

Moteurs de jeux

Organisation de scènes

Optimisation

Les optimisations géométriques regroupent les stratégies mises en place pour **limiter le nombre de primitives géométriques** affichées pour représenter un objet 3D.

De manière générale, comme pour les optimisations spatiales, on cherche à **ne pas afficher** ce qui ne sera pas (ou peu) visible dans l'image finale.

Plusieurs approches de simplification géométrique existent :

- Backface culling
- LOD (Level Of Detail)
- Imposteurs

Level of details (LOD)

Observations

- Objets détaillés ! nombre de polygones élevés
- coût de rendu = $f(\text{nombre de polygones})$
- tailles des polygones à l'écran = $f(\text{distance à la camera/observateur})$
- Objet lointain ! nombreux polygone se projetant sur le même pixel

Idée

- Adapter la résolution (nombre de polygones) du maillage en fonction du
- point de vue

Défis

- Comment calculer des versions simplifiées du maillage ?
- Comment choisir la résolution adaptée ?
- Comment rendre cela efficace du point de vue du GPU ?

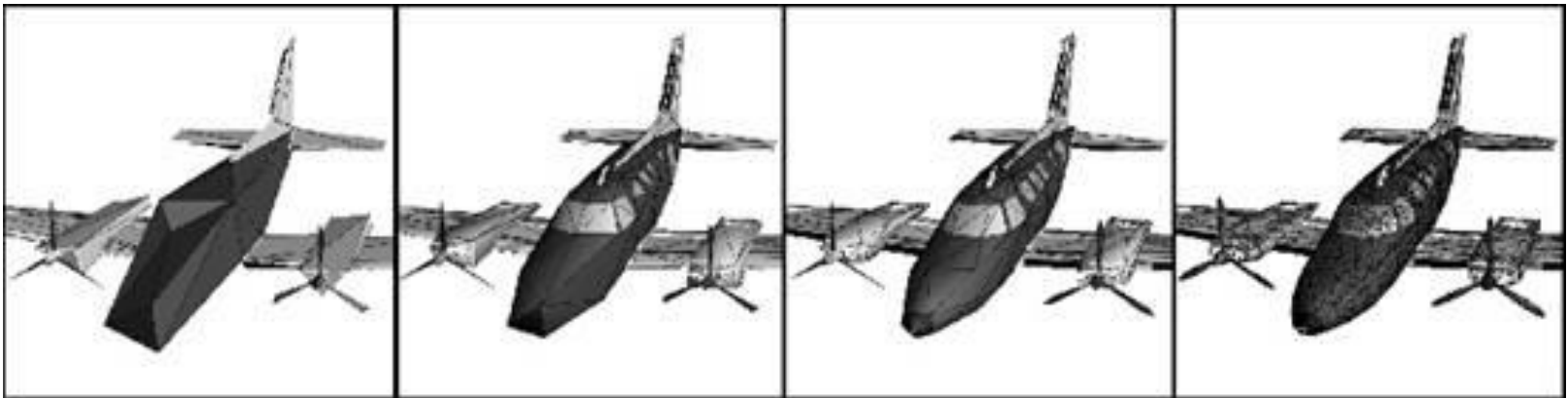
Level of details (LOD)

Utiliser un modèle géométrique simplifié lorsque celui-ci est éloigné de la caméra :

- objets éloignés ont besoin de moins de détails puisqu'ils sont plus petits à l'écran
- couvrant moins de pixels, les triangles de surface projetée inférieure au pixel ne contribuent pas à l'image finale.

Plusieurs niveaux de LOD sont possibles pour un même objet, permettant d'obtenir des **transitions moins brutales**. En général, la **distance à la caméra** est le critère utilisé pour sélectionner le niveau à afficher.

Lorsque l'on met en place une gestion de LOD, il faut toujours se baser sur la surface en pixels à l'écran de l'objet (idem pour les textures) pour déterminer les bonnes distances de transition. Cela signifie donc que chaque objet aura probablement des distances de transition différentes.



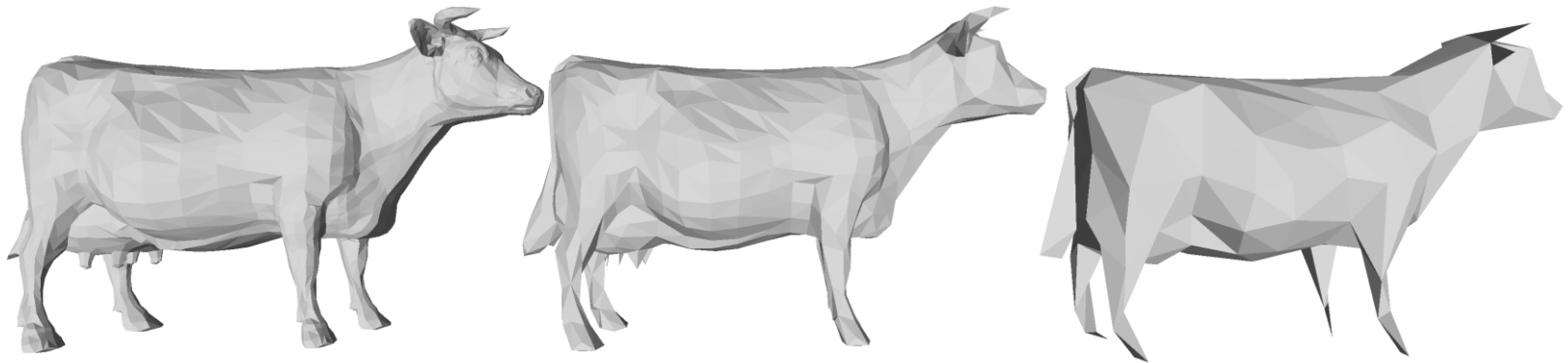
Level of details (LOD)

