

# Master IGMMV

## Synthèse d'images et de sons

George Drettakis  
Nicolas Tsingos



# Image de Synthèse et des Sons : Applications

- Jeux
- Simulation
- CAO et design
- Architecture/urbanisme
- Réalité Virtuelle
- Visualisation
- Imagerie Médicale

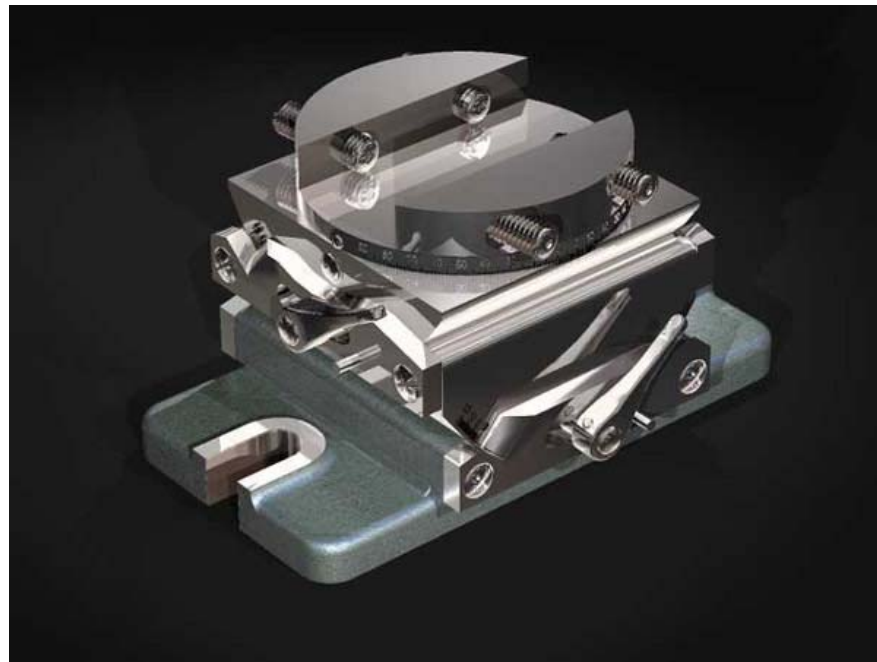
# Jeux



# Simulation



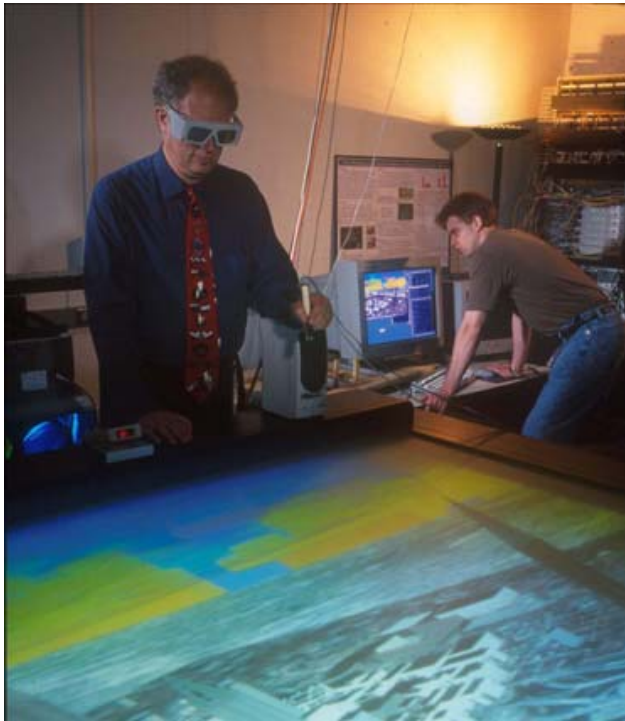
