

Image Numérique

Aurélie Bugeau
aurelie.bugeau@labri.fr

Intervenants

- ▶ Cours : 6 séances
- ▶ TDs : 6 séances
- ▶ Site du cours
 - ▶ Enoncés de TD
 - ▶ Cours

<http://dept-info.labri.fr/ENSEIGNEMENT/imageson/>

Evaluation / Suite

- ▶ Evaluation
 - ▶ Image
 - ▶ DS image : 0.25
 - ▶ Son
 - ▶ DS son : 0.25
 - ▶ Examen écrit
 - ▶ Image et son : 0.5
- ▶ Suite
 - ▶ Parcours ISV – Image, Son, Multimédia
 - ▶ Parcours IPCV – Image Processing and Computer Vision

Objectifs du cours

- ▶ Découvrir un nouveau domaine de l'informatique
- ▶ Plan
 - ▶ Cours 1
 - ▶ Qu'est ce qu'une image ?
 - ▶ Présentation des domaines d'applications
 - ▶ Couleur, représentation
 - ▶ Cours 2,3, 4
 - ▶ Traitement d'images (transformations, contours, filtrage ...)
 - ▶ Cours 4,5,6
 - ▶ Synthèse d'images (2D, 3D, rendu...)

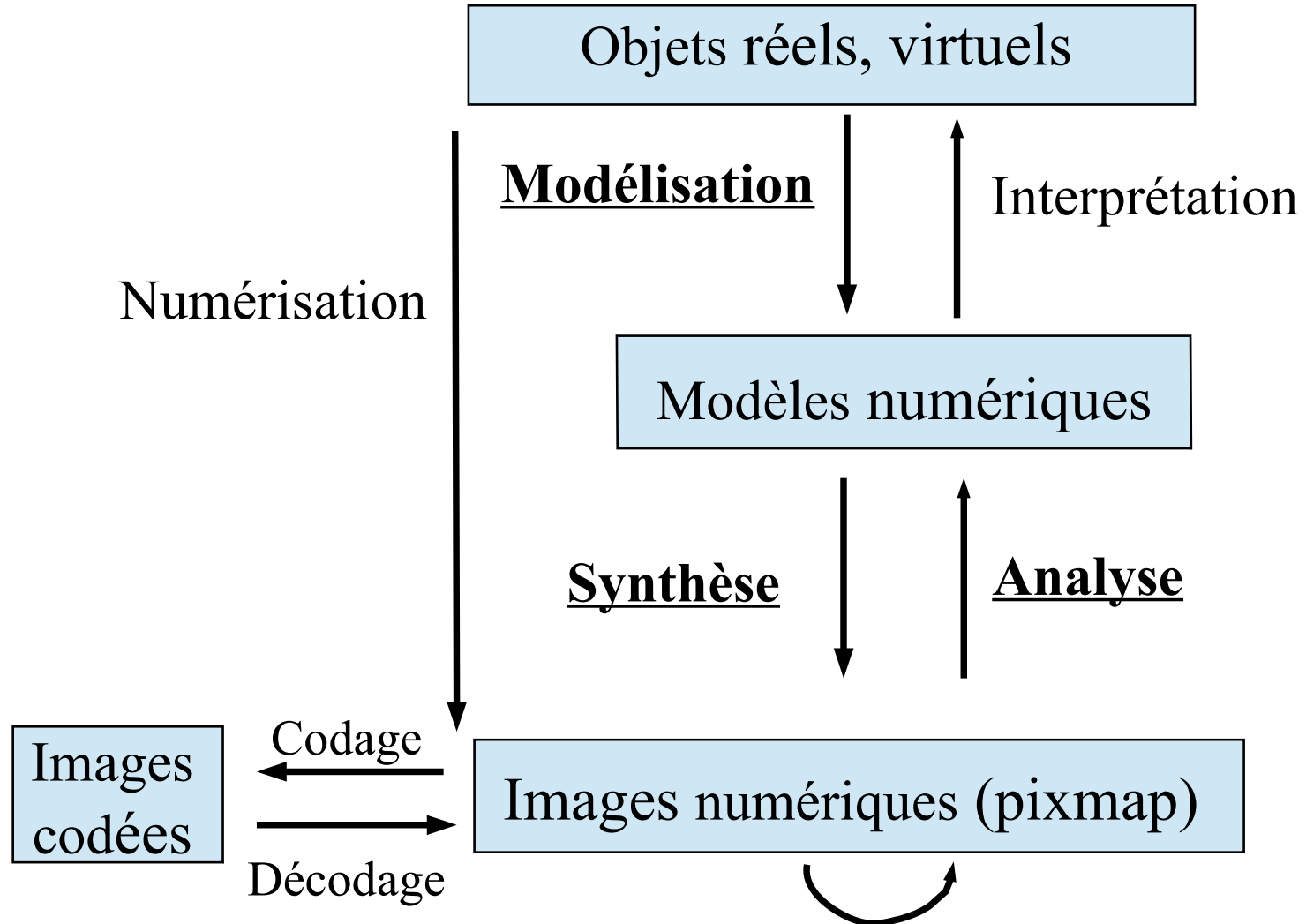
Bibliographie

- ▶ J.D. Foley, A. van Dam, S.K. Feiner, J.F. Hughes, « Computer Graphics: Principles and Practice », second edition, Addison-Wesley 1990.
- ▶ R. Gonzalez et R. Woods, « Digital Image Processing », par Prentice Hall, Second Edition, 2002.
- ▶ D. Lingrand. « Introduction au Traitement d'Images », Vuibert, Paris, 2004.
- ▶ K. R. Castleman. « Digital Image Processing ». Prentice-Hall, 2000.



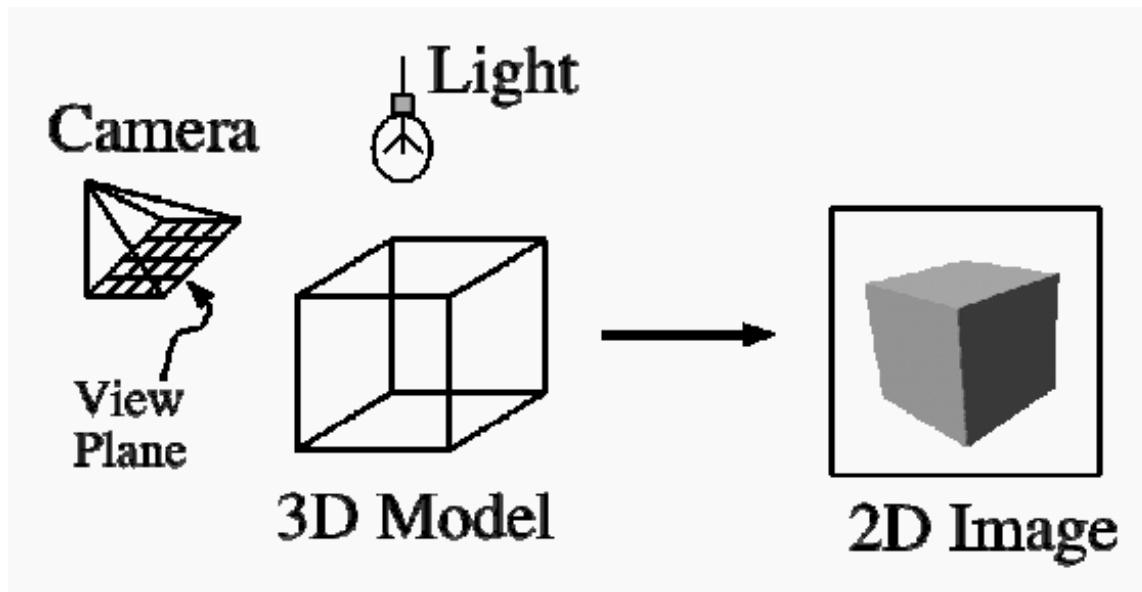
Travailler avec les images

Travailler avec les images

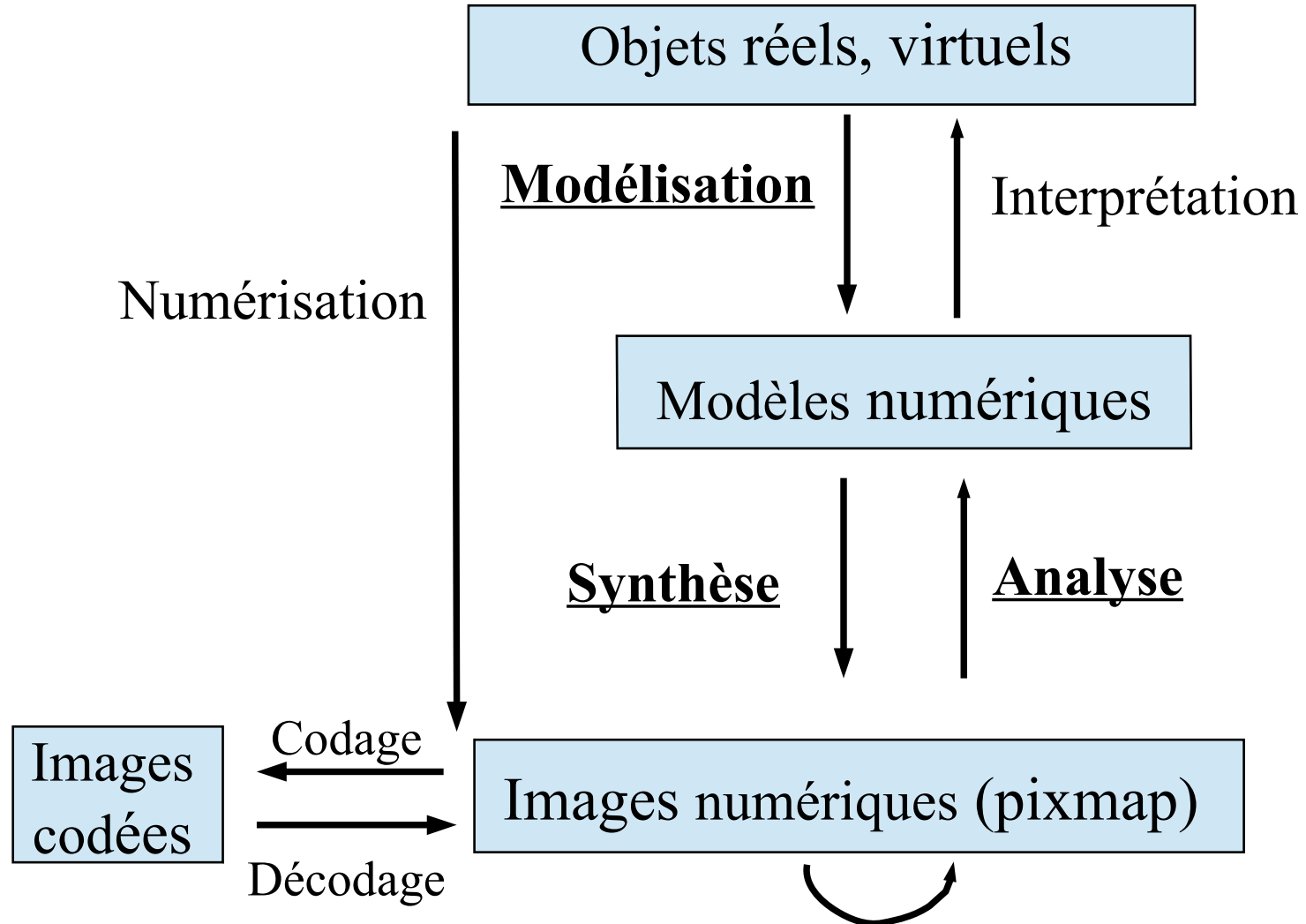


Synthétiser une image

- ▶ Quelle représentation pour les objets à afficher ?
en 2D ? en 3D ?
- ▶ En 3D, comment simule-t-on la réalité physique
d'une image (couleur, trajet de la lumière,
ombres ...)



Travailler avec les images



Analyser et traiter une image

- ▶ Comment extraire une information pertinente d'une image ?
- ▶ Quelle représentation intermédiaire dans l'ordinateur pour modéliser la perception ?
- ▶ Comment améliorer la qualité d'une image ?

