

# Introduction à la synthèse d'images

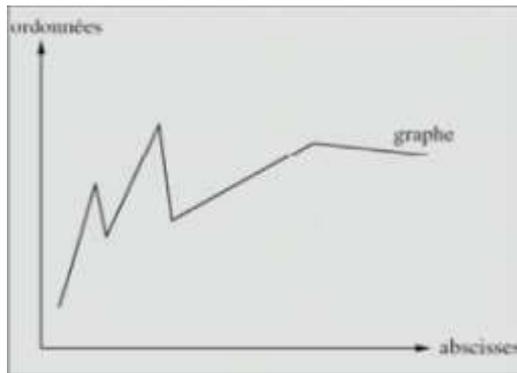
**Cours de master – M1(Option: I.V.A.)**

**Université Mohamed Khider Biskra**

**2020-2021**

**Dr: Zerari Abd El Mouméne**

# Évolution historique (1)



Historiquement: Lignes 2D



Image 2D

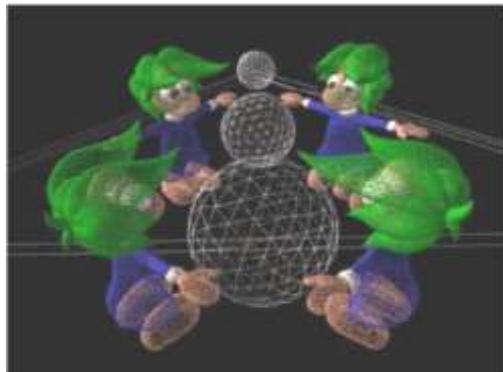


Image ~ lignes 3D

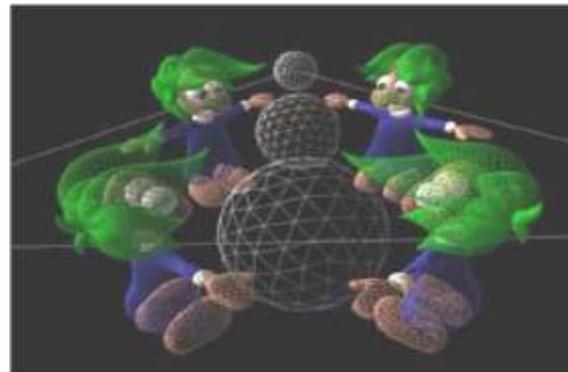


Image ~ lignes cachées

# Évolution historique (2)



Image 3D



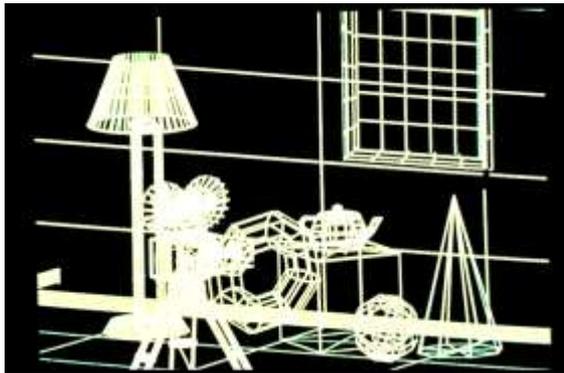
+ Ombres



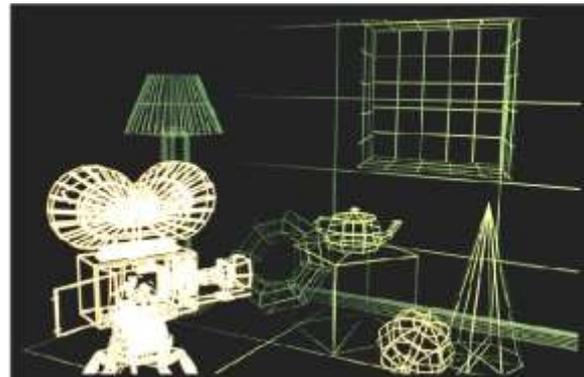
Photo-réalisme



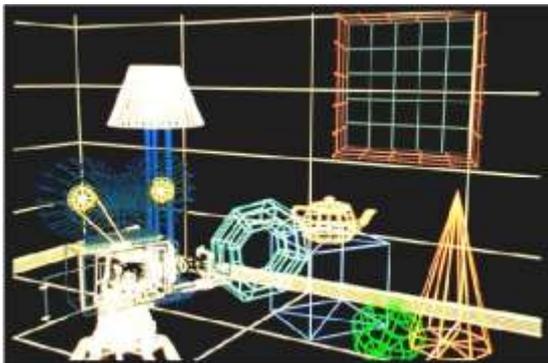
# Évolution historique (3)



