

Introduction à la synthèse d'images

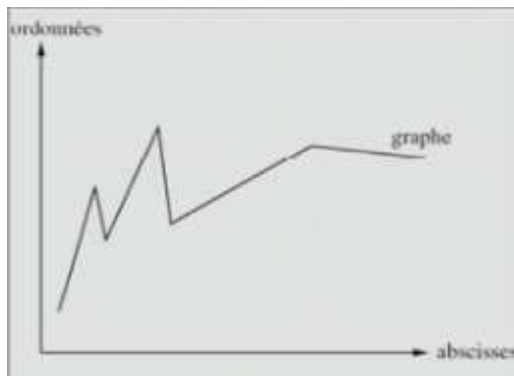
Cours de master – M1(Option: I.V.A.)

Université Mohamed Khider Biskra

2020-2021

Dr: Zerari Abd El Mouméne

Évolution historique (1)



Historiquement: Lignes 2D



Image 2D

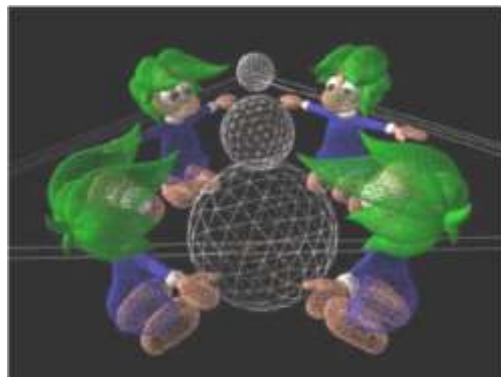


Image ~ lignes 3D

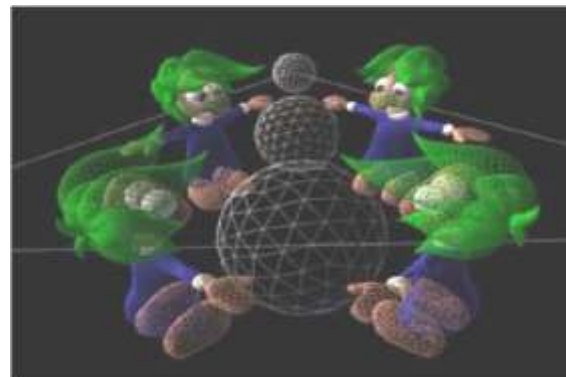
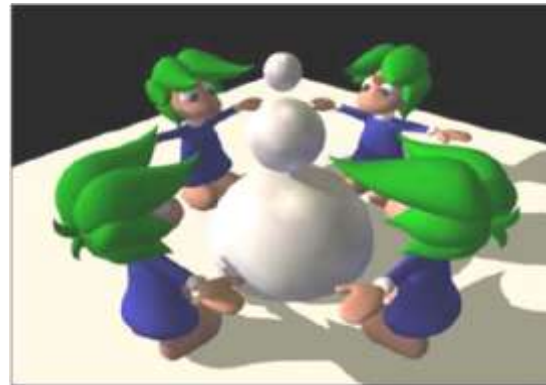


Image ~ lignes cachées

Évolution historique (2)