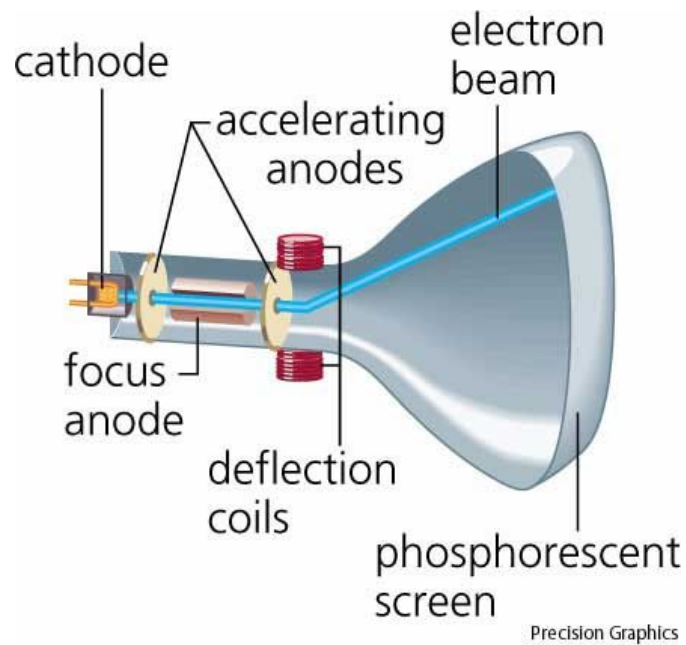
Problèmes de représentation

- ▶ Comment représenter une image numérique ?
- ▶ Comment représenter la couleur ?
- ▶ Comment afficher une image numérique ?
 - ▶ contrainte: un ordinateur traite des représentations discrètes, finies

Historique

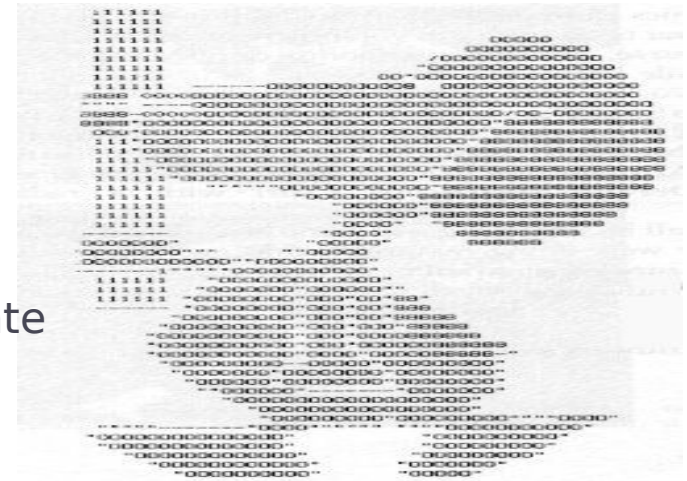
Tube cathodique

- ▶ premier écran électronique massivement distribué
 - ▶ 1ères TV, années 20-30



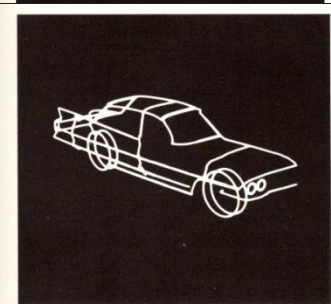
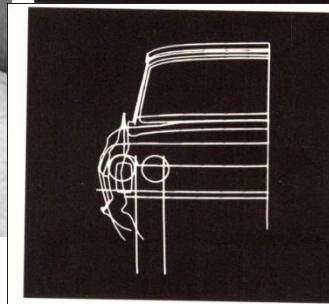
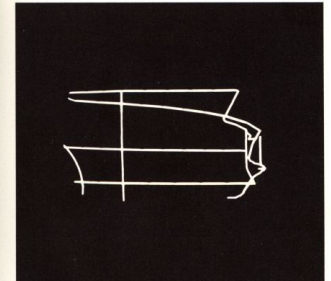
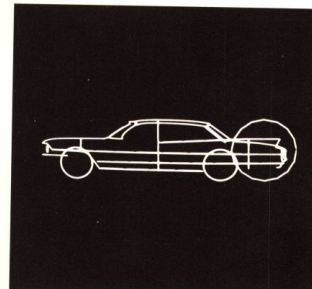
Premiers ordinateurs à tube

- ▶ 40-50's : 1ères applications graphiques :
 - ▶ pas d'écrans
 - ▶ impressions papier
- ▶ 50-60's: premiers ordinateurs à tubes
- ▶ (Eniac IBM, Whirlwind MIT)
 - ▶ Première application d'une balle rebondissante
 - ▶ Mis en place pour la surveillance du ciel
- ▶ Plusieurs domaines :
 - ▶ militaire
 - ▶ industriel (CAO)
 - ▶ militaro-industriel avec les simulateurs de vol
 - ▶ artistique avec le film d'animation expérimental



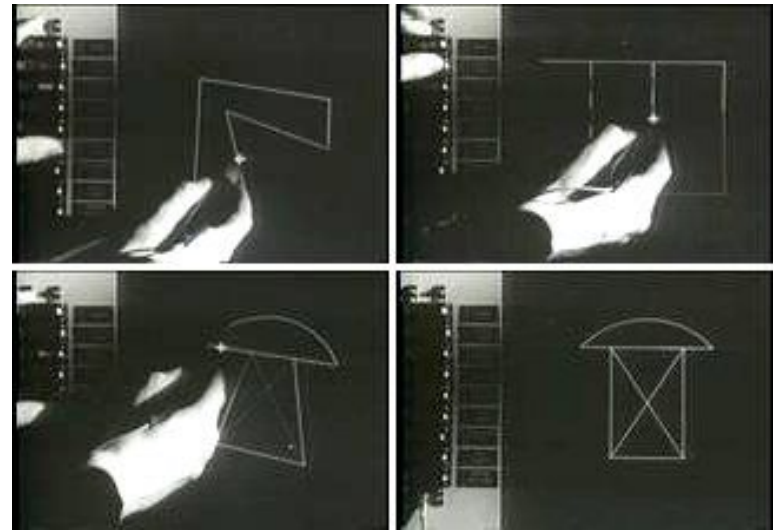
Premiers ordinateurs à tube

- ▶ 60's : General Motors DAC-1:
1er système de CAO pour l'industrie automobile



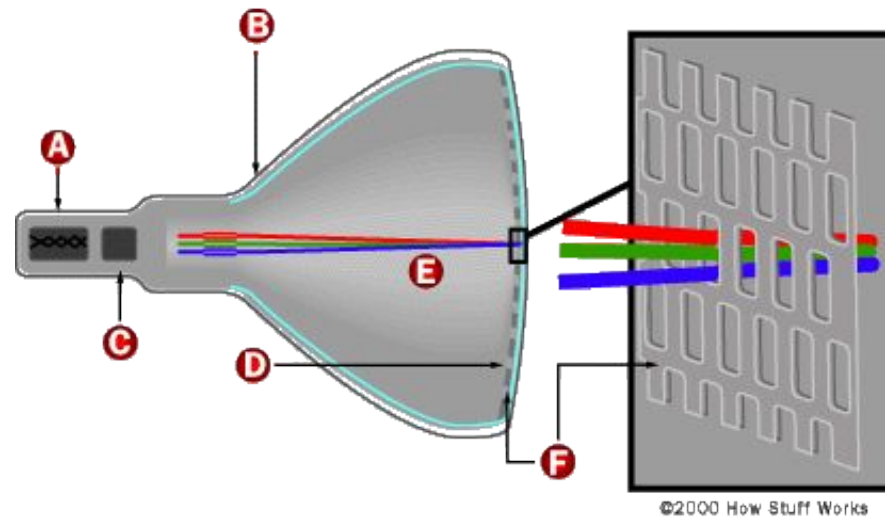
Premiers ordinateurs à tube

- ▶ 1963 : Ivan Sutherland (PhD MIT) : Sketchpad
 - ▶ système interactif (matériel, logiciel)
 - ▶ création, manipulation et animation de figures



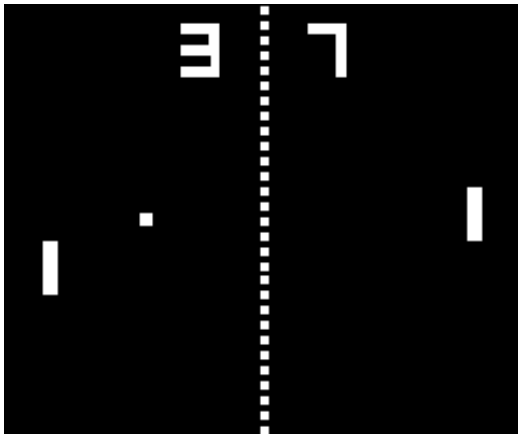
Ecrans matriciels

- ▶ 1970's : apparition des écrans ne nécessitant pas de retraçage.
 - ▶ Notion de pixel
 - ▶ Représentation/modélisation discrète

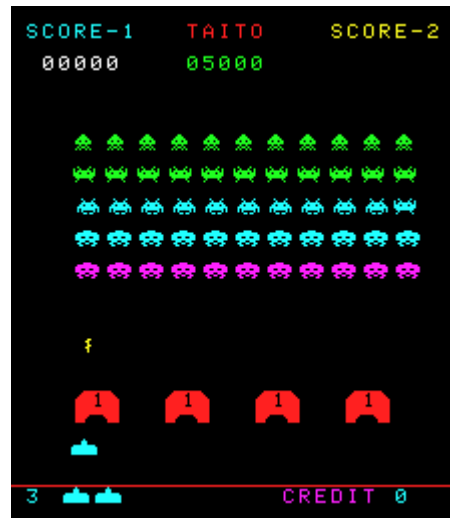


Evolution

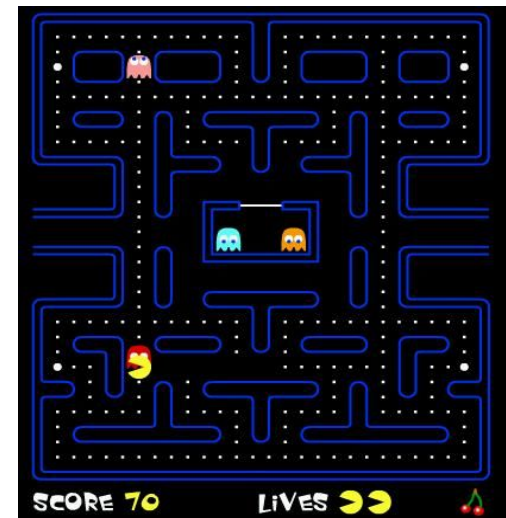
- ▶ 1970's : apparition de la couleur et des périphériques (clavier, souris, joystick...) , des micro-ordinateur (Apple, Atari, Amiga, IBM), premiers jeux vidéos



71 : Pong (ATARI)



77 : Space Invaders
(Société Taito)



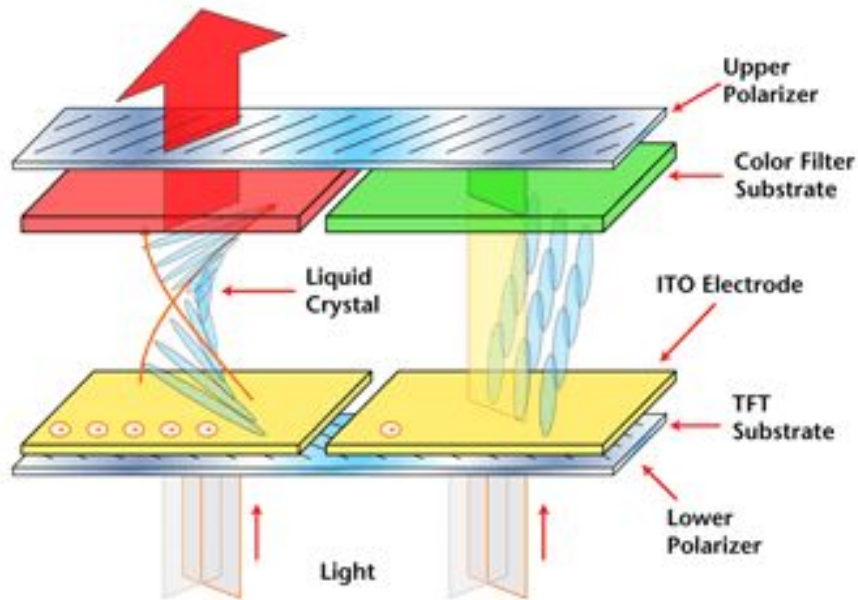
81 : Pacman
(Namco)

Evolution

- ▶ 80's : apparition des stations de travail
 - ▶ Sun, Apollo, Silicon Graphics, ...
 - ▶ capacités graphiques (1024 x 1024, 16 M)
 - ▶ bibliothèques graphiques (Core, GL, ...)
 - ▶ multifenêtrage, menus - souris
 - ▶ architectures/processeurs spécialisés
- ▶ 90's : explosion
 - ▶ capacités matérielles
 - ▶ nouvelles utilisations
 - ▶ besoins utilisateurs

Ecran ou projecteur LCD

- ▶ Explosion dans les années 2000
- ▶ Principe: bloquer ou transmettre la lumière par torsion des cristaux liquides (polarisation)
- ▶ contrôle d'intensité par torsion partielle du cristal



2005-présent: révolution mobile

- ▶ Miniaturisation des composants graphiques
- ▶ Notebooks, netbooks, smartphones...

