



LIFGraphique - Introduction

Florence Zara (semestre d'automne)

Équipe ORIGAMI, LIRIS
Université Lyon 1

Techniques de l'images

Comment utiliser l'ordinateur pour :

- Interpréter des images (**analyse d'images**)
- Générer des images (**synthèse d'images**)



Création des
algorithmes
adéquates

Motivations :

- Images = source d'informations extrêmement importante
- Efficace pour communiquer des idées complexes

Objectif de l'UE « Introduction à l'Informatique Graphique »

- Présenter les concepts et techniques associés à ce domaine
- Illustrés au travers d'un TP de programmation graphique
- Toutes les informations sur la [page web de l'UE](#)

Image et informatique : différents domaines

Analyse d'images (*Image Analysis*)

- Traitement d'images (*Image Processing*)
- Reconnaissance des formes (*Pattern Recognition*)
- Vision par ordinateur (*Computer Vision*)

Thématiques NON abordées dans le cours de LIFGraphique

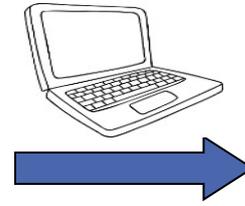


Image et informatique : différents domaines

Synthèse d'images (*Computer Graphics*)

- Modélisation
- Rendu
- Animation

Thématiques abordées dans le cours de LIFGraphique

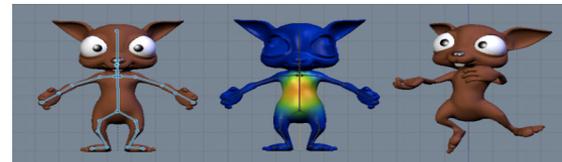


Image et informatique : différents domaines

Mélange des 2 (image réelle + image virtuelle) : **Réalité Augmentée**

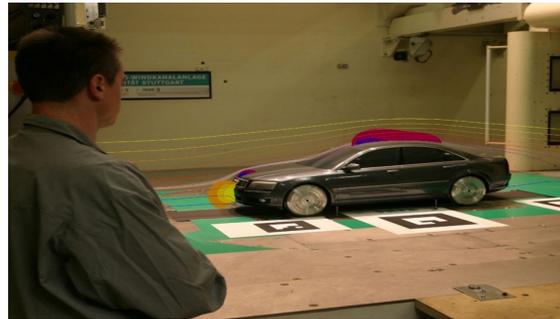


Image et informatique : différents domaines

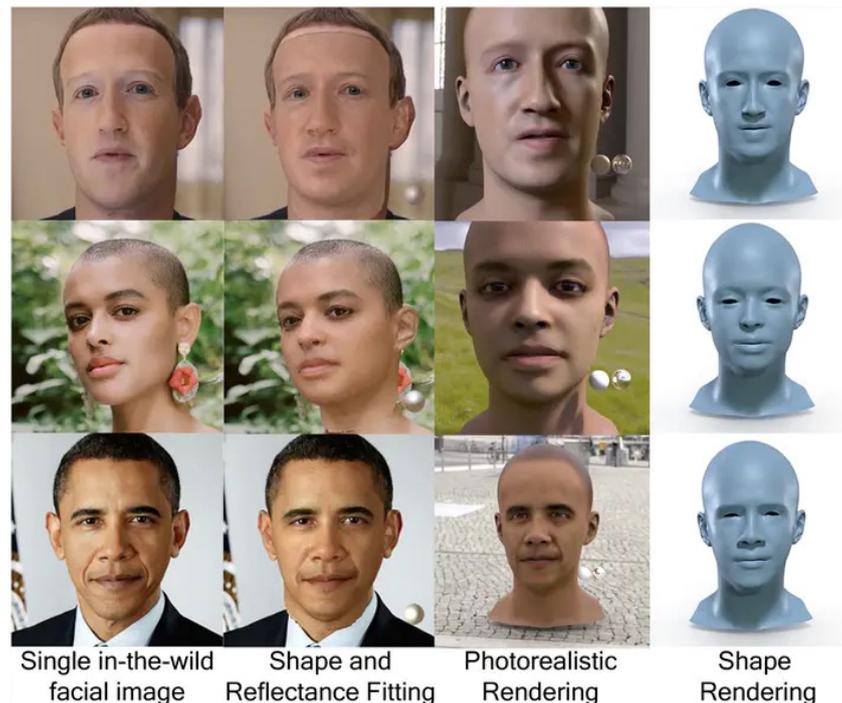
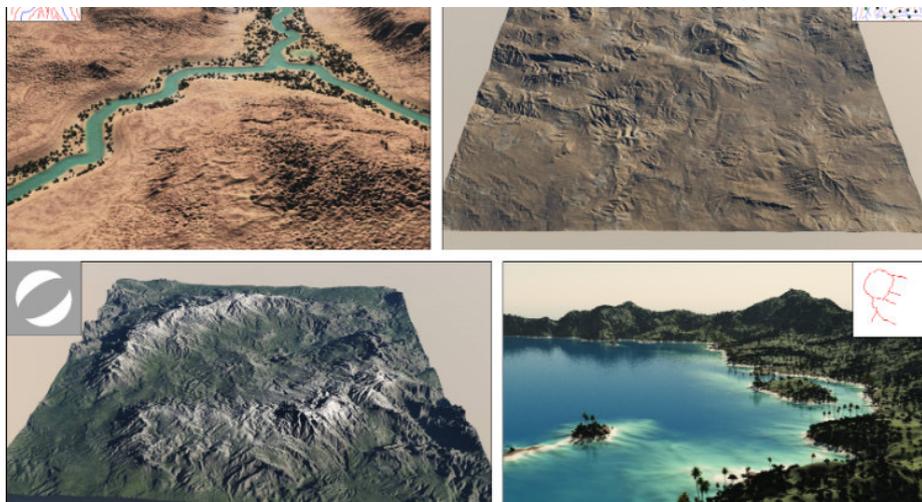
Synthèse d'image + matériel de vision + robotique : **Réalité Virtuelle**



Immersion + interaction

Image et informatique : utilisation de l'Intelligence Artificielle

Pour générer / analyser des images



Thématiques NON abordées dans le cours de LIFGraphique

Au fait, c'est quoi une image ?

Image = ensemble de pixels

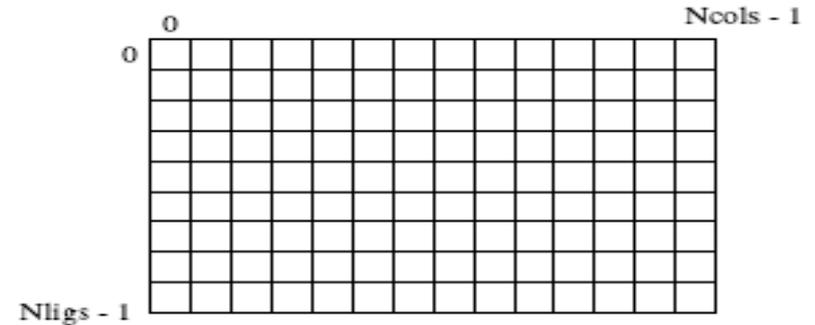
- Rectangle (2D) : tableau 2D de pixels (= *picture element*)
 - nombre de lignes
 - nombre de colonnes
 - format des pixels (bit, niveaux de gris, niveaux de couleurs)
 - compression éventuelle



Continuous image

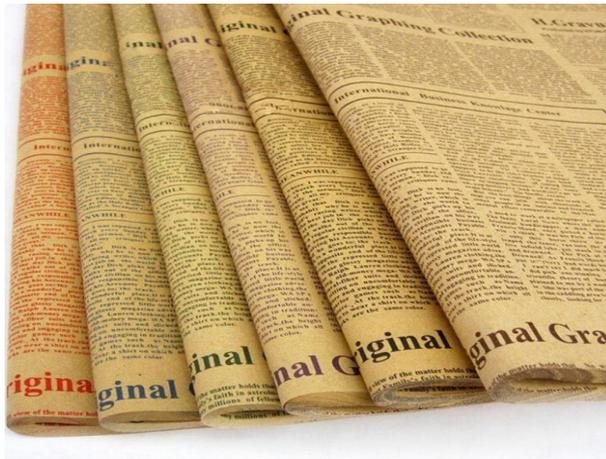
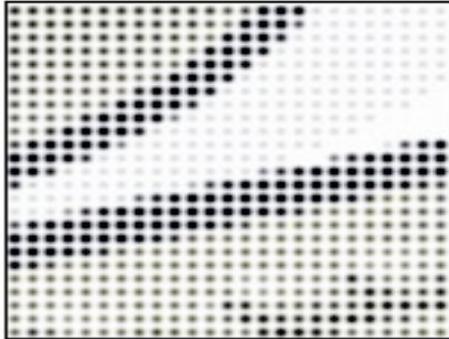


Digital image



Pixels

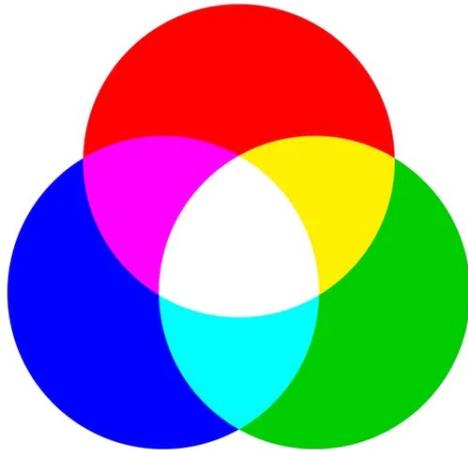
“Pixel” est un échantillon de l’image



Système de couleur RGB

Pixel défini avec une couleur

RGB

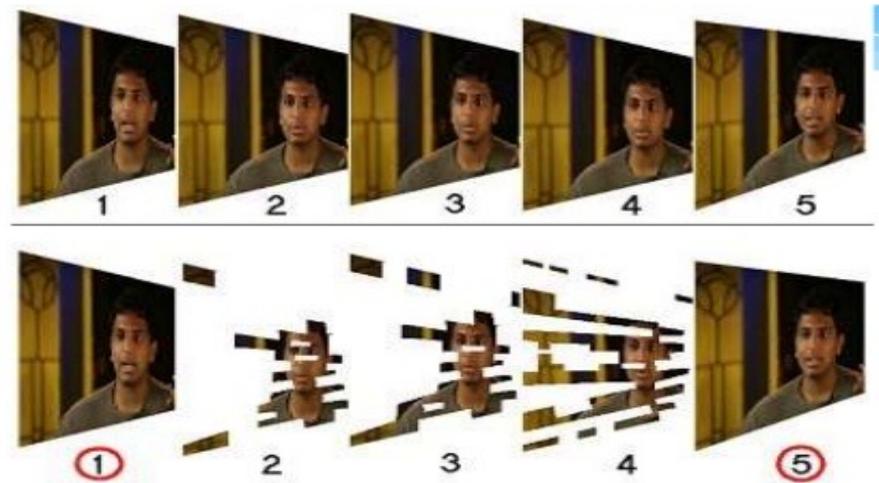


<u>R</u>	<u>G</u>	<u>B</u>	<u>Color</u>
0.0	0.0	0.0	Black
1.0	0.0	0.0	Red
0.0	1.0	0.0	Green
0.0	0.0	1.0	Blue
1.0	1.0	0.0	Yellow
1.0	0.0	1.0	Magenta
0.0	1.0	1.0	Cyan
1.0	1.0	1.0	White
0.5	0.0	0.0	
1.0	0.5	0.5	
1.0	0.5	0.0	
0.5	0.3	0.1	

Il y a d'autres systèmes de représentation des couleurs

Et une video ? C'est une séquence d'images

Il y a souvent de la compression : des images, et entre les images



MPEG video Compression

20

Illustrations des domaines de l'Informatique Graphique

Analyse d'Images

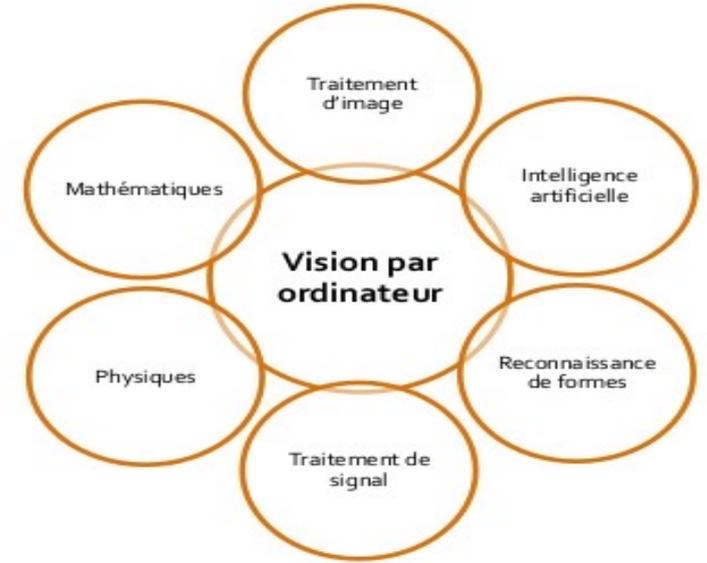
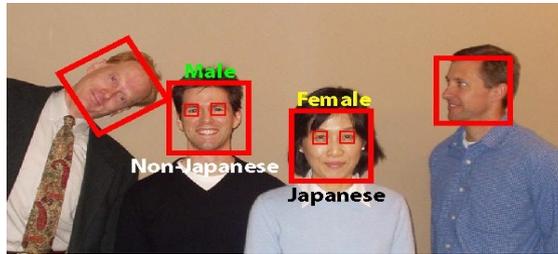
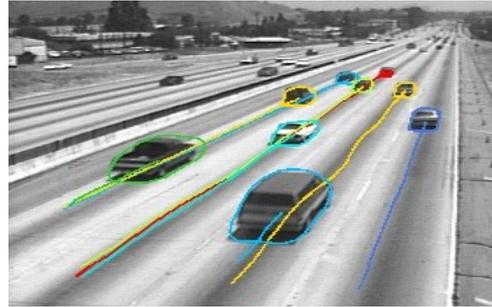
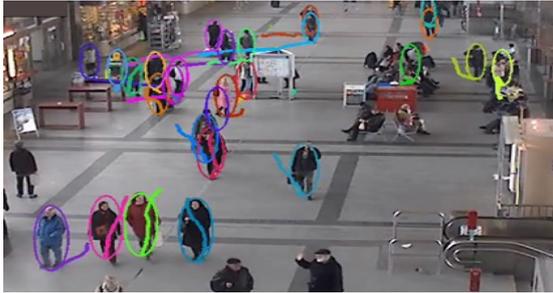
Synthèse d'Images

Réalité Augmentée

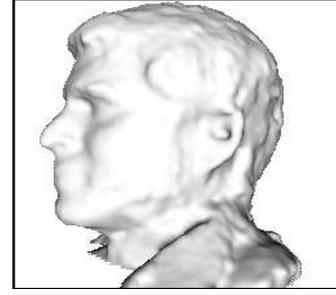
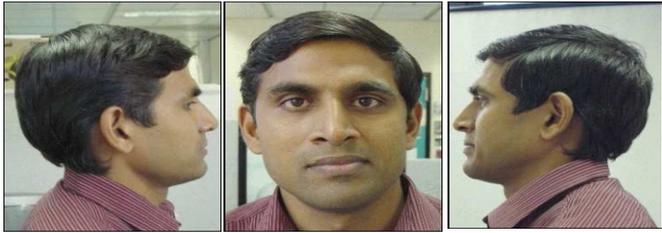
Réalité Virtuelle

Utilisation de l'Intelligence Artificielle

Un survol rapide en Analyse d'Images / Vision



Reconstruction 3D

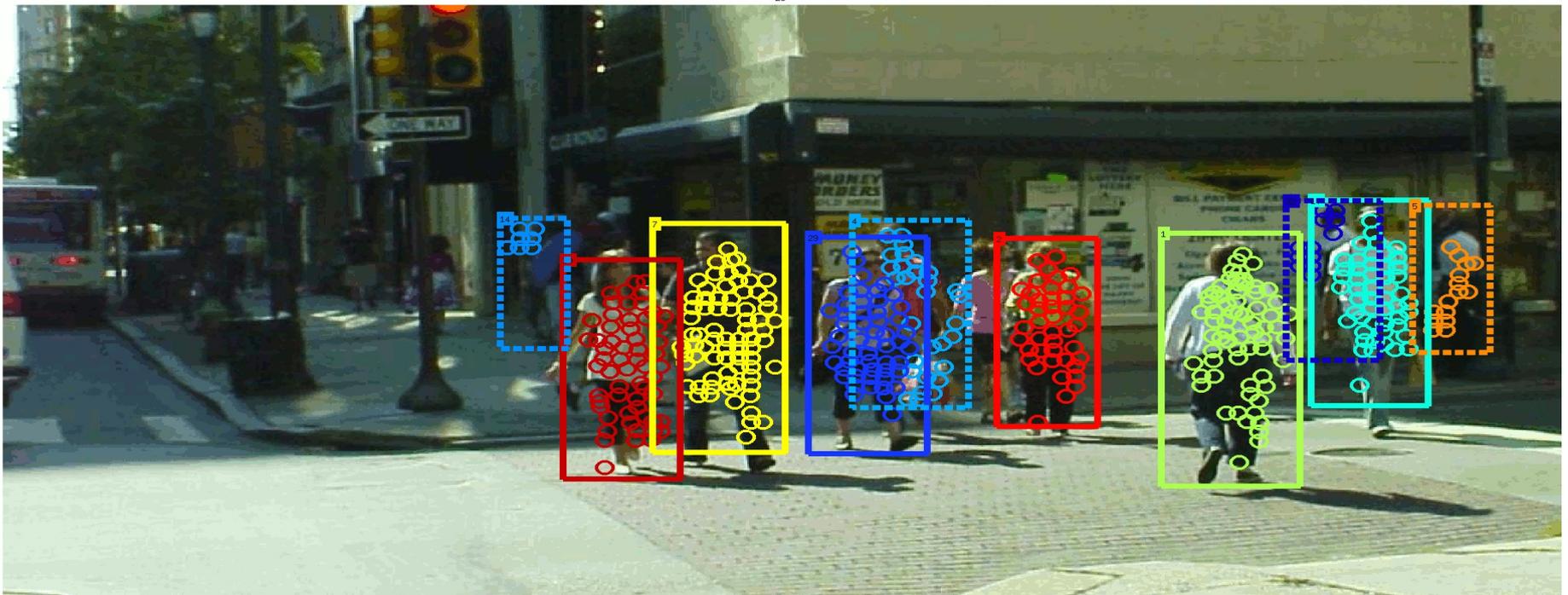
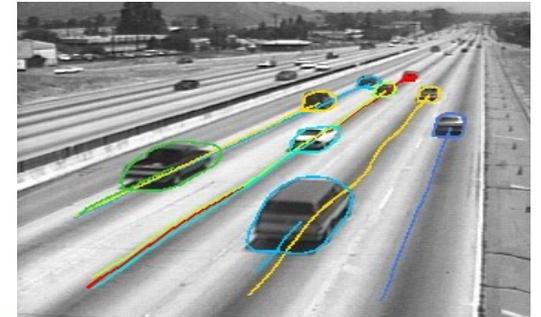