Visualisation filaire en projection perspective



Visualisation filaire avec effet de profondeur



Visualisation filaire colorée



Élimination des lignes cachées

# Évolution historique (4)



Élimination des surfaces cachées



Éclairage local diffus



Lissage de Gouraud



Éclairage spéculaire

# Évolution historique (5)



Éclairage spéculaire et lissage de Gouraud



Éclairage spéculaire et lissage de Phong



Modèle d'ombrage local : modèle de Phong



Placage de textures

# Historique (1)

- Années 50-60, Essentiellement CAO mécanique
  - 50 : MIT : ordinateur + tube cathodique
  - 60 : DEC PDP-1, Traceur de courbes, Tubes à mémoire Direct View Storage Tube
  - 61 : MIT, Y. Sutherland, Sketchpad, 1er système d'aide au dessin
  - 61 : Russel : Spacewar, le premier jeu vidéo
  - 62 : Bezier (Renault) méthode de tracer de courbes ou de surfaces
  - 63 : Coons méthode de surfaces à partir de patches
  - 64 : DAC-1 (General Motors et IBM) modèle 3D de voiture et affichage selon plusieurs points
    - de vue
  - 65 : J. Bresenham algorithme efficace de tracé de lignes
  - 66 : Sutherland invente le head-mounted display
  - 68 : U. Utah, Evans crée un groupe d'Info Graphique avec Sutherland
  - 69 : Warnock algorithme de suppression de faces cachées

# Historique (2)

- Années 70 : Terminaux à balayage systématique (raster graphic, raster scan, pixels, mémoire image (frame buffer, bit map))
  - 71 : Gouraud lissage d'ombres, Atari, Pong, 1er jeu vidéo grand public, CSG
  - 72 : Xerox 1er frame-buffer 8 bits
  - 73 : 1ere conférence ACM SIGGRAPH
  - 74 : Catmull, placage de texture, Z-buffer, rendu de surfaces courbes
  - 74 : Phong lissage d'ombres, Sutherland et Hodgman clipping de polygones
  - 75 : Mandelbrot (IBM) géométrie fractale, Lucas crée ILM (Industrial Light & Magic)
  - 76 : Blinn (Utah)environment mapping
  - 77 : Bresenham tracé de cercles, Standard GKS, Star Wars, de G. Lucas
  - 78 : Blinn, bump mapping, Cyrus et Beck clipping de segments
  - 79 : Kay et Greenberg rendu de surfaces transparentes
  - 79 : Catmull, Guggenheim et Smith création de Lucasfilm

# Historique (3)

- Années 80 : Stations de travail graphiques
  - 80 : Tron (Disney) : 15 minutes de synthèse, Standard PHIGS
  - 80 : Whitted ray tracer avec ombres, réflexion, réfraction, antialiasing
  - 82 : Brigham (NYIT) morphing, création de Silicon Graphics, d'Adobe et d'AutoDesk
  - 83 : Reeves (Lucasfilm) Particle Systems (explosion de la planète), Création d'Alias
  - 83 : Williams (NYIT) Pyramidal Parametrics, mip-mapping
  - 84 : premiers travaux sur la radiosité à Cornell University
  - 84 : J. Lasseter entre chez Lucasfilm, Lucasfilm introduit l'effet motion blur
  - 84 : Liang et Barsky algorithme de clipping, Wavefront 1er modeleur 3D commercial
  - 85 : Max Headroom a son émission de télé, Adobe crée PostScript, Création de ATI
  - 87 : Steve Jobs rachète le groupe CG de Lucasfilm, Luxo Jr (Pixar) 1er film de synthèse nominé
  - aux Oscars, TIFF, GIF, VGA... , Lorensen et Cline Marching Cubes
  - 88 : Pixar crée RenderMan

# Historique (4)

- Années 90 : simulation fine de l'éclairage
  - 88 : Willow (Lucasfilm) morphing 89 : Tin Toy (Pixar), ILM effets spéciaux de Abyss
  - 90 : Graphics Gems
  - 91 : ILM Terminator 2, JPEG, MPEG
  - 92 : OpenGL 1.0 , Apple crée QuickTime , U. d'Illinois étude systèmes de type CAVE
  - 93 : Doom (ID Software), Création de Digital Domain, Création de NVIDIA
  - 94 : SGI + Nintendo = Nintendo 64, Jurassik Park (ILM)
  - 95 : DreamWorks SKG, Toy Story (Pixar & Disney), Fusion de Alias et Wavefront
  - 95 : OpenGL 1.1
  - 96 : Microsoft DirectX
  - 97 : Sun Java 3D
  - 98 : Maya (Alias|Wavefront), Geri's game (Pixar), OpenGL 1.2
  - 99 : Star Wars episode I, Toy Story 2 (Pixar)

# Historique (5)

- De nos jours :
  - 00 Dinosaur (Disney)
  - 01 : Final Fantasy, Shrek (Dreamworks), Monsters inc (Pixar), OpenGL 1.3
  - 02 : OpenGL 1.4, DirectX 9.0
  - 03 : OpenGL 1.5, Finding Nemo (Pixar & Disney)
  - 04 : Shrek 2 (Dreamworks SKG), Doom 3 (ID Software),
  - 04 : The incredibles (Pixar & Disney) , OpenGL 2.0
  - 16 Vulkan
  - 17 : OpenGL 4.6
- Toujours limitée par les performances matérielles !