Image 3D



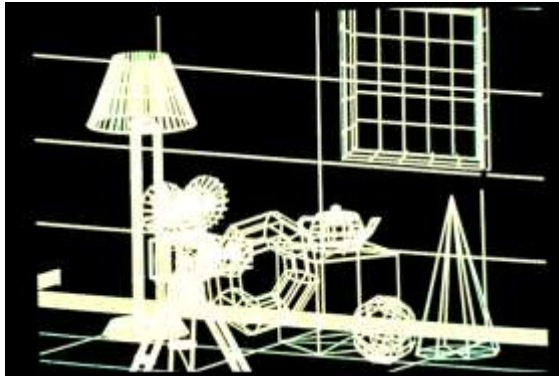
+ Ombres



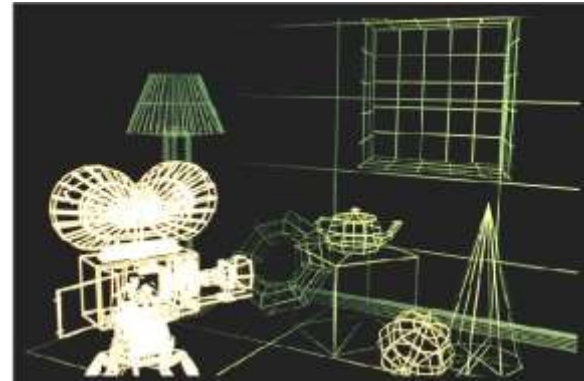
Photo-réalisme



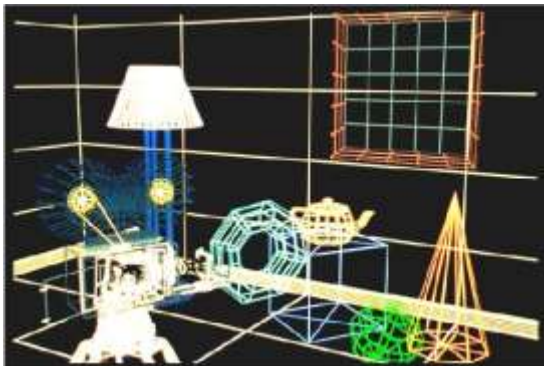
Évolution historique (3)



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

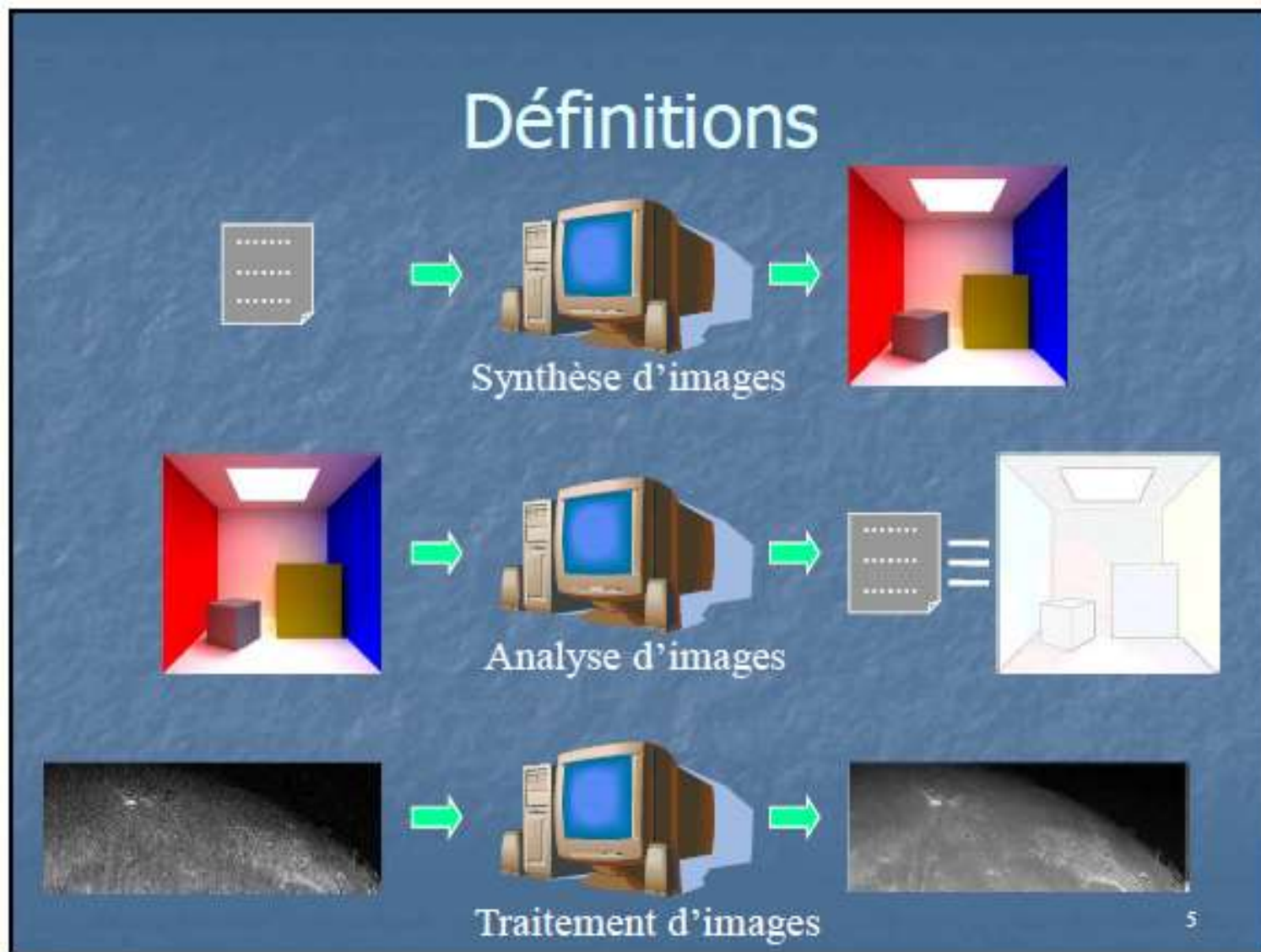
plusieurs formes de synthèses :