On distingue 3 étapes dans la mise en place d'une technologie de LOD:

- Génération des niveaux de LOD (automatique ou manuelle). La simplification manuelle donne en général de meilleurs résultats.
 - créer le niveau de définition maximale et supprimer progressivement les détails.
 - simplification peut être dépendante ou indépendante de la vue.
- Sélection du niveau de LOD à afficher : fonction d'estimation servant à sélectionner le bon niveau de LOD. La fonction peut se baser sur :
 - La distance à la caméra : on définit n seuils de transition
 - La projection dans l'image du volume englobant de l'objet et l'estimation de la surface couverte
- Implémentation de la méthode de transition entre les différents niveaux de détail

LOD discret

- Précalculé de différentes représentations du même objet
- Variation du niveau de détail
- Sélection à l'exécution d'une représentation



LOD discret

Précalculer les niveaux de détails

- Surface de subdivision : trivial !
- Maillage quelconque : simplification de maillage

Criteres

- Minimiser la distance entre le maillage simplifié et le maillage original
- Distance de Hausdorff
- Heuristiques...

Simplification par edge collapse

Calculer une erreur pour chaque arête

- Représente l'erreur introduite par la contraction de l'arête
- Tant que le nombre de triangles > seuil
- Contracter l'arête avec l'erreur minimale
- Mettre à jour les erreurs des arêtes voisines

Améliorations

- Contracter plusieurs arêtes en même temps
- Passe de edge-flip pour régulariser le maillage
- Prise en compte de différents critères dans le calcul de l'erreur (géométrie, normales, texture, forme des triangles, etc.)

LOD continu

Adapter la resolution

- Modification de la geometrie au cours de l'execution de l'application

Approche "top-down"

- Suppression des triangles un a un (très difficile ! !)

Approche "bottom-up"

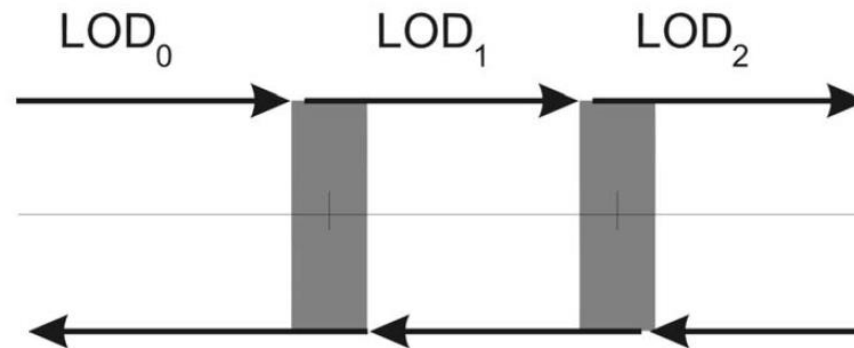
- Partir d'une surface simplifiée
- Insertion de détails stockés dans une representation multi-resolution

Exemples

- Surface de subdivision
- progressive mesh
- quadtree pour les terrains

Level of details (LOD)

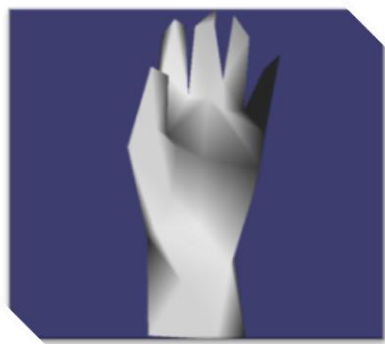
- Sélection directe du niveau. Problème : génère un effet de « popping » et d'instabilité aux abords des seuils de transition → **seuillage par hystérésis**



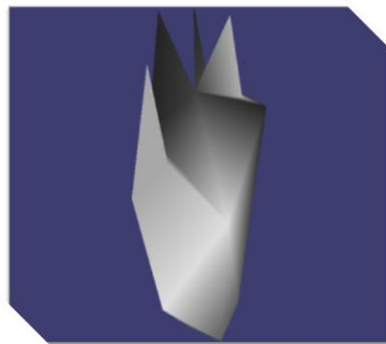
- LOD blending: les 2 niveaux de LOD sont affichés en semi-transparence sur une zone de recouvrement autour du seuil de transition.
→ Permet une transition relativement fluide, mais peut poser des artefacts de transparence, et nécessite l'affichage des deux niveaux en même temps dans les zones de transition.