The two central images are from Hiep et al. "Towards high-resolution large-scale multi-view stereo", CVPR 2009



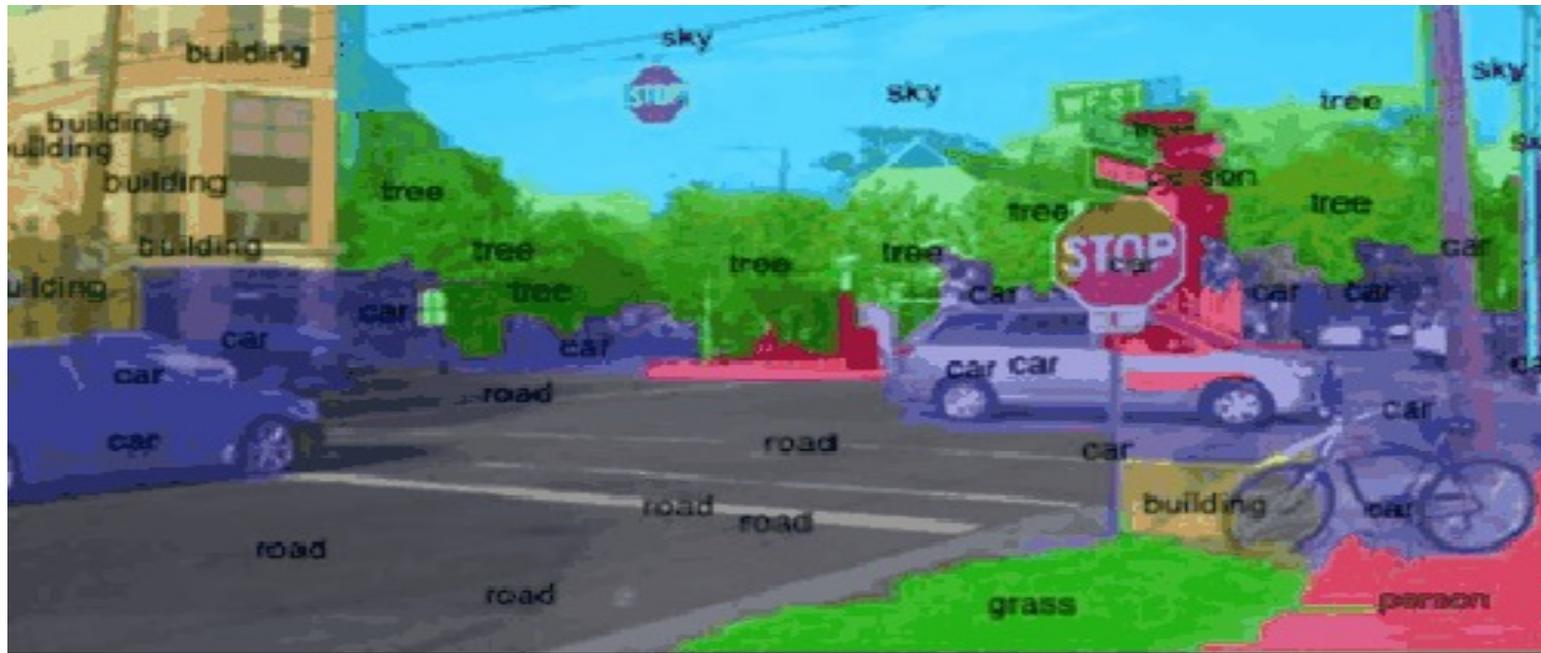
Tracking

Suivre un objet dans une vidéo pour la surveillance



Sémantique et image

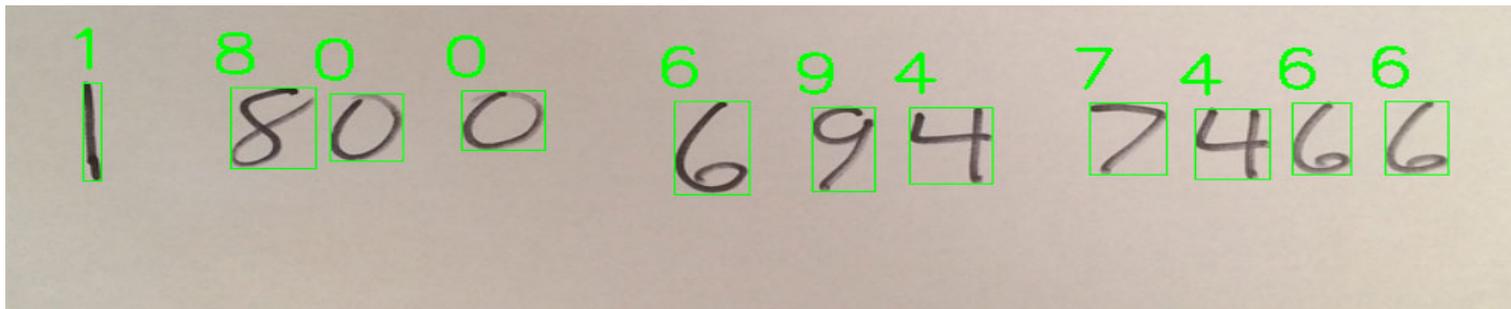
Segmenter et mettre des labels sur une image



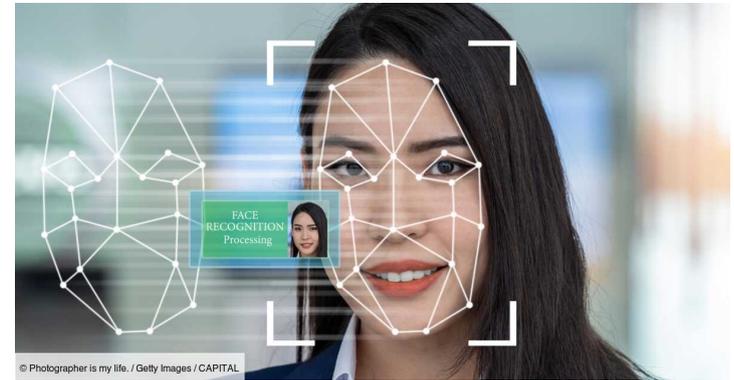
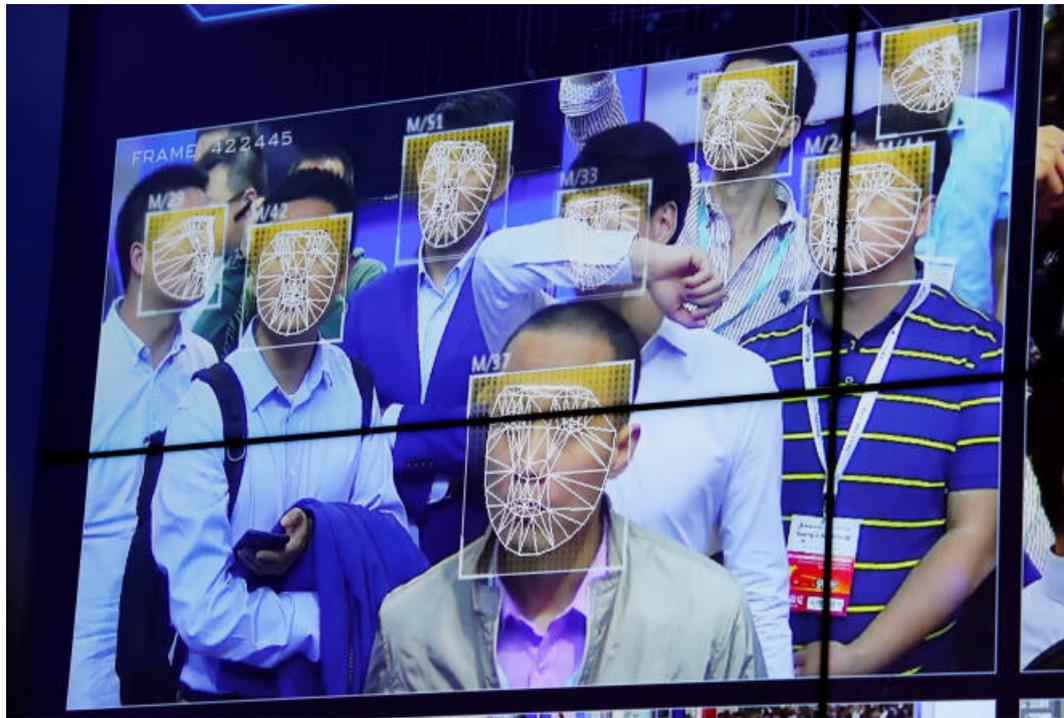
Reconnaissance d'écriture

Exemple d'applications :

- La Poste : codes postaux sur enveloppe
- Ecriture sur les tablettes



Reconnaissance faciale



Vision par ordinateur vs vision humaine

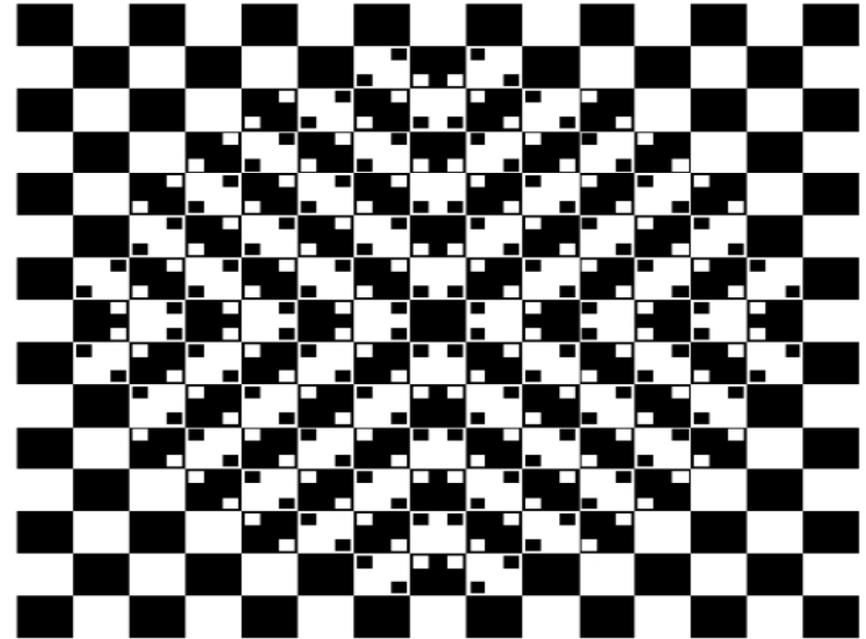
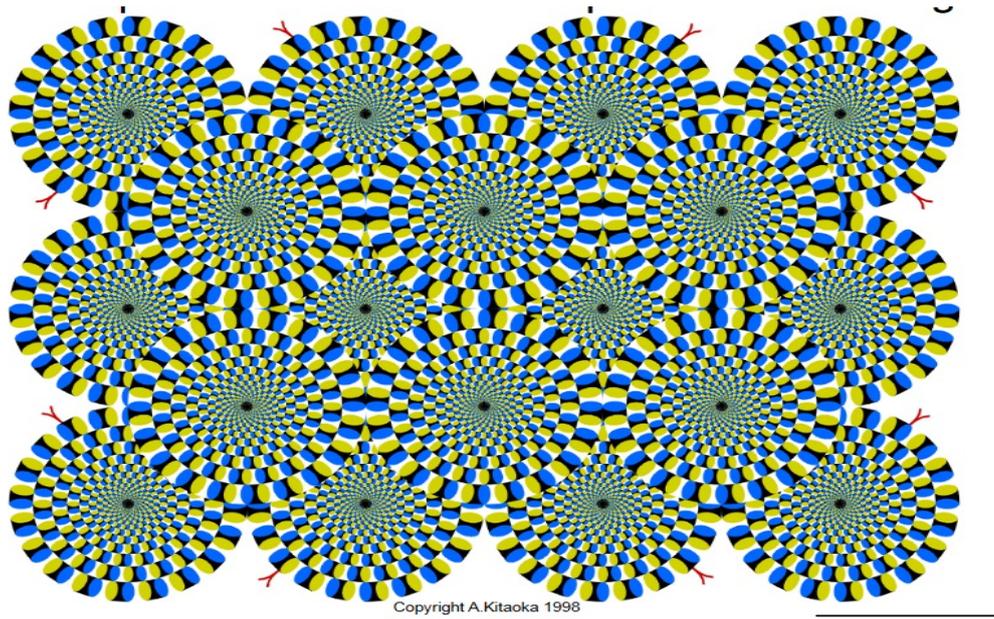
Vision par ordinateur reste limitée



26x27 pixels

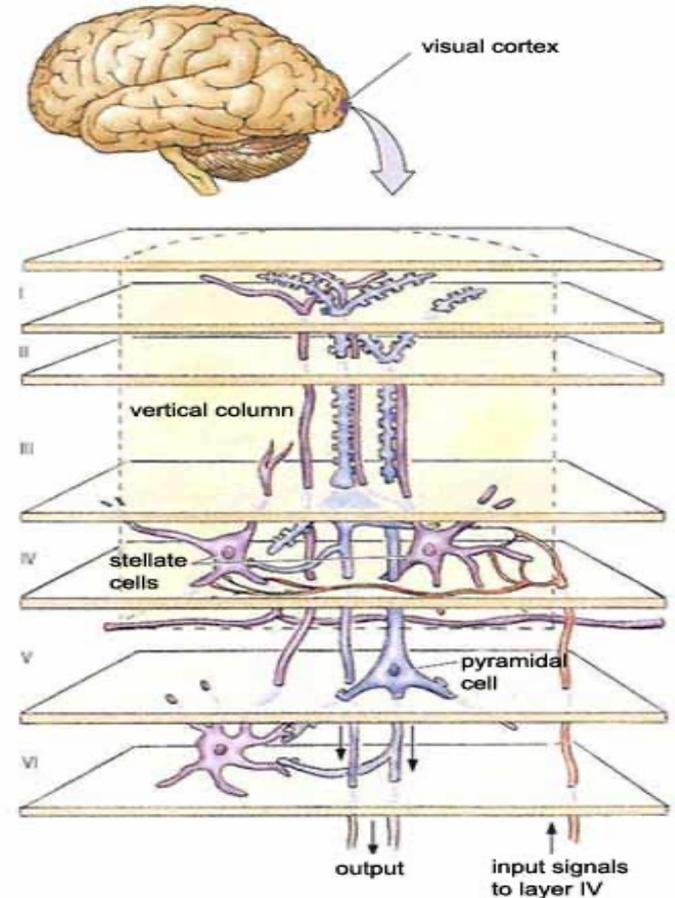
Vision par ordinateur vs vision humaine

Vision par ordinateur reste limitée

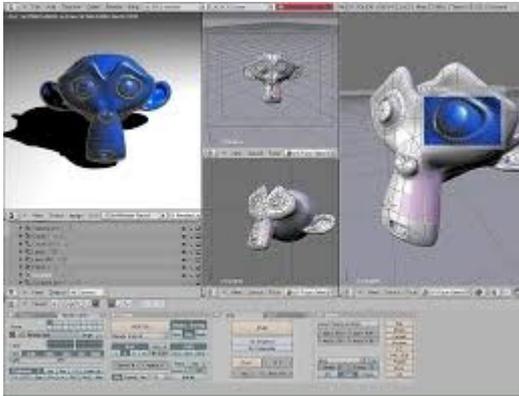
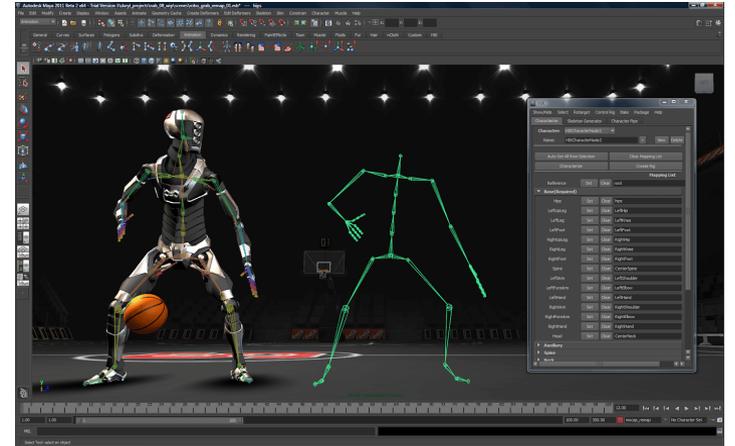
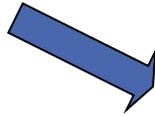


