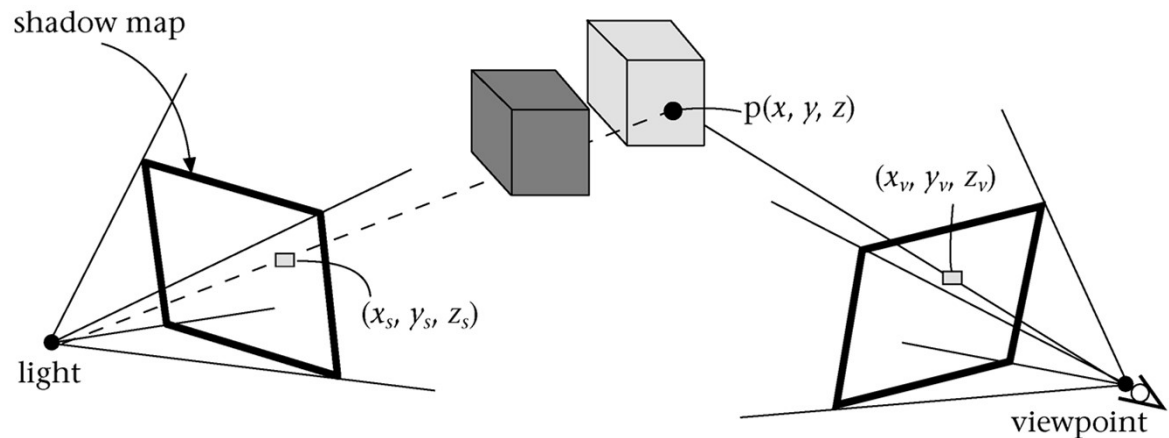
Fake shadows: projection au sol



- Les objets complexes sont projetés au sol en utilisant une matrice de transformation
- Pas d'ombres entre les objets
- Très rapide

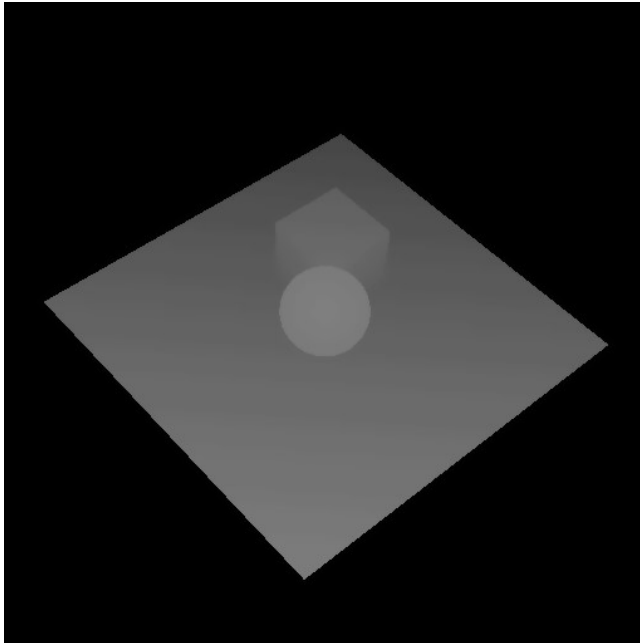
Shadow Z-buffer

- Calculer un Z-buffer (carte de profondeur) depuis la source
- Algorithme :
 - Placer la caméra à l'emplacement de la source de lumière
 - Effectuer le rendu de la profondeur
 - A partir de la vue de la caméra
 - Transformer chaque pixel $P(x_v, y_v, z_v)$ de l'image de la caméra dans l'espace du z-buffer (x_s, y_s, z_s) ,
 - Si la valeur $z_s \leq$ à la valeur stocker dans le Z-buffer,
 - alors le point est éclairé
 - Sinon il est dans l'ombre