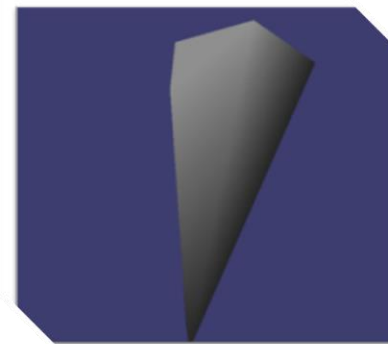
2000 Vertices
4000 Faces



52 Vertices
100 Faces



17 Vertices
30 Faces



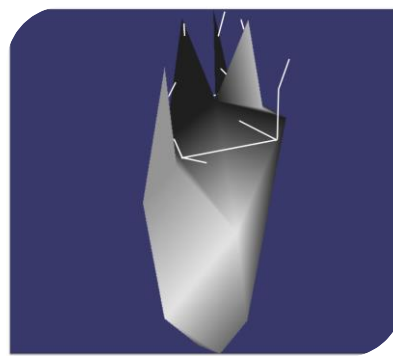
6 Vertices
8 Faces



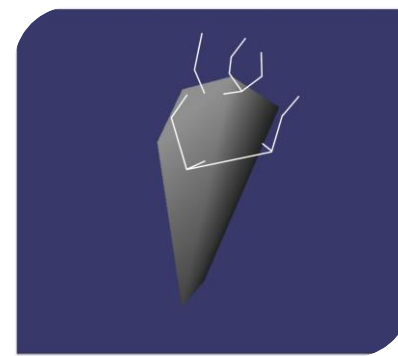
2000 Vertices
4000 Faces



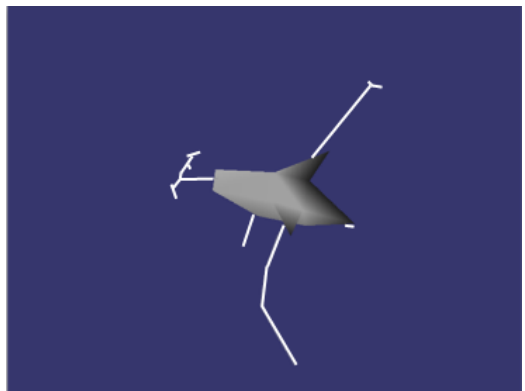
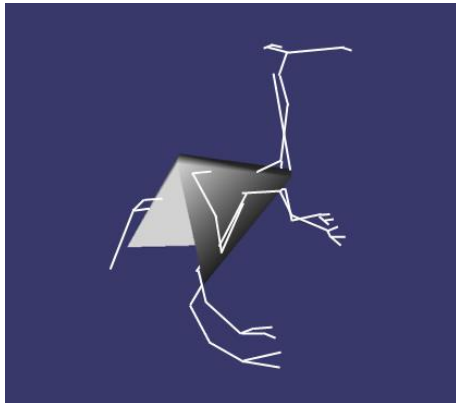
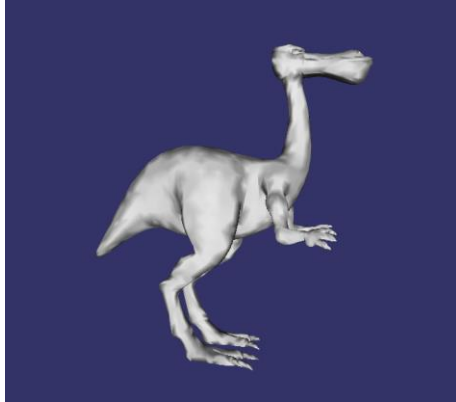
52 Vertices
100 Faces