Vision par ordinateur vs vision humaine

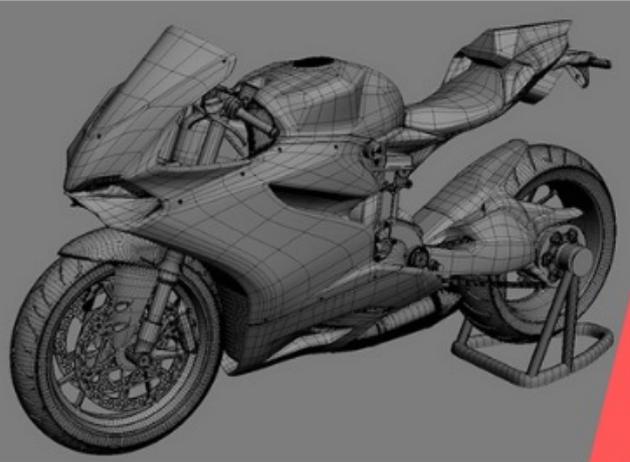
- Vision par ordinateur
 - Traitement d'images
 - Changer la luminosité
 - Mettre en évidence certains aspects
 - Reconnaissance des formes
 - Retrouver les lignes, les cercles, etc.
 - Retrouver des visages
 - Identifier les motifs
 - « On voit un visage humain »
 - « Il s'agit de Paul »
 - Identifier des actions
 - « La personne visse un boulon »
 - Analyser une action



Un survol rapide en **Synthèse d'Images**



Différents domaines en Synthèse d'Images



Modélisation /

Rendu /

Animation

Différents domaines en **Synthèse d'Images**

Modélisation

Représentation mathématique des objets de la scène

Les éléments d'un modèle géométrique sont constitués :

- de **primitives** : points, lignes, polygones, polyèdres et surfaces
- d'**attributs** : styles, couleurs, textures
- de **relations de connexités** entre les composants du modèle

Rendu

Affichage (plus ou moins complexe) du modèle géométrique

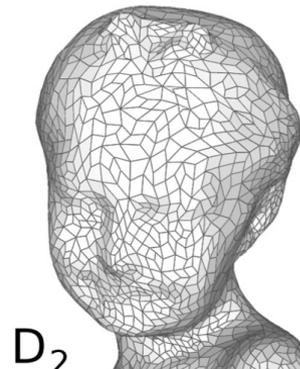
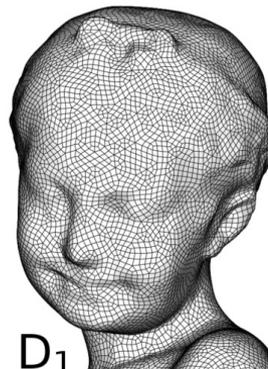
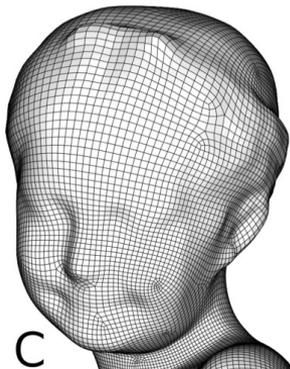
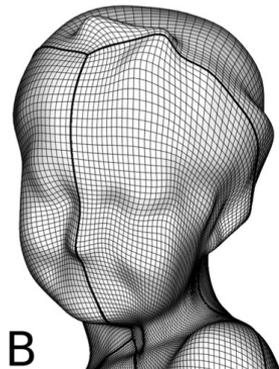
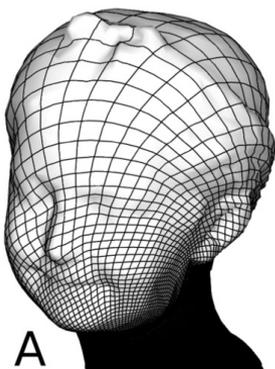
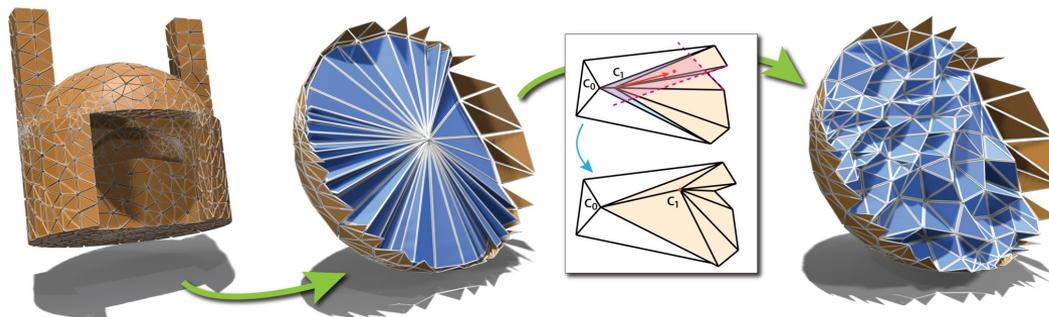
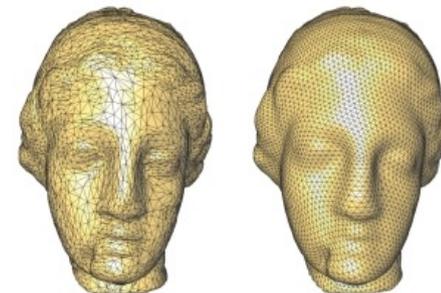
Animation

Déformation / mouvement du modèle géométrique

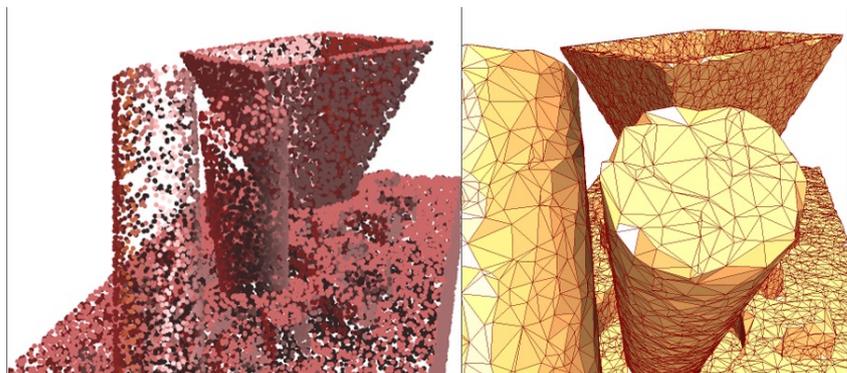
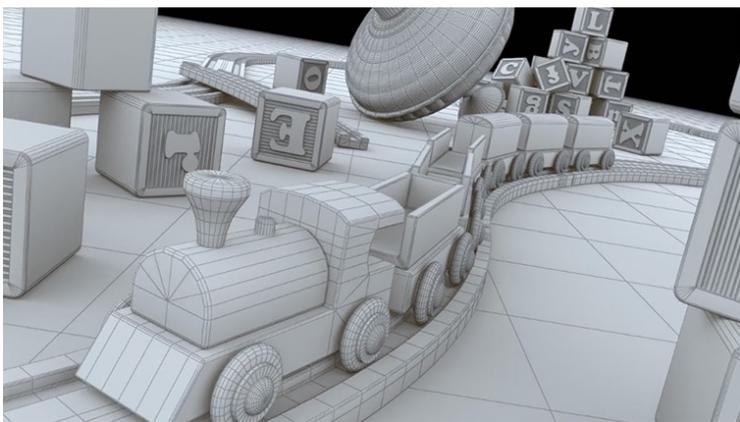
Modélisation géométrique

Geometry processing

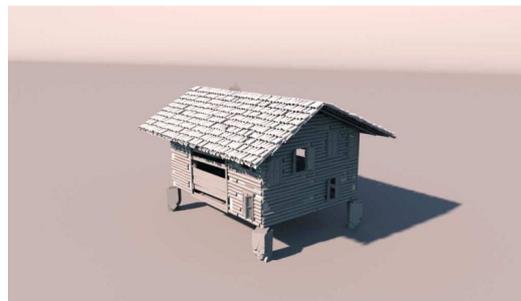
- Compression
- Numérisation 3D
- Correction d'erreur
- Triangulation
- Simplification
- Déformation



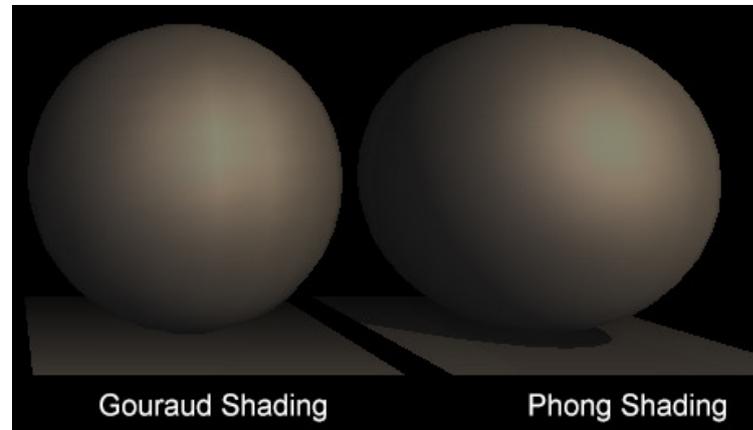
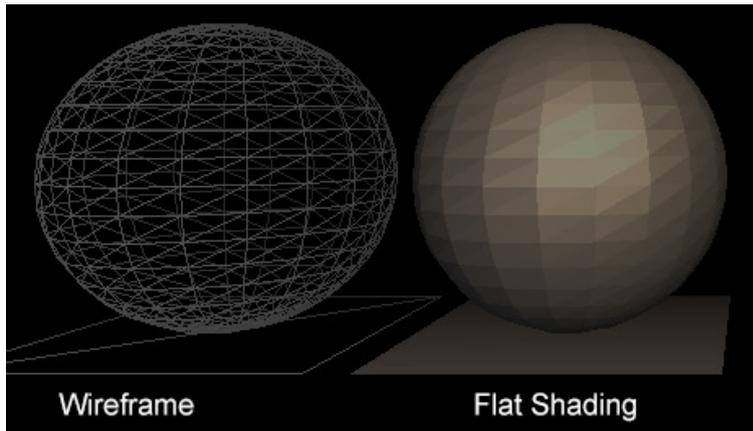
Modélisation géométrique



Modélisation procédurale



Rendu / affichage du modèle



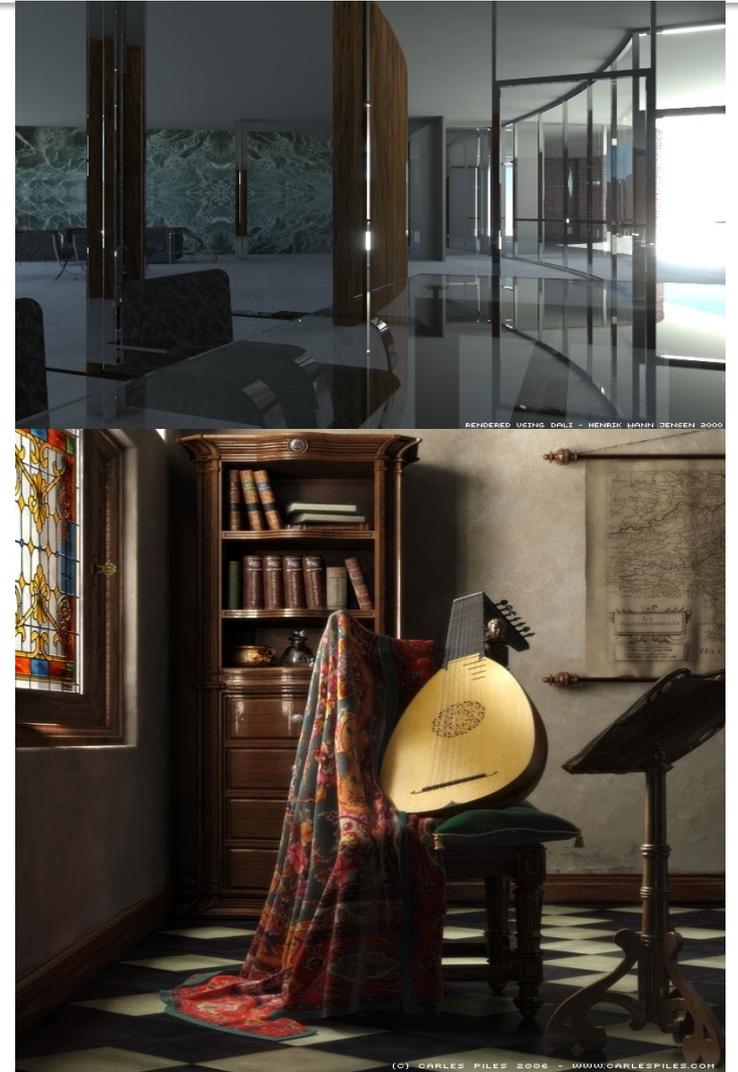
Textures

Rendu réaliste

Illumination globale, plusieurs minutes de calcul



Architecture, urbanisme, cinéma

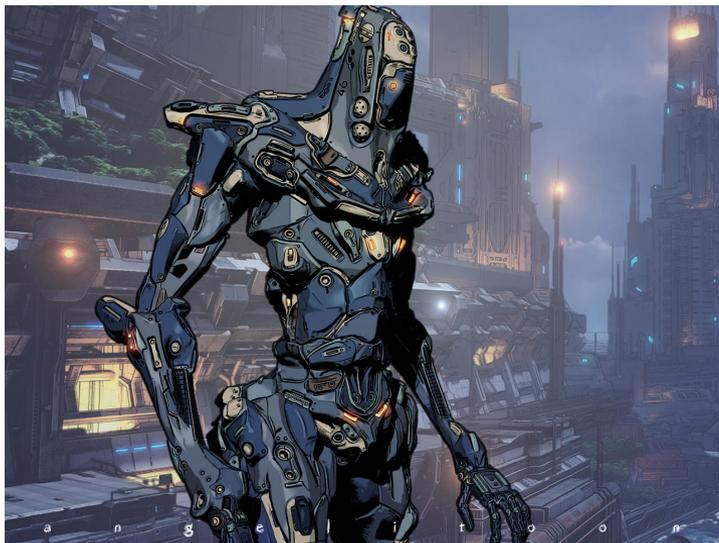


Rendu temps réel

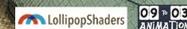
Applications interactives : jeux vidéos, simulateurs



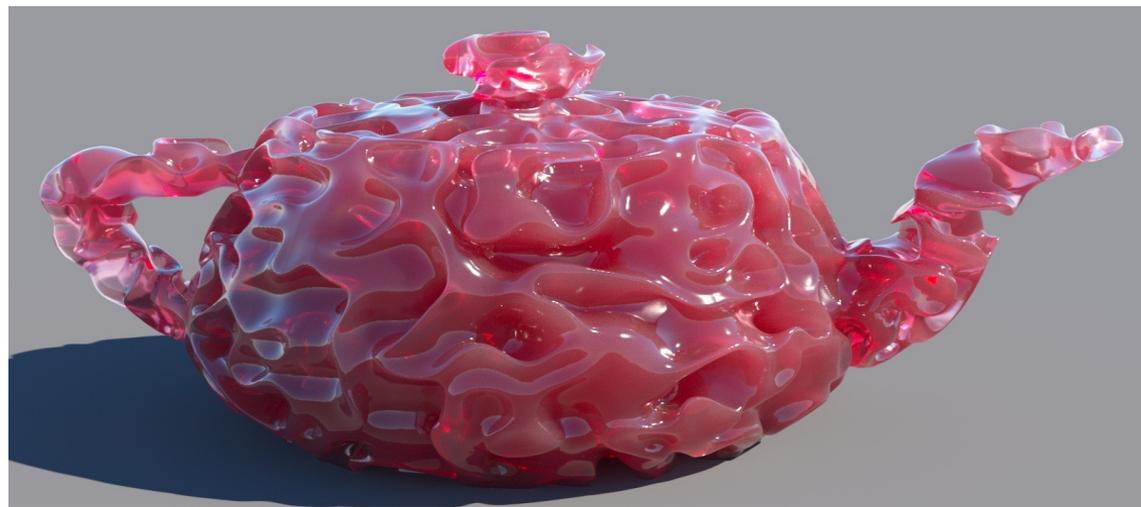
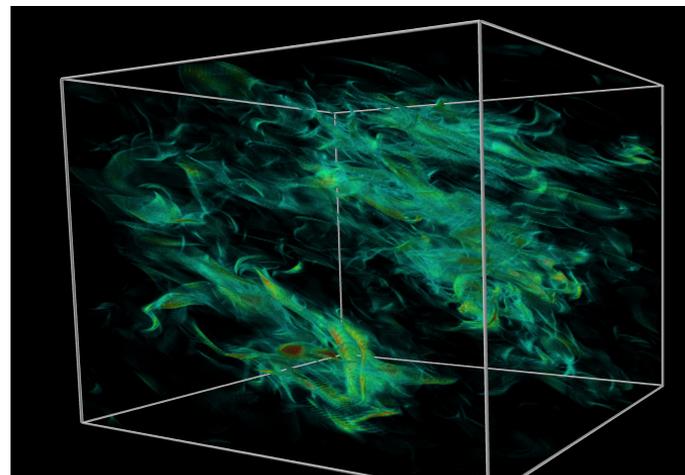
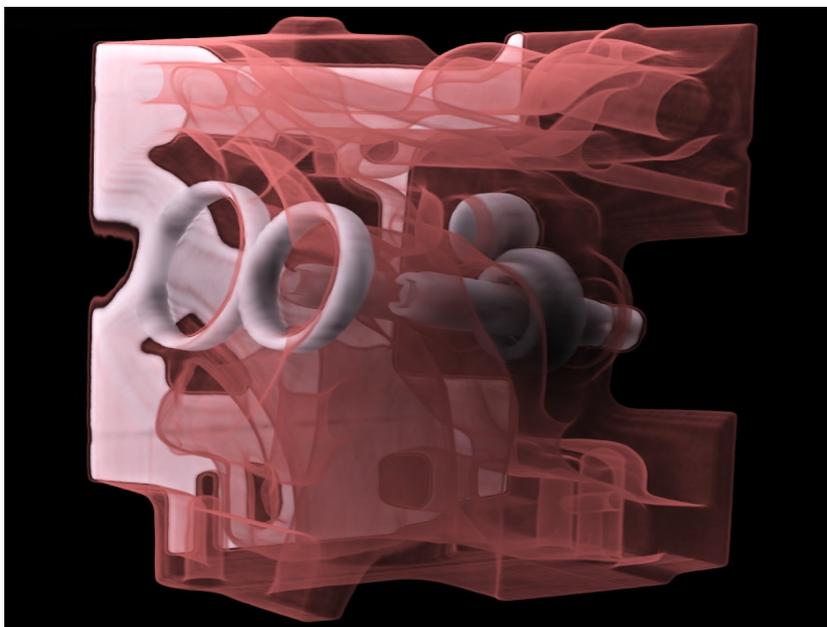
Rendu non photo réaliste (NPR)