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

2D



Définition



Éviter les confusions

Images numérique/images de synthèse

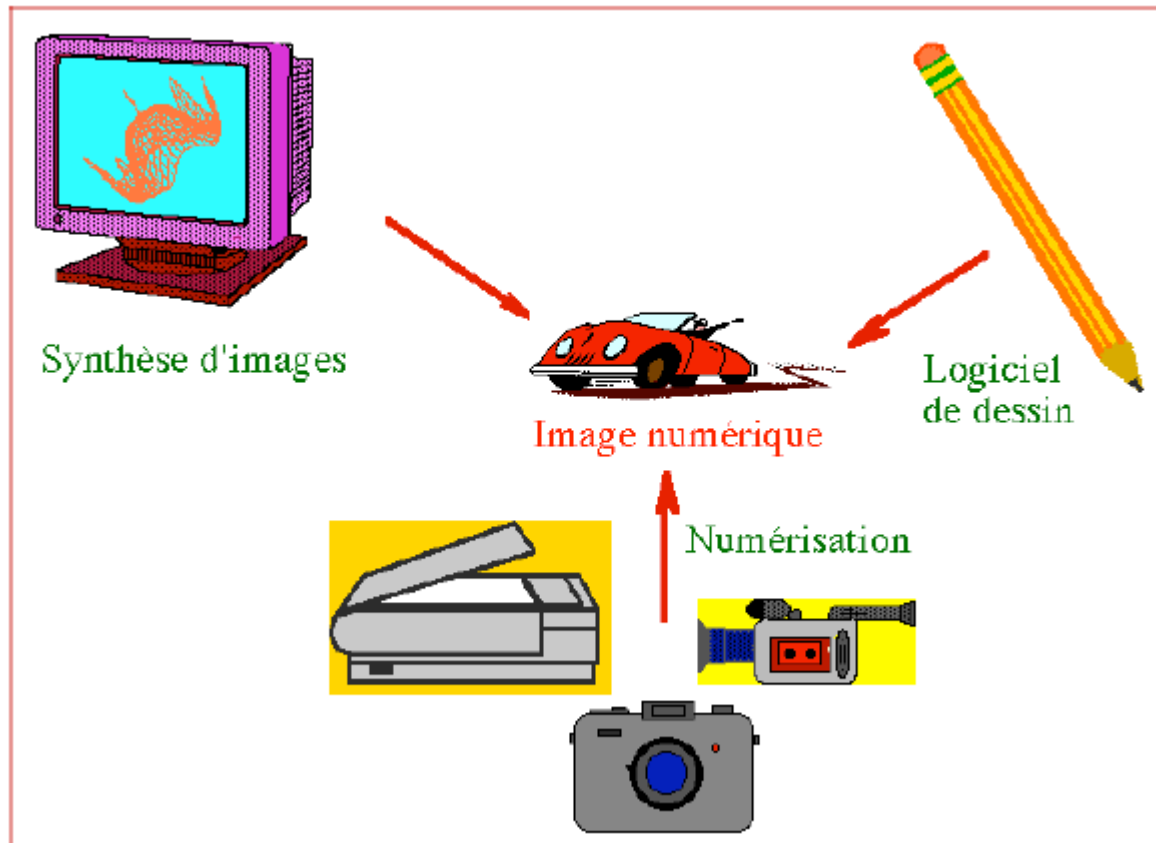


Image 2D

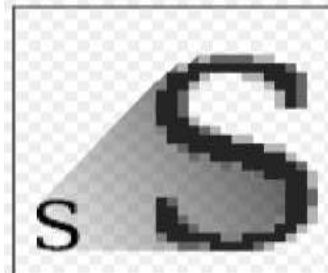
Ces images sont créées par des techniques travaillant directement sur les deux dimensions de l'image, que ce soit :