41 Vertices
30 Faces

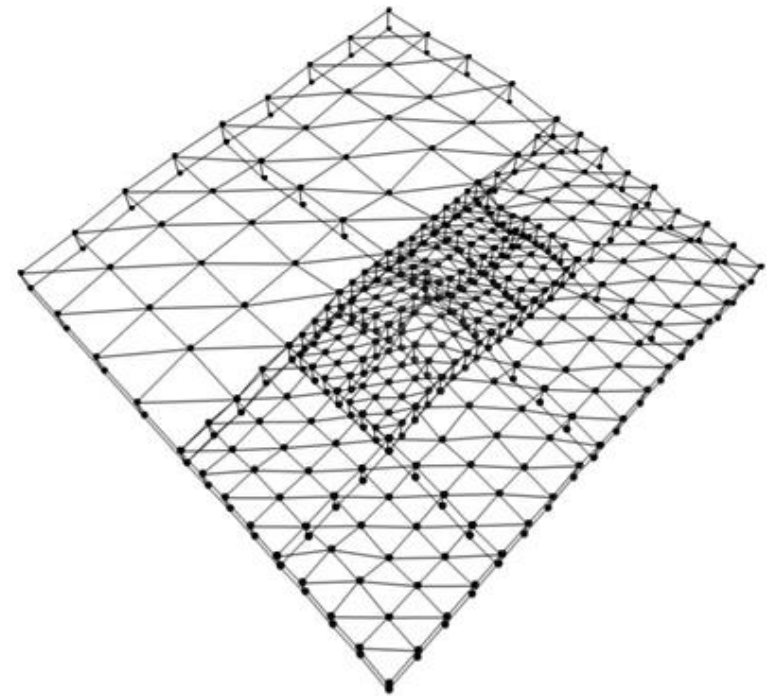
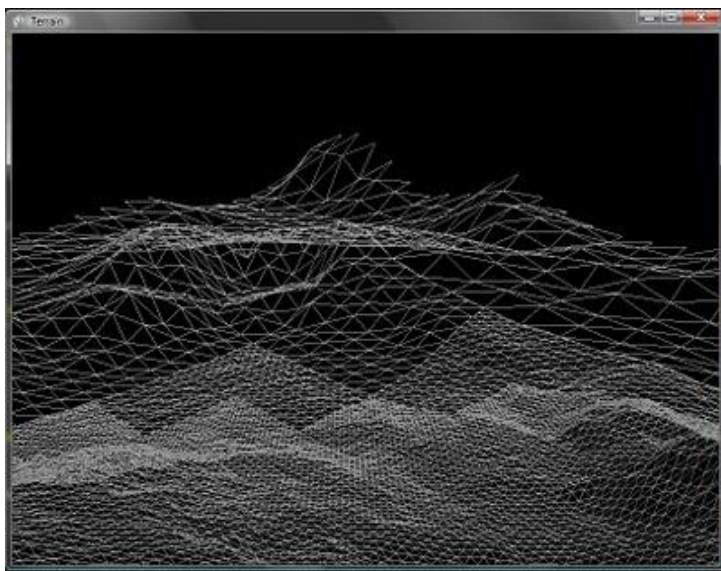
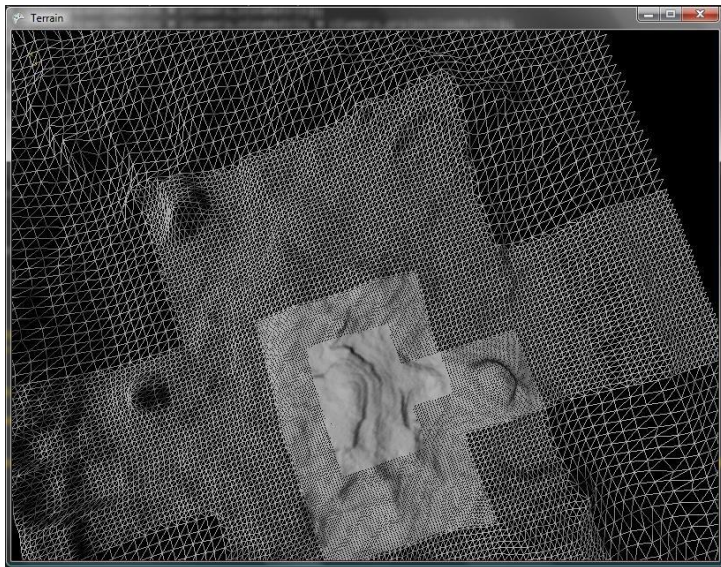


30 Vertices
8 Faces



Level of details (LOD)