# CAO & design



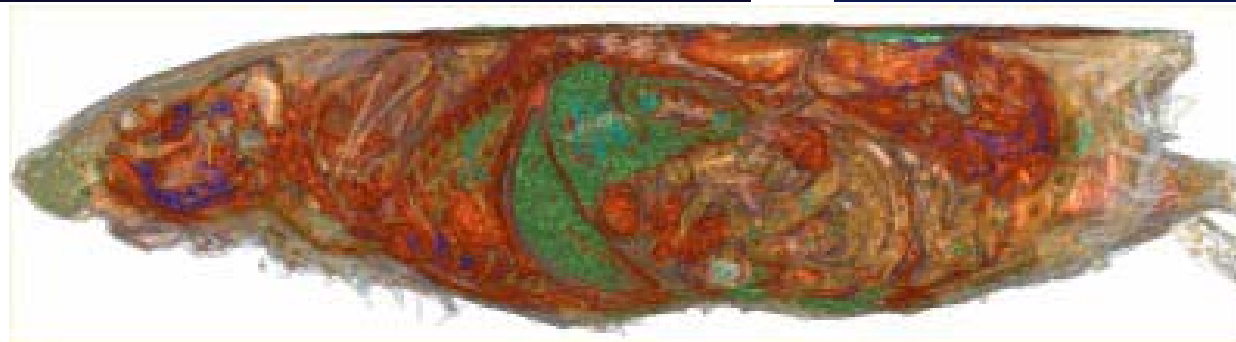
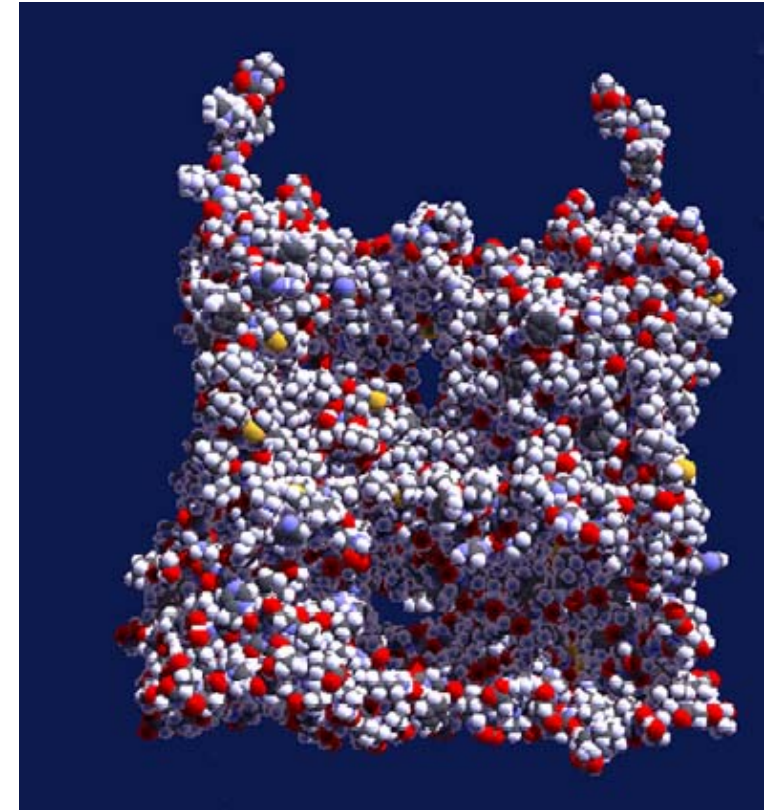
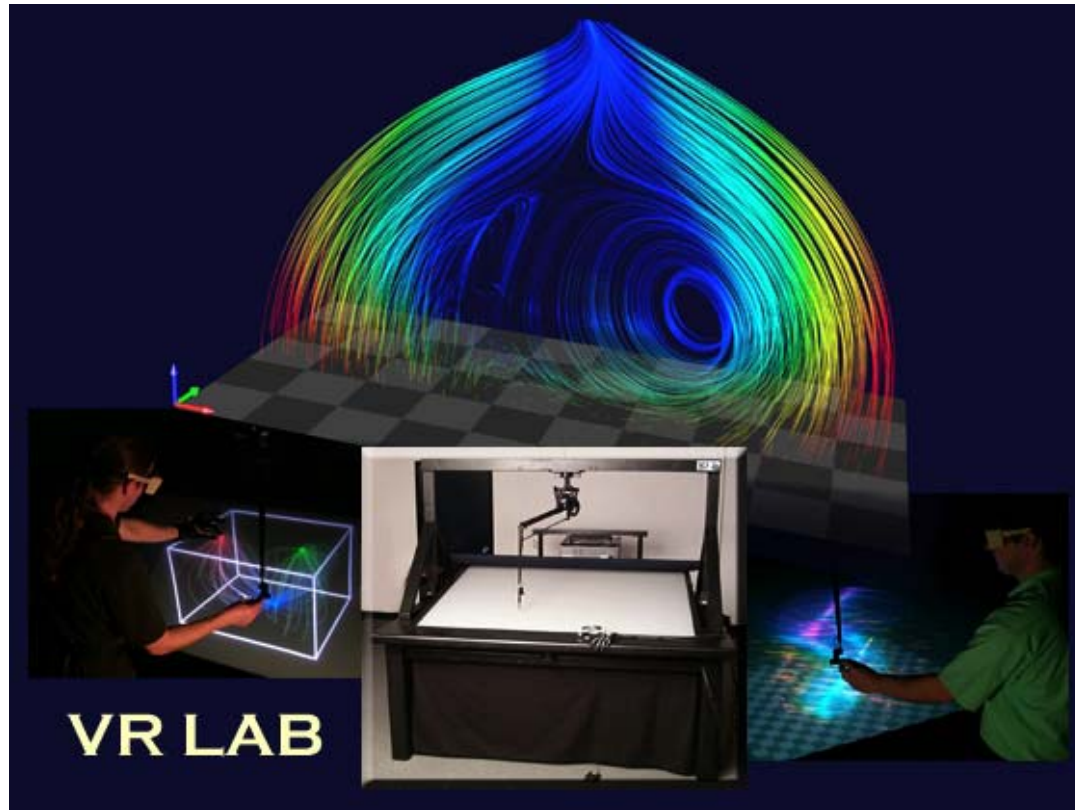
# Architecture/urbanisme



# Réalité Virtuelle

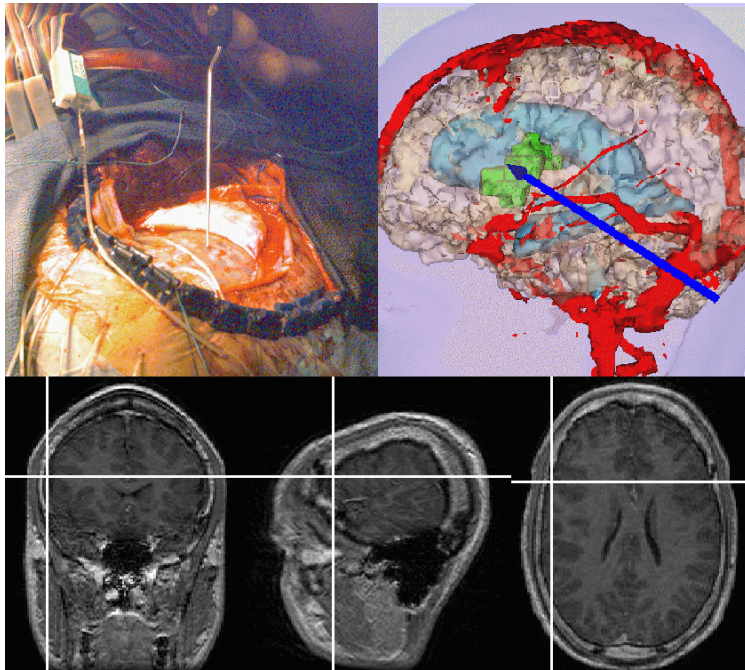


# Visualisation





# Imagerie Médicale



# Structure du cours

- 5 séances de 3 heures
- Mini projet sur OpenGL
  - 30% mini projet
  - 70% examen