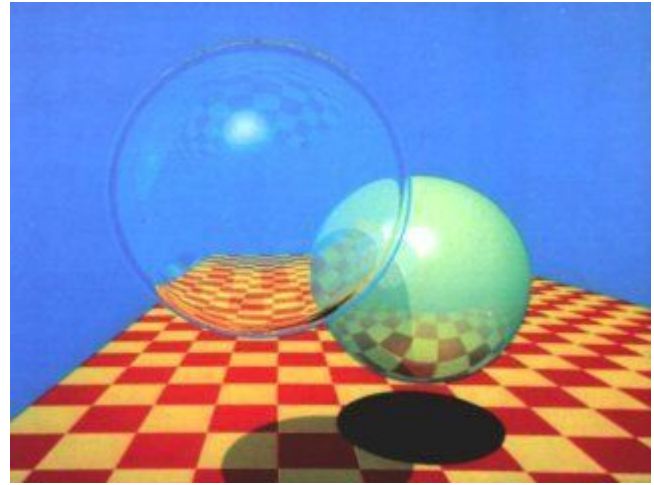


Evolution : conclusion

- ▶ 1977 : Console Atari 2600



Applications



Applications

Synthétiser des images numériques

Cinéma d'animation



Square: Final Fantasy

Cinéma / Effets spéciaux

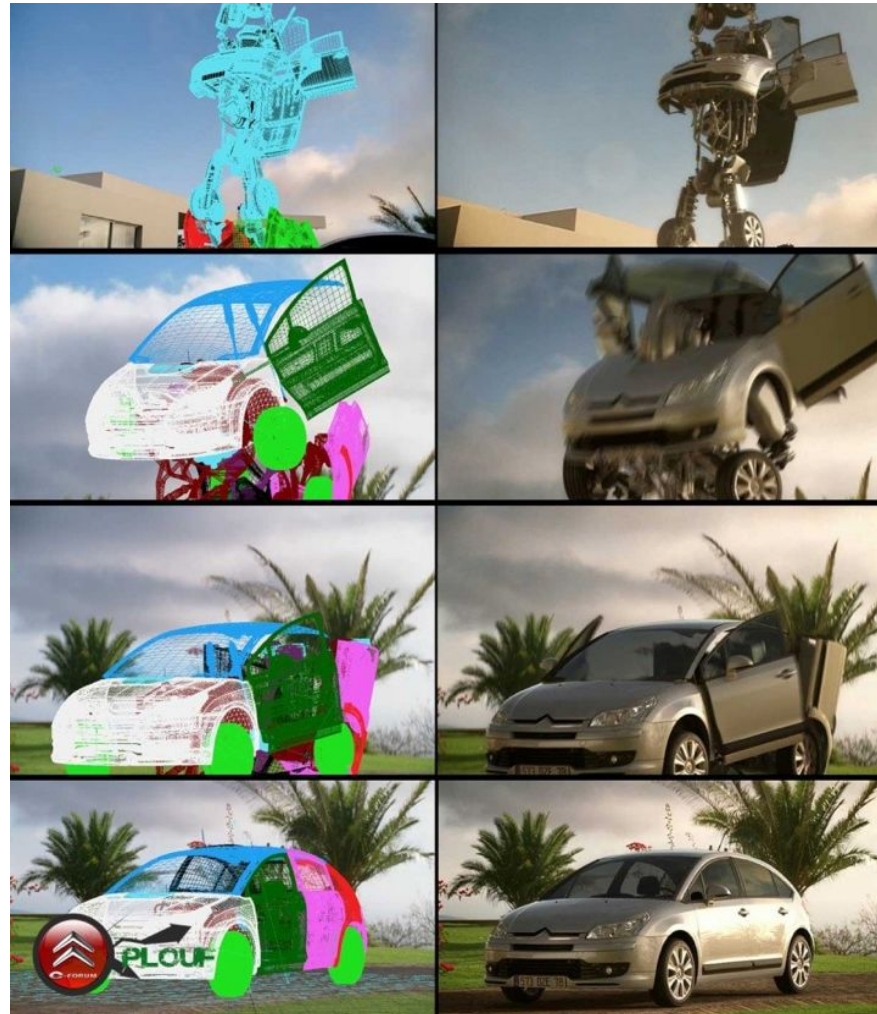


Tron: 1982



Tron: 2010

Publicité



Jeux Vidéos



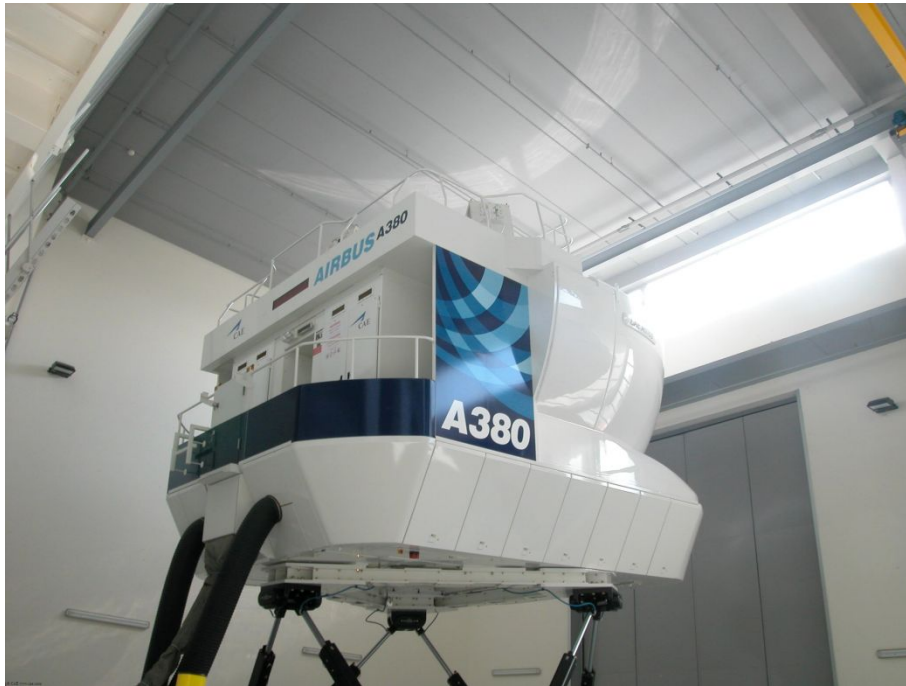
Interfaces, interaction, réalité virtuelle