- 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

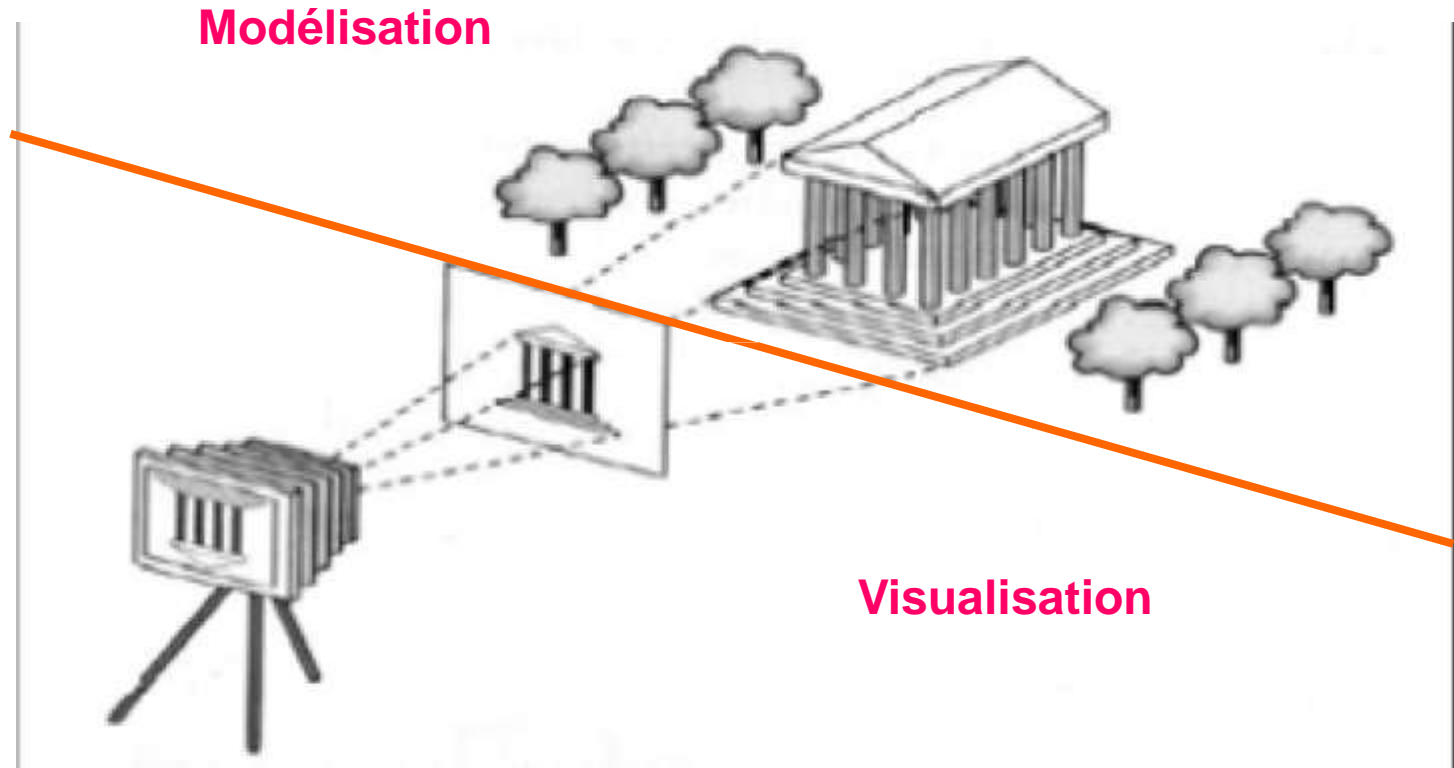


Image 3D

3D



Synthèse d'Images



Étape de création