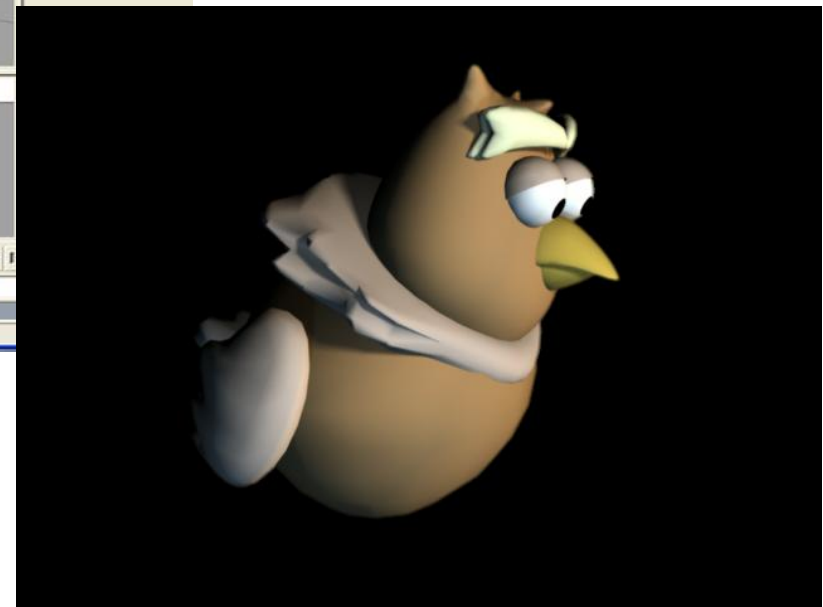
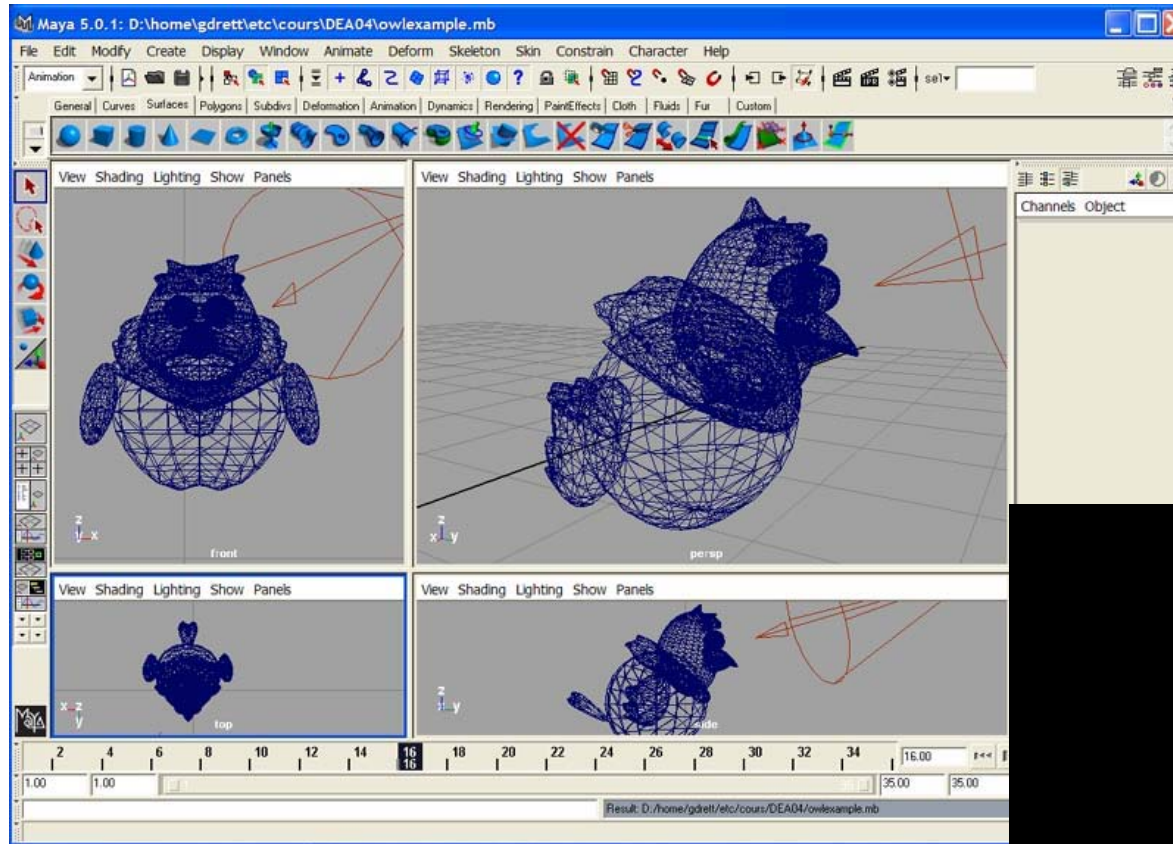
# Séances

- Séance 1 : Introduction en Images de Synthèse (GD)
- Séance 2 : Rendu Audio (NT)
- Séance 3 : Programmation pour la Synthèse d'Image et de Son – Mini Projet
- Séance 4 : Visibilité, Ombres et Temps Réel
- Séance 5 : Réalisme et Perception

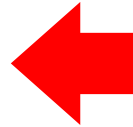
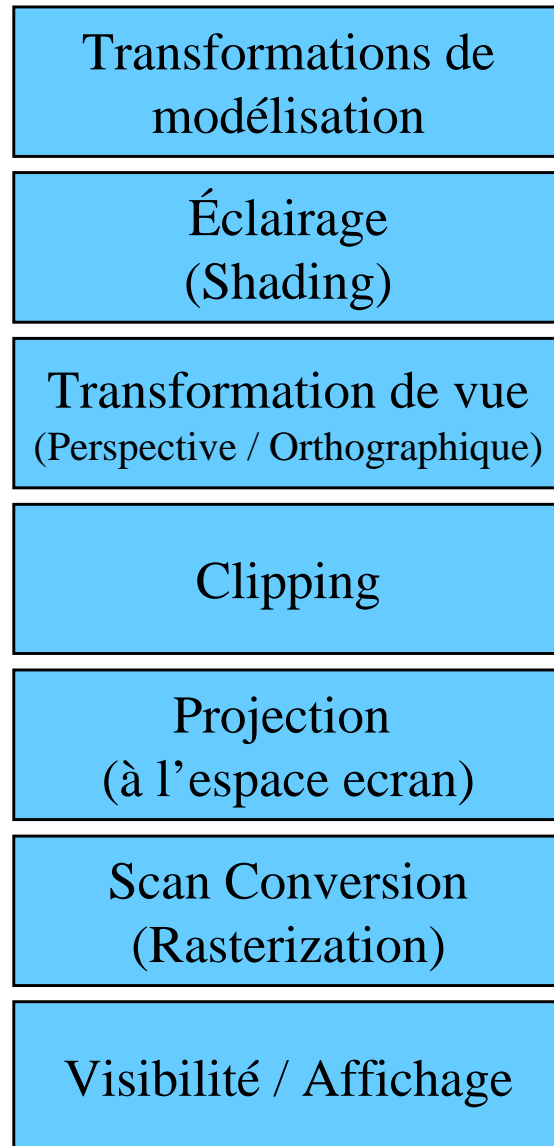
# Séance 1 : Introduction en Images de Synthèse (GD)