Réalité augmentée



Simulateurs



Architecture

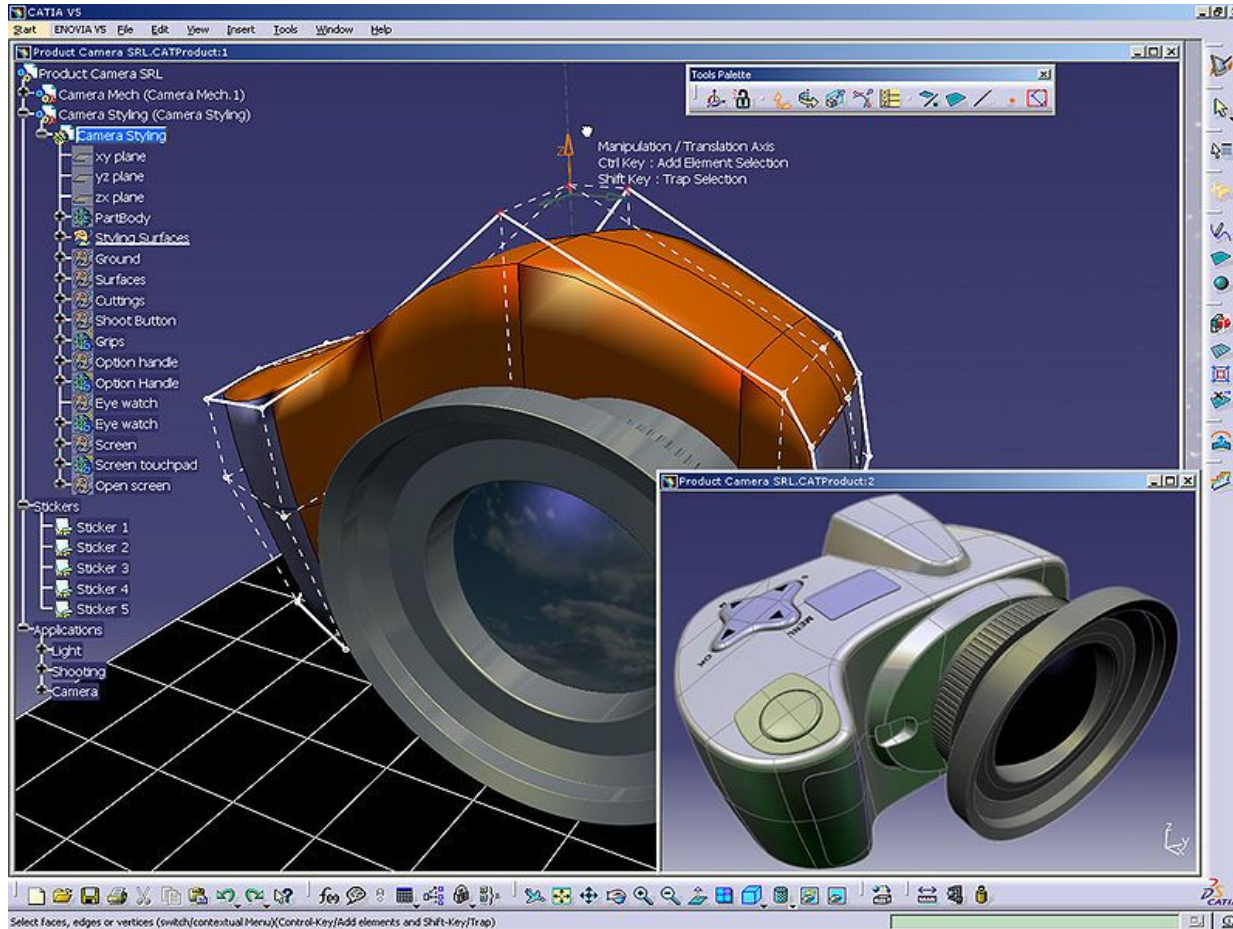


Archéologie



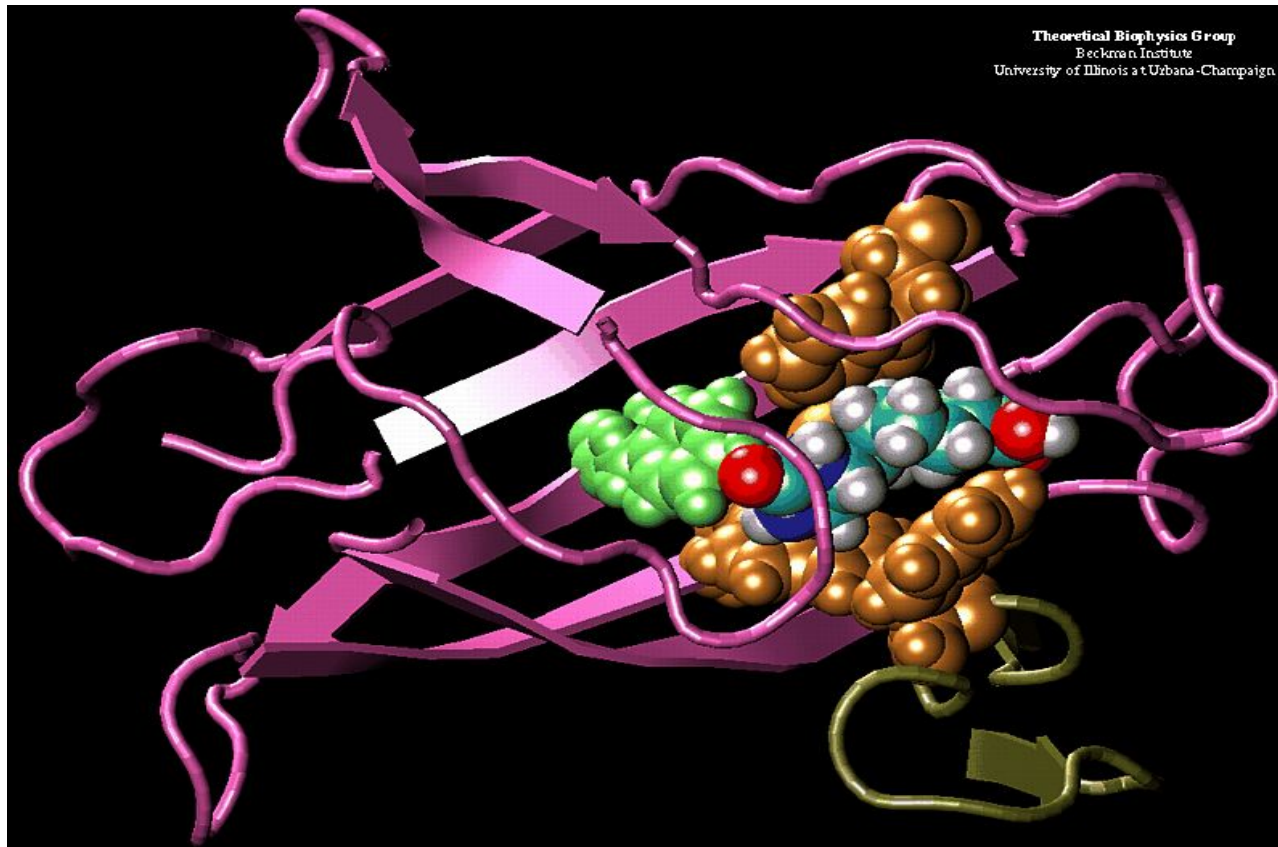
CAO

► Catia Dassault Systèmes



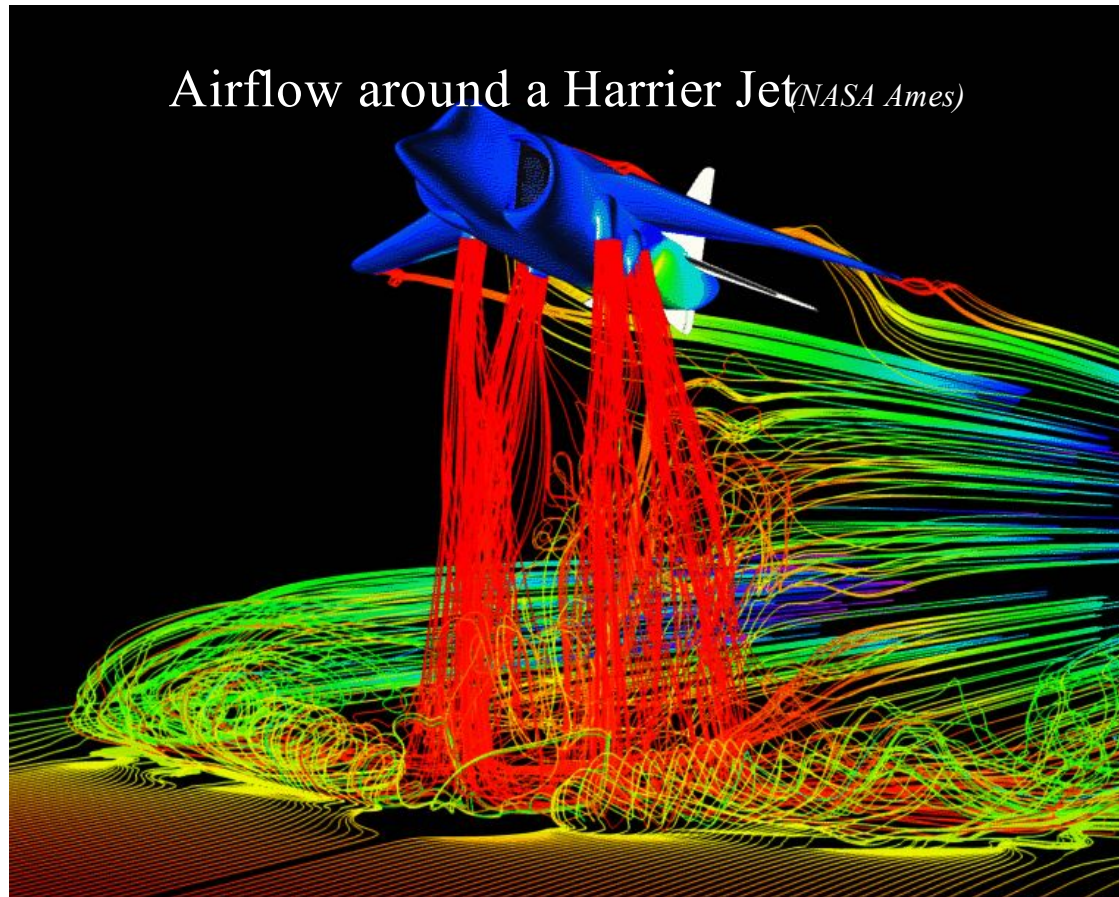
Visualisation scientifique

- ▶ visualiser ce qui n'est pas visible à l'œil nu



Visualisation scientifique

- ▶ visualiser des simulations physiques

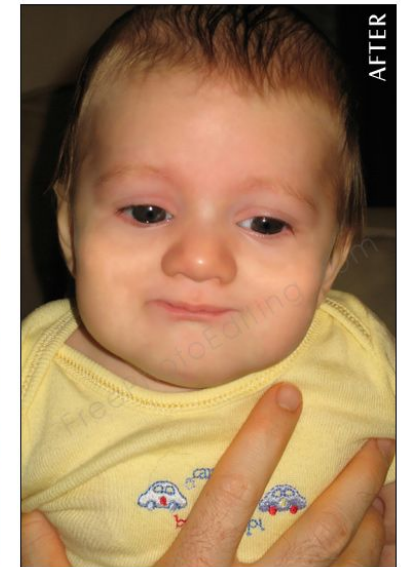
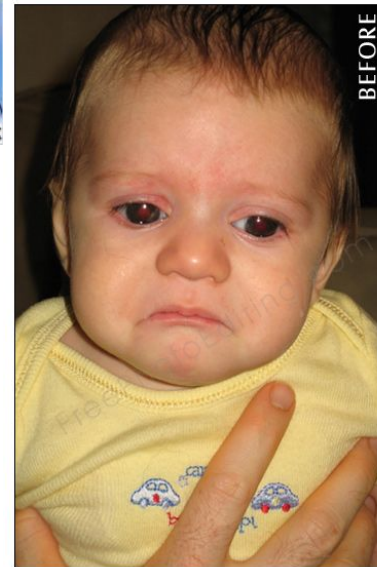




Applications

Analyser et traiter des images numériques
(et des vidéos)

Edition d'images



Edition d'images



Edition d'images



Détection d'objets, d'événements



La fonction Détection du visage garantit une **mise au point parfaite**



Surveillance



Recherche d'images

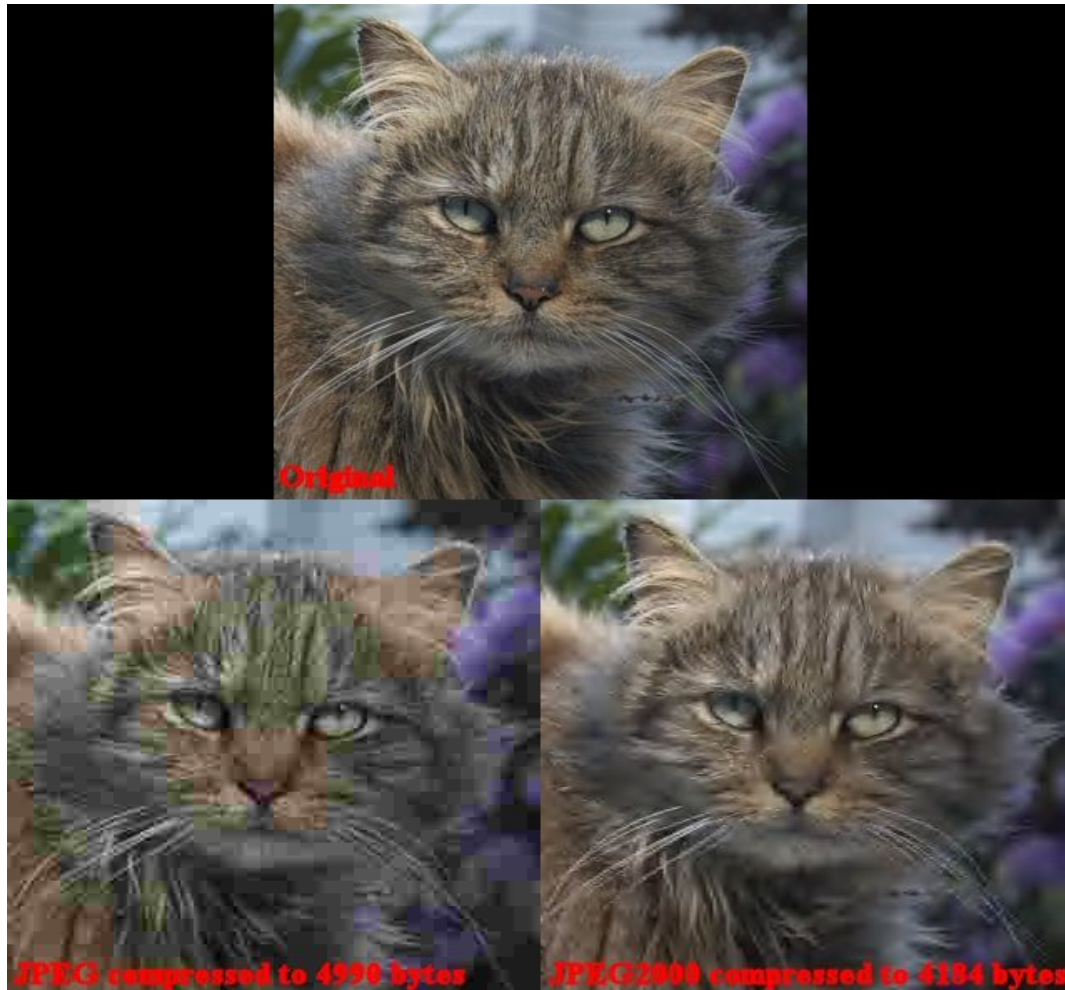
The screenshot shows a Mozilla Firefox browser window displaying Google Similar Images search results for the query 'beach'. The address bar shows the URL: <http://similar-images.googlelabs.com/images?q=beach&qtype=similar&tbnid=61Zdt4KVo8VbM8prev=/image>. The page features a grid of 18 image thumbnails, each with its dimensions, file size, and source. A yellow banner at the top of the grid reads 'Showing only similar images - [Back to results for beach](#)'. The Windows taskbar at the bottom shows the start button and several open applications, with the system clock displaying 10:01.