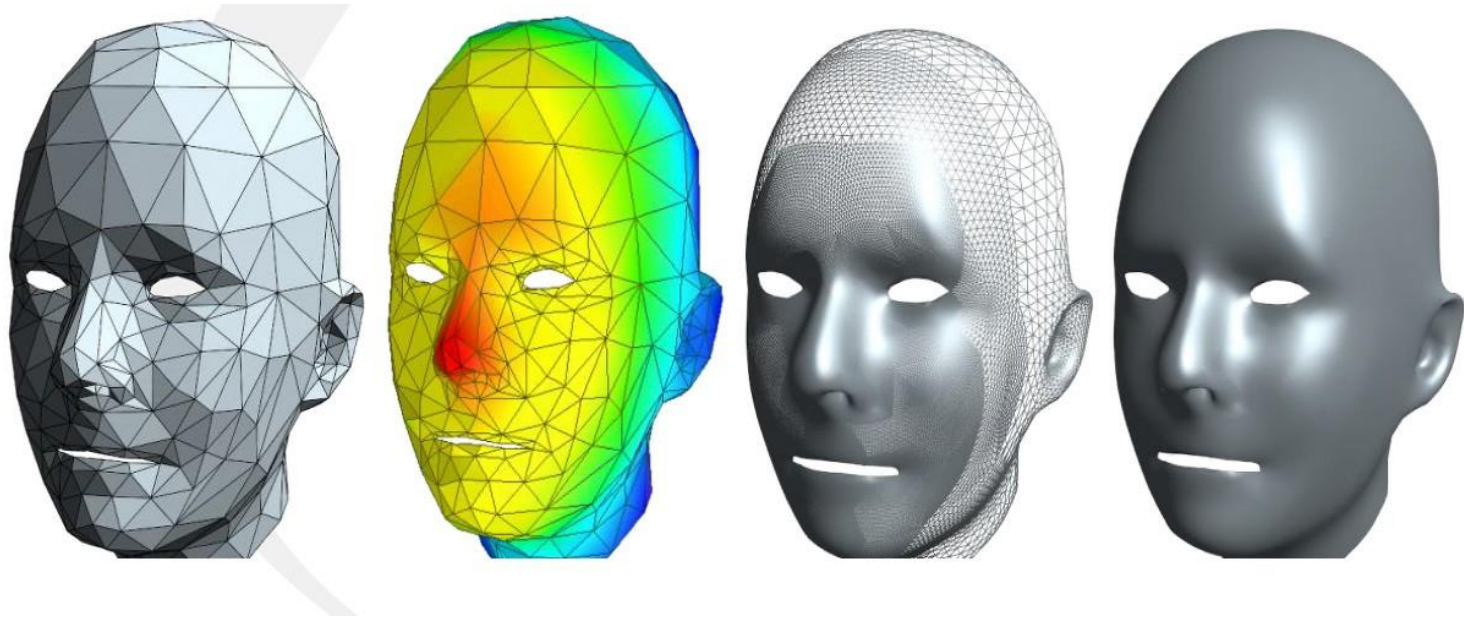
- Alpha LOD :
 - utilise plus qu'un seul niveau de géométrie,
 - faire disparaître progressivement par transparence les zones les moins importantes.
 - plus tout à fait du LOD !
- LOD continu (CLOD – Continuous LOD) :
 - simplification des modèles géométriques en concaténant les bords partagés par les triangles (ce qui est généralement le cas),
 - mettre en place une structure de données permettant d'interpoler en temps réel la concaténation des triangles.
 - résultat produit une transition non-brutale, mais l'objet bouge tout le temps (pas de seuils de transition).
- Geomorphs : technique proche du CLOD :
 - interpolations entre les niveaux sont réalisés dans les zones de transition.
 - transitions fluides, mais on voit les géométries bouger.
 - nécessite un gros travail préparatoire des données.
 - plutôt utilisée pour l'affichage de terrains (Black & White - Lionhead).



LOD dynamique pour l'affichage d'un terrain.

Le terrain est découpé en zones qui peuvent être plus ou moins raffinées selon différents critères (ici technologie ROAM – Realtime Optimally Adaptive Meshes).

LOD dépendant du point de vue



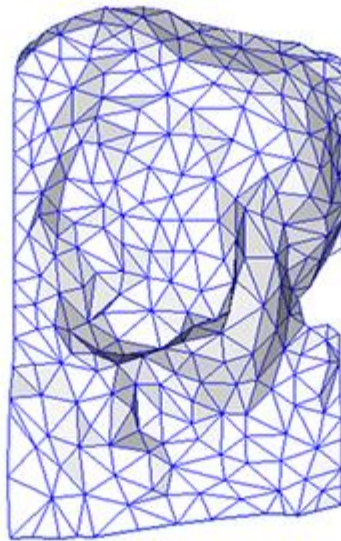
LOD hybride

Simplification de maillage + mapping

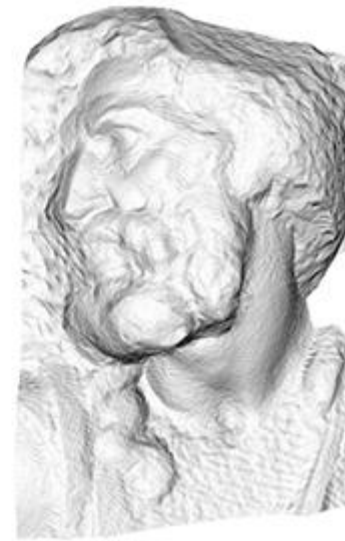
- Transfère des détails sous la forme de cartes
- normal map (carte de normale)
- displacement map (offset le long de la normale)
- Stockage compact : Pas de coordonnées 3D