- 1<sup>ère</sup> partie (30min)
  - Vue générale de la synthèse d'image et de sons
- 2<sup>ème</sup> partie (2h30)
  - Pipeline graphique « classique »
    - Transformations, paramètres de vue
    - Parties cachées, scanline
  - Exemples en OpenGL

# Séance 1 : Intro Générale



# Séance 1 : Le « pipeline » graphique



Entrée :

modèle 3D,  
description de matériaux,  
position de la caméra,  
fenêtre sur l'écran



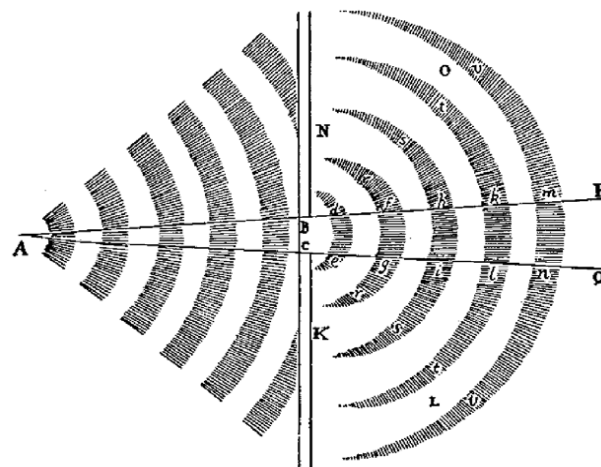
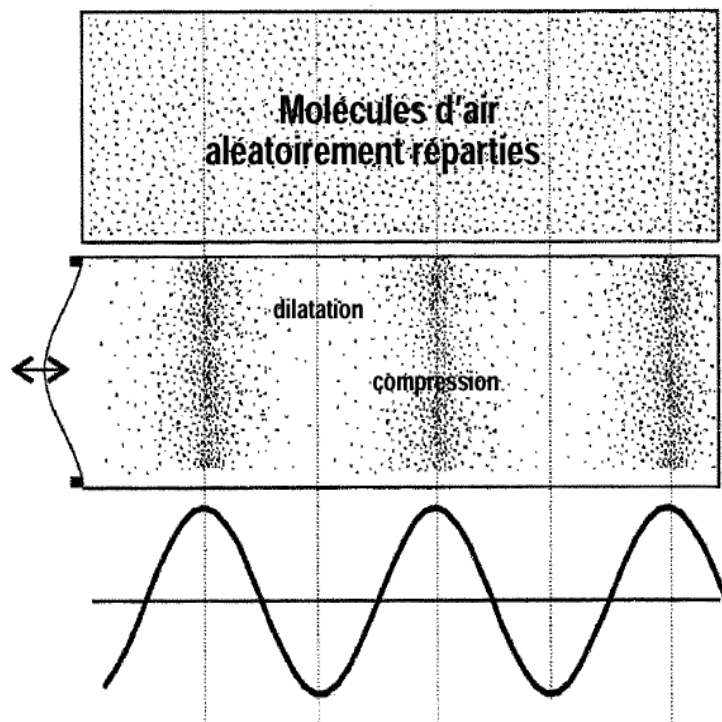
Sortie : une image (tableau de pixels)

# Séance 1 : Pipeline graphique

- Transformations
  - Matrices 4x4
- Éclairage
  - Modèle d'éclairage local
- Paramètres de vue
  - Projection perspective/orthographique
- Scan conversion
  - Algorithmes incrementaux
- Parties cachées et affichage
  - Algorithmes discret (accélérés par le matériel)

# Séance 2 : Rendu Audio (NT)

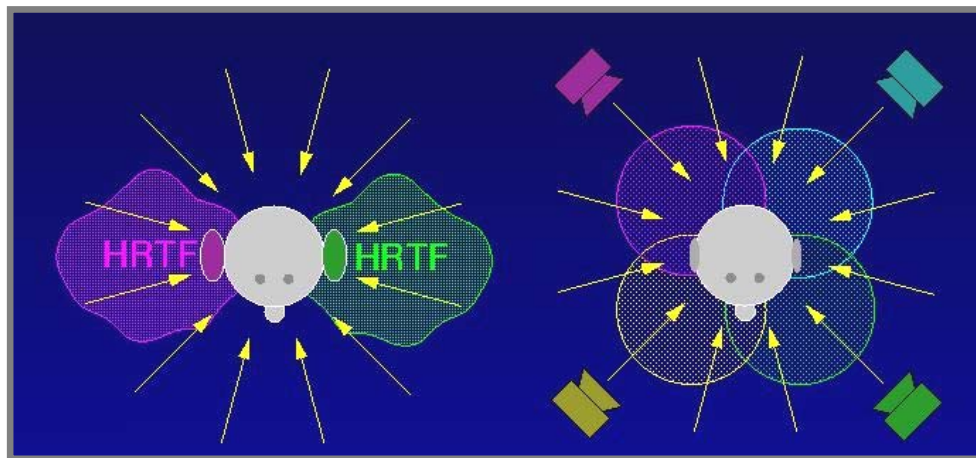
- 1ère partie: Introduction au son
  - Physique du son
  - Acquisition, numérisation et traitement





# Séance 2 : Rendu Audio (NT)

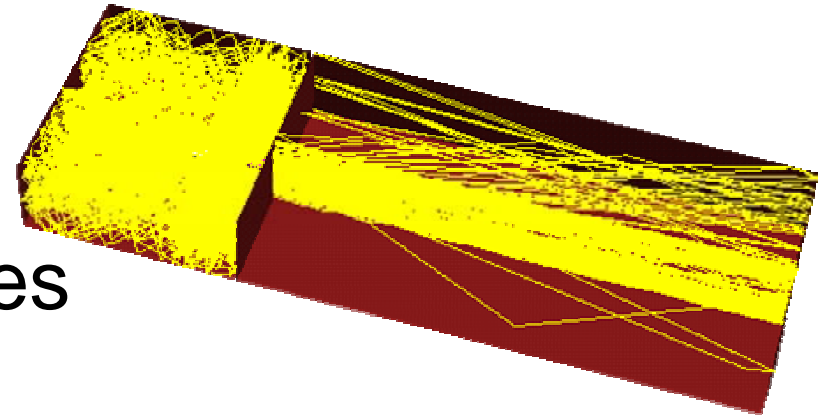
- 2ème partie: Restitution du son 3D
  - Mécanismes d'audition spatiale
  - Restitution 3D au casque
  - Restitution 3D sur haut-parleurs
  - Formats d'encodage sonores 3D