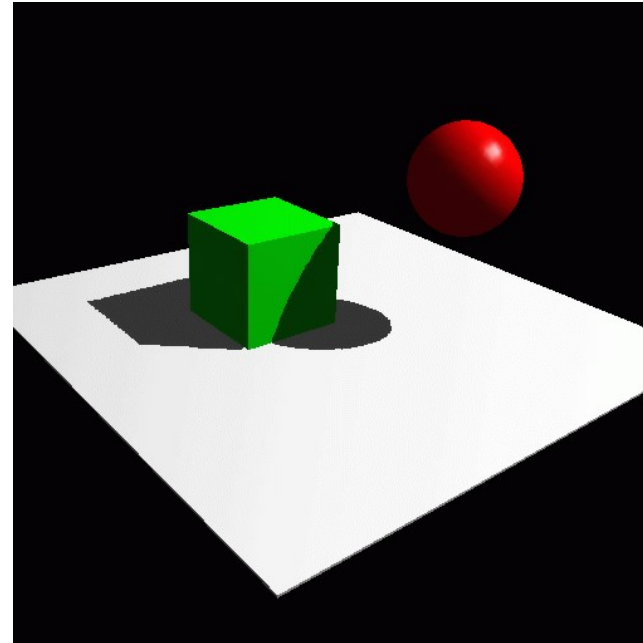


Shadow Z-buffer avec OpenGL

- Technique accélérée par le hardware



Vue depuis la
source de lumière



Résultat

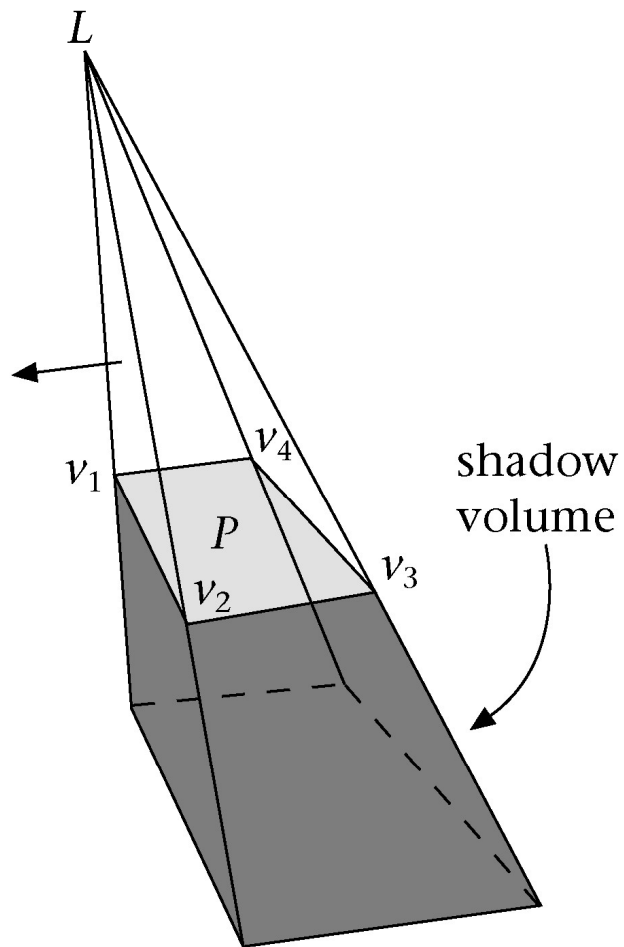
Shadow z-buffer

- “inférieur ou égal” : test avec imprécision
 - Donne naissance à de l’acnée
- Heureusement codé en hardware (sinon, très cher !)
- Précision limitée à la vue depuis la source de lumière
 - Artefacts liés à la différence de résolution entre l’image de vue et l’image depuis la source de lumière
 - Problèmes à gérer si l’ombre est projetée sur des objets complexes ou distants

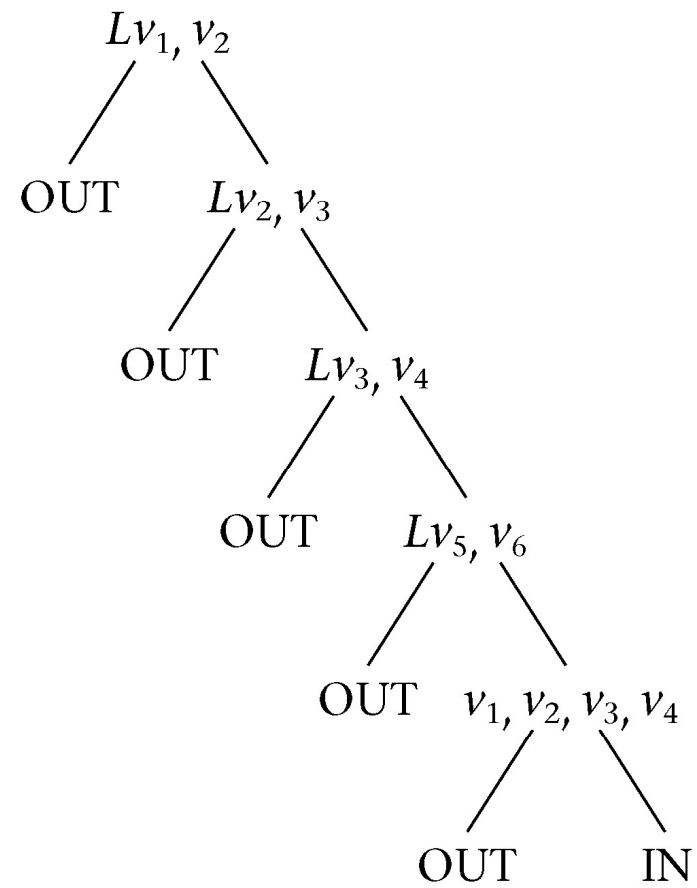
Méthode des volumes d'ombre

- Shadow volume (SV) : volume sous un polygone masqué vis à vis d'une source de lumière (pyramide décimée)
- Au moment de rendre l'image, les rayons allant du point de vue au travers du pixel intersectent les SVs
- Le nombre d'intersection détermine si le point est dans l'ombre ou non

Shadow Volumes



(a)



(b)