Image Dimensions	File Size	Source
536 x 405	62k - jpg	philippinepictures.com
420 x 285	32k - jpg	www.fntravel.com
536 x 405	64k - jpg	philippinepictures.com
536 x 405	55k - jpg	philippinepictures.com
536 x 405	85k - jpg	philippinepictures.com
536 x 405	79k - jpg	philippinepictures.com
536 x 405	66k - jpg	philippinepictures.com
536 x 405	95k - jpg	philippinepictures.com
600 x 400	150k - jpg	listeningearth.com.au
772 x 522	56k - jpg	www.stephenpaschal.com
300 x 225	15k - jpg	img5.travelblog.org
536 x 405	61k - jpg	philippinepictures.com
536 x 405	54k - jpg	philippinepictures.com
448 x 336	21k - jpg	n.tourist.com
384 x 288	24k - jpg	www.innervty.com.ph
395 x 296	52k - jpg	www.vmbeachesort.com
1600 x 1200	636k - jpg	upload.wikimedia.org
550 x 412	36k - jpg	tinadisor.com

Robotique

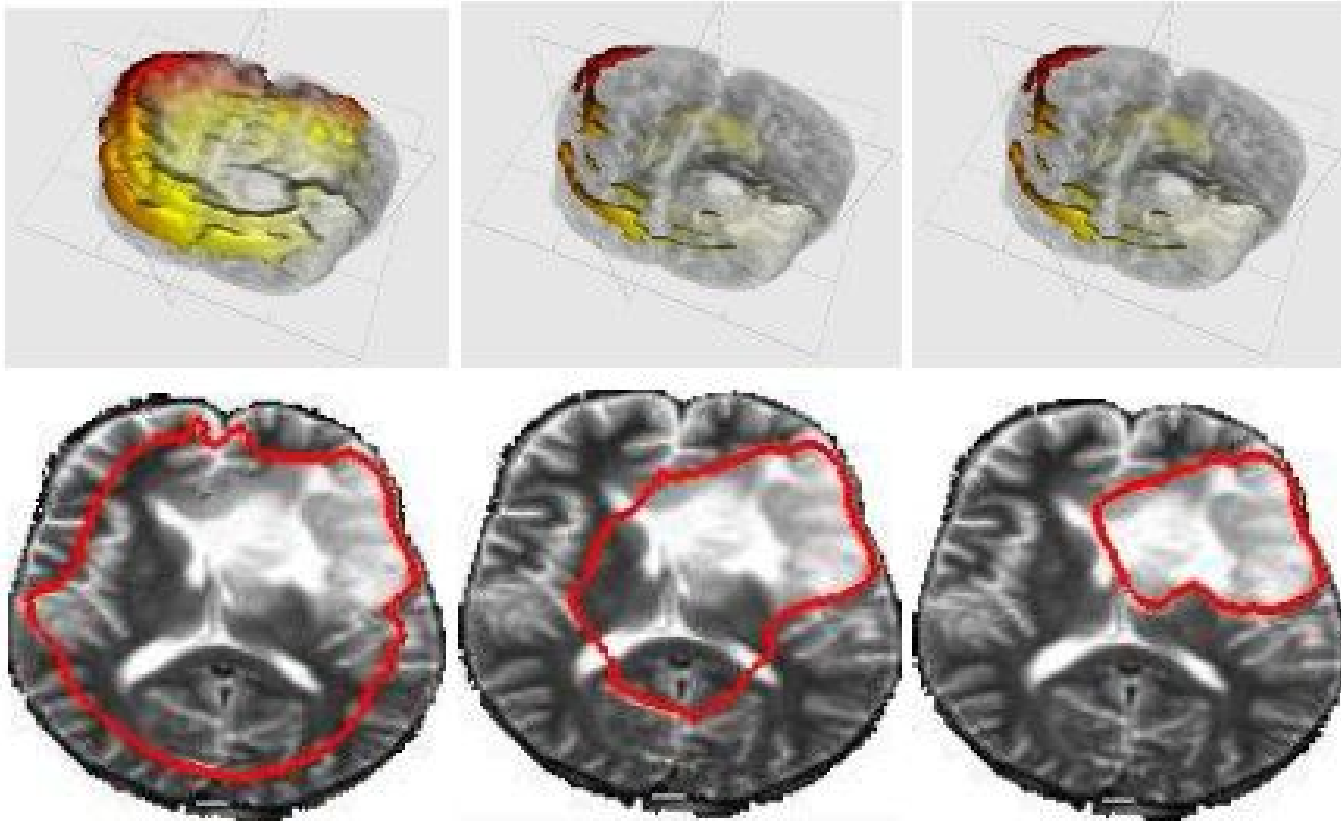


Codage

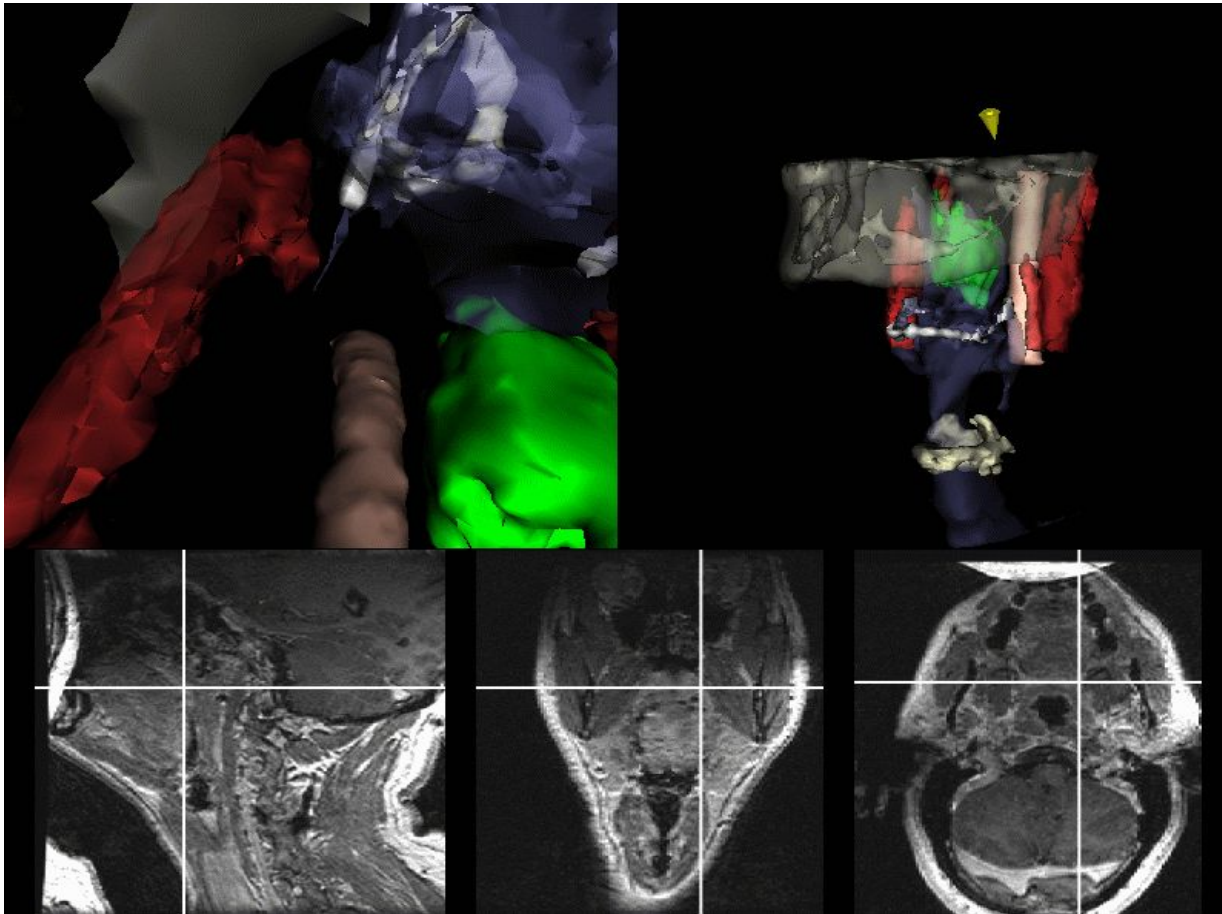


Médical

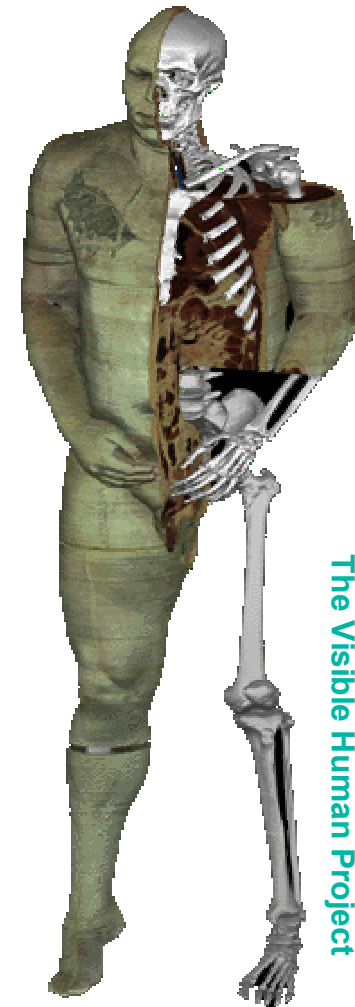
- ▶ ex: tumeur cérébrale



Visualisation et analyse médicale

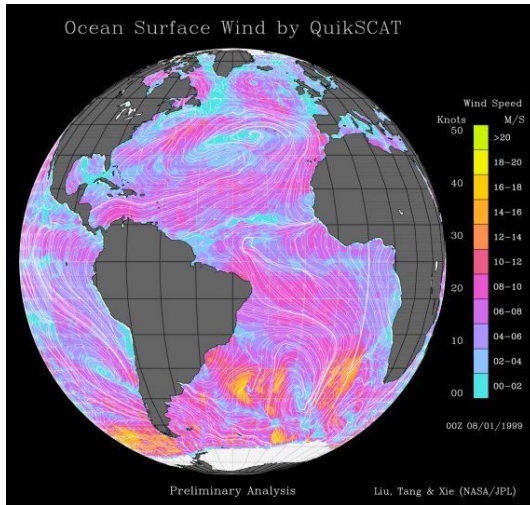


MIT: Image-Guided Surgery Project

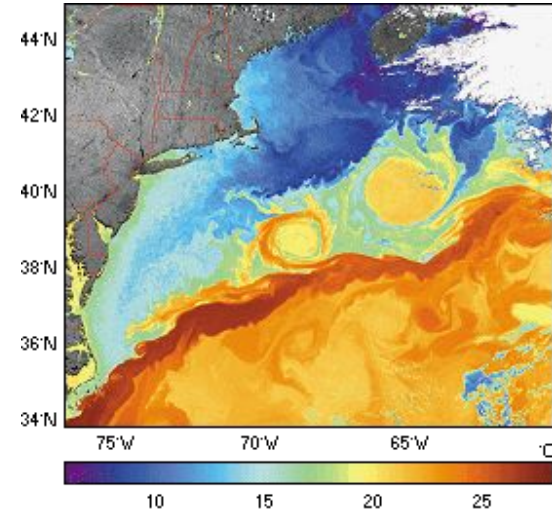


The Visible Human Project

Environnement, météo, imagerie aérienne



Vitesse des vents (NASA)



Imagerie infrarouge (Gulf stream)



Émission lumière

Applications : conclusion

- ▶ architecture, urbanisme : conception, implantation
- ▶ industries de fabrication : conception, contrôle qualité
- ▶ transport (avion, train, voiture ...) : design, apprentissage
- ▶ loisirs : jeux, cinéma, pub, télévision
- ▶ médecine : diagnostic, geste chirurgical, enseignement
- ▶ environnement : météo, ressources naturelles
- ▶ chimie : conception molécule
- ▶ militaire : détection satellitaire, apprentissage
- ▶ ...

En résumé

- ▶ Domaine passionnant
- ▶ Applications nombreuses, utilité
- ▶ Multi-disciplinarité: informatique, artistique, physique, mathématiques, dynamique, médical...
- ▶ Informatique : algorithmique, programmation CPU, GPU, Android..., temps-réel, base de données...

Contenu du cours

- ▶ **Cours 1**
 - ▶ Perception des images
 - ▶ Couleur, représentation
- ▶ **Cours 2,3,4**
 - ▶ Traitement d'images (transformations, contours, filtrage ...)
- ▶ **Cours 4,5,6**
 - ▶ Synthèse d'images (2D, 3D, rendu...)

