



Partie I: Introduction

## Plan

- ◆ Partie I: Introduction
  - De l'art graphique à la visualisation scientifique
  - De la donnée à l'image...
- ◆ Partie II: Fondements de l'imagerie 3D
  - Architecture des cartes
  - Principes d'OpenGL
- ◆ Partie III: Visualisation scientifique
  - Champs scalaires
  - Champs vectoriels

2

Partie I: Introduction

## De l'art graphique à la visualisation scientifique...

3

Partie I: Introduction

## Le dessin, un outil de communication...

Le dessin est apparu bien avant l'écriture et a toujours été un véhicule important de l'information...



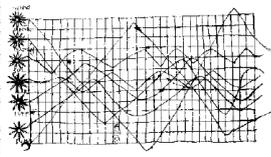
Lascaux 17000 ans a.J.C.

4

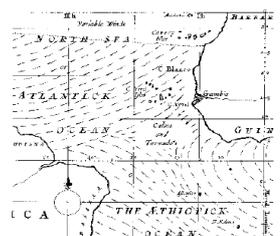
Partie I: Introduction

## Le dessin, un outil de communication...

Son intérêt pour la science est très ancien.



Inclinaison de planète: 10ème siècle



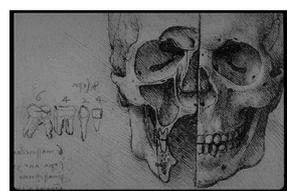
Courants marins: 1686

5

Partie I: Introduction

## Le dessin, un outil pour la science...

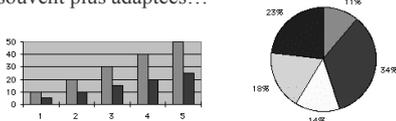
Le dessin « schéma » a évolué vers des techniques graphiques de visualisation scientifique de plus en plus riche

6

## Avec l'ordinateur...

Les outils de dessin scientifique ont évolué: le pinceau et le papier ont été remplacés par l'écran et la souris.  
 Des logiciels permettent de traiter des bases de données scientifiques de plus en plus importantes  
 Mais les techniques de visualisation informatique « classiques » (histogrammes, courbes, fromages, etc.) comme les tableurs ne sont souvent plus adaptées...

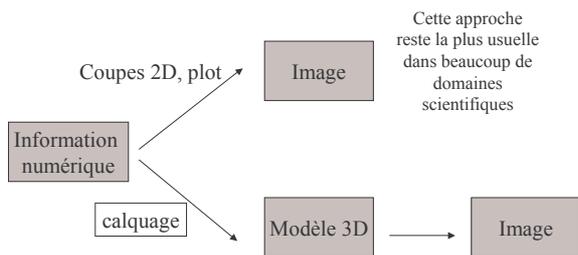


## Aujourd'hui...

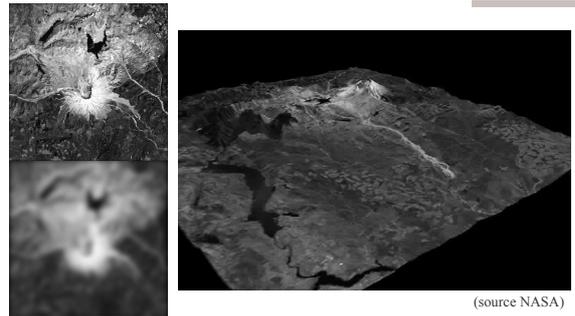
... au traitement et à l'affichage des grandes masses de données, que fournissent:

- ♦ Les **simulations numériques** (physique, chimie, biologie, etc.);
- ♦ Les **instruments de mesure** (médical, sismique, satellite, etc.)

## Visualisation « nouvelle génération »

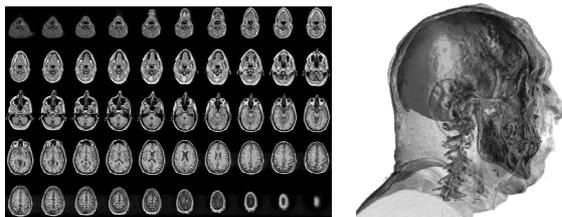


## Exemple 1: Géomatique

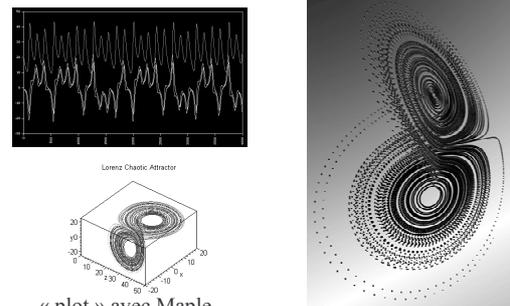


(source NASA)

## Exemple 2 : Médical



## Exemple 3 : Attracteur de Lorenz



« plot » avec Maple

## Motivations de la visualisation scientifique...

## Objectifs

### La visualisation scientifique a trois objectifs :

- ♦ La création d'images expressives et stylisées pour la communication;
  - *L'accent est mis sur l'esthétique et le style graphique*
- ♦ L'exploration et la prise de connaissance de résultats;
  - *L'accent est mis sur l'interactivité*
- ♦ La compréhension du cheminement vers le résultat.
  - *L'accent est mis sur l'