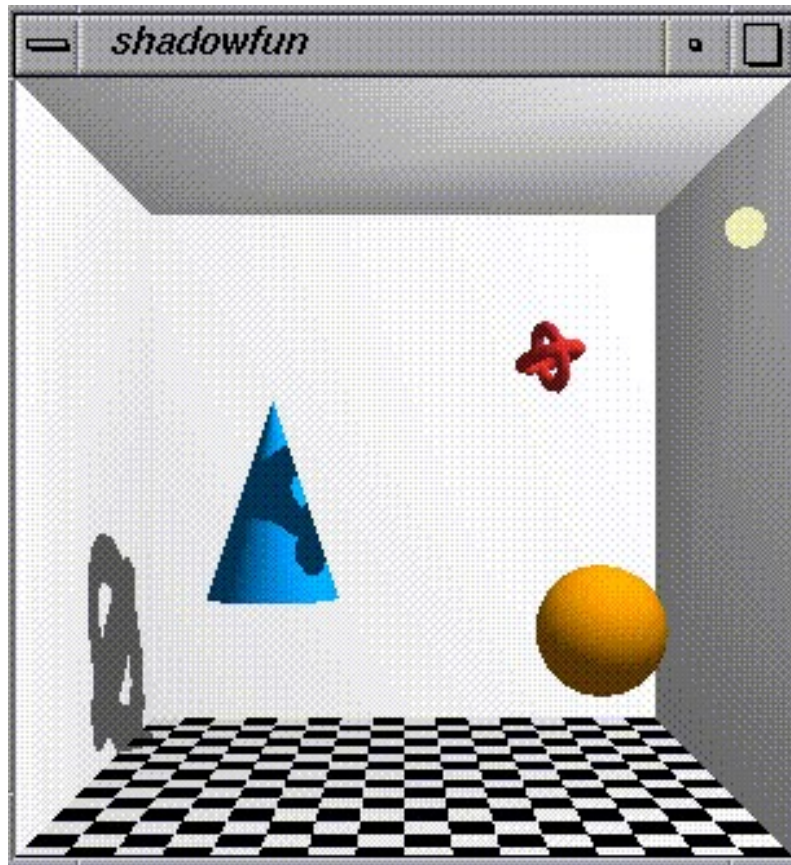
Shadow Volumes

- Comme pour les polygones, on considère qu'on est à l'intérieur du volume si on doit traverser une surface pour sortir.
- L'idée Générale est de compter le nombre de plans traverses
 - +1 pour les plans front facing
 - -1 pour les plans back facing
- Si total >0 alors
 - Dans l'ombre
- Sinon
 - Dans la lumière
- Attention au cas special si le point de vue est dans l'ombre

Shadow Volumes

- Deux étapes :
 - 1) Preprocessing
 - Trouver tous les plans des volumes d'ombre et leurs équations
 - 2) A l'exécution
 - Compter les plans d'ombre par pixel
 - Réaliser le rendu avec une méthode scan-line ou le stencil test

Shadow Volumes avec OpenGL



(image from an SGI demo)

- Volumes d'ombre rendus à chaque pas de temps
- Utilisation du stencil buffer pour compter combien de volumes sont traversés

Stencil buffer

- Carte qui stocke des valeurs arbitraires sur une operation de rendu
 - E.G. stencil[x,y] inversé si $zbuffer[x,y] < \text{valeur courante de } z$ (le stencil is mis à jour si et seulement si le test sur z est validé)
- Très utile en informatique graphique

Algorithme du Shadow Volume avec Stencil

- Rendre la scène en RGB et en z-buffer
- Désactiver le z-buffer, et rendre les ombres dans le stencil buffer
 - Test : +1 pour front-facing; -1 pour back facing
- Reprendre la carte de rendu RGB, désactiver l'éclairage, mettre à jour les pixels lorsque les valeurs du stencil $\neq 0$

Shadow Volume BSP trees

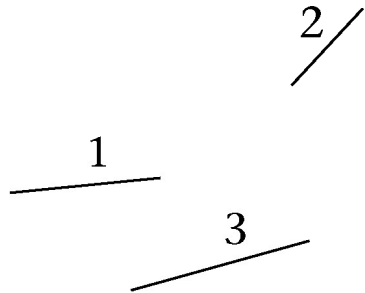
- Au lieu de calculer les ombres dans le plan image, les calculer dans l'espace scène
- Idée : classer/subdiviser les objets selon s'ils sont dans l'ombre ou pas.
 - Gain de temps lors du calcul de leur éclairage
 - Plus de polygones
 - Problèmes de précision