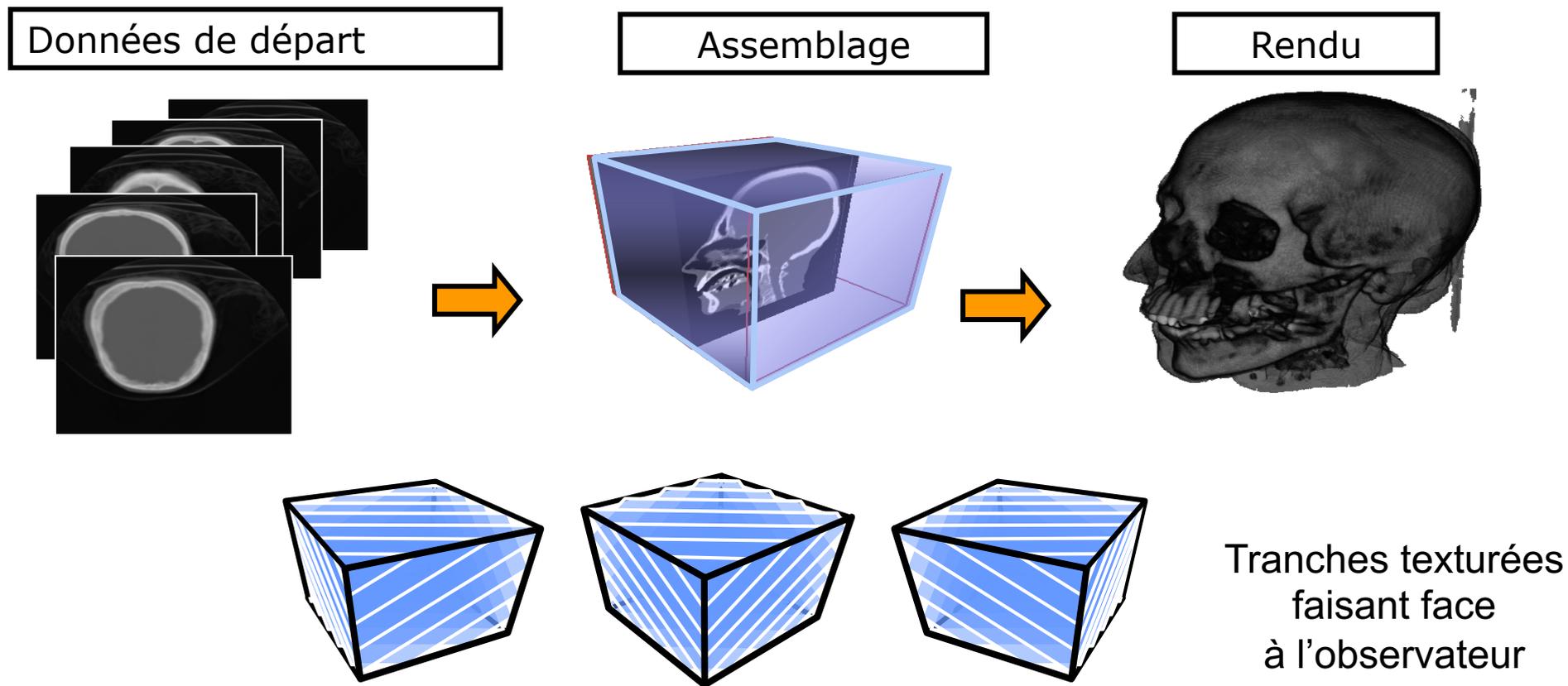
NPR Final: all procedural



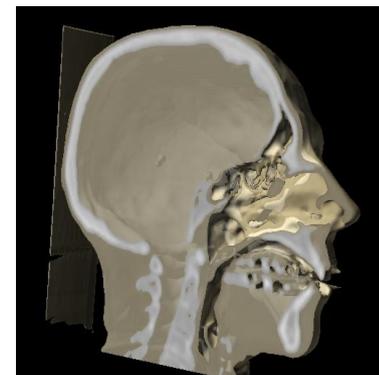
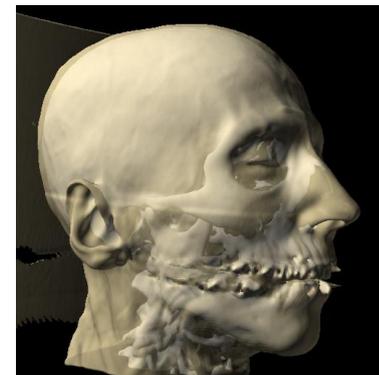
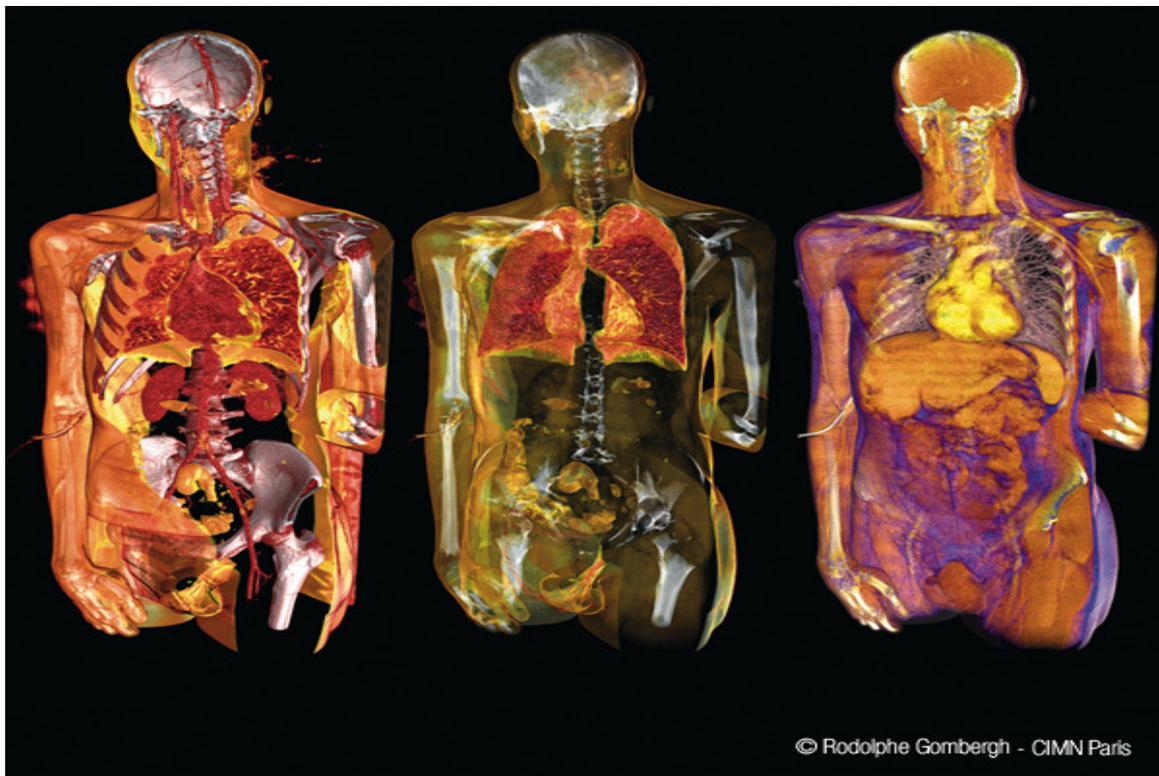
Rendu volumique



Rendu volumique pour le médical

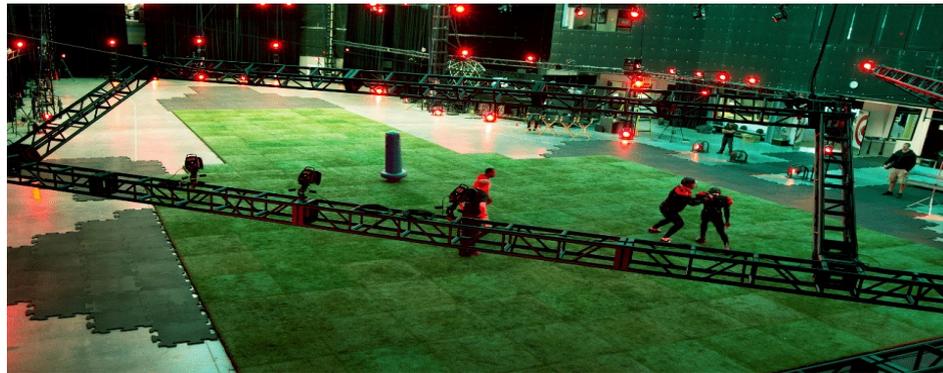


Rendu volumique pour le médical



Animation de personnages

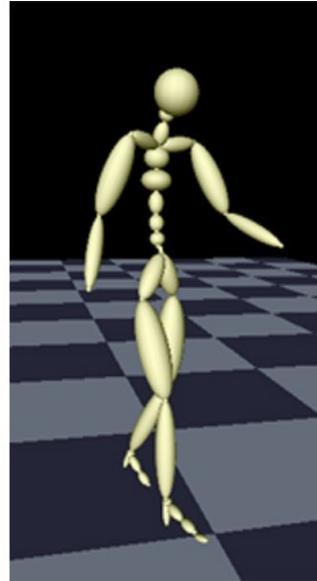
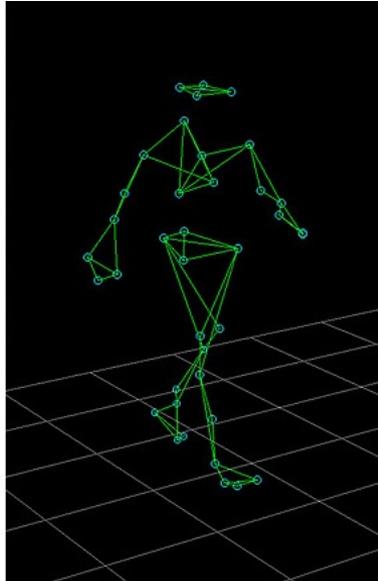
Motion Capture (capture de mouvement) pour produire une animation



Animation de personnages

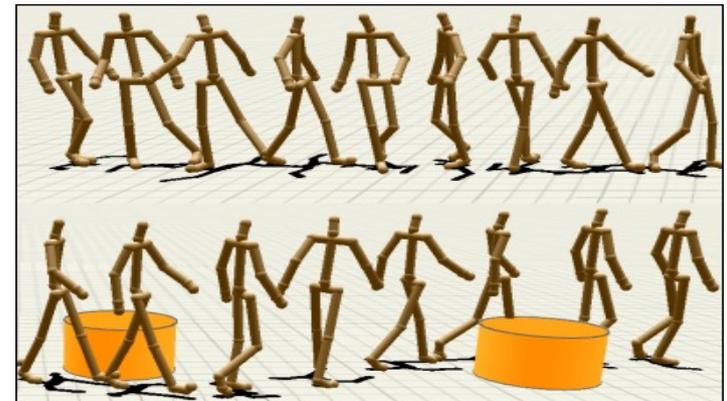
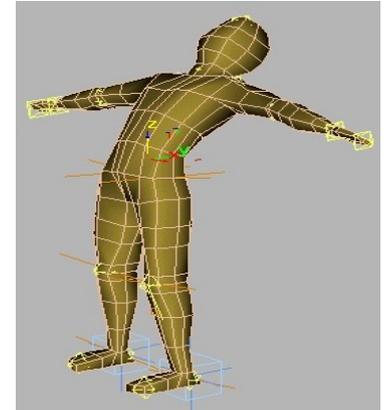
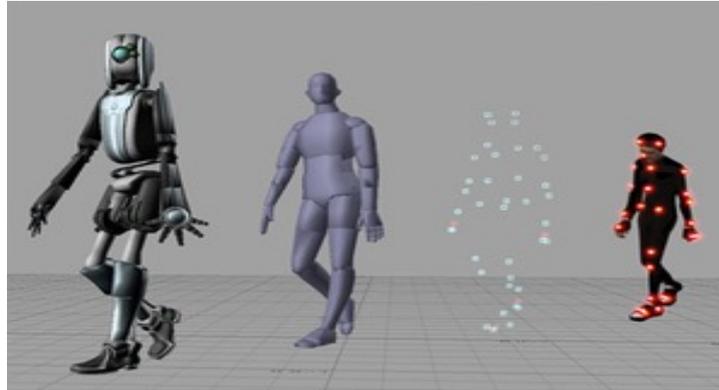
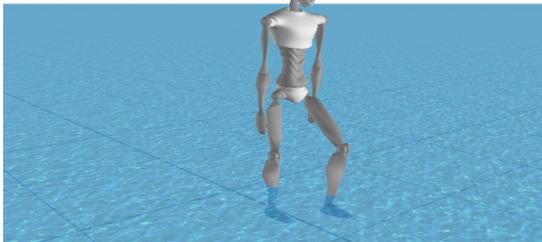
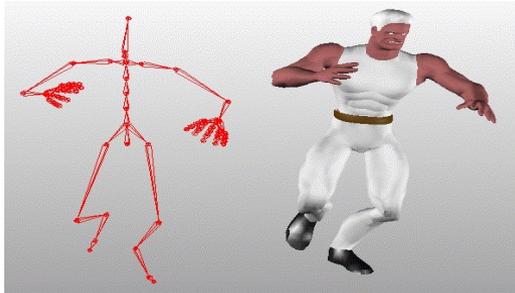
Les étapes de la capture de mouvement (*motion capture*) :

- Segmentation des marqueurs sur les images de chaque camera
- Reconstruction 3D de chaque marqueur
- Correspondance avec un squelette