# Définition

## Analyse d'image

Utilisation de l'ordinateur pour interpréter le monde extérieur au travers les images.

- 1) Traitement d'images (Image Processing) : amélioration d'images, segmentation, détection de contours,...
- 2) Reconnaissance des formes (Pattern Recognition).
- 3) Vision par ordinateur (Computer Vision)

## Synthèse d'image

Produire une image à partir d'une description des objets représentés.

- 1) Visualisation des données scientifiques.
- 2) Calcul et restitution d'image réaliste ou symbolique,
- 3) Synthèse d'image interactive.

# synthèse d'images

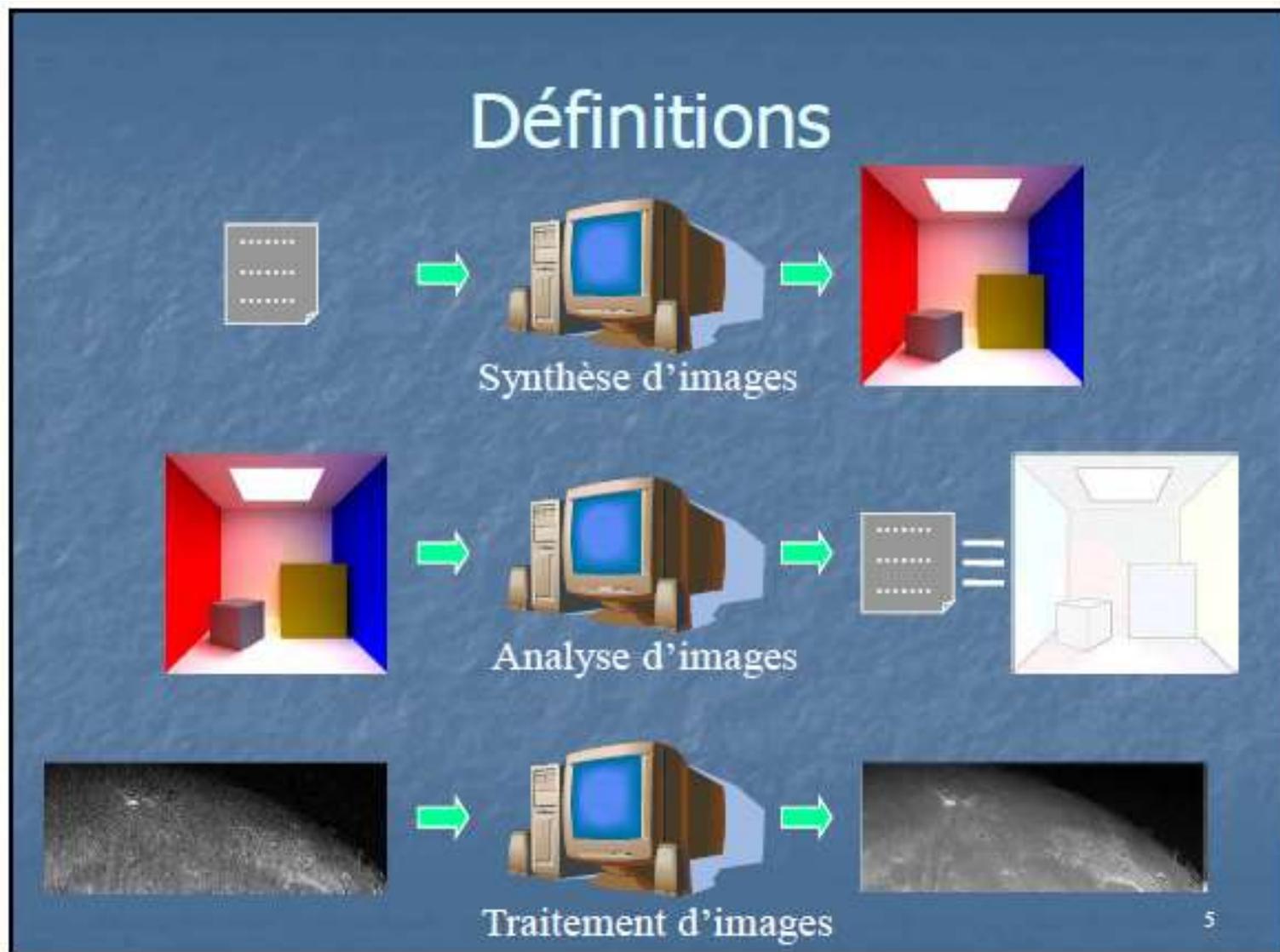
## plusieurs formes de synthèses :

- 2D, 3D,
- realiste,
- stylisee,
- "simpliee".