Shadow Volume avec les arbres BSP

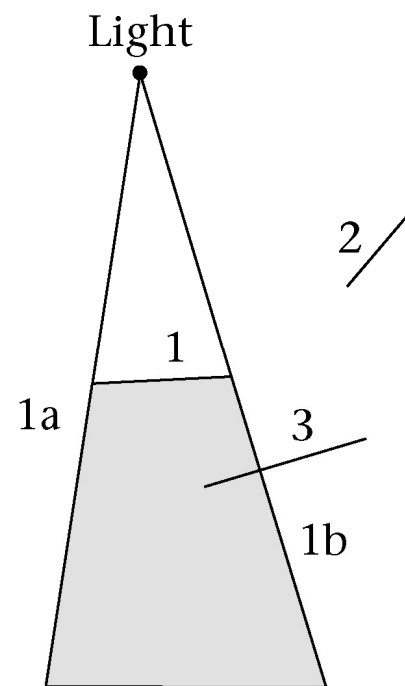
- Arbre BSP (voir annexe)
- L'arbre est construit de façon incrémentale en utilisant les plans des ombres
- Les polygones sont ajoutés à l'arbre
 - S'ils sont à l'intérieur de la region (derrière un ensemble de plans d'ombres, il sont indexés comme à l'ombre)
 - Sinon ils sont éclairés et leurs plans d'ombre sont utilisés pour étendre l'arbre

SVBSP tree

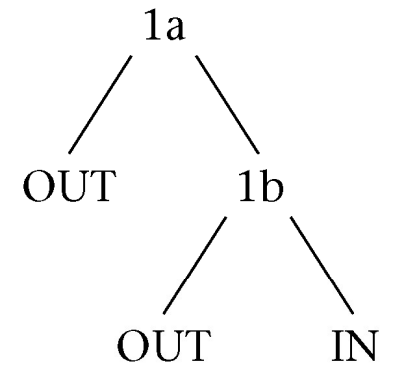
Light
•



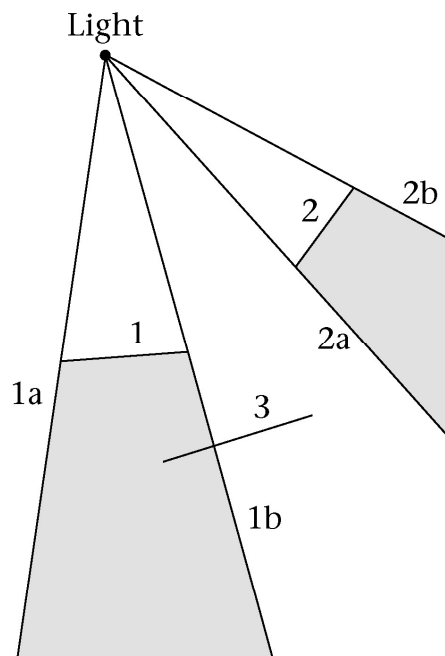
Initial tree
OUT



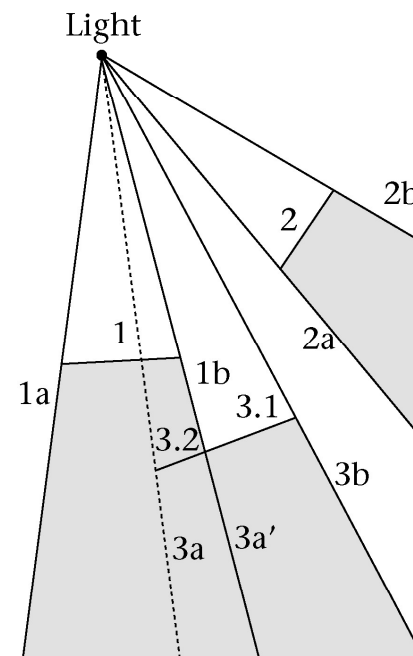
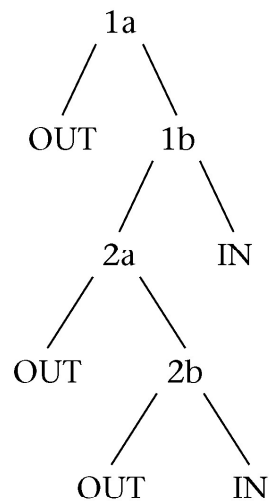
Adding polygon 1



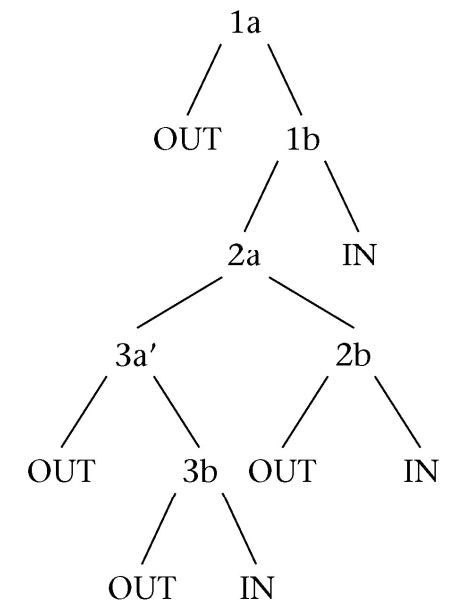
SVBSP tree



Adding polygon 2



Adding polygon 3



SVBSP tree

- Continuer jusqu'à ce que TOUS les polygones soient dans l'arbre SVBSP
- En général, on ajoute les polygones les plus susceptibles de projeter des ombres en premiers, plus les autres polygones
- Un polygone stocké dans un noeud IN est ombré mais ne force pas l'arbre à se subdiviser