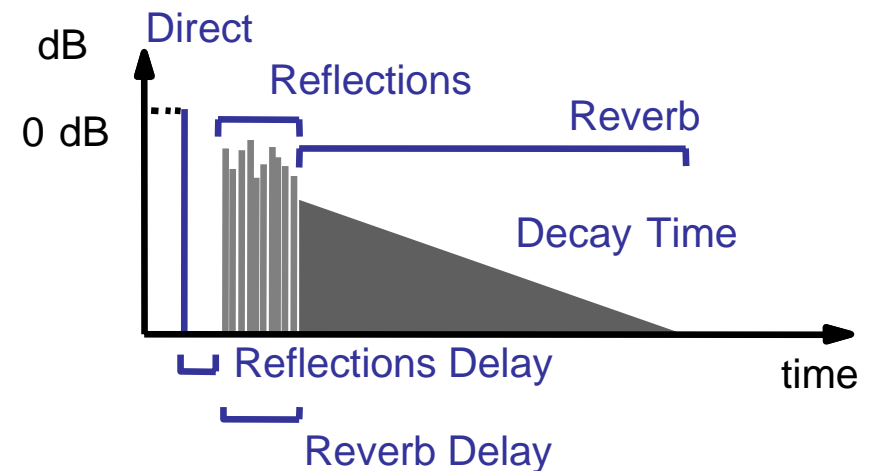
# Séance 2 : Rendu Audio (NT)

- 3ème partie: Rendu Audio

- Acoustique “des salles” et simulations géométriques



- Réverbération artificielle et effets de propagation



# Séance 3 : Programmation pour la Synthèse d'Image et de Son

- Concepts généraux (GD)
  - Viewer, scene graph etc.
- Programmation OpenGL
  - Principes
  - Exemples
- OpenGL avancé et CG (NT)
- Programmation DirectSound
- Mini Projet



# Séance 3 : Viewer, scene graph

- Système graphique structuré en modules
  - Chargement du fichier
  - Création d'un scene graph
  - Viewer/navigateur dans la scène
  - Rendu
- Utilisation d'une librairie « haut niveau »
  - OpenGL pour l'image
  - DirectSound pour l'audio

# Séance 3 : Programmation OpenGL

- Principes généraux
  - Commandes
    - Transformations
    - Paramètres de vue
    - Éclairage
    - Texture etc
- Exemples
  - transformation

# Séance 3 : OpenGL avancé

- Nouvelles cartes programmables
  - Par sommet (vertex shader)
  - Par pixel (fragment shader)
- Langage haut niveau
  - CG
  - Exemple

# Séance 3 : DirectSound

- Gestion et déplacement d'une source sonore 3D
- Effets
  - Doppler
  - Reverberation
- Occlusion

# Mini Projet OpenGL (provisoire)

- Base de code donnée
- Ajouts de méthodes dans des classes
  - Implementation d'un viewer simple
  - Implementation d'un « scene graph » simple
  - Ajout de nœuds de transformation
  - Chargement et affichage des textures
    - Différentes modes d'antialiasing, mip-map etc.



# Séance 4 : Visibilité, Ombres et Temps Réel

- 1<sup>ère</sup> partie : Visibilité (GD)
  - Tracer de rayons
  - Tracer de faisceaux/pencil
  - Occlusion culling
  - Techniques d'ombrage
- 2<sup>ème</sup> partie : Temps Réel (NT)
  - Environment/bump/displacement map
  - HDR, Éclairage precalculé, textures

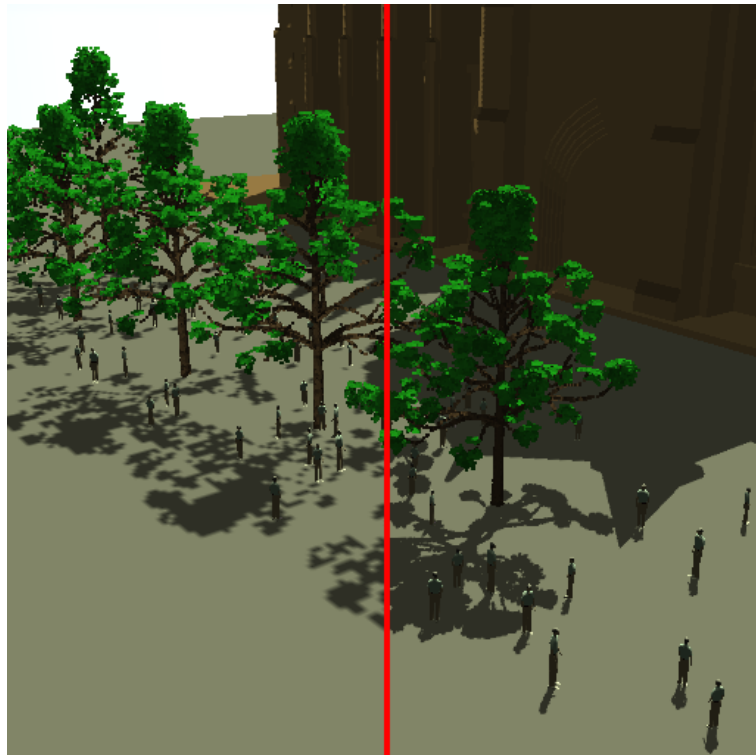
# Séance 4 : Visibilité et Ombres

- Parties cachées
  - Espace objet/espace image
- Ombres
  - Solutions continues
    - Analytique, shadow volume
  - Solutions discrètes
    - Shadow maps