2D

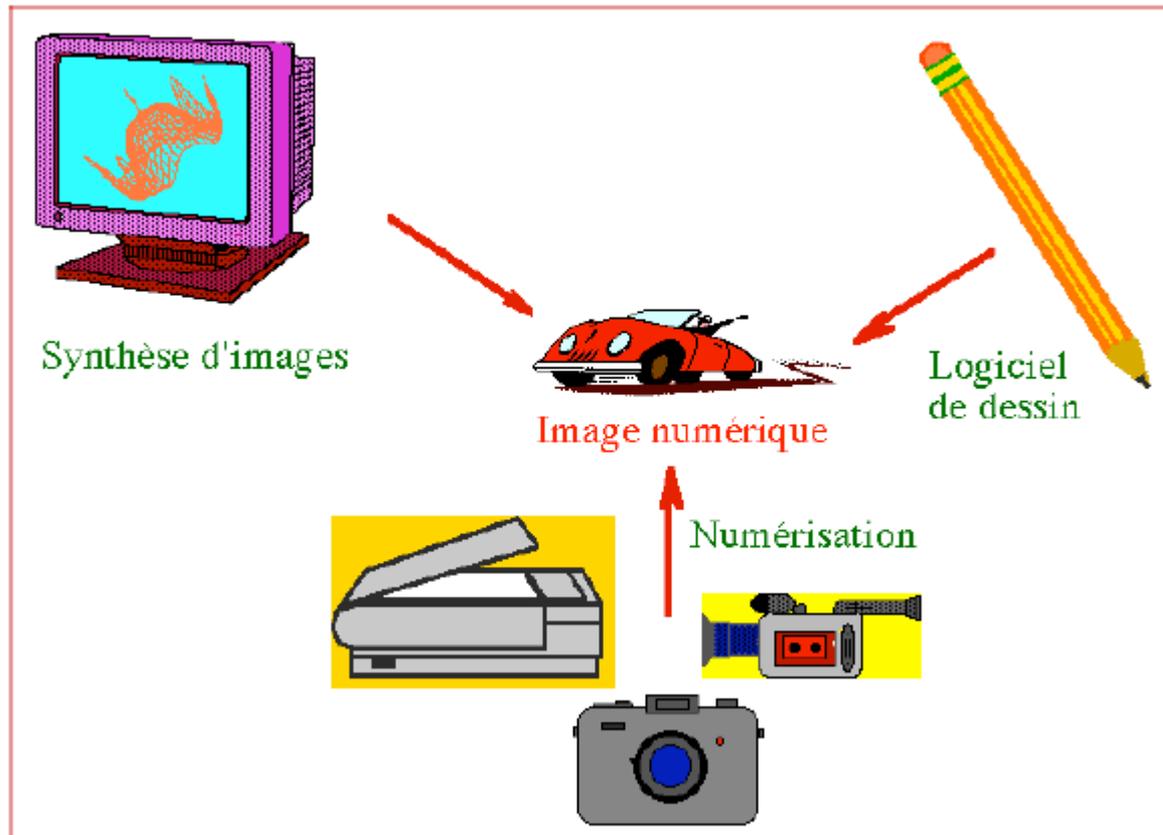


# Définition



# Éviter les confusions

## Images numérique/images de synthèse



# Image 2D

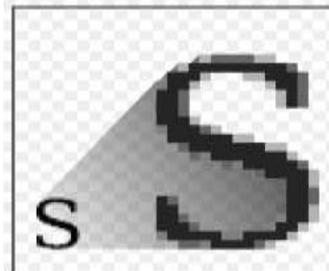
Ces images sont créées par des techniques travaillant directement sur les deux dimensions de l'image, que ce soit :

- 1) en créant des formes (dessin, peinture, etc) ;
- 2) ou par des processus algorithmiques divers (images fractales) ;
- 3) ou par traitement d'images.

On distingue principalement 2 types d'image en infographie 2D :

- 1) les images matricielles ;
- 2) les images vectorielles, qui peuvent être redimensionnées.