Représentation des images

Problèmes de représentation

- ▶ Comment représenter une image numérique?
- ▶ Comment représenter la couleur?
- ▶ Comment afficher une image numérique?
 - ▶ Contrainte : un ordinateur traite des **représentations discrètes**, finies

Une image est

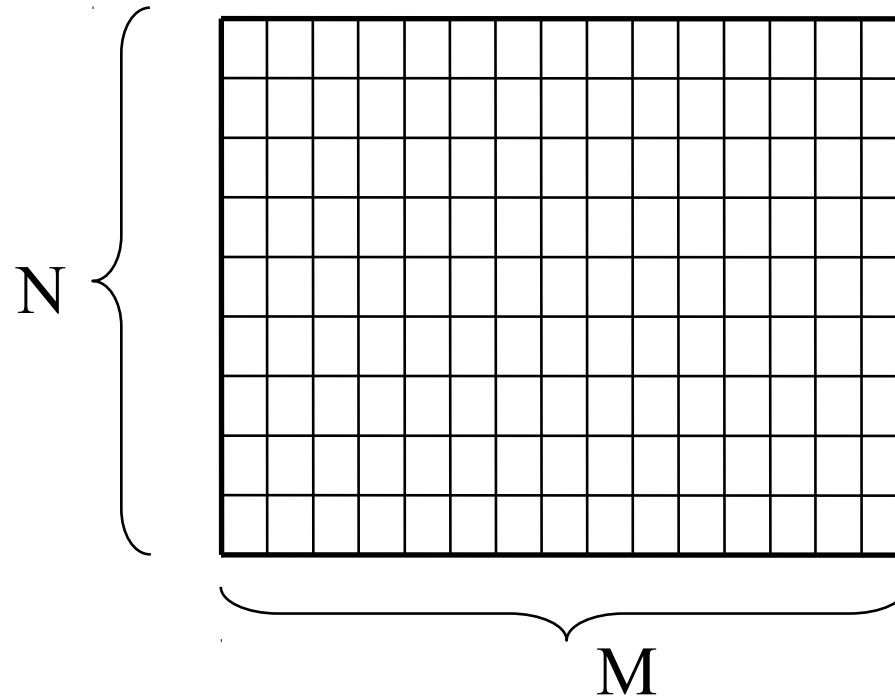
- ▶ une distribution 2D de couleur
- ▶ une fonction définie sur un plan bidimensionnel :

$$I : \mathbb{R}^2 \rightarrow \dots$$

- ▶ image en tant que fonction continue : mémoire infinie pour stocker → discrétisation
- ▶ → **pixels** (picture elements)

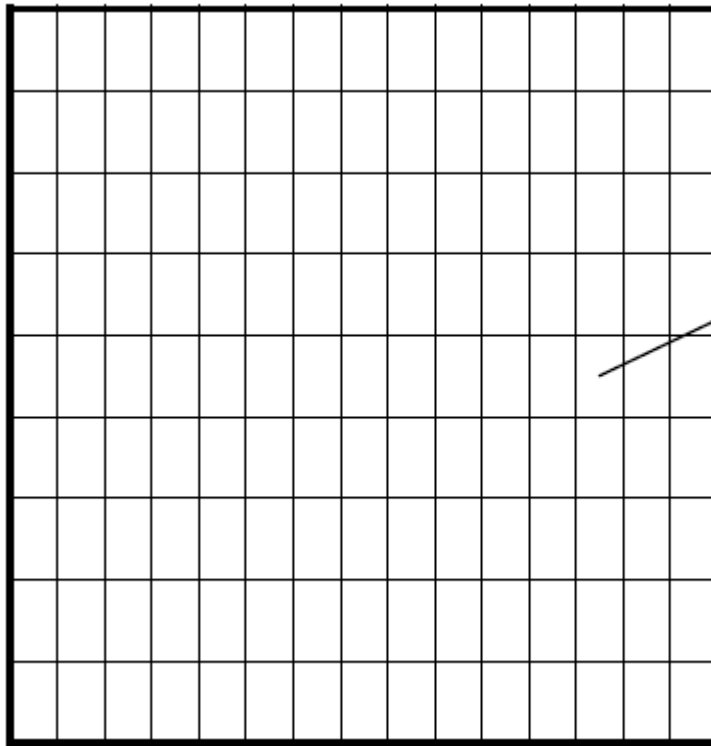
Bitmap

- ▶ Une matrice de $N \times M$ pixels



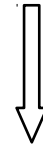
- ▶ selon les écrans, les pixels peuvent être rectangulaires

Bitmap



Ecran

1 bit / pixel



Bit-map

Mémoire

Bitmap

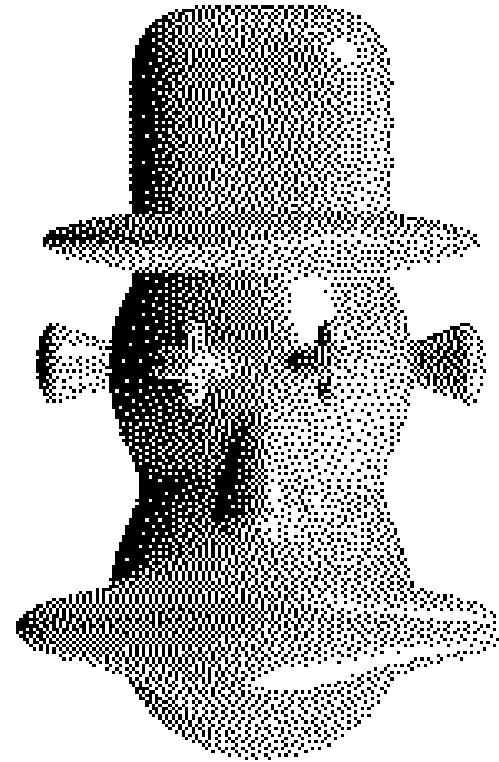
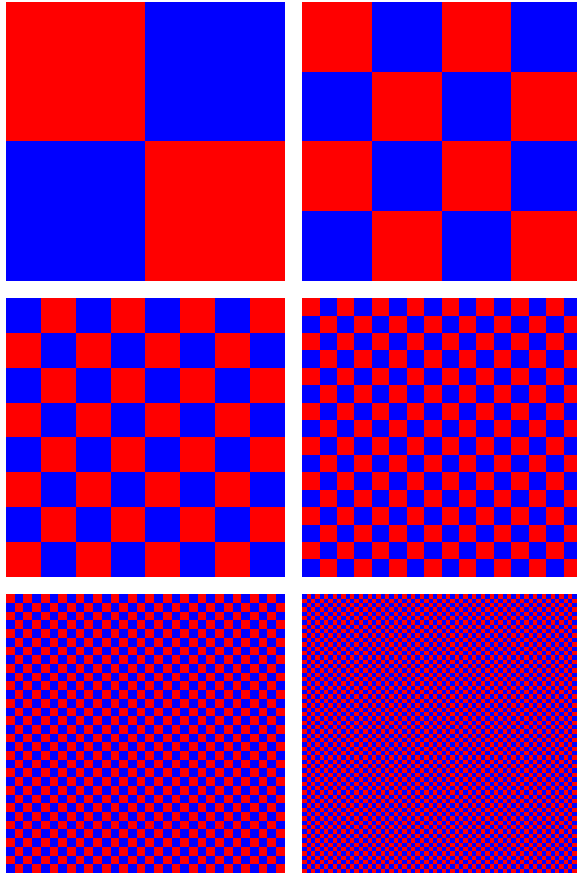
- ▶ Un exemple :



- ▶ Représentation avec 1 bit : comment faire des dégradés ?