Résumé des approches pour les ombres dures

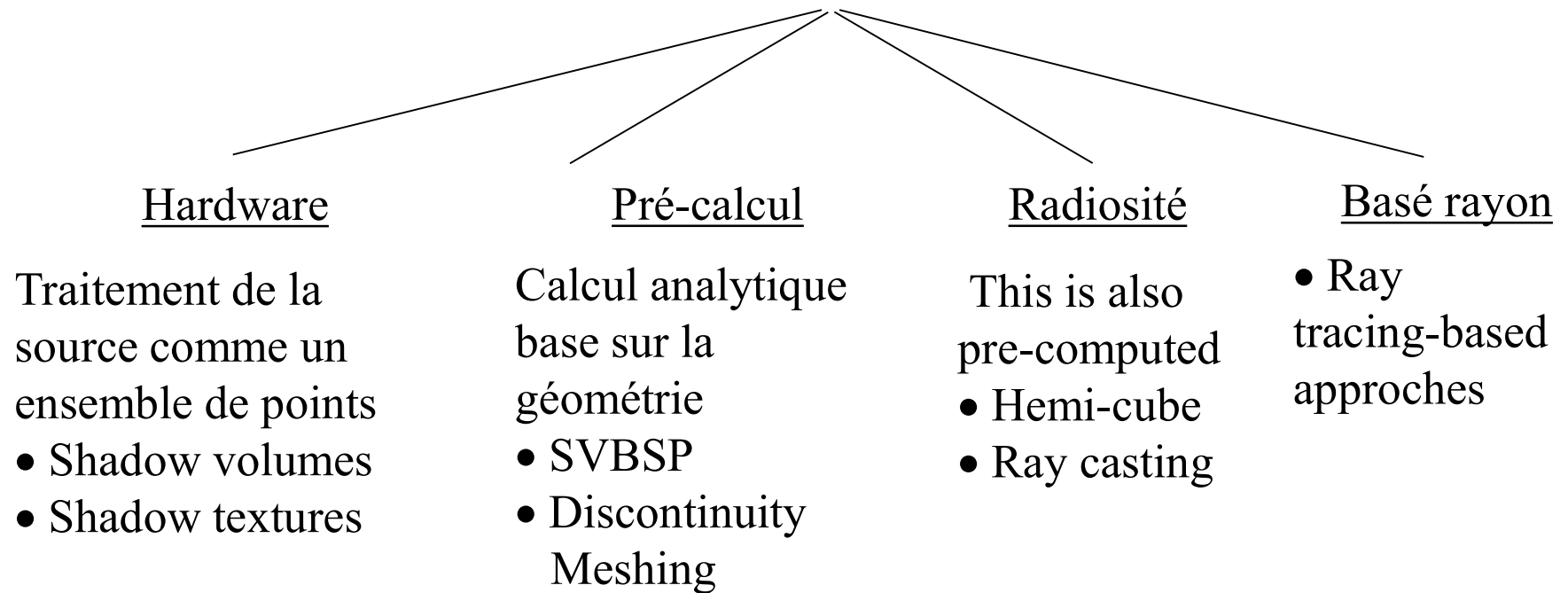
- Espace image
 - Shadow z-buffer
 - Shadow volumes
- Espace objet
 - Shadow volume BSP
 - Fake shadows

Ombres douces

- La source de lumière est étendue (polygonale)
- Les images sont plus réalistes



Ombres douces, classes de méthodes



Analytique vs Echantillonné

- Analytique

Trouver tous les contours de la pénombre. Réalisé exclusivement pour les sources de lumière polygonales.

- Echantillonné

Approxime la solution qui traite une source de lumière comme un ensemble de points. Toutes les formes de sources sont possibles.

Hardware assisted

- Ces techniques sont des extensions des méthodes sur les ombres dures
- Elles sont la plupart du temps approximatives car elles traitent la source de lumière comme un ensemble de points
- Pour chaque image rendue, calculer n fois en déplaçant la source à chaque fois.