## Exemple



**Matriciel**  
.jpeg .gif .png



**Vectoriel**  
.svg

# Image 3D

Les images sont créées par des techniques d'infographie 3D ayant pour but la représentation de volumes mis en perspective. Les principales étapes de création des images 3D sont :

- 1) la modélisation des objets de la scène en trois dimensions,
- 2) le positionnement rapide de ces objets dans la scène
- 3) éventuellement l'articulation (squelettage , maillage (*skinning*)) puis l'animation des personnages
- 4) la position et la trajectoire de la caméra et de la cible,
- 5) le positionnement et le réglage des lumières,
- 6) la création et l'affectation des textures,
- 7) la simulation des phénomènes physiques (particules, fluides, vêtements...)
- 8) le choix du moteur de rendu et son paramétrage (éventuellement des *passes de rendu*),
- 9) le calcul des images (rendu)

## Exemple

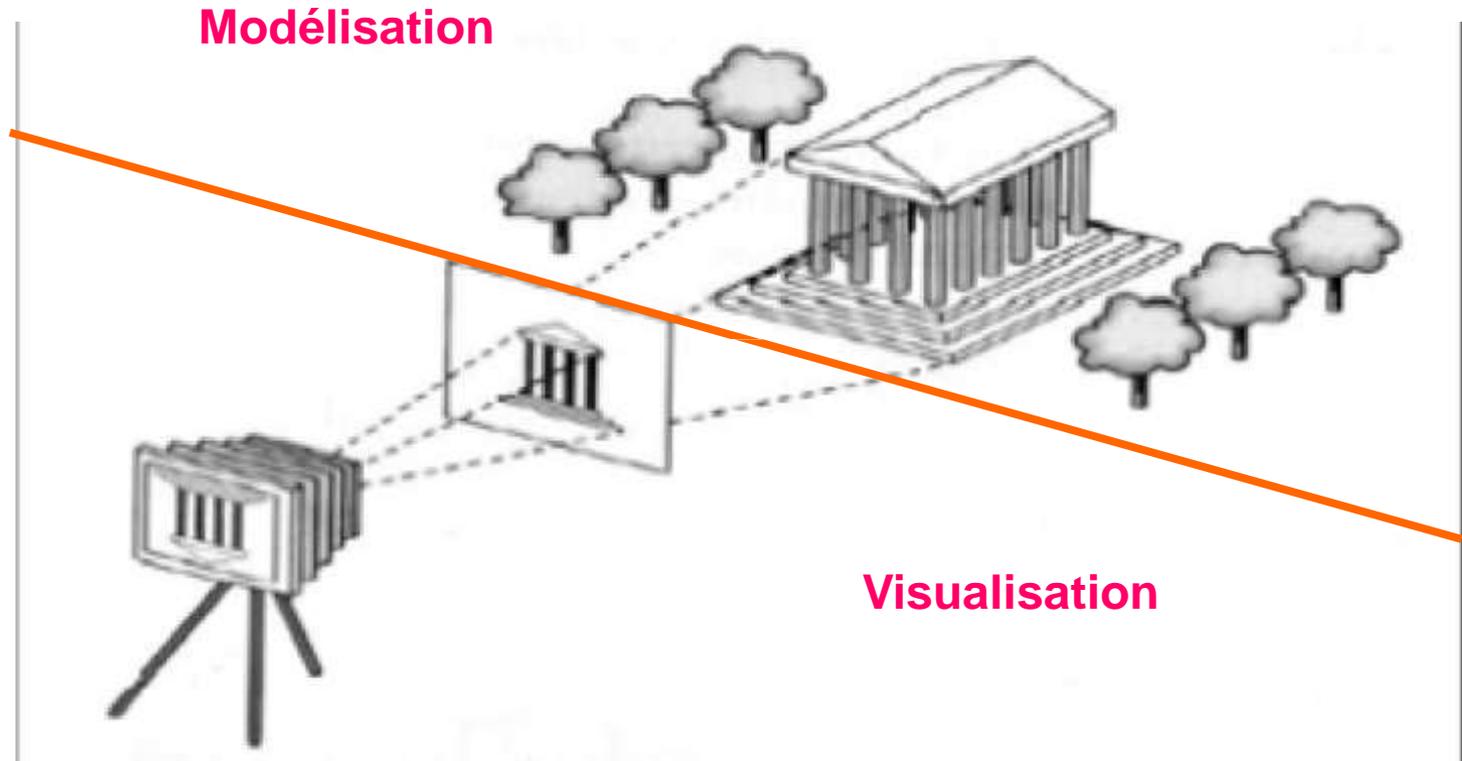


# Image 3D

3D



# Synthèse d'Images



# Étape de création

La synthèse d'images comporte deux phases principales :