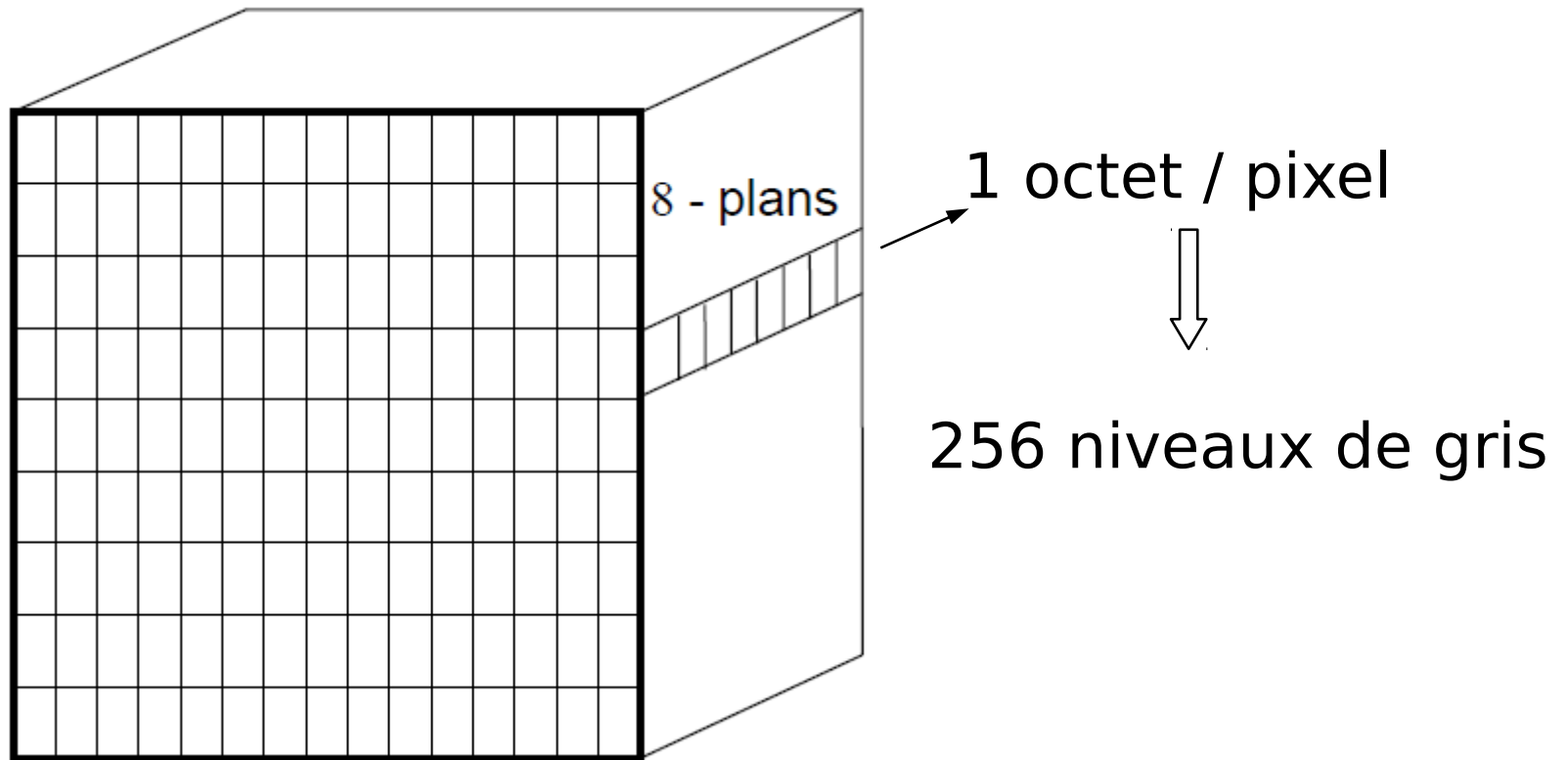
Bitmap

- ▶ 1^{ère} possibilité: dithering



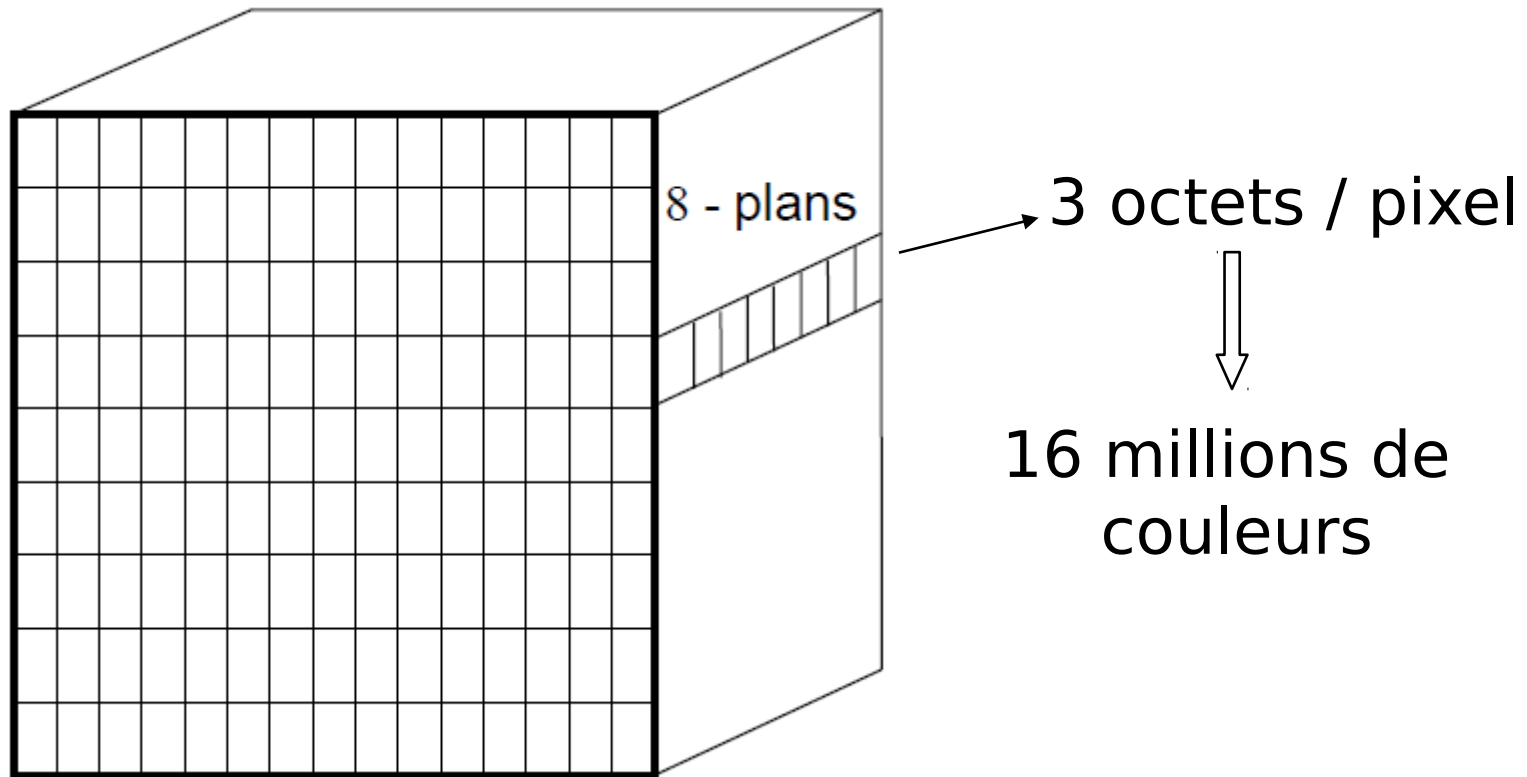
Bitmap 8bpp

- ▶ 2^{ème} possibilité: plusieurs bit par pixel (bpp)



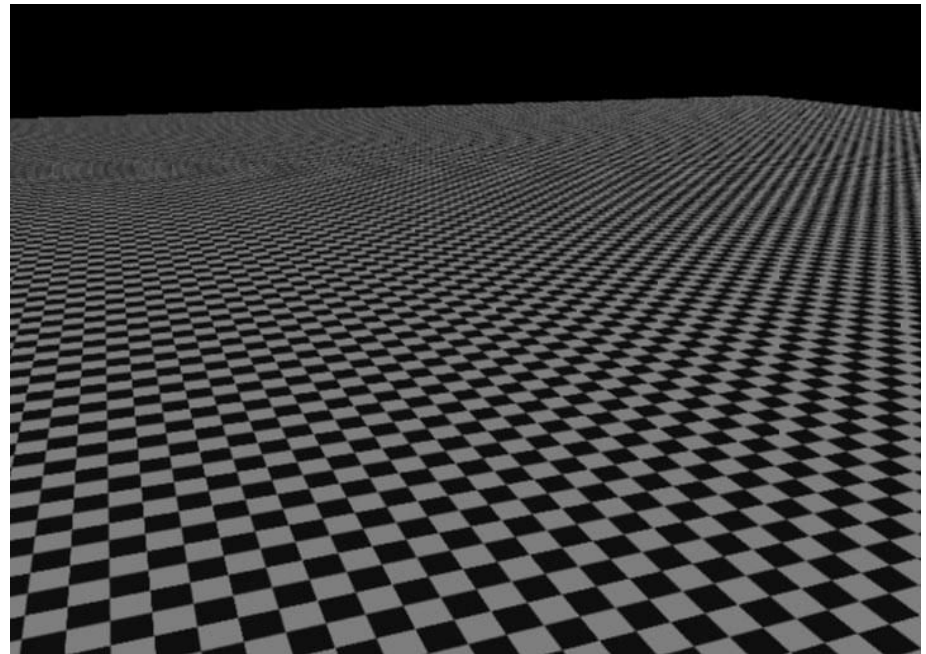
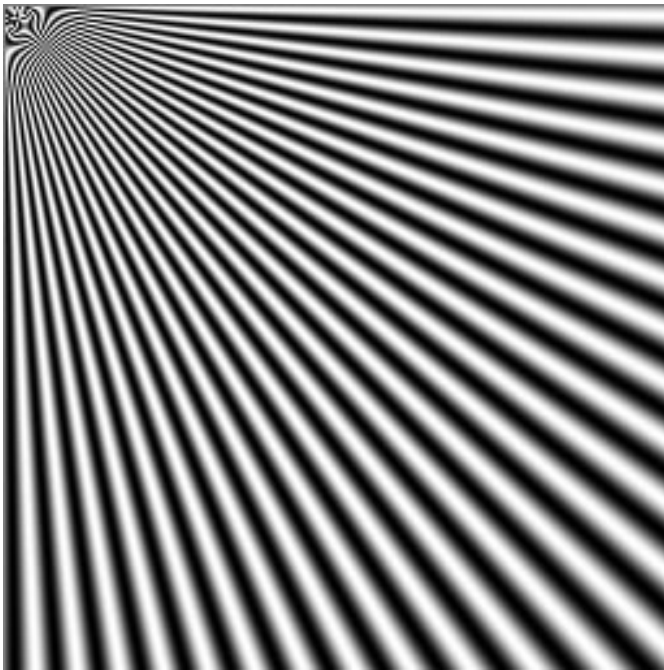
Bitmap - True color

- ▶ 3 canaux de couleur (Rouge Vert Bleu)



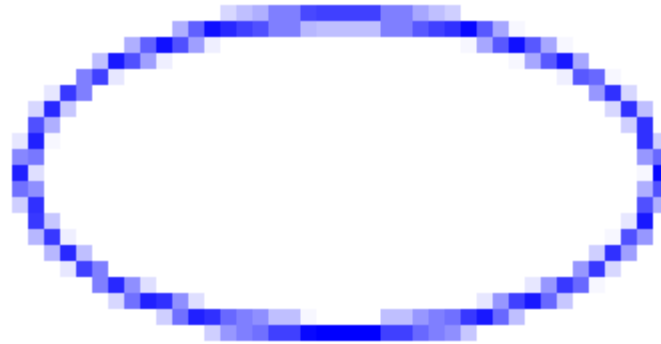
Problématiques liées aux pixels

- ▶ représentation des détails : aliasing



Problématiques liées aux pixels

- ▶ représentation des univers continus :
 - ▶ tracé de droites ou de courbes → crénelage

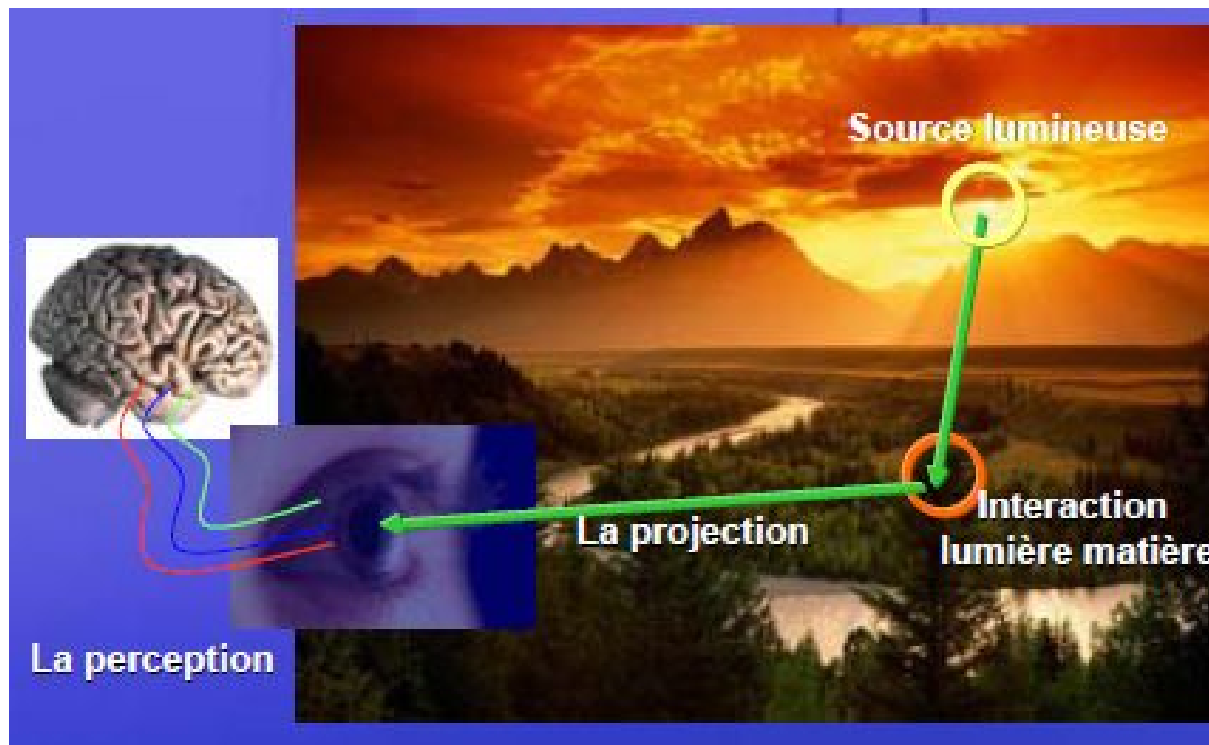


- ▶ discrétisation des méthodes de traitement et d'analyse (mathématiques discrètes)

Comment perçoit on les images ?

Qu'est ce qu'une image ?