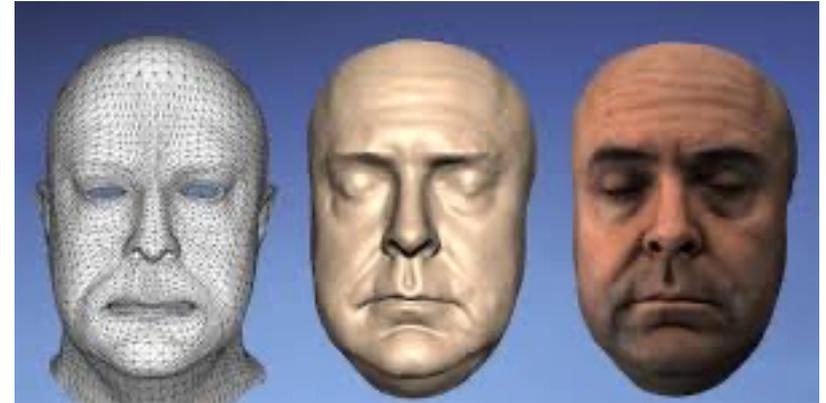


Animation de personnages

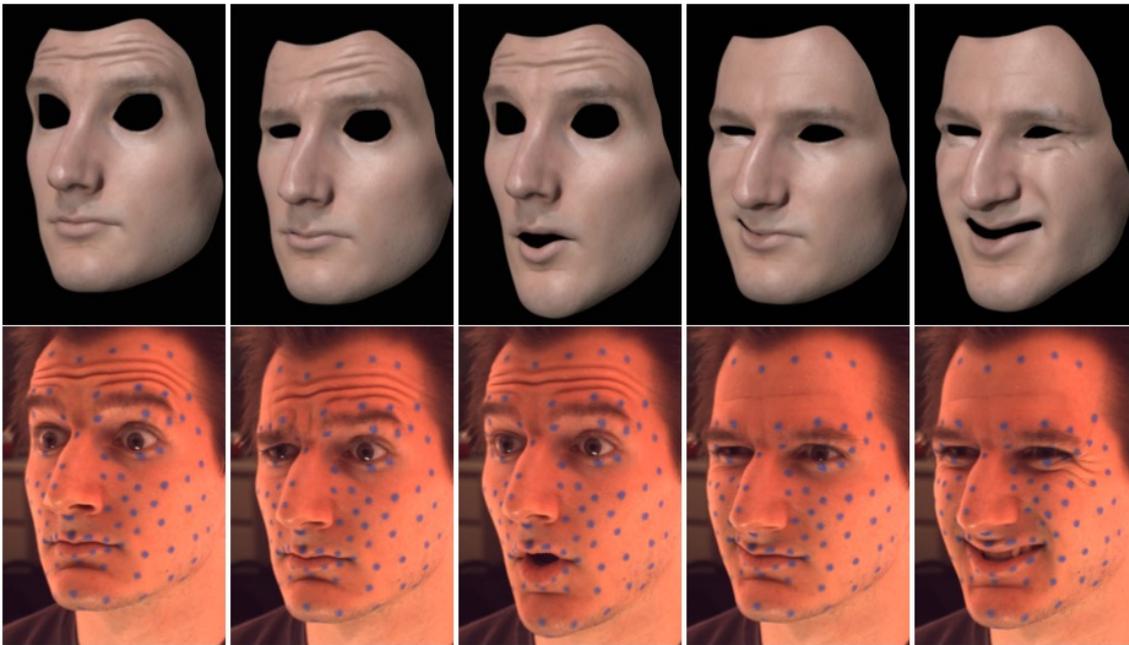
- *Skinning*
- Contrôle de mouvement



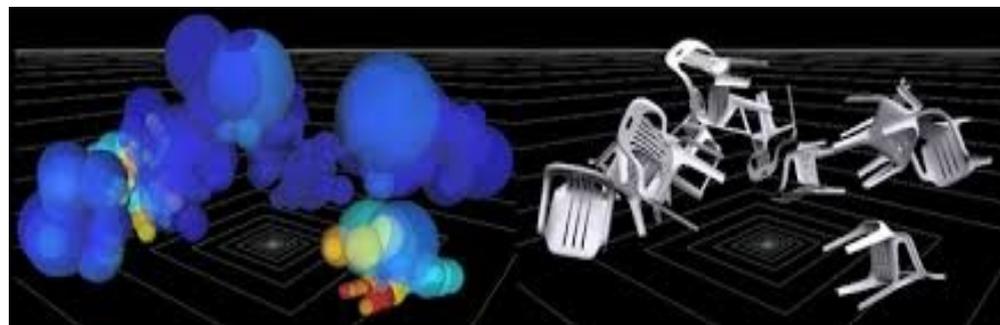
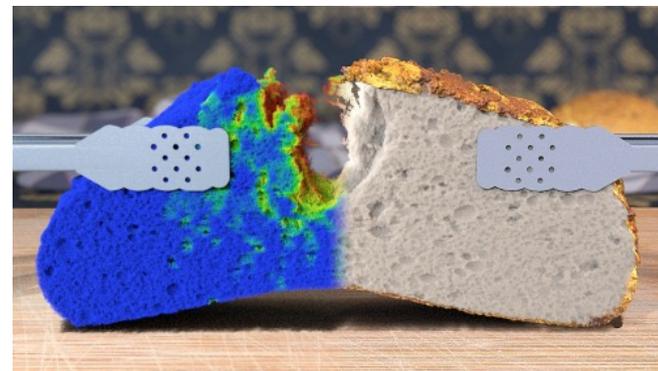
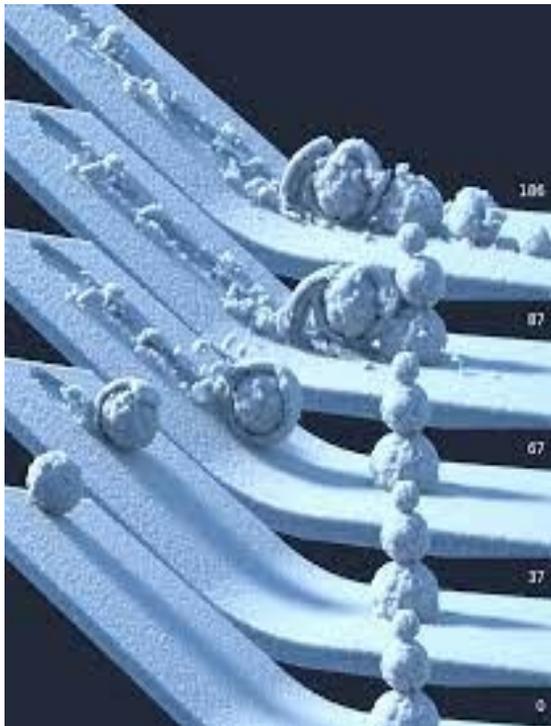
Animation de visage



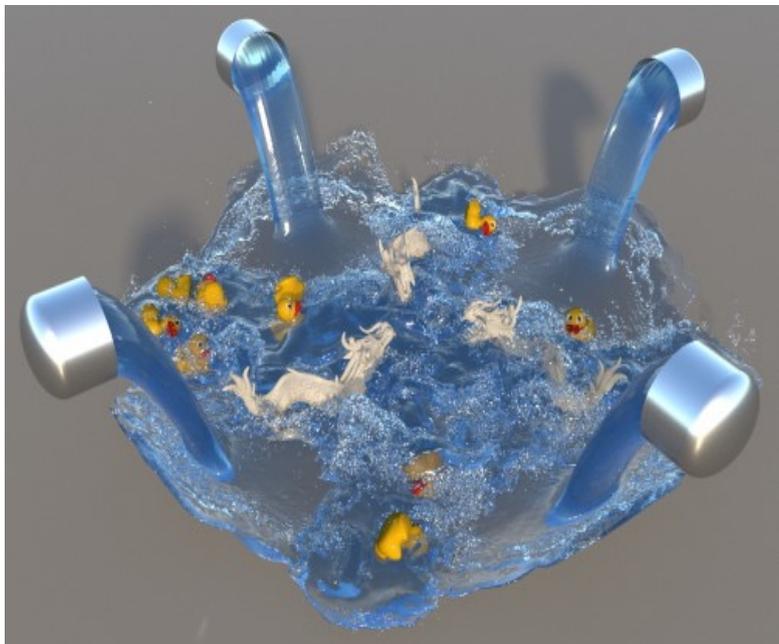
Animation de visage



Animation physique



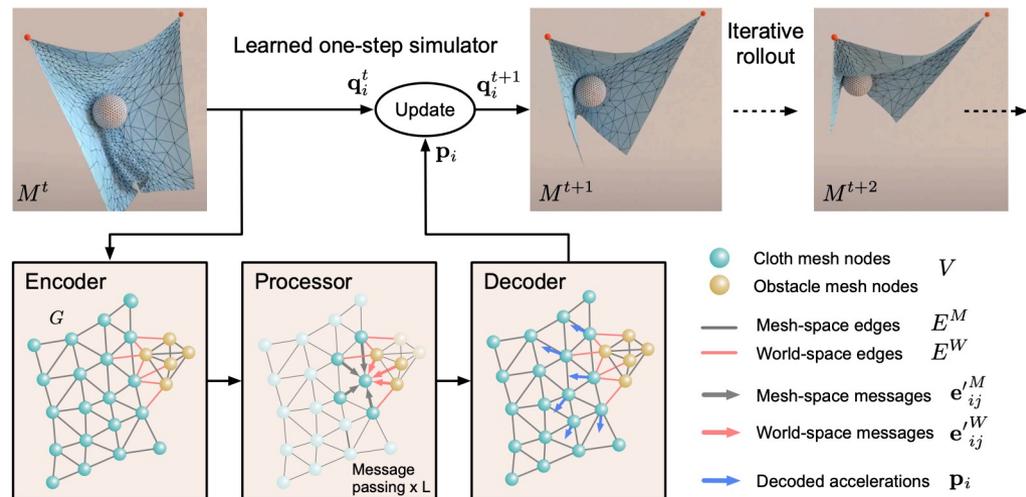
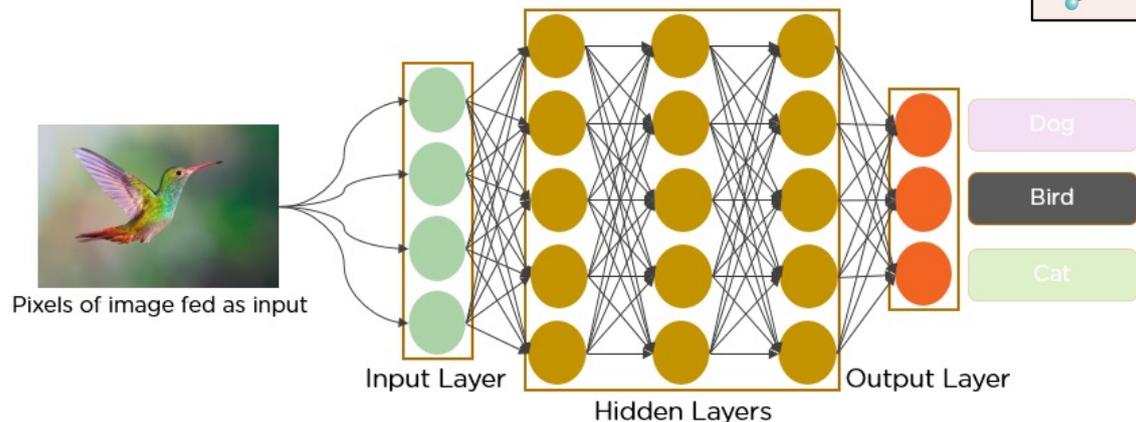
Animation physique



Un survol rapide de l'utilisation de l'IA

Pour toutes les thématiques liées à l'image

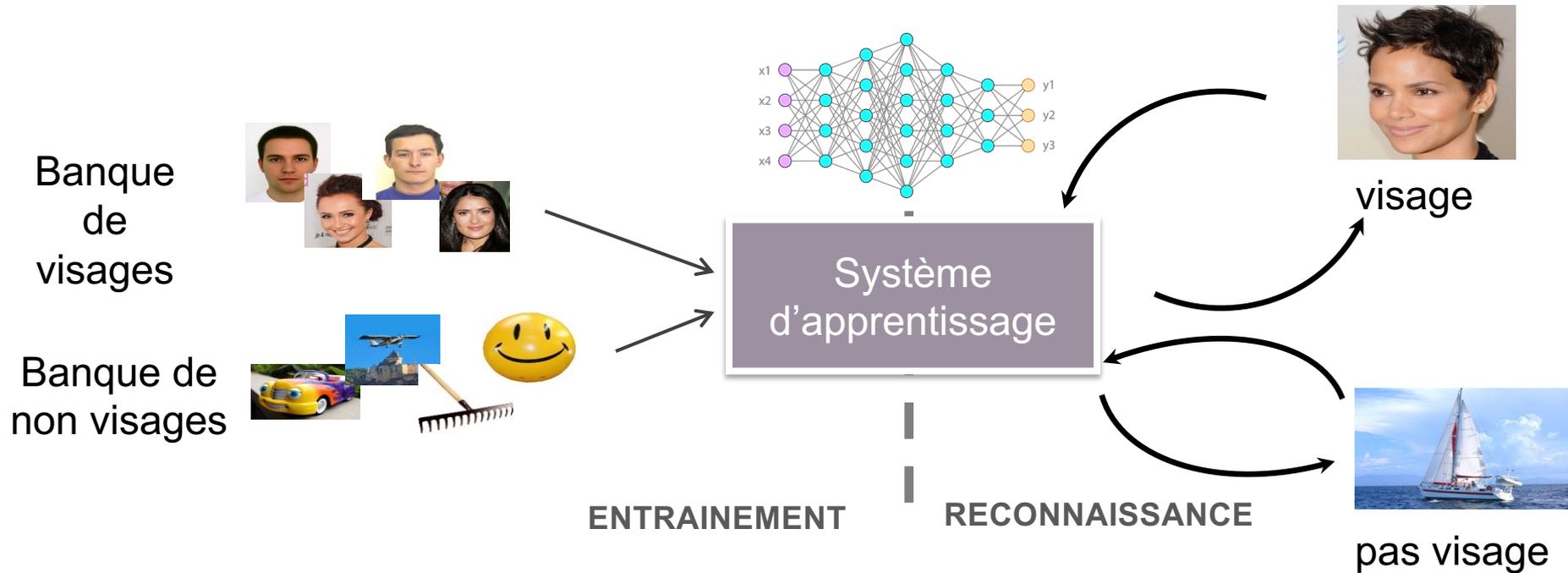
- Analyse de l'image / traitement d'image
- Génération de l'image / synthèse d'image
- Animation / simulation



Apprentissage automatique pour analyser des images

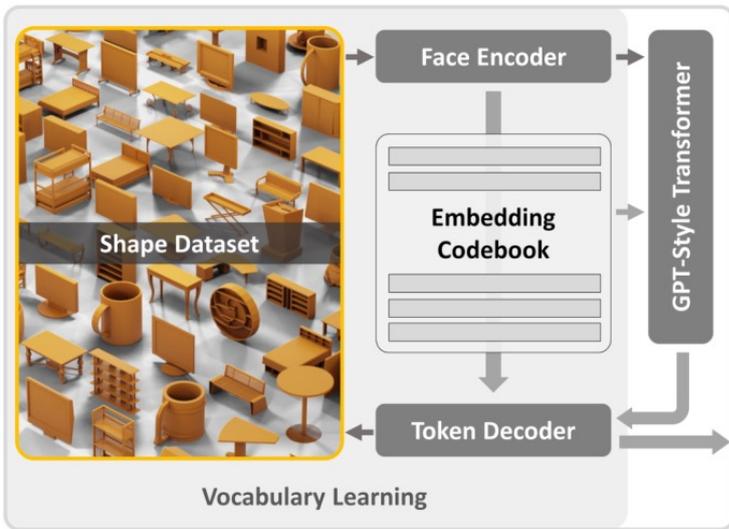
Exemple de la reconnaissance de visages

A partir d'une banque d'exemples, l'ordinateur apprend à classer les éléments

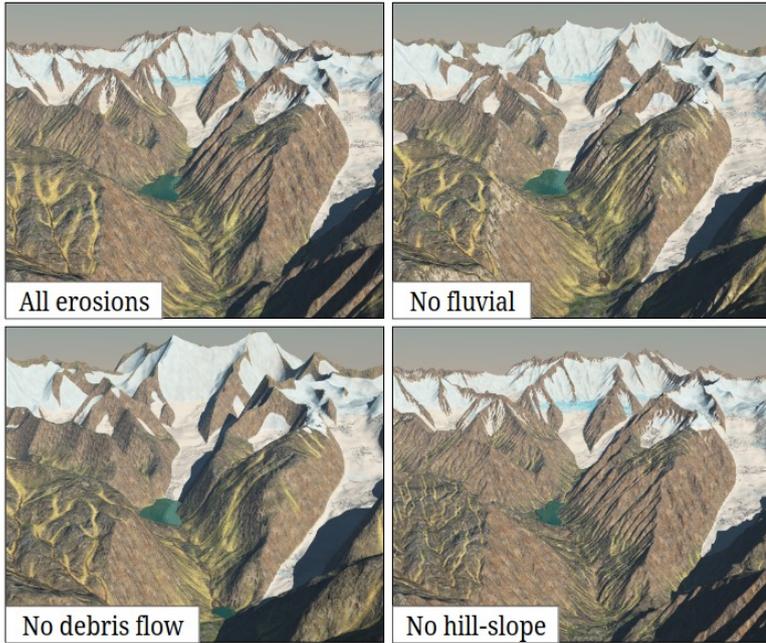


Apprentissage automatique pour générer des images

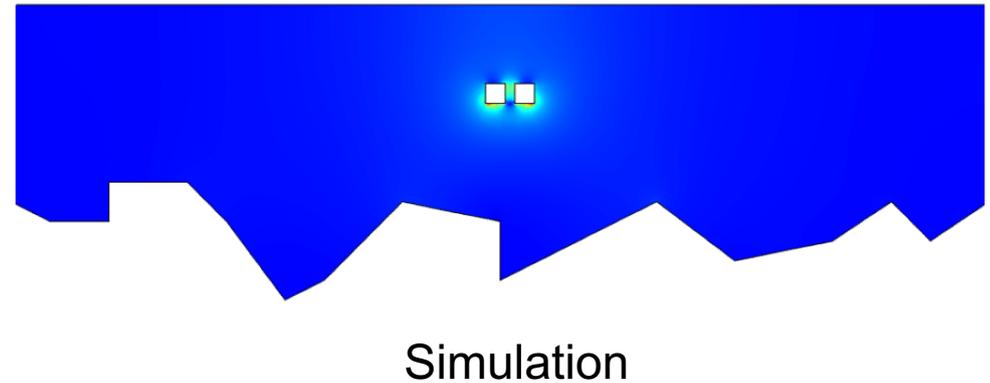
Exemple de la génération de maillages



Apprentissage automatique pour générer des images



Génération de terrains



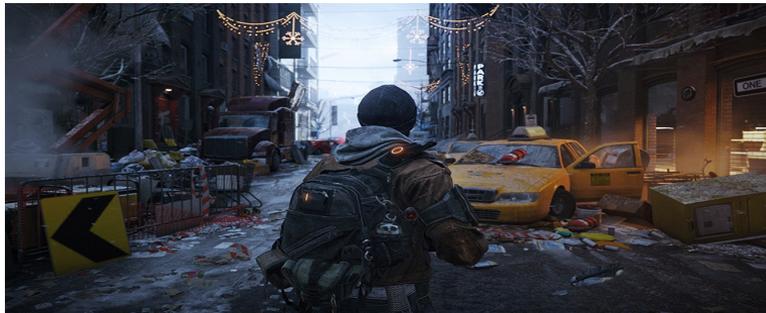
Apprentissage automatique pour quantifier des images



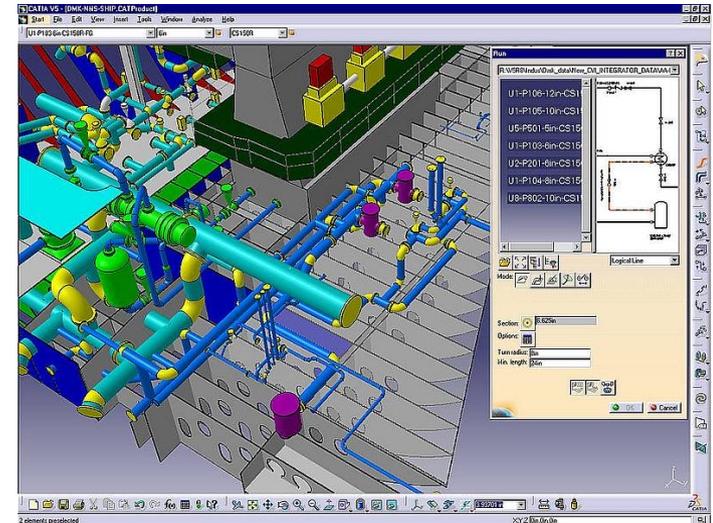
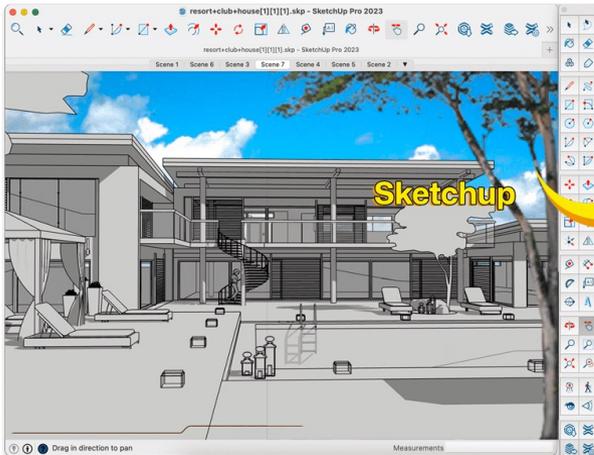
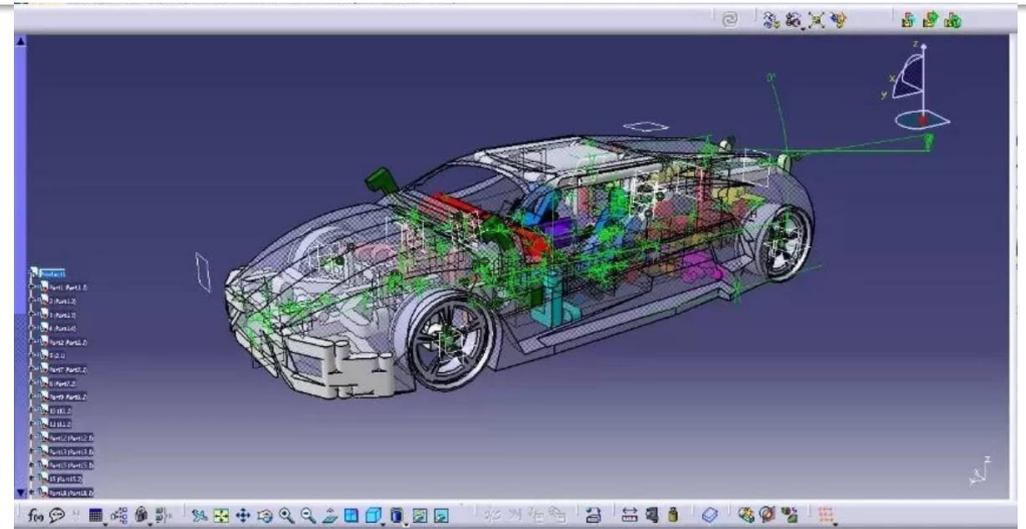
Métriques de qualité sur la perception des images

Les domaines d'application de la synthèse d'images

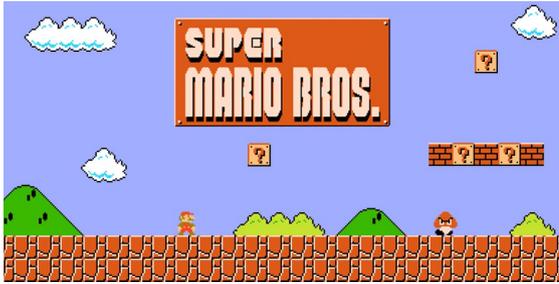
Pourquoi créer des images virtuelles ?