Shadow Textures

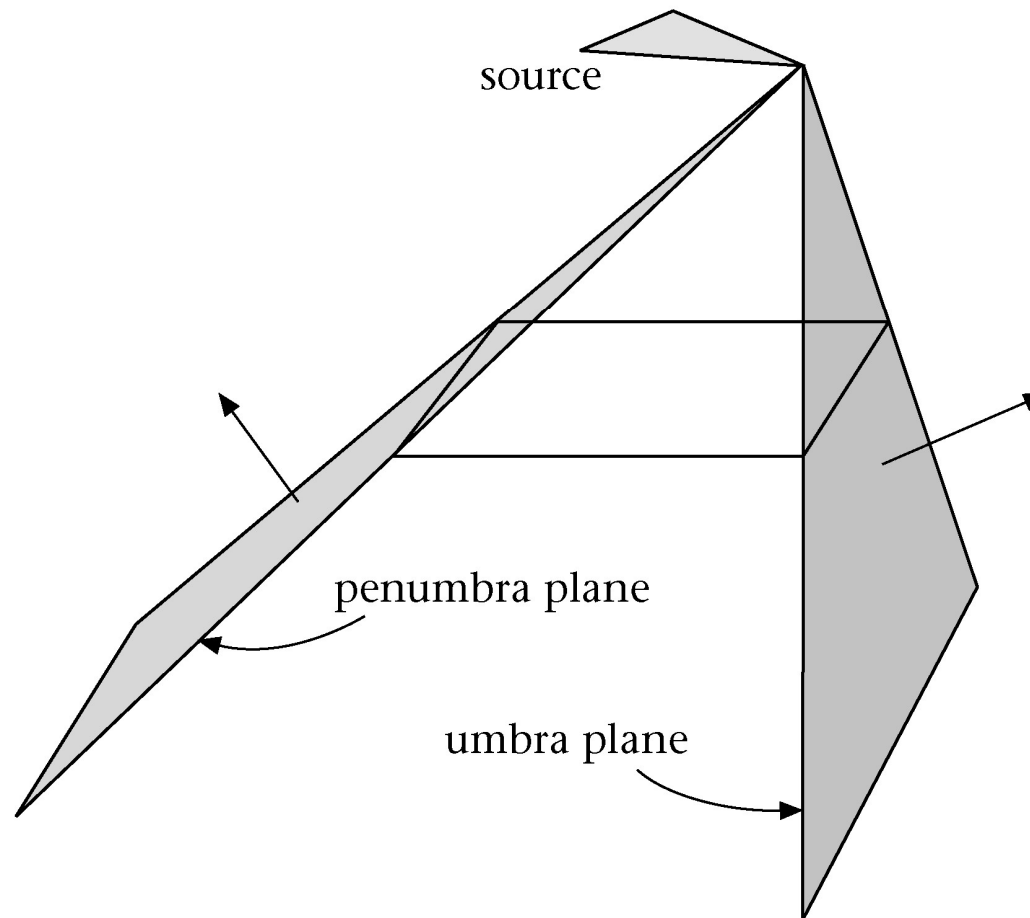
- Les ombres peuvent être pré-calculées dans une texture et stockées dans les polygones
- Inconvénients
 - Recalcul si les sources bougent
 - Précision associée aux texels

SVBSP Trees

- Reprendre l'idée du SVBSP
- Construire deux arbres
 - Un pour les plans d'ombre dure
 - Un pour les plans de pénombre
- Rendu différent pour les zones d'ombre et de pénombre

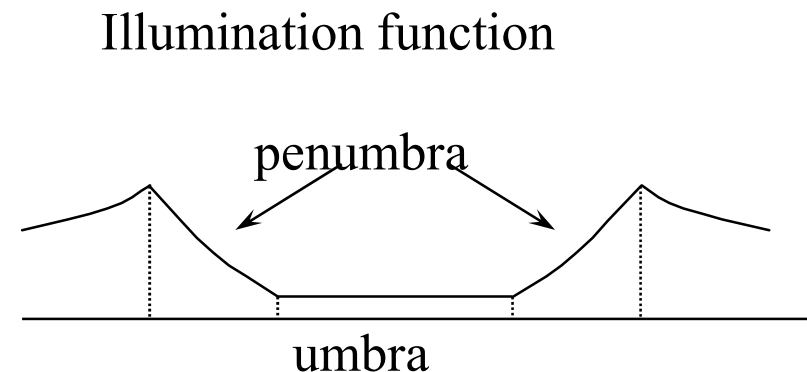
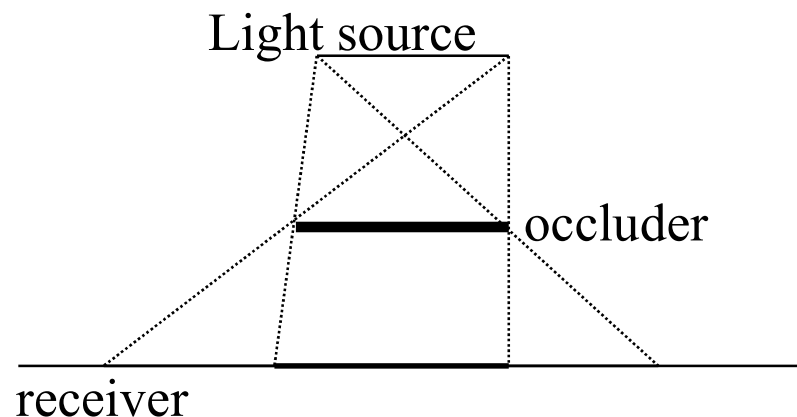
Méthodes analytiques