original mesh
4M triangles



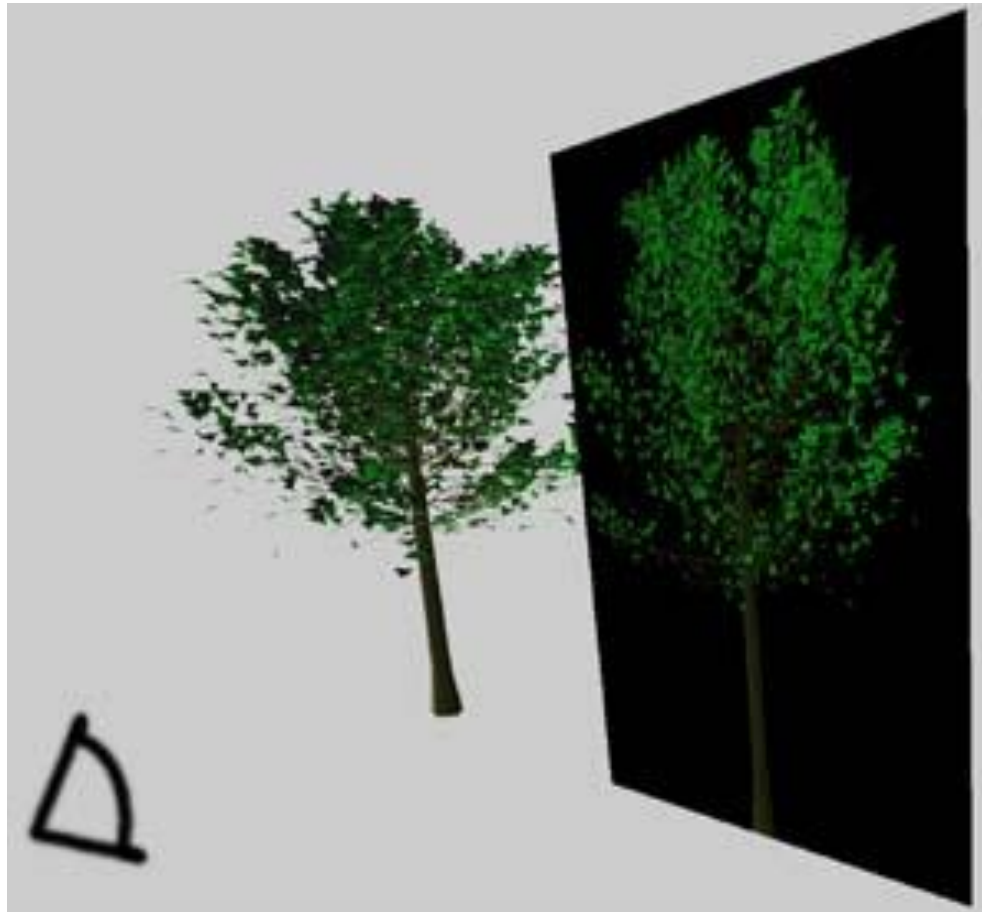
simplified mesh
500 triangles



simplified mesh
and normal mapping
500 triangles

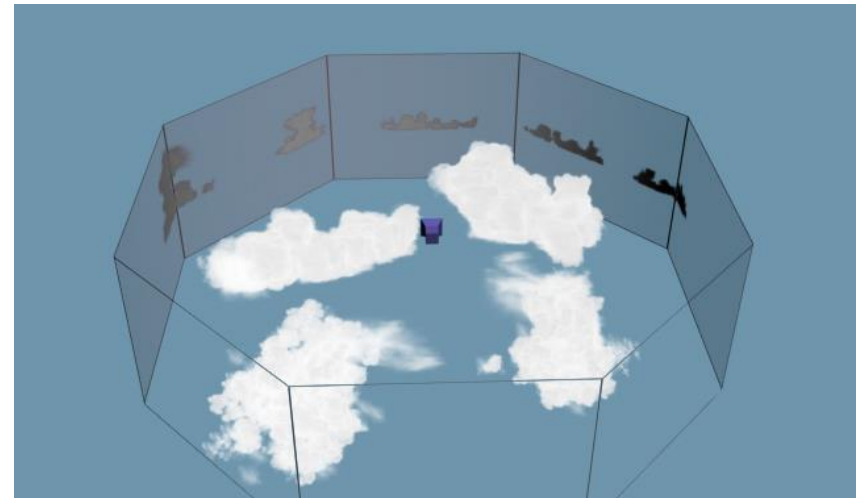
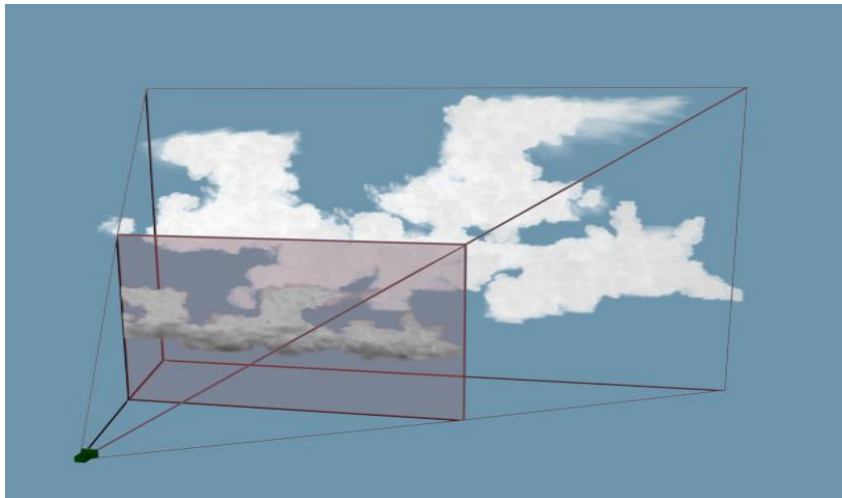
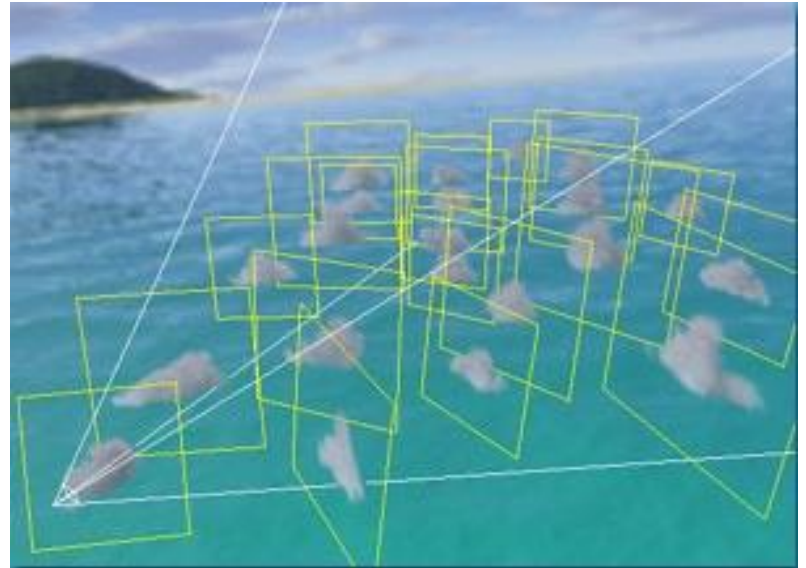
Imposteurs