La synthèse d'images comporte deux phases principales :

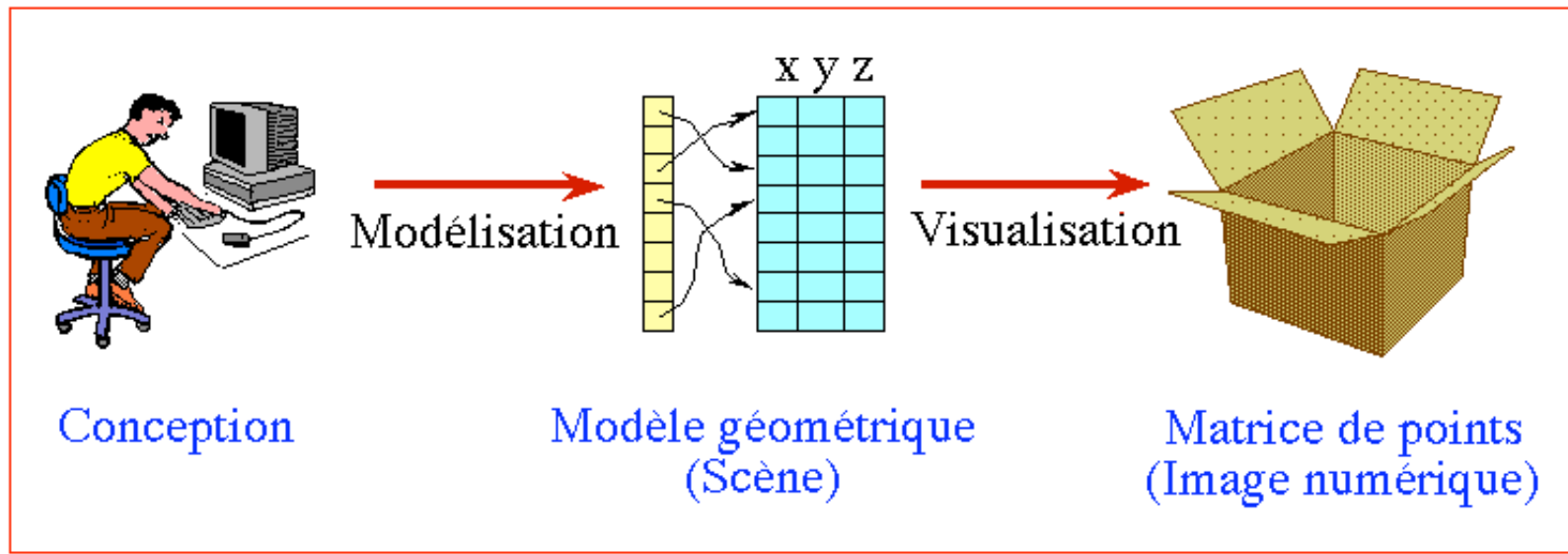
- ✓ La création de la scène,
- ✓ La visualisation de la scène.