- Trouver l'ensemble des limites des zones d'ombre et de pénombre



Maillage de discontinuité

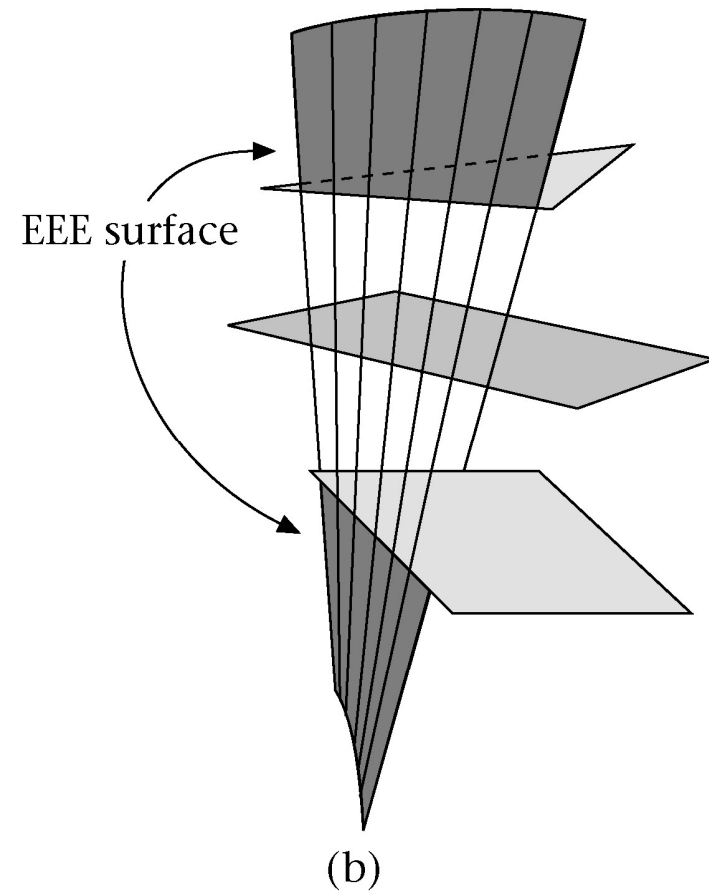
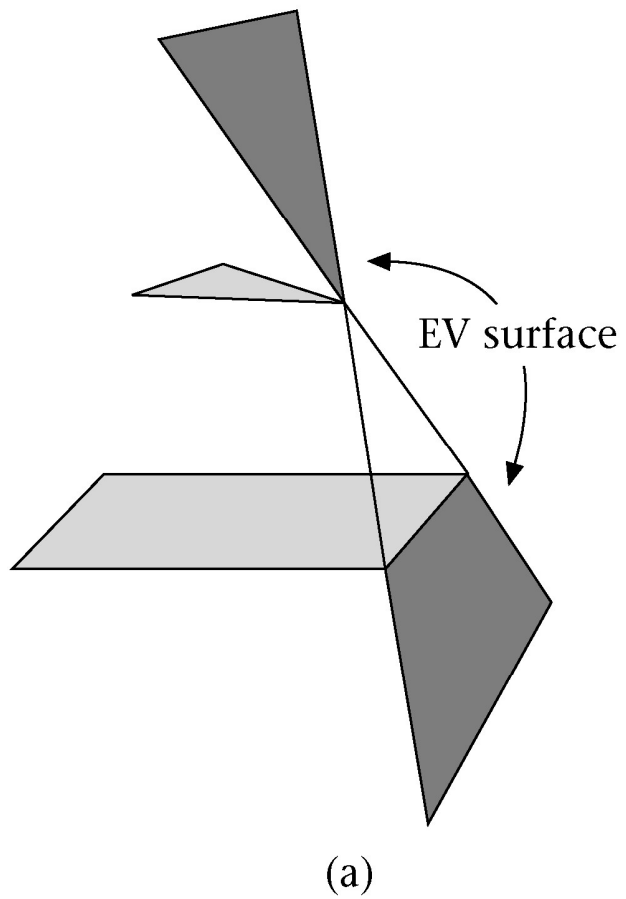
- Subdiviser l'ensemble des discontinuités
- Calcul de l'éclairage sur les points de discontinuité
- Approximation quadratique sur les segments entre les points de discontinuité



Maillage de discontinuité

- Un problème de visibilité
- Définit des surfaces critiques où des événements visuels apparaissent
 - Surfaces EV : plans définis par un côté et un sommet
 - Surfaces EEE : surfaces quadratiques définies par trois côtés non adjacents

Surfaces EV et EEE

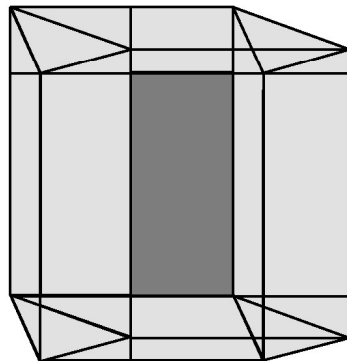


Maillage de discontinuité

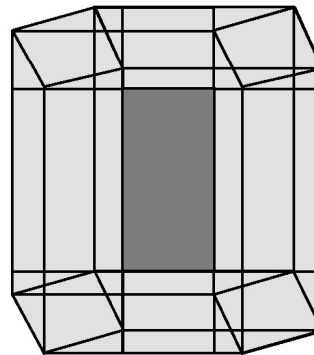
- Intersecter les surfaces de discontinuité avec les polygones
- Définit un maillage d'ombre