Billboard: remplacer une géométrie complète par une image de la géométrie, mappée sur une géométrie très simplifiée (en général un simple quadrilatère).



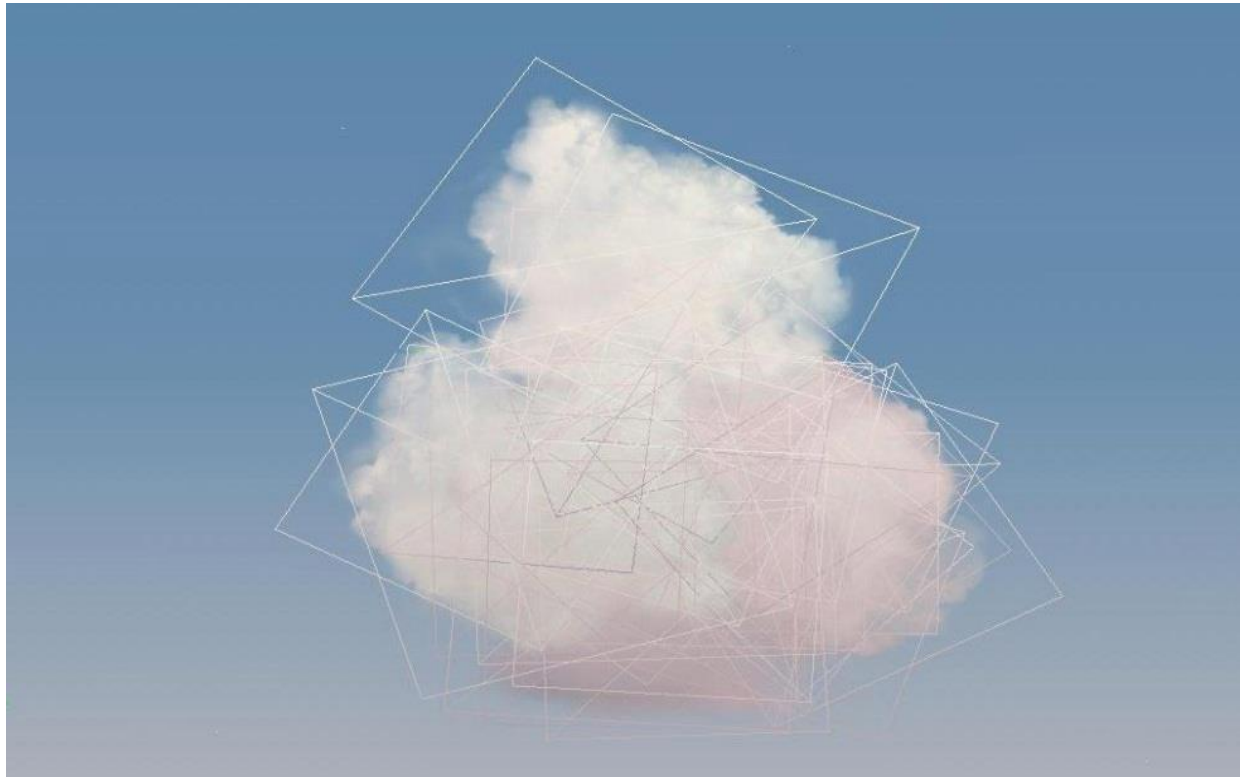
Imposteur

- L'imposteur est en général assez éloigné de l'observateur, et lui fait toujours face.
- La génération de l'imposteur peut se faire offline (infographistes), ou de manière dynamique (ci-dessous, le système de génération des nuages de Flight Simulator 2004)



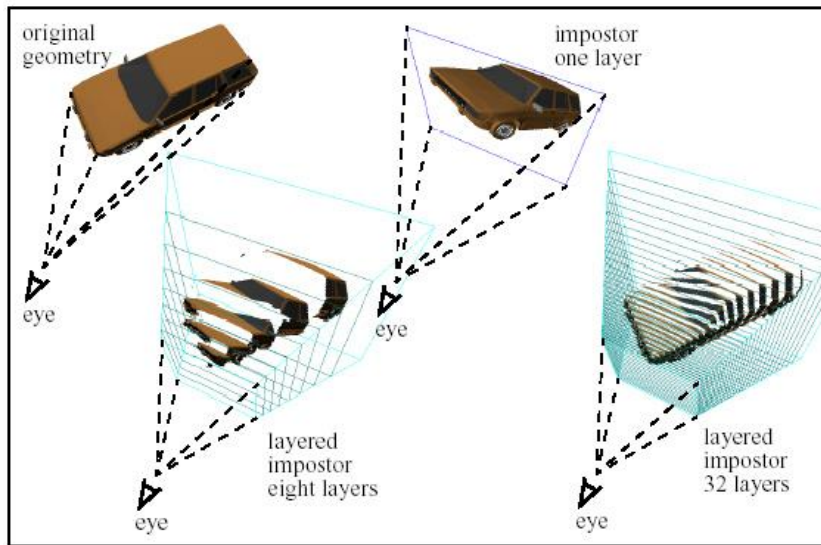
Imposteurs