Architecture / CAO



Jeux vidéo



Films d'animation



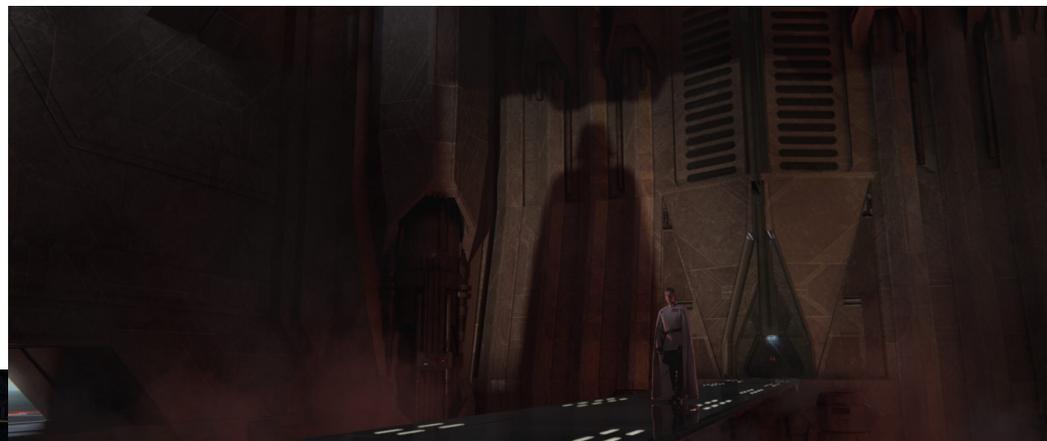
Effets spéciaux



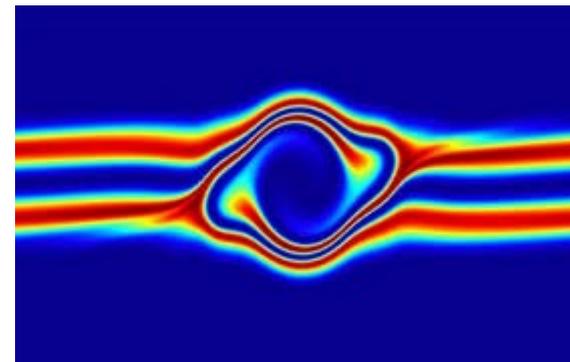
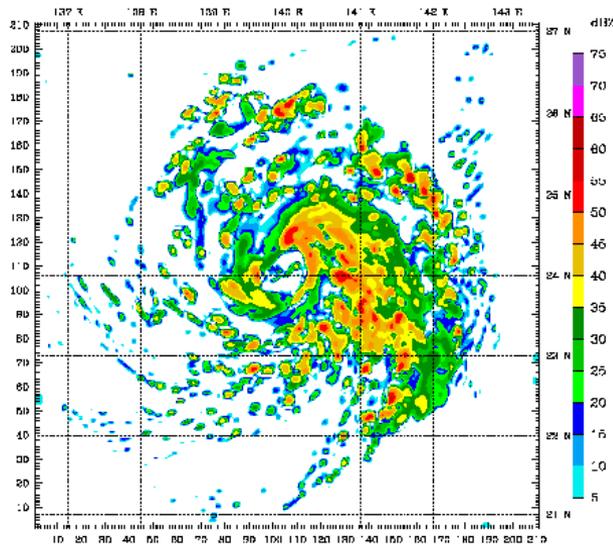
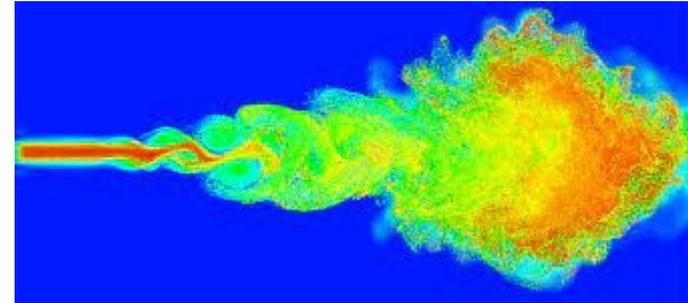
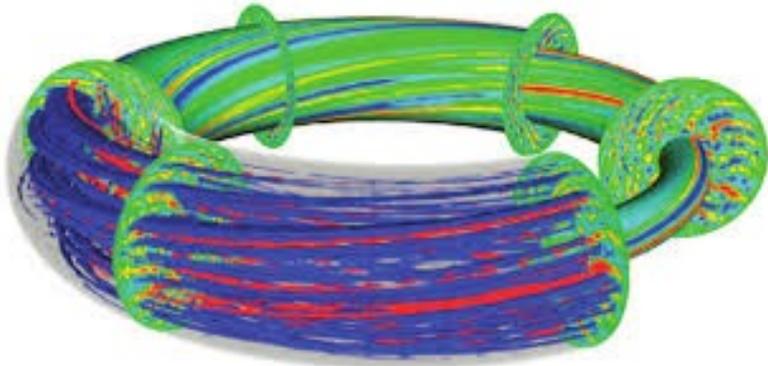
Effets spéciaux



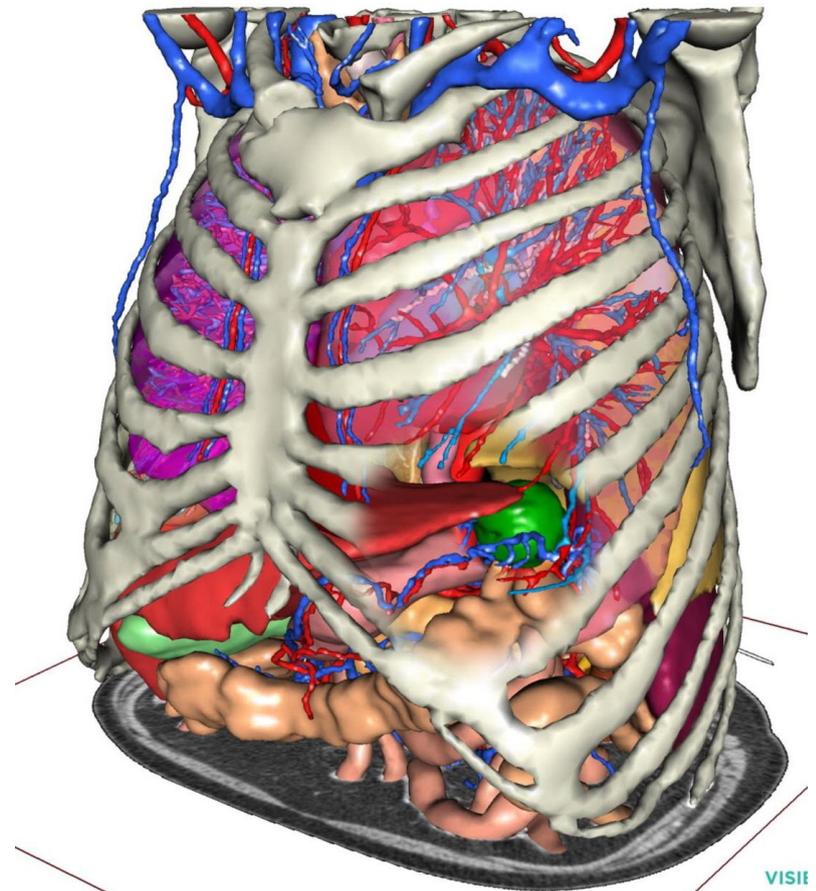
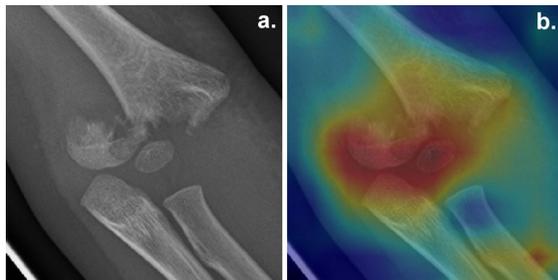
Effets spéciaux



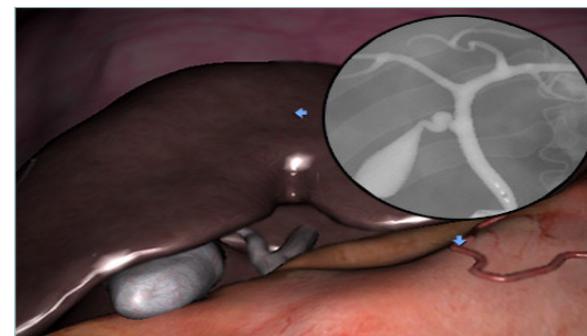
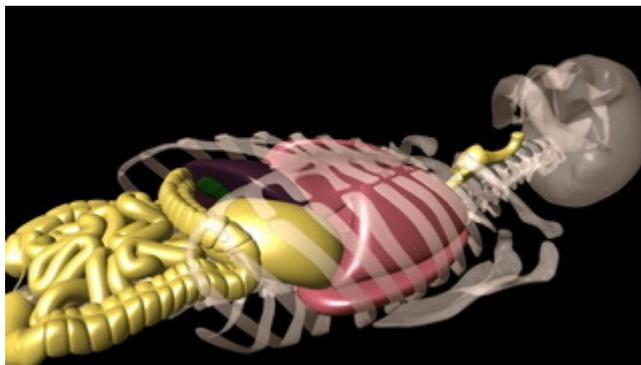
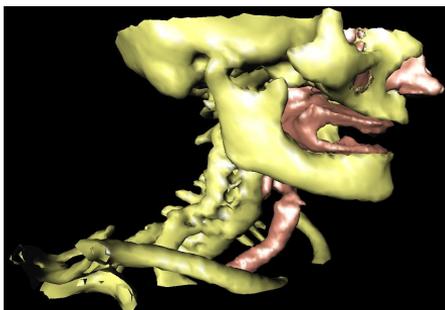
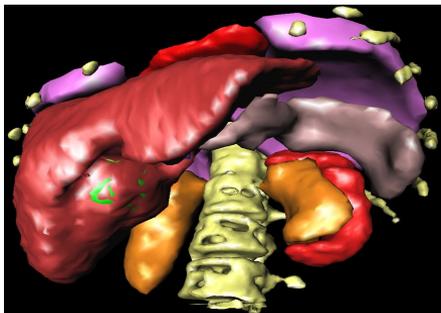
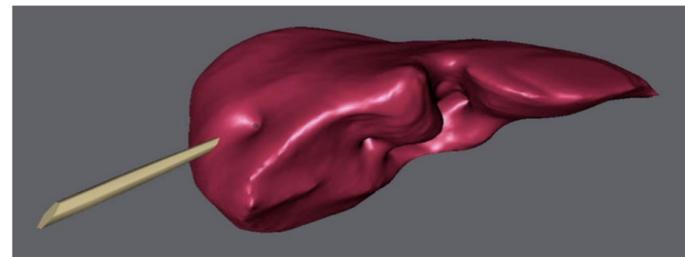
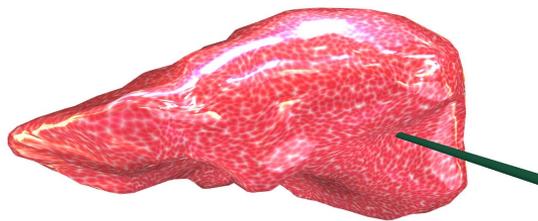
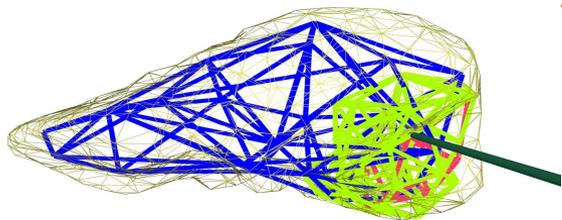
Simulation scientifique



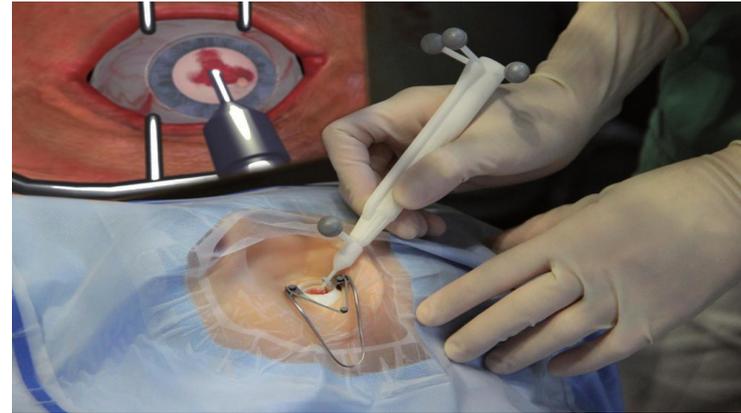
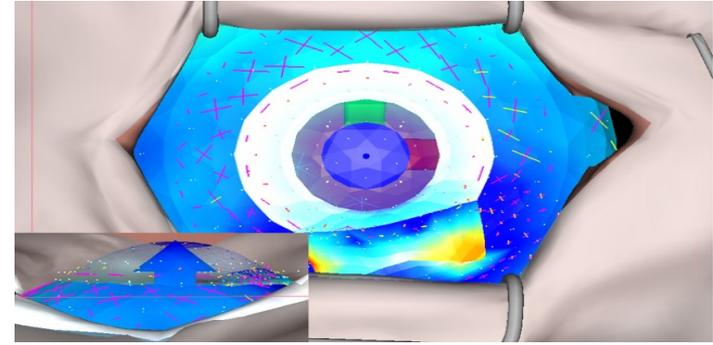
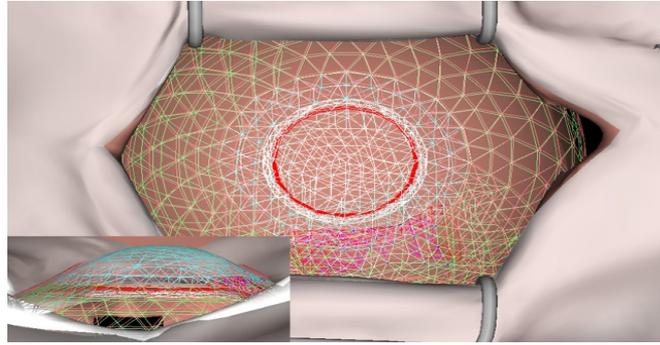
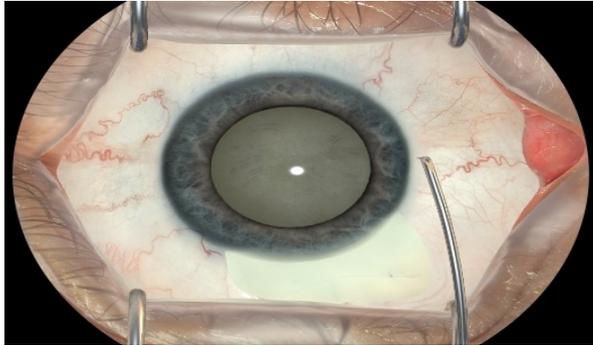
Imagerie médicale