rectangular
occluder

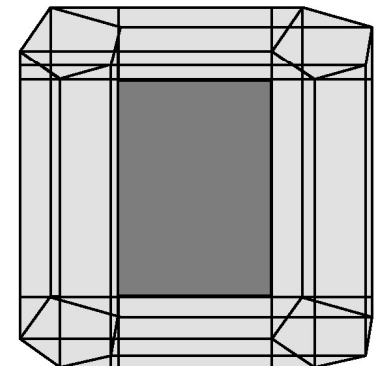
triangular
source



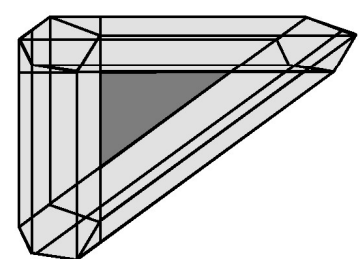
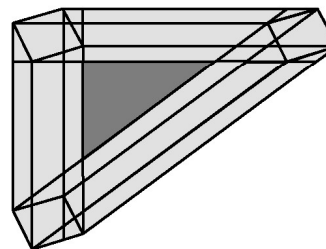
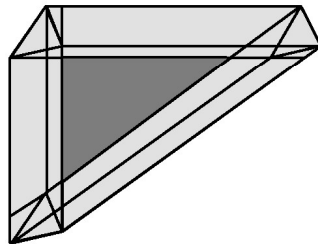
rectangular
source



pentagonal
source

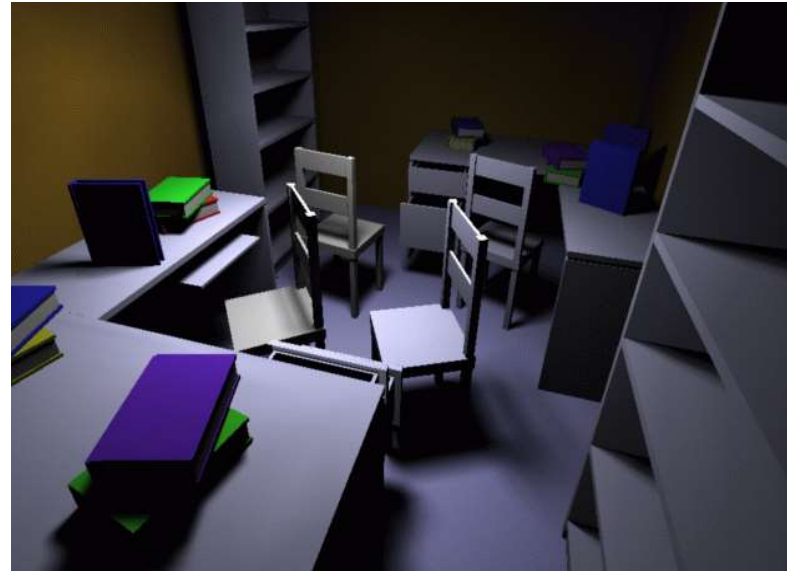
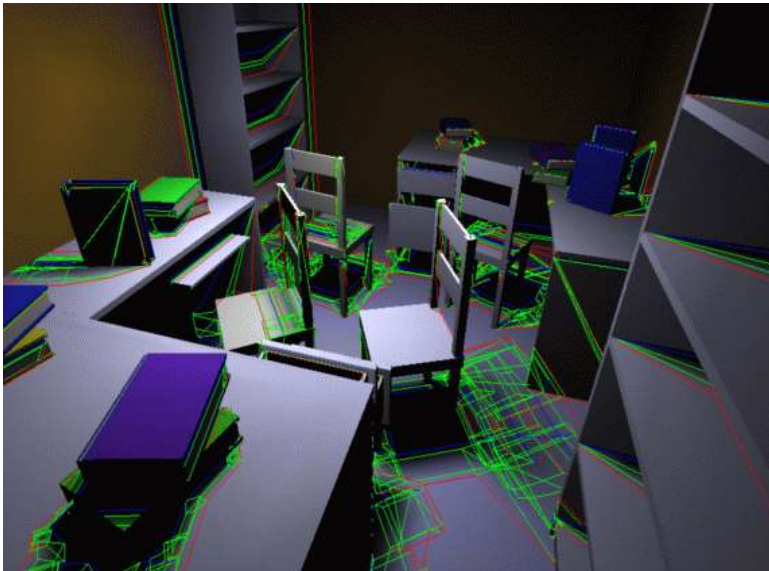


triangular
occluder



Maillage de discontinuité

- Résultats de visibilité presque exacte
- Produit des ombres de très grande qualité



Conclusion

- Le calcul des ombres sont très liés aux calculs de visibilité
 - Quel point de la scène est visible ou non depuis la source de lumière ?
- Il existe de nombreuses méthodes pour calculer les ombres dures et les ombres douces
 - Le calcul est complexe et il peut être assisté par le hardware
- Les ombres sont essentielles pour une visualisation réaliste