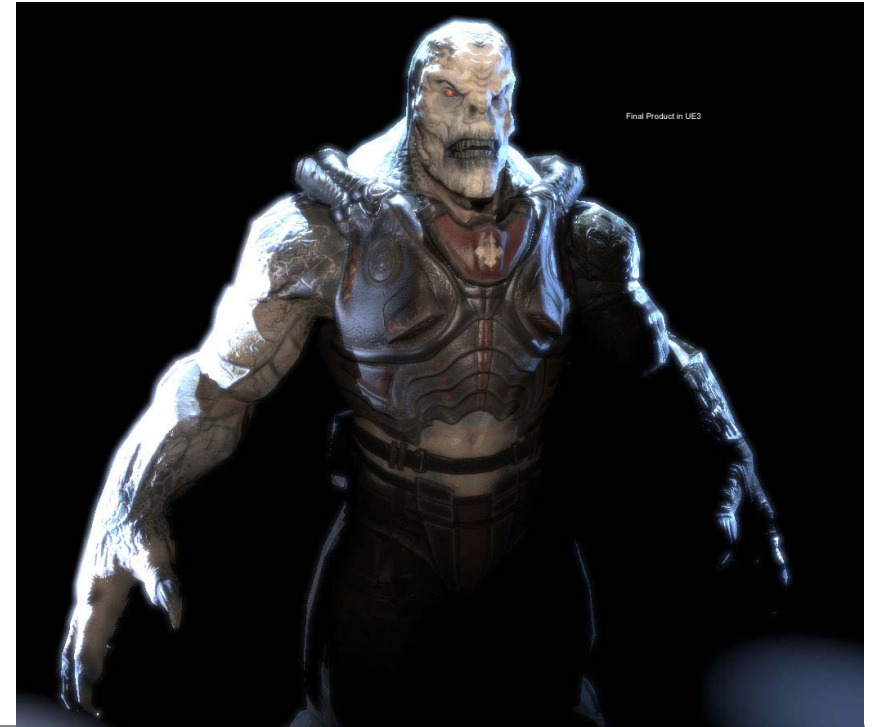
# Séance 4 : Ombres

- Shadow volume
- Shadow map classique / perspective



# Séance 4 : Rendu Temps Réel

- Apparence “locale”
  - réflectances complexes
  - normal, environment, displacement maps
- Rendu “en texture”
- Niveau de détail et imposteurs



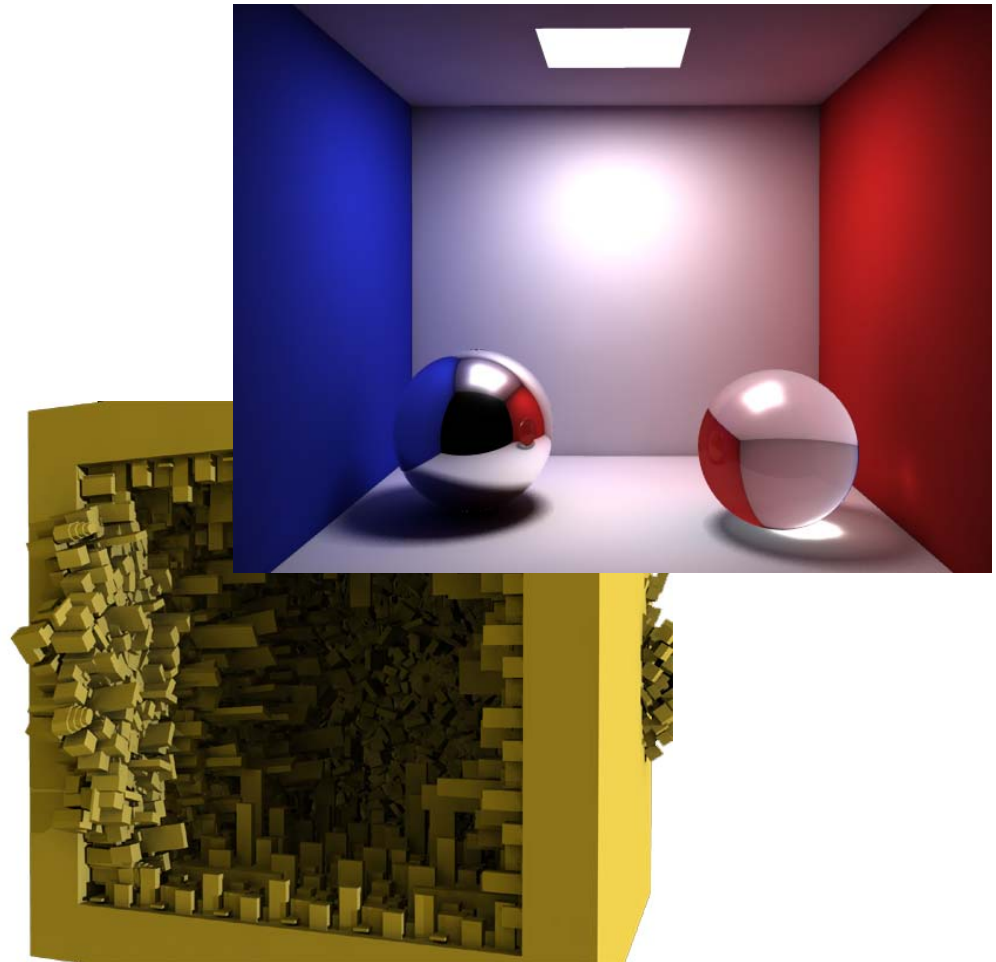
# Séance 4 : Rendu Temps Réel

- Modèles d'éclairage complexes
  - acquisition d'éclairage réel
  - rendu haute dynamique
  - pré-calcul de l'éclairage et des occlusions
- Compositing temps réel
  - glows, flares,...



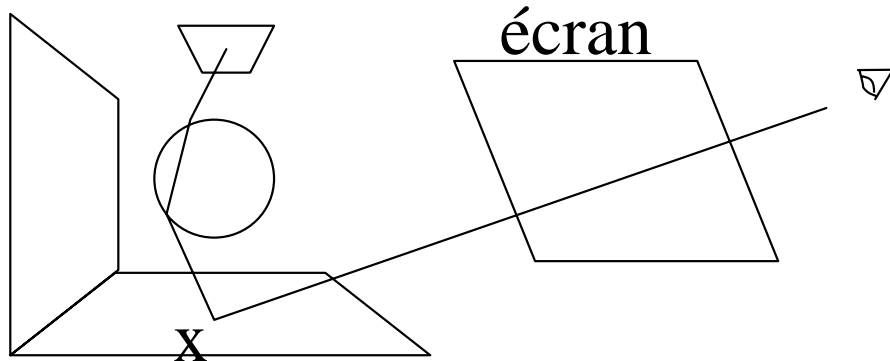
# Séance 5 : Réalisme et Perception

- Réalisme et Éclairage Global
  - Equation de rendu
  - Solutions
    - Tracer de chemins
    - Photon map
    - Radiosité
    - Approximations