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.

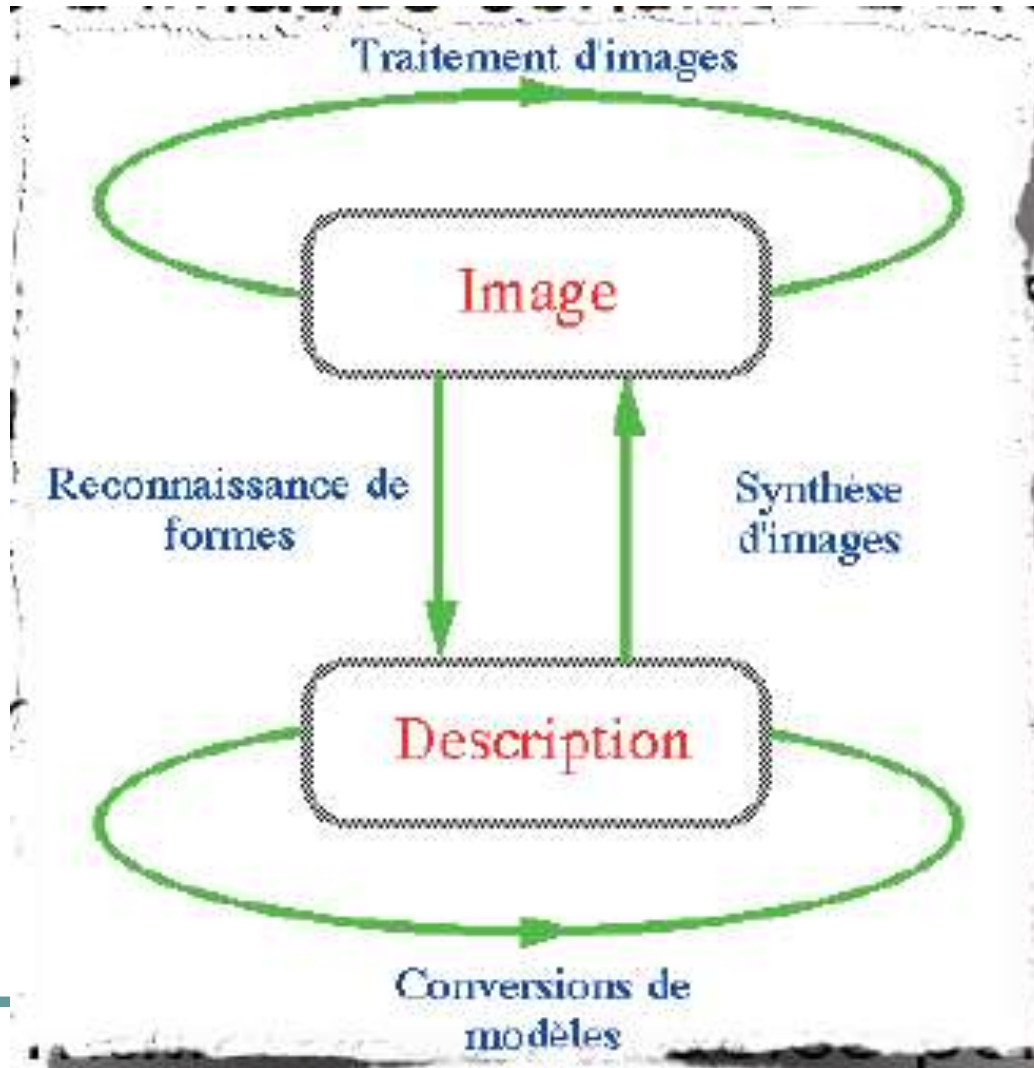
Visualisation

- ✓ 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.