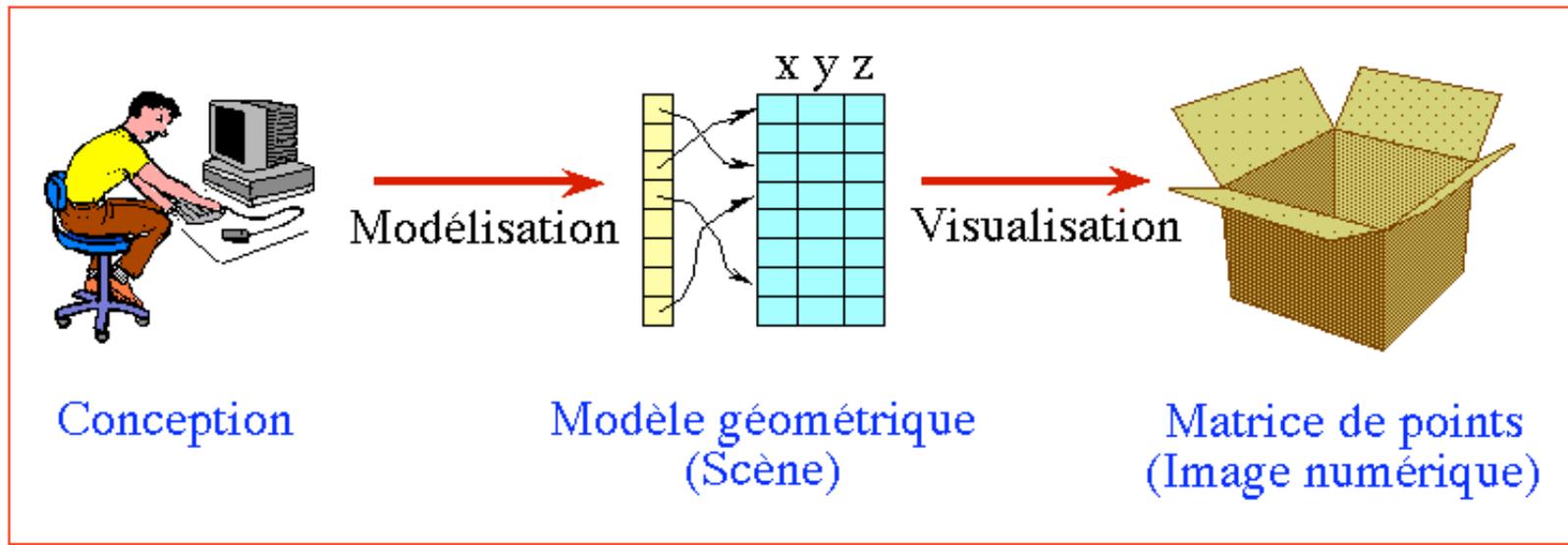
- ✓ La création de la scène,
- ✓ La visualisation de la scène.

# La création d'une scène

- ✓ La première phase consiste à créer dans la mémoire de la machine les structures de données définissant les objets constituant la scène.
- ✓ C'est la phase de modélisation

# La production d'une image

- ✓ On applique un algorithme de visualisation qui travaille avec comme données les structures créées dans la première phase et dont le résultat est l'image plus ou moins réaliste.
- ✓ C'est la phase de visualisation.



# Modélisation

✓ C'est l'étude des différentes structures abstraites pouvant servir à mémoriser des scènes; une telle structure s'appelle un modèle.

➤ En modélisation on s'intéresse aux propriétés du modèle

- Facilité de création,
- Facilité de modification
- Facilité de visualisation.