# Séance 5 : Équation de rendu

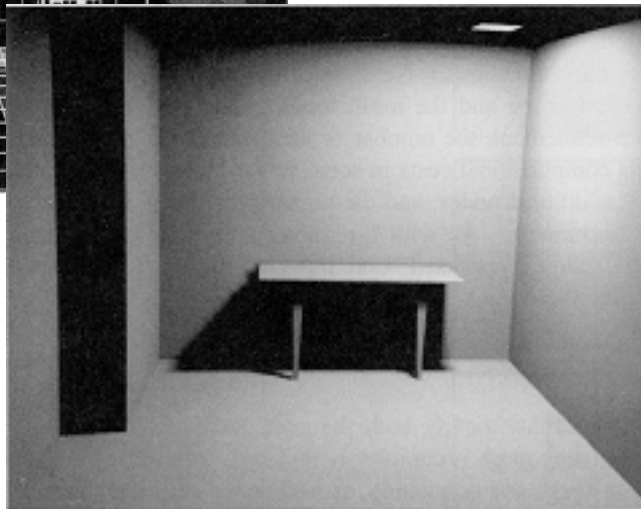
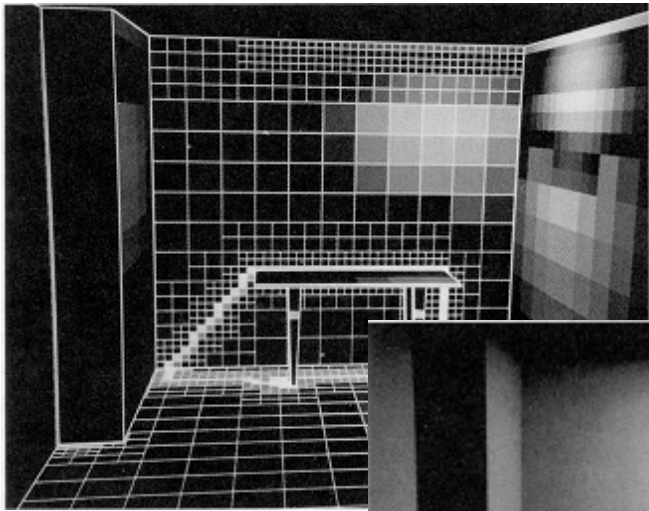
- Théorie générale
  - Eclairage global
    - Tous les rebonds de lumière dans la scène
  - Tous les phénomènes décrits par une équation intégrale :



$$L(\mathbf{x}, \omega) = L_e(\mathbf{x}) + \int_{\Omega} f(\mathbf{x}, \omega_i \rightarrow \omega_o) L(\mathbf{x}_M(\mathbf{x}, \omega_i), -\omega_i) \cos \theta d\omega$$

# Séance 5 : Éclairage global

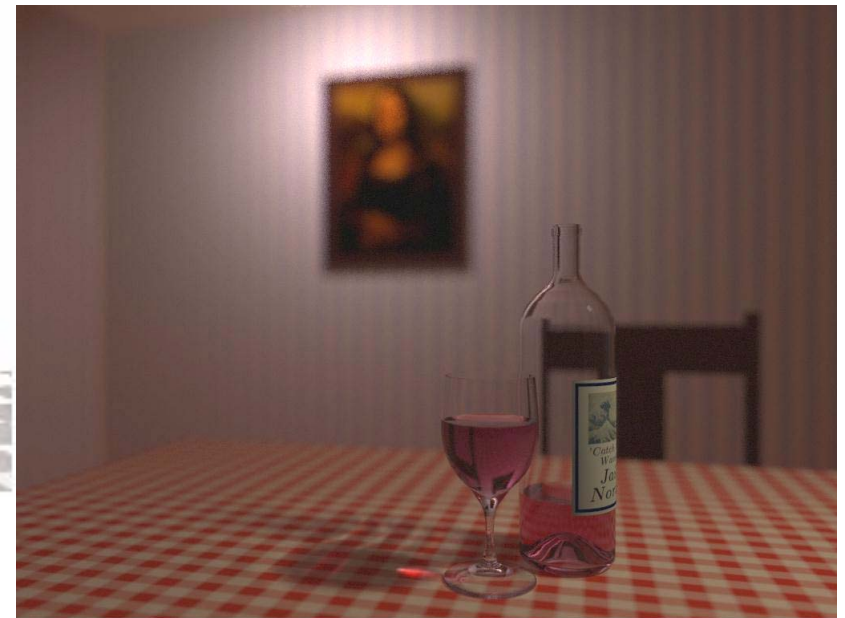
- Solutions de l'équation de rendu :
  - Par éléments finis : radiosité





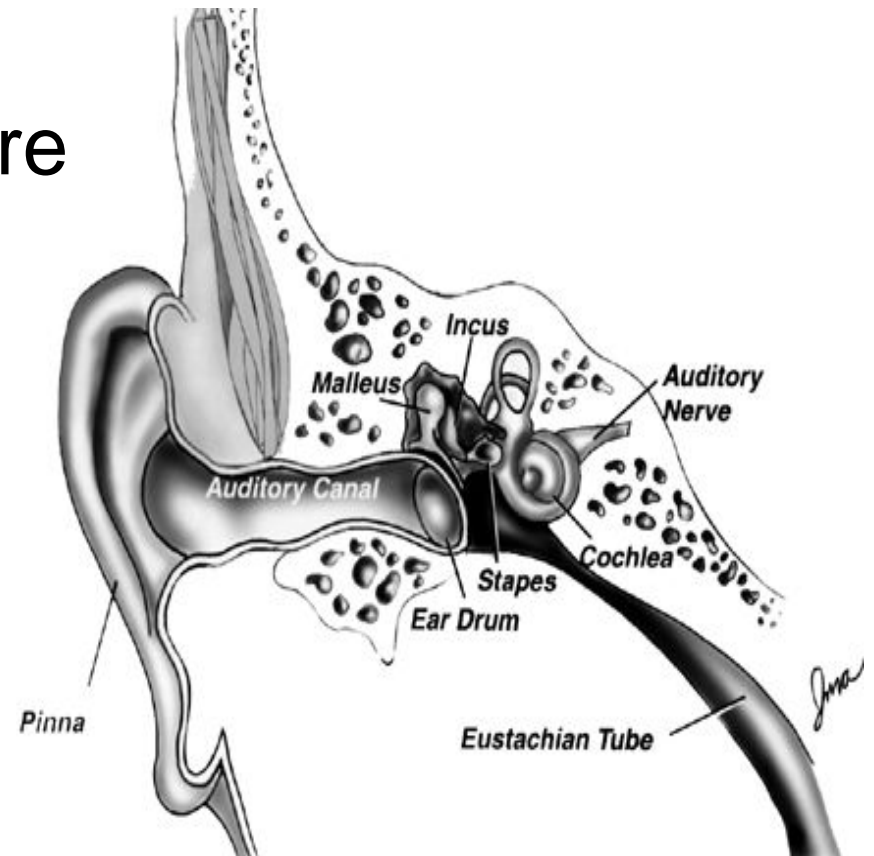
# Séance 5 : Éclairage global

- Solutions de l'équation de rendu :
  - Par tracé de chemins Monte Carlo



# Séance 5 : Perception

- Traitement audio perceptif
  - perception auditive
  - analyse de scène sonore
- applications
  - traitement du signal
  - compression (mp3)
  - spatialisation