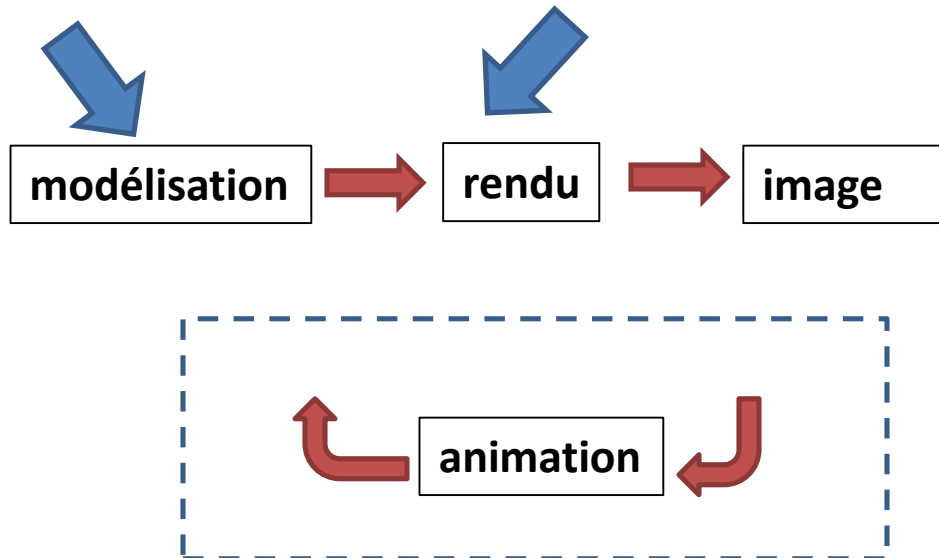
Principes de la synthèse d'images

- 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



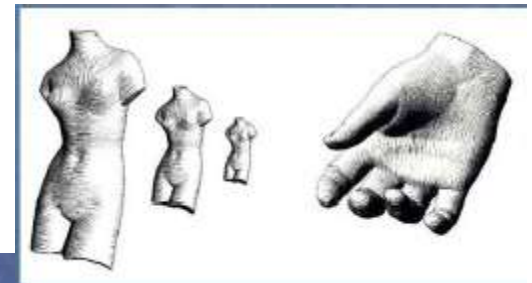
Notion de rendu

❑ 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

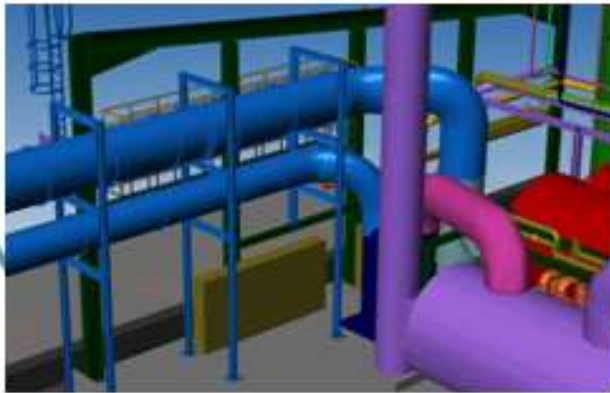
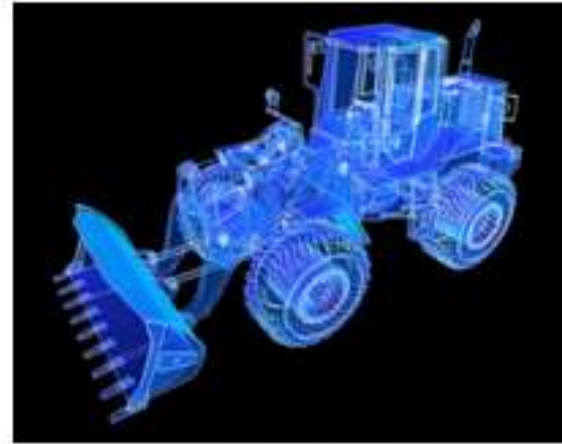
- Chaque image est calculée en moins de 1/25e de seconde.
- Utilisé pour les applications interactives (jeux vidéo, simulateurs, etc.)
- Simplifications importantes

❑ 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