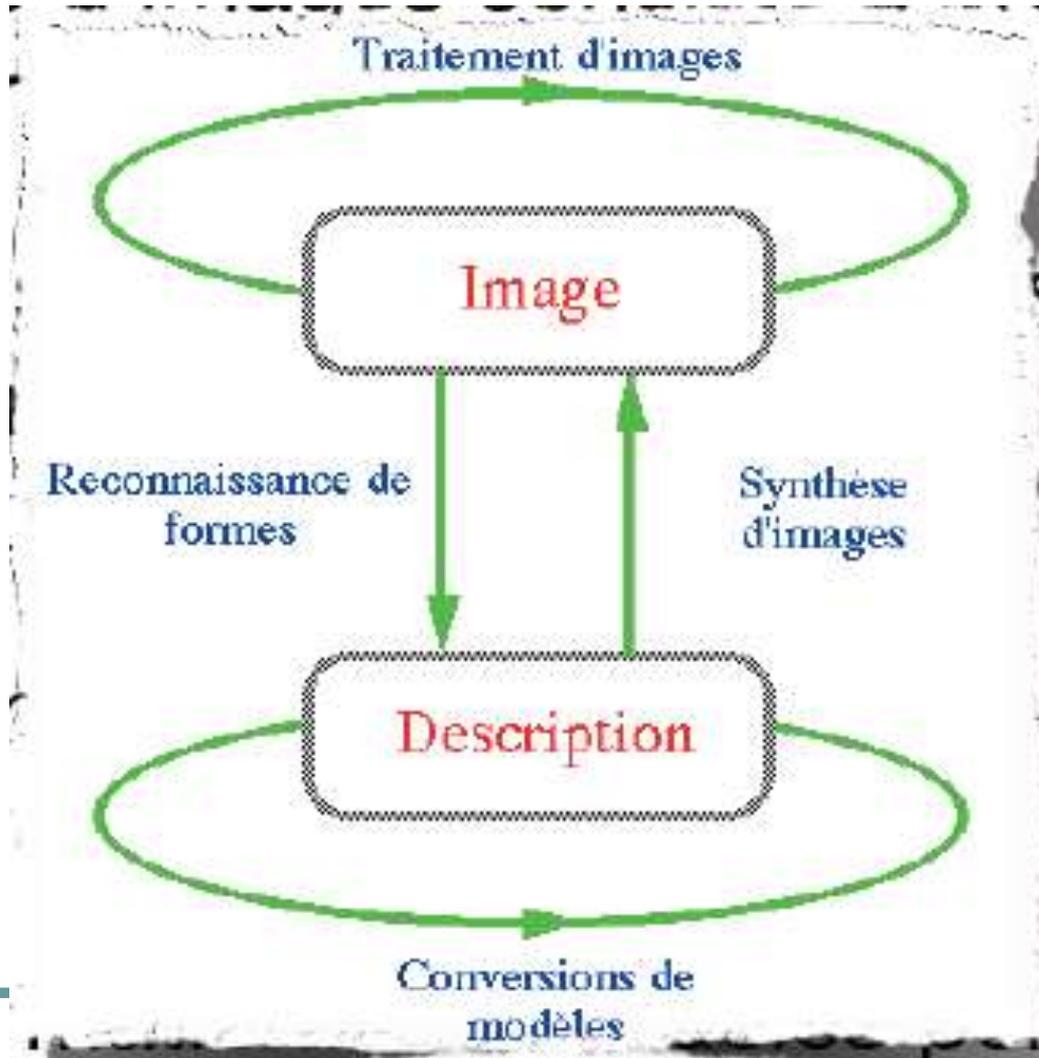
# Visualisation

- ✓ En visualisation on s'intéresse à la production des images et leur propriétés :
- ✓ Leur nature,
- ✓ Leur qualité,
- ✓ La rapidité d'obtention,
- ✓ Les techniques de rendu et de visualisation,

# Activités autour de l'image

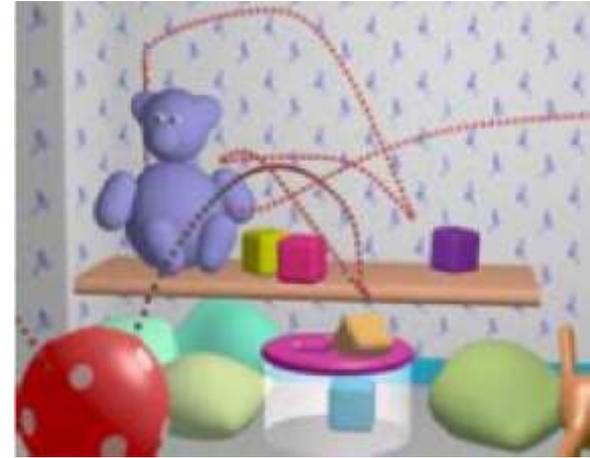
- ✓ La synthèse d'images consiste à produire une image à partir d'une description de la scène.
- ✓ La reconnaissance de formes analyse une image pour en extraire des informations pertinentes par rapport à un domaine particuliers.
- ✓ Le traitement d'images travaille sur des images en entrée et donne des images en sortie.
- ✓ Les transformations de modèles permettant de convertir un modèle en un autre. Les données comme les résultats sont alors des scènes.

# Activités autour de l'image



# Production d'un film de synthèse

1. Modélisation des objets, d'une scène
2. Rendu d'une image à partir des objets, matières, éclairages, caméras...
3. Animation spécifier ou calculer mouvements et déformations



**Rendu rapide pour vérification (tps réel)**

**Rendu complet :**

**90 mn par image, 25 img/sec, 1h30 de film = 202500 h de calcul**

# Processus de synthèse

- **Modélisation**
  - Morphologique
  - Placement des objets dans la scène 3D
  - Texture et habillage
- **Rendu**
  - **Lumière/Matière**: Simulation de l'éclairage
  - Visualisation: par rapport à un point de vu.