# Séance 5 : Perception

- Rendu 3D perceptif
  - perception visuelle
  - applications à la simulation d'éclairage
  - applications à l'affichage interactif
    - simplification géométrique
    - gestion des textures

# Étudiants DEA précédents

- Alex Reche (2001)
  - Thèse (démarrée en février 2002)
- Emmanuel Gallo
  - Thèse (démarrée en mai 2004)

# Alex Reche

- Travaux sur le rendu à base d'images
  - Pour l'architecture
  - Capture et rendu des arbres
    - Utilisation d'une approche volumétrique pour la reconstruction d'un volume d'opacité
    - Utilisation des textures dépendantes du point de vue pour le feuillage

# Capture et rendu des arbres

- Meilleure publication du domaine (SIGGRAPH 2004)



# Video

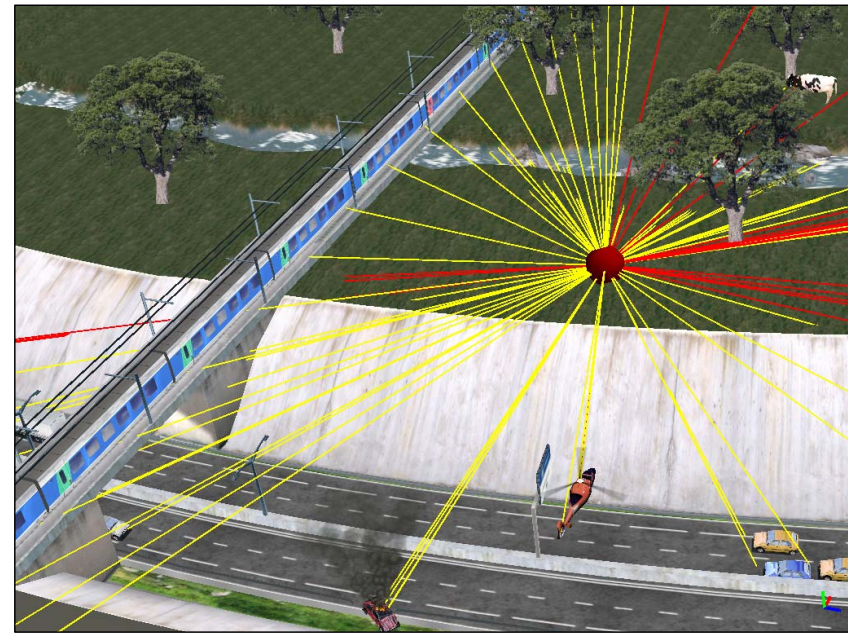
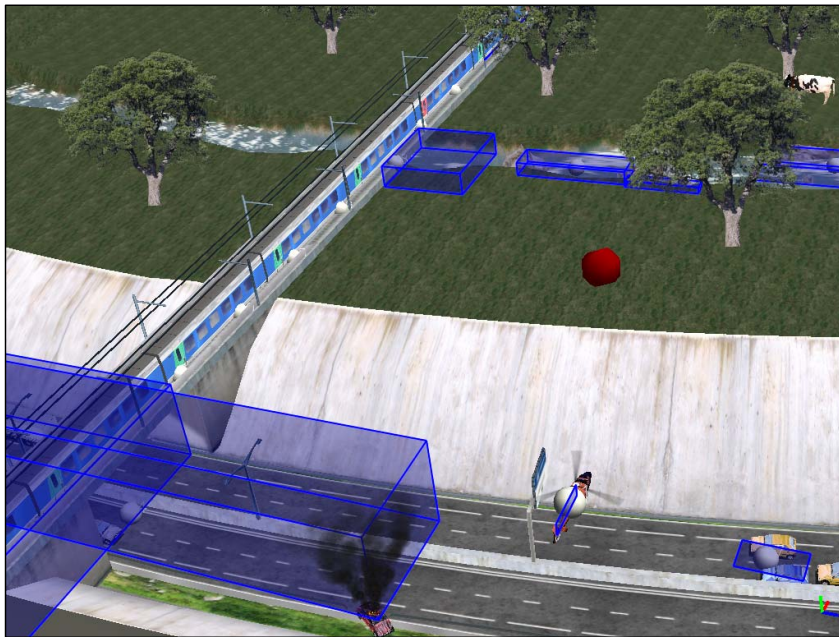
# Emmanuel Gallo

- DEA sur les algorithmes de regroupements et masquage pour le son
  - Traitement d'un grand nombre de sources sonores



# Regroupement & Masquage

- Meilleure publication du domaine (SIGGRAPH 2004)



# Video

# Équipe REVES



- Rendu pour les environnements virtuels sonorisés <http://www.inria.fr/reves>
  - Recherche sur la synthèse d'images et de sons
  - Rendu haute qualité
  - Rendu « plausible »
  - Application aux environnements virtuels sonorisés
    - Archéologie, urbanisme, jeux vidéo

# Équipe REVES



- 2 chercheurs permanents
  - George Drettakis, Nicolas Tsingos
- 1 postdoc
  - Guillaume Lemaitre
- 4 thésards
  - Alex Reche, Marie-Claude Frasson, Florent Duguet et Emmanuel Gallo
- 1 ingénieur temps partiel (workbench)
  - David Geldreich
- 1 infographiste
  - Alexandre Olivier

# Sujets DEA

(préliminaires – tous ne seront sans doute pas proposés)

- Rendu cross modal (son, image)
  - Techniques de simplification croisés entre l'image et le son rendu
- Acoustique géométrique simplifiée
  - Algorithmes géométrique pour la réverbération artificielle approximée
- Extraction de la structure des arbres
  - Trouver la structure des branches/feuilles, appliquer des approches de croissance artificielle
- Modélisation par le dessin
  - Suite des travaux présentés en 2004, sur l'utilisation d'une interface à base de dessin pour la modélisation
- Filtrage sonore sur le GPU
  - Utilisation de la GPU pour effectuer des filtrages complexes