- Plusieurs imposteurs peuvent être combinés pour former un objet plus complexe. Cette technique est en général utilisée pour les effets spéciaux de particules, type fumée, feu, poussière...

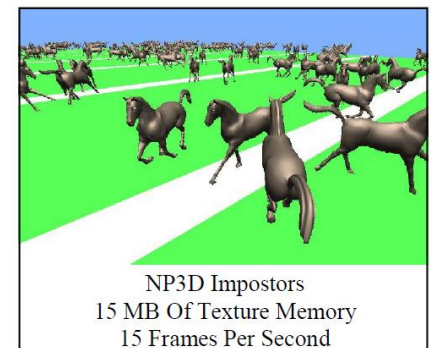
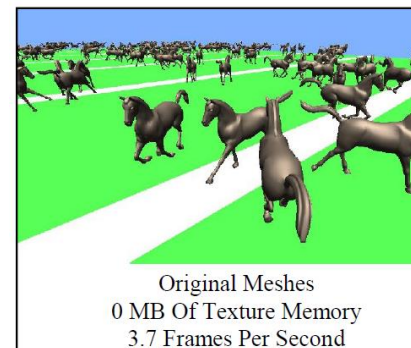
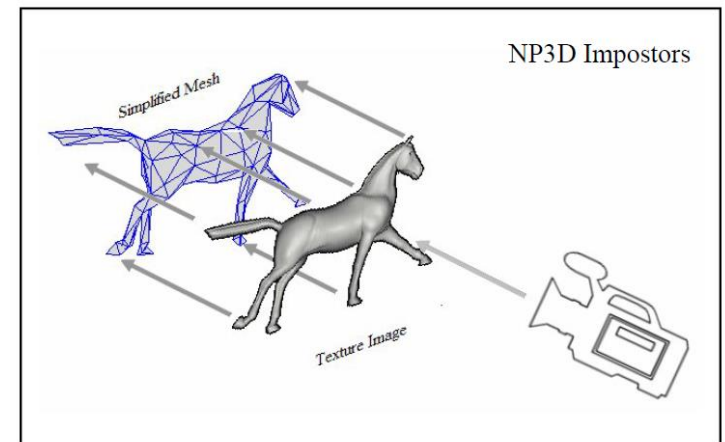


Imposteurs

Les imposteurs peuvent également être projetés sur des géométries plus complexes, pour améliorer la sensation de relief.



Affichage d'un imposteur en « coupes ». L'idée est identique à la technologie de rendu volumique, dans laquelle on échantillonne un volume de données.



Projection de l'imposteur sur une géométrie simplifiée