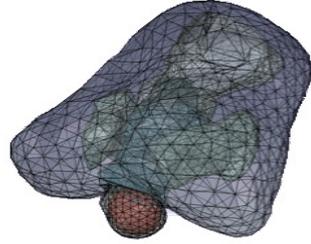
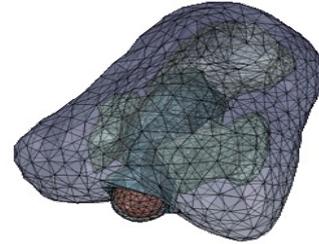
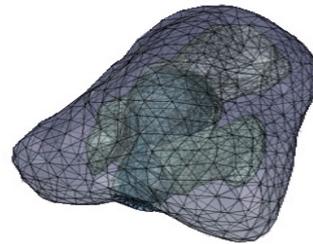
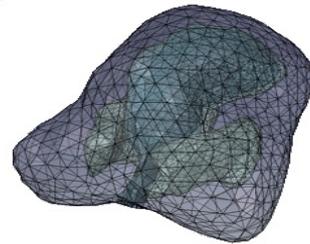
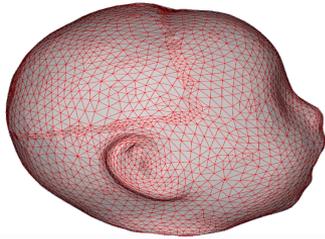
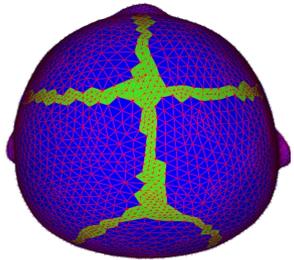
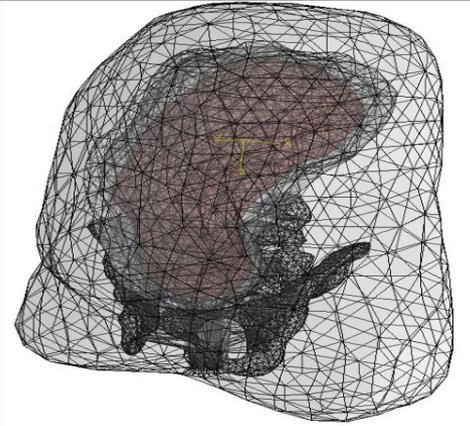
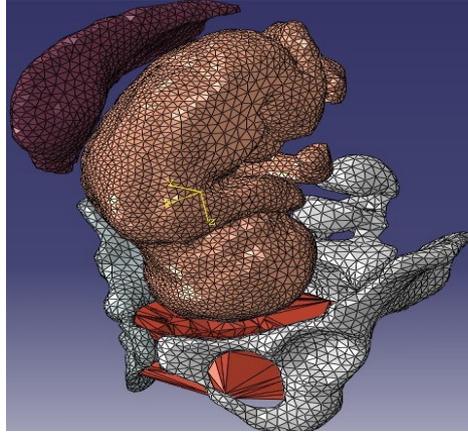
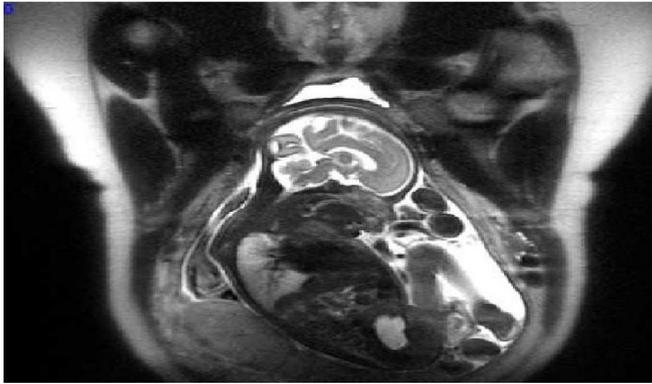
Simulation biomécanique



Simulation biomécanique



Simulation biomécanique



Et comment interagir avec l'image créée ?

Image virtuelle + matériel de vision + robotique = Réalité Virtuelle

Objectifs :

- Immerger l'utilisateur dans le monde virtuel
- Interagir avec le monde virtuel
- Reproduire les sensations du réel : vision, toucher, interaction

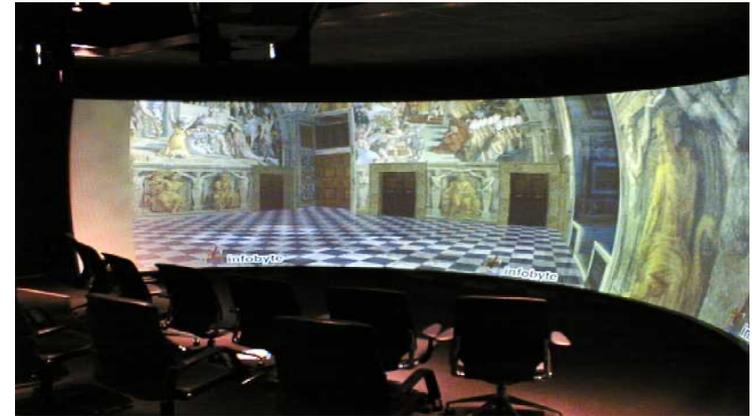


©Tous droits réservés UTM

Ecran remplacé par un autre dispositif de vision

Objectif : améliorer l'immersion dans le monde virtuel

- Mur de projections = association de plusieurs vidéo projecteurs
 - Intérêts : haute résolution, collaboration, travail à l'échelle 1
- Mais...
 - Couverture incomplète du champ visuel
 - Coût élevé



Ecran remplacé par un autre dispositif de vision

- Visio Cube ou CAVE : Immersion visuelle complète
 - Stéréoscopie masque structure cubique à l'utilisateur
 - Travail à l'échelle 1
 - Possibilité d'introduire des maquettes réelles



Ecran remplacé par un autre dispositif de vision

Casque de Réalité Virtuelle

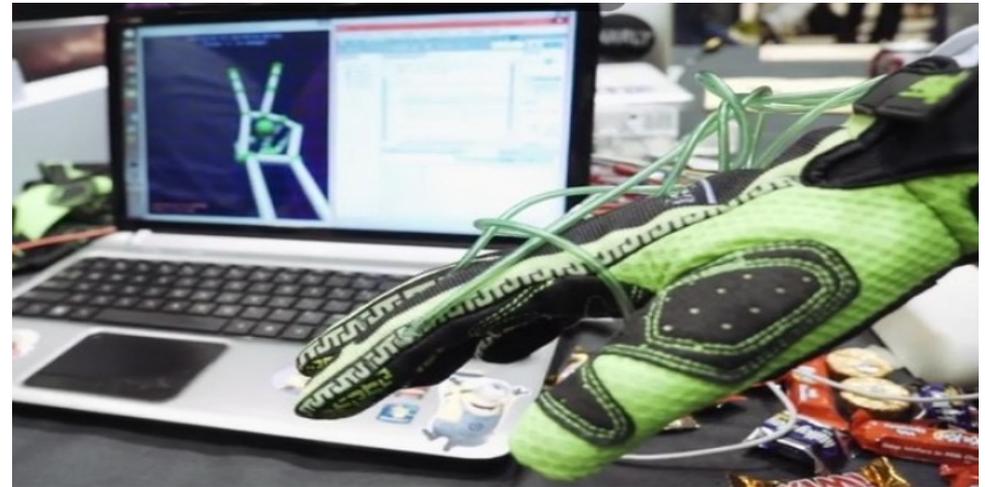


Souris-clavier remplacés par un autre dispositif d'interaction

Interfaces haptiques

Objectif : interagir en restituant la sensation du toucher

Gants haptiques : forces appliquées sur les doigts suite à la manipulation des objets présent dans l'environnement virtuel



Souris-clavier remplacés par un autre dispositif d'interaction

Interfaces haptiques

Bras à retour d'efforts



Phantom Omni - Sensable



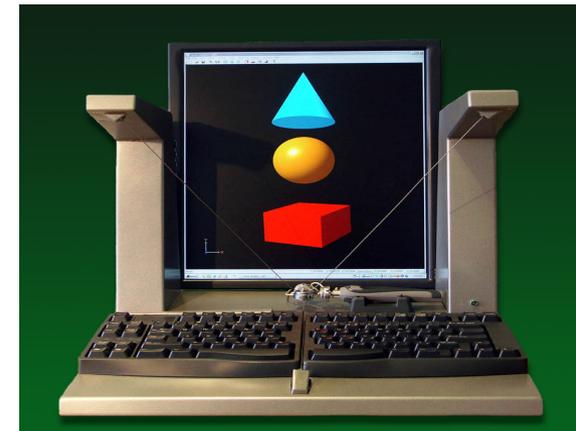
6 DOF Delta from Force Dimension



6 DOF Phantom Premium 1.5

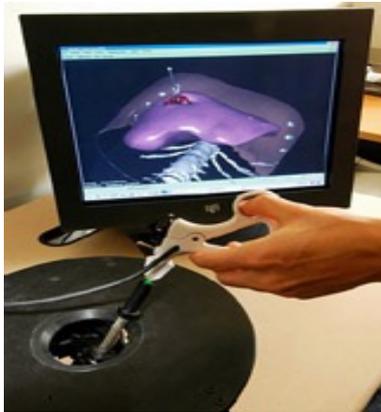


Falcom - Novint



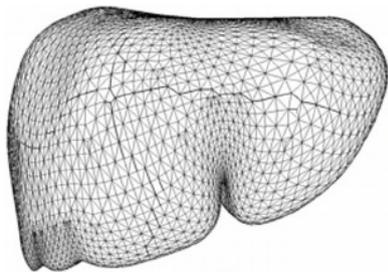
Mantis - Mimic

Pourquoi faire ? Pour la conception de simulateurs d'apprentissage

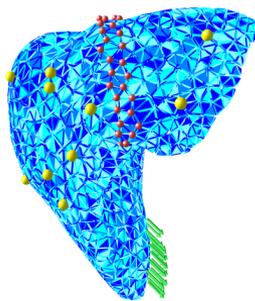


Réussir à interagir avec le monde virtuel
Interface haptique conçue selon l'application

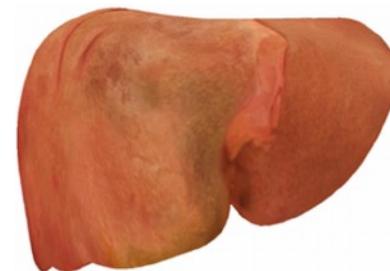
Conception de simulateurs d'apprentissage



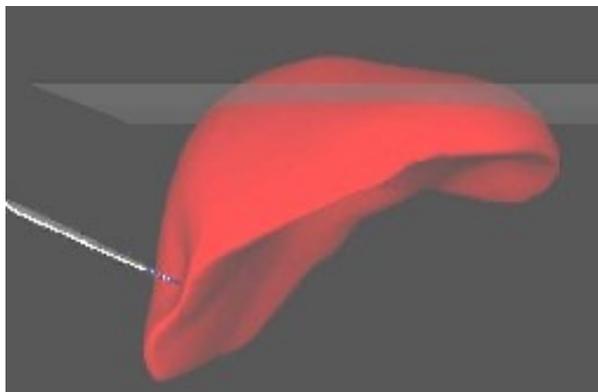
maillage = représentation



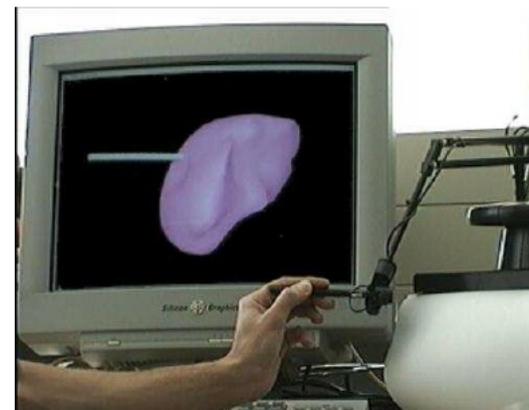
simulation = calculs



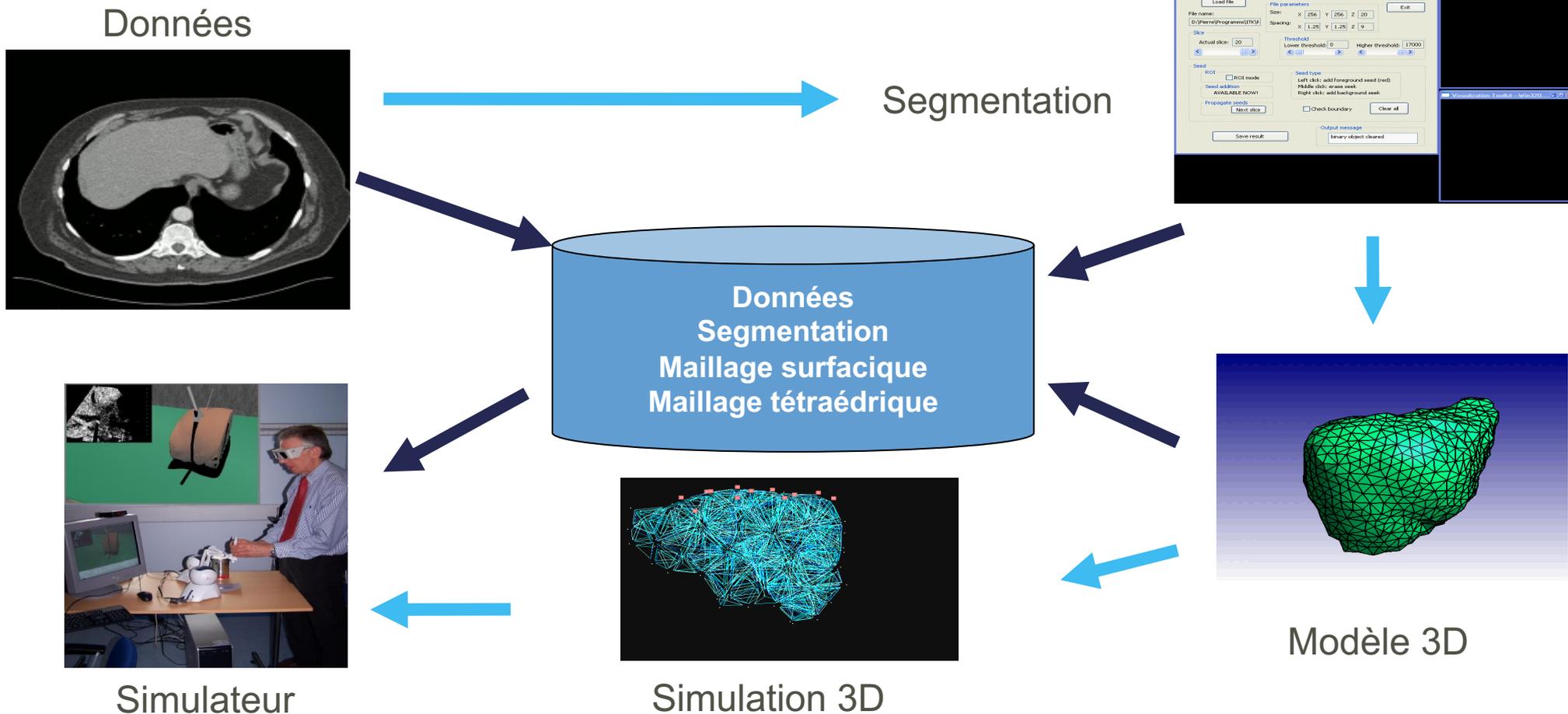
rendu = affichage



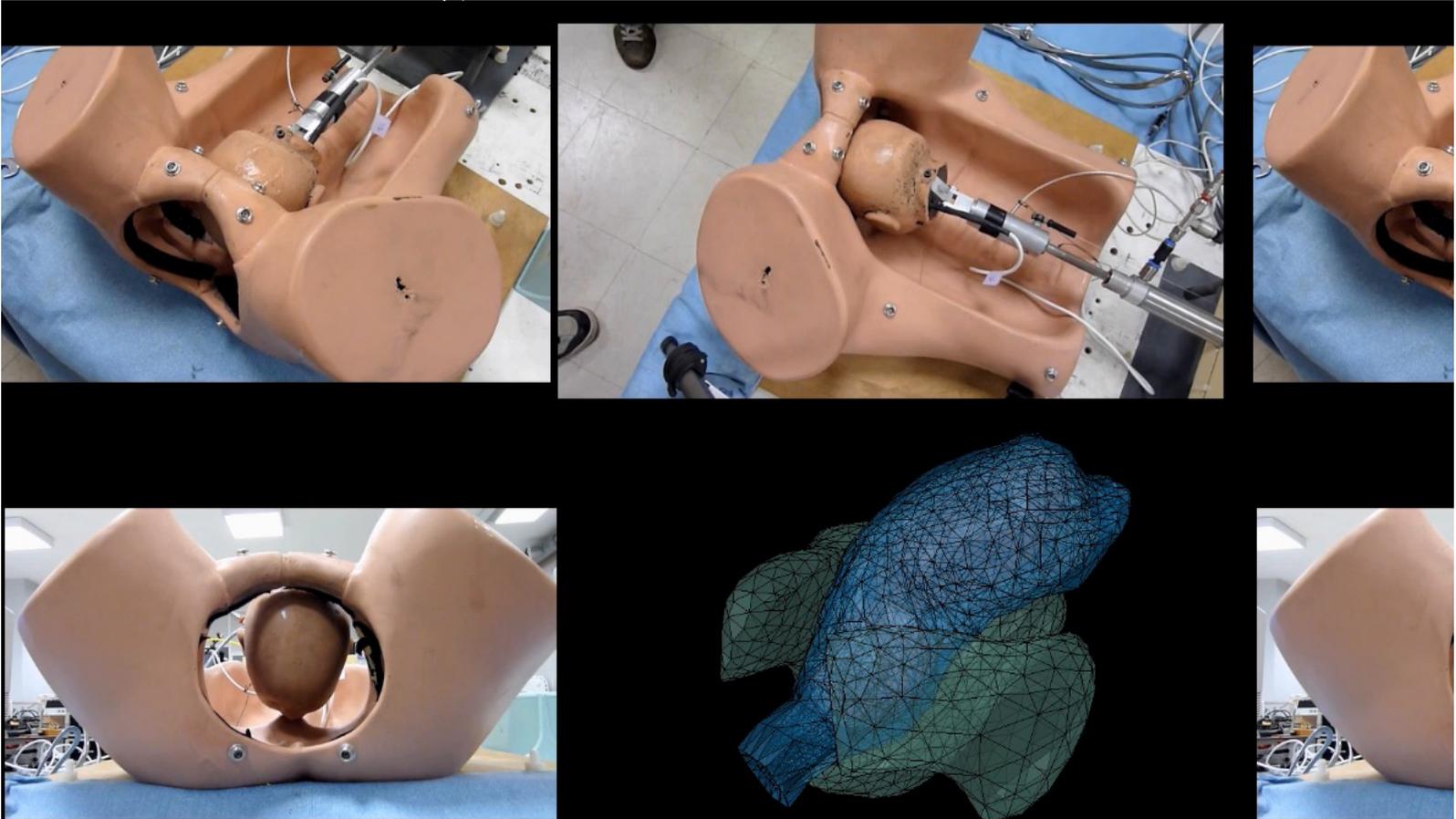
interaction utilisateur =
sensation tactile
+ déformation