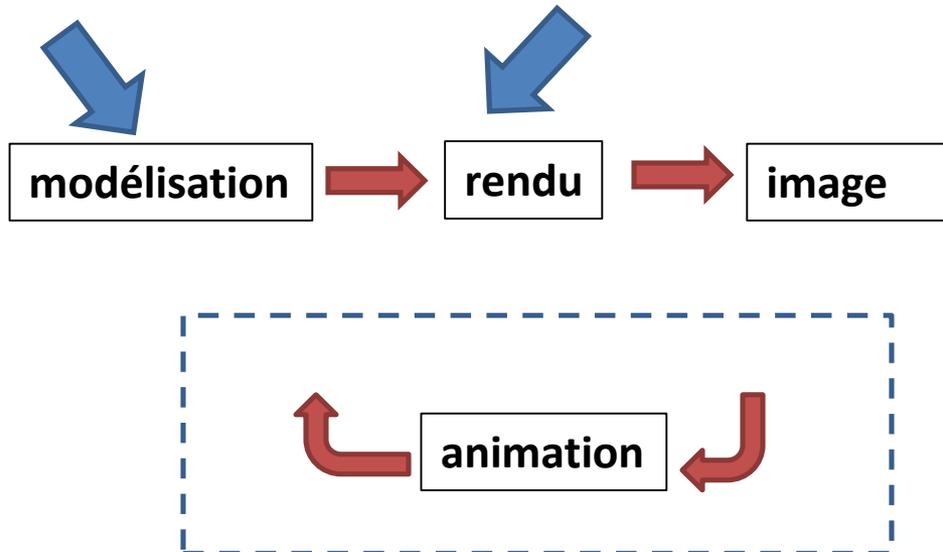
# Principes de la synthèse d'images

- Construction d'une scène 3D
  - Modélisation géométrique
    - Forme des objets
  - Modélisation radiométrique
    - Sources lumineuses
  - Modélisation photométrique
    - Matériaux des objets
- Calculs de simulation d'éclairage
  - Inter-réflexions lumineuses
- Construction d'une image
  - Deux grandes familles :
    - Tampon de profondeur
    - Lancé de rayons

# La chaîne de synthèse

Aperçu de quelques techniques de base

Étude de deux « méthodes », l'une en rendu différé, l'autre en rendu temps réel



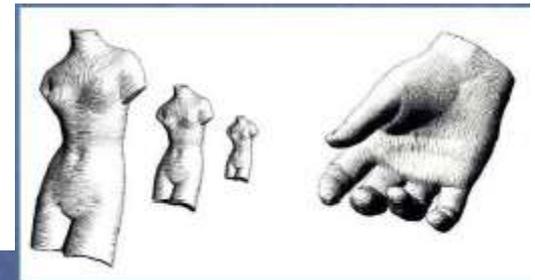
# Notion de rendu

## ❑ Définition

- phase finale de tout logiciel de synthèse d'images
- permet le calcul effectif de l'image finale

## ❑ Nombreux types de rendu

- fil de fer
- Expressif
- Réaliste
- Etc ...



**Le choix dépend de l'application visée**

# Notion de rendu

## Deux grandes catégories d'algorithmes

### ❑ Rendu temps réel

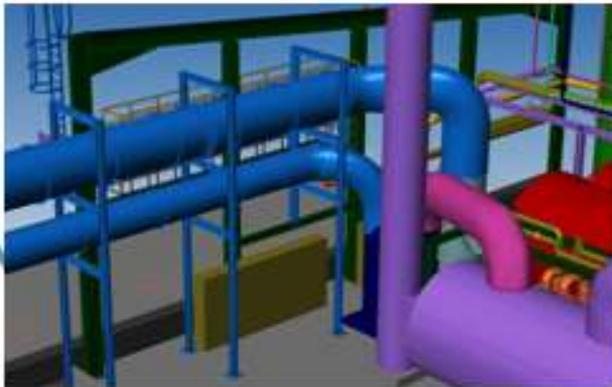
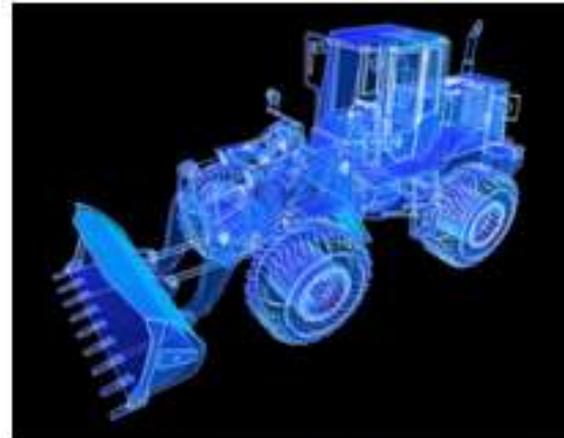
- Chaque image est calculée en moins de 1/25e de seconde.
- Utilisé pour les applications interactives (jeux vidéo, simulateurs, etc.)
- Simplifications importantes

### ❑ Rendu différé

- Pas de limite au temps de calcul d'une image
- Utilisé pour les applications nécessitant précision et qualité (cinéma, architecture, etc)
- Prise en compte de très nombreux phénomènes

# Domaines d'application

## CAO et CFAO



# Domaines d'application

- Dessin animé et cinéma
- Télévision, publicité
- Architecture
- Médecine, biologie
- Pédagogie
- Simulation
- Cartographie
- Jeux vidéo
- Recherche