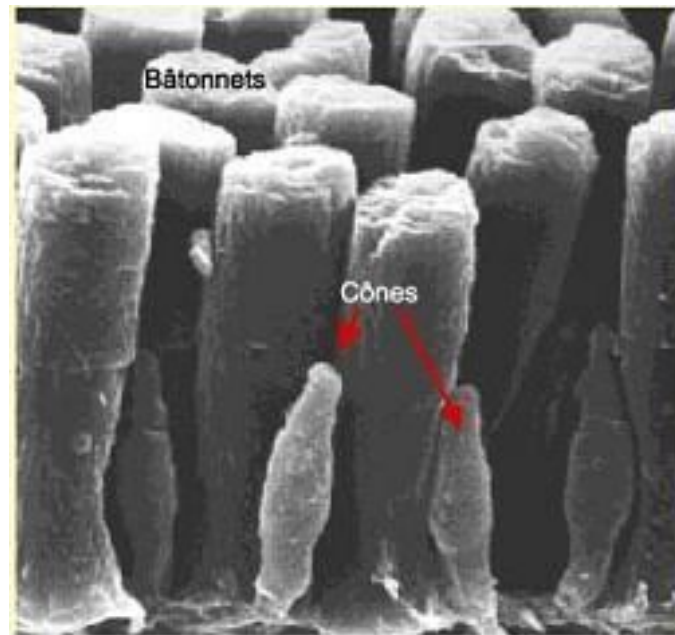
- ▶ Image : représentation d'une scène 3D
- ▶ La formation d'une image :



Source: cours de Venceslas BIRI, Université Paris-Est Marne-La-Vallée

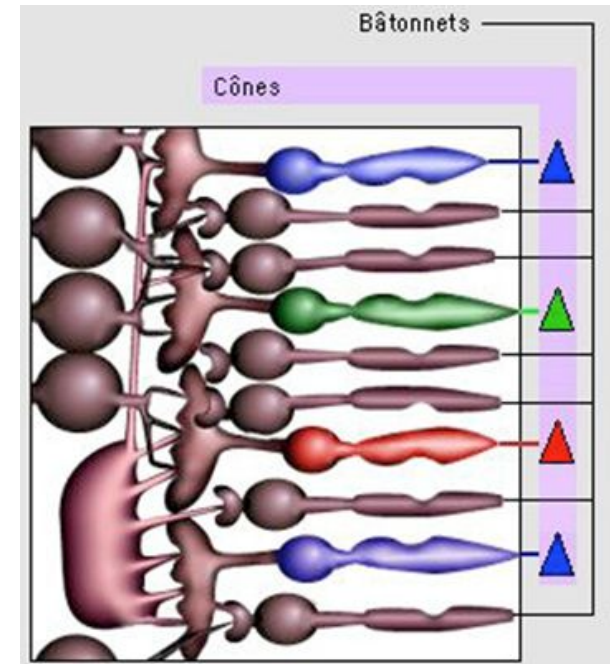
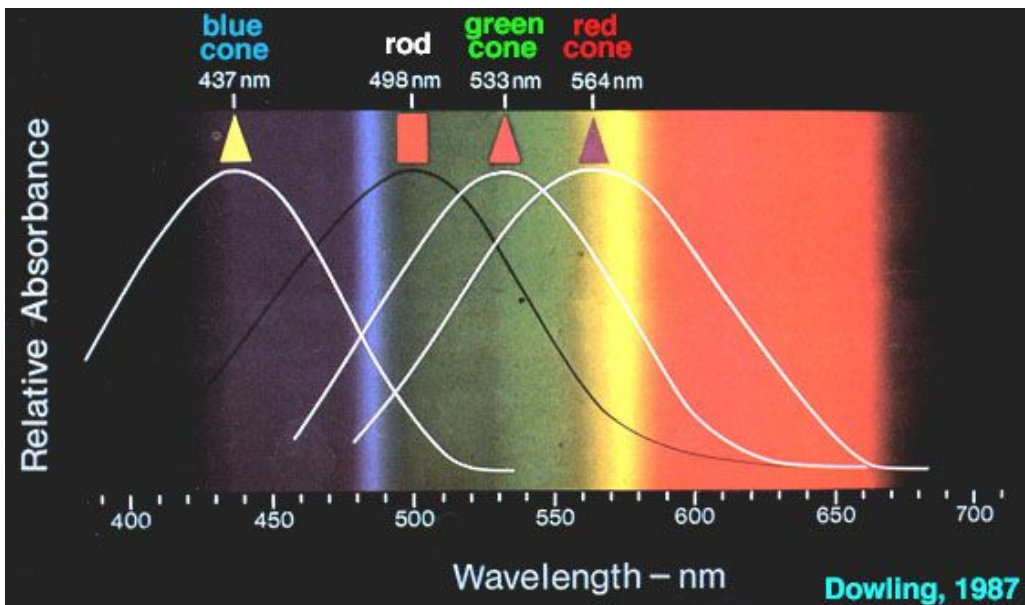
Perception d'une image

- ▶ Le système visuel humain - la rétine :
 - ▶ Sert d'écran où se forme l'image
 - ▶ Convertit un signal lumineux en réponse nerveuse
 - ▶ Composée de photorécepteurs



Perception d'une image

- ▶ Le système visuel humain - la rétine :
 - ▶ bâtonnets : contraste, mouvement
 - ▶ cônes : forme, couleur



Le codage des couleurs

Modèles de couleur

- ▶ **domaine complexe :**
 - ▶ physique, physiologie, psychologie etc.
- ▶ **la couleur d'un objet dépend :**
 - ▶ de l'objet (couleur, matière, réflexion/diffusion)
 - ▶ de la source qui l'éclaire
 - ▶ du système de perception humain
 - ▶
- ▶ **Perception visuelle humaine :**
 - ▶ dépend de la longueur d'onde et de la luminosité
 - ▶ sensible aux contrastes
 - ▶ dépend du sujet (culture, âge, condition)

Définitions

- ▶ Lumière : signal électromagnétique dont le spectre est compris entre 400 et 700 nm (violet rouge)



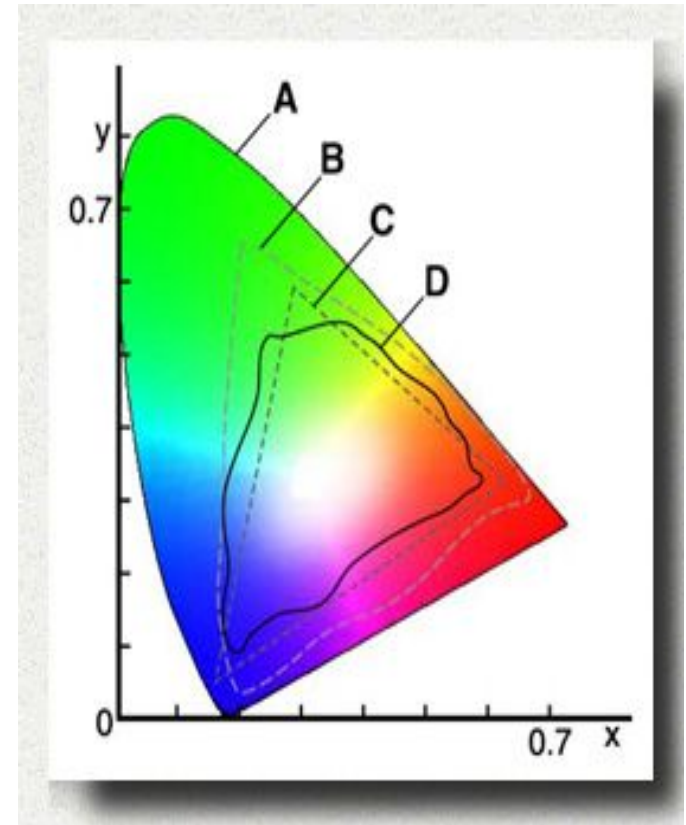
- ▶ teinte (hue) : longueur d'onde dominante
- ▶ saturation : pureté de la couleur
- ▶ luminosité (brightness) : intensité lumineuse émise
- ▶ chrominacité / chrominance : teinte et saturation

Modèles de couleur : standardisation

- ▶ La perception des couleurs diffère selon :
 - ▶ les individus
 - ▶ les périphériques d'affichage
- ▶ En 1931 La Commission Internationale de l'Eclairage (CIE) propose une représentation standard (xyY) indépendante des périphériques utilisés.
- ▶ Les critères sont basés sur la perception de la couleur par l'oeil humain

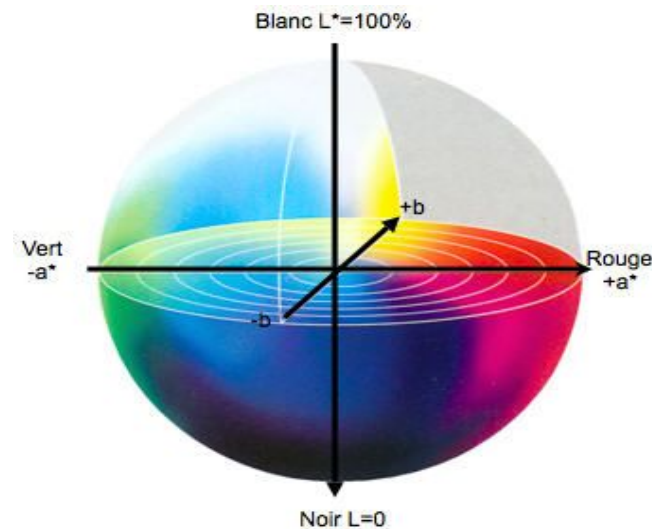
Le codage des couleurs

- ▶ Le système colorimétrique **xyY** représente les couleurs selon
 - ▶ leur chromaticité (axes x et y)
 - ▶ leur luminance (axe Y)
- ▶ Spectres
 - ▶ A : couleurs visibles
 - ▶ B : film couleur
 - ▶ C : moniteur
 - ▶ D : imprimante



Le codage des couleurs

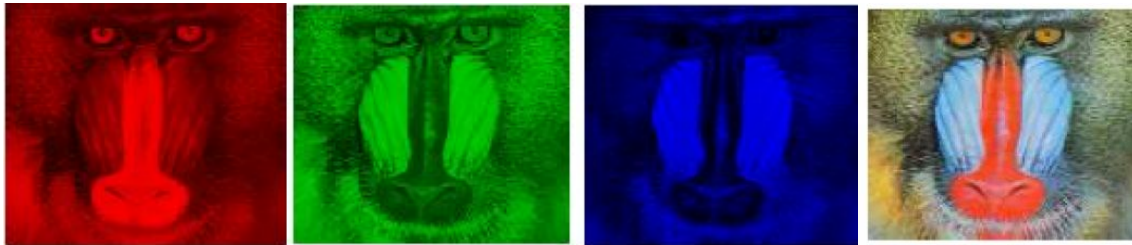
- ▶ xyY : allongement des verts
- ▶ 1976 : L'espace **Lab** (espace à luminance séparée)
 - ▶ L : la luminance, exprimée en pourcentage
 - ▶ a : gamme de couleur du vert au rouge
 - ▶ b : gamme de couleur du bleu au jaune
- ▶ Intégralité du spectre visible par l'œil (uniforme)



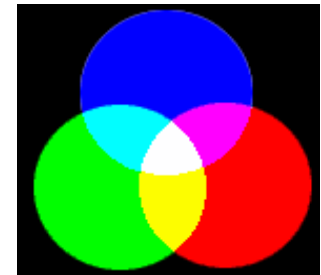
Le codage des couleurs

- ▶ Espace **RGB** (ou RVB) : rouge, vert, bleu

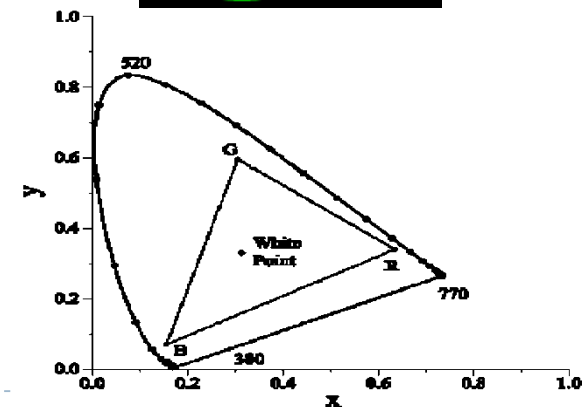
- ▶ Codage 24 bits : $I_R(i, j) = 0, \dots, 255; I_V(i, j) = 0, \dots, 255; I_B(i, j) = 0, \dots, 255$



- ▶ modèle additif (mélange de faisceaux lumineux)
 - ▶ adapté aux affichages graphiques

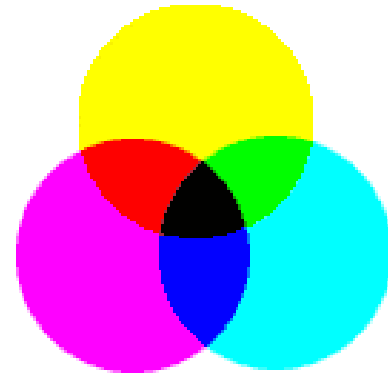


- ▶ certaines couleurs ne sont pas représentables.



Le codage des couleurs

- ▶ Espace **CMY** : cyan, magenta, jaune
- ▶ modèle soustractif



- ▶ utilisé en imprimerie

Le codage des couleurs

- ▶ L'espace **HSL** (Hue Saturation Luminance)
- ▶ proche de la perception physiologique par l'œil
- ▶ → choix interactif rapide d'une couleur