Simulateurs de gestes chirurgicaux



Simulateurs de gestes chirurgicaux



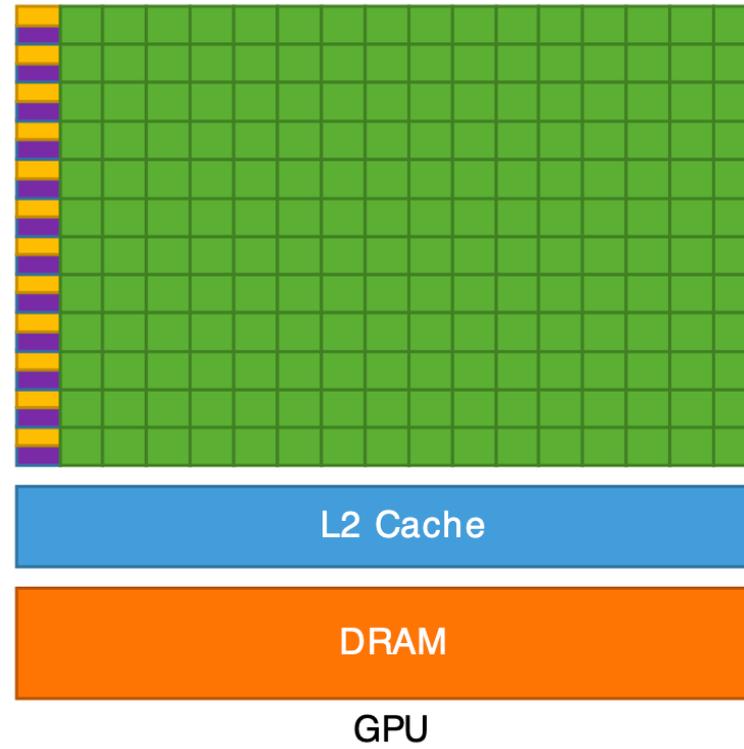
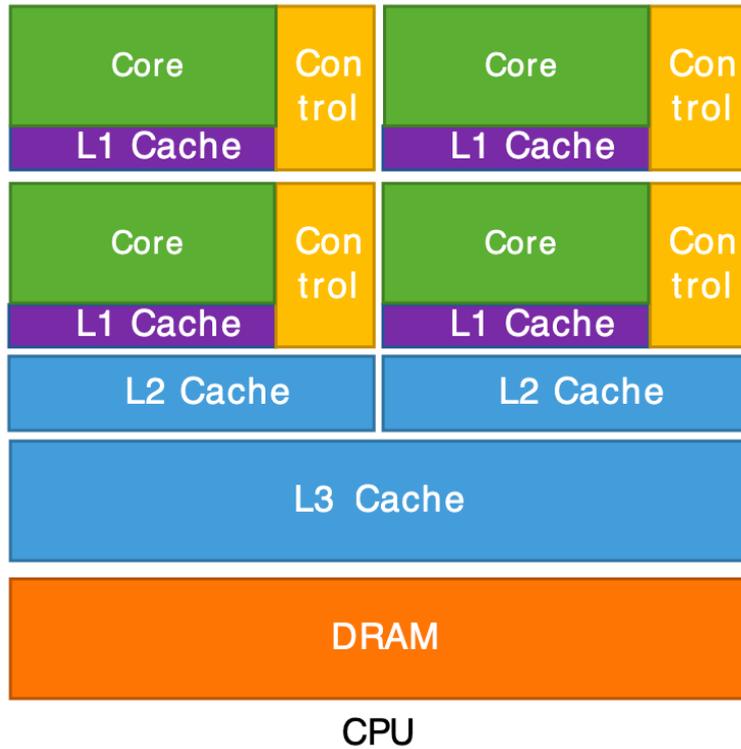
Tout ceci a été rendu possible grâce au matériel graphique (GPU) de plus en plus performant



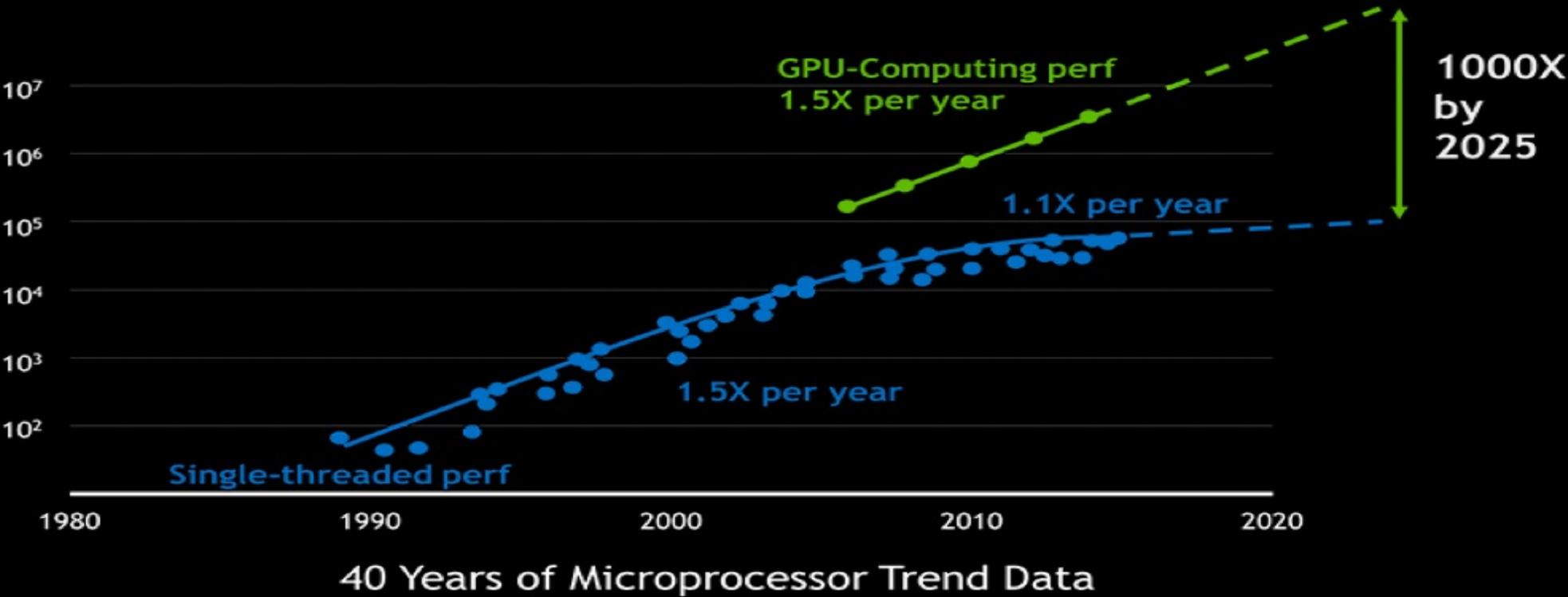
NVIDIA
ATI
INTEL



GPU : Graphics Processing Unit



Evolution des GPU



(image NVIDIA)

Evolution des GPU



NV1



RIVA 128



RIVA TNT



RIVA TNT2 Ultra



GeForce 256 DDR



GeForce 2 Ultra



GeForce 3 Ti500



GeForce 4 Ti 4800



GeForce FX 5950 Ultra



GeForce 6800 Ultra



GeForce 7950 GX2



GeForce 8800 GTS



GeForce 9800 GX2



GeForce GTX 295



GeForce GTX 480 Core 512



GeForce GTX 590



GeForce GTX 690



GeForce GTX TITAN Z



GeForce GTX TITAN X



TITAN Xp



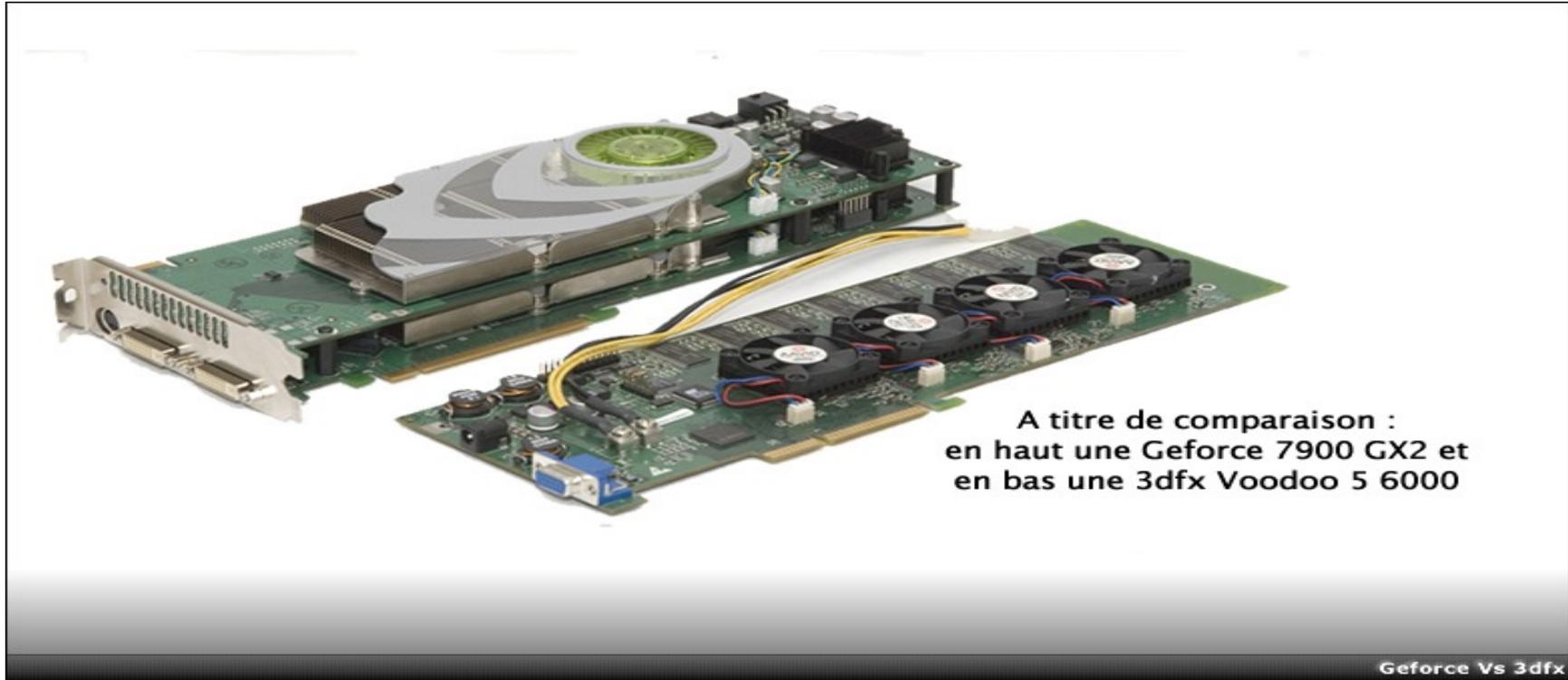
Titan RTX



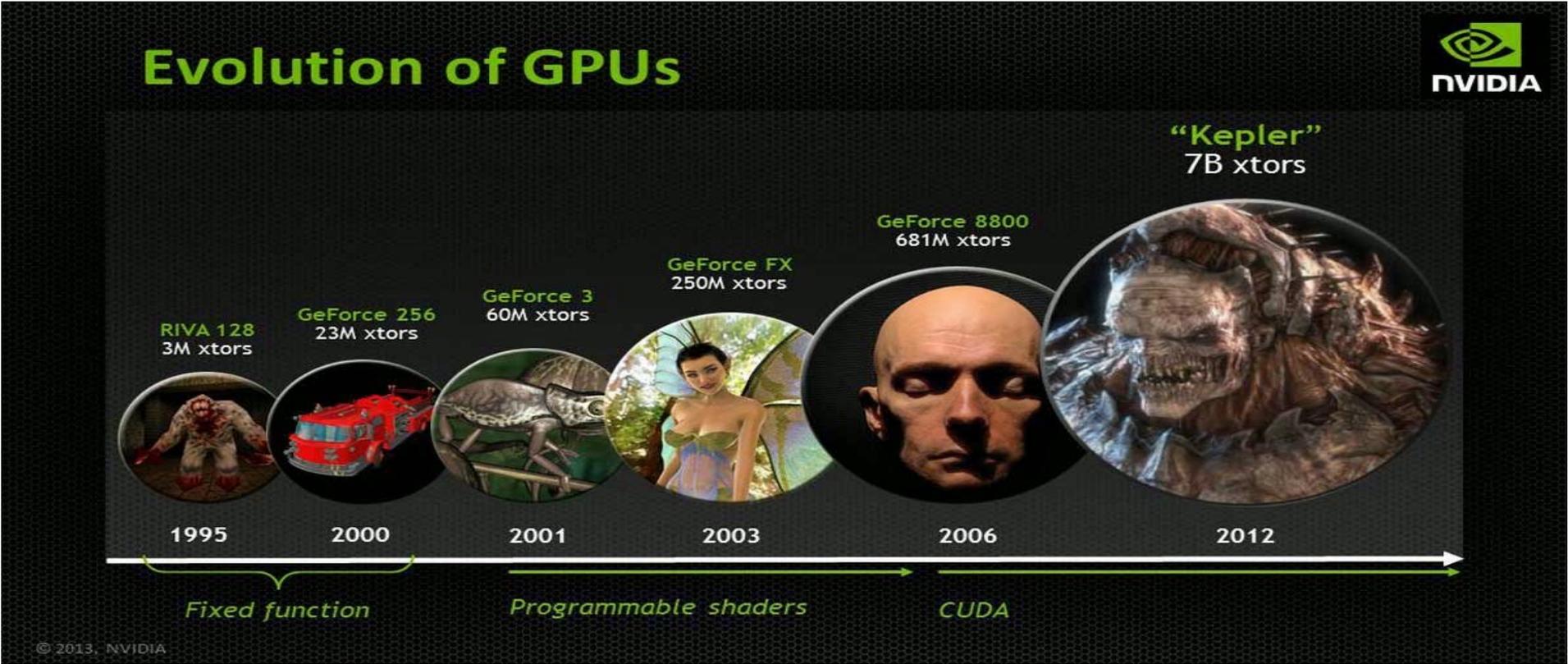
RTX 3090ti



Evolution des GPU



Evolution des GPU



Evolution des GPU



Fracture



Soft Shadows



Detailed Characters



Rich Environments



Indirect Lighting



Subsurface Scatter



Ambient Occlusion



Turbulence



Participating Media



Simulations



Fluids

Pour conclure

Jeux vidéo et films d'animation ont démocratisé la synthèse au grand public (depuis 2000) : Ubisoft, Pixar, DreamWorks, etc.

GPU (NVIDIA, ATI) font avancer les capacités de calculs : CG puis maintenant pour l'IA

Les grands industriels font avancer la recherche : Google et Facebook s'affrontent sur la RV à coup de rachat de startups du domaine

Algorithmes de Deep Learning modifient la vision par ordinateur, la synthèse d'images

La Robotique arrive ... avec tous les problèmes de vision et d'animation que cela comporte

Programme de l'UE LIFGraphique

Focus uniquement sur la Synthèse d'Images (la suite en L3, M1, M2 ID3D)

Cours + TD :

- Outils mathématiques : vecteur, matrice, etc.
- Rendu : pipeline du rendu projectif
- Représentation des objets : maillage
- Transformations géométriques
- Modèle d'illumination (ambient, diffus et spéculaire)
- Modélisation : révolution, extrusion, carte de hauteurs
- Texture, transparence
- Animation

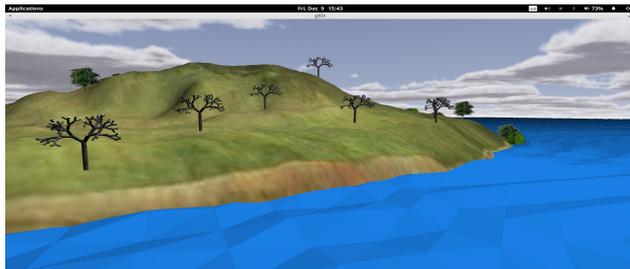
Transparents des cours sur la [page web de l'UE](#)

Programme de l'UE LIFGraphique

Sujet de TP :

- Affichage de formes de bases (cône, cylindre, sphère, cube)
- Affichage d'un objet constitué de formes de base (avion, fusée, etc.)
- Affichage d'un terrain avec ses normales et une texture
- Affichage de *billboards* sur le terrain
- Affichage d'une *cubemap* autour du terrain

Programmation avec la librairie [gKit2 light](#) / langages C++ et OpenGL



MCC – Modalité de Contrôle des Connaissances – en CCI

Note de l'UE = **25% CC effectués en TD** + **35% note TP** + **40% CCF** (épreuve commune anonyme)

- **2 CC effectués en TD :**

jeudi 10 octobre 2024 (Lippmann 207)

jeudi 7 novembre 2024 (Nautibus 002)

- **TP à rendre** : jeudi 28 novembre 2024 – 13h

- **CCF Session 1** - jeudi 5 décembre 2024 à 9h45-10h45

- *CCF Session 2 – au mois de juin/juillet 2025 – remplace la note de CCF Session 1*

- *en cas d'absence au CCF Session 1 : obligatoire de passer la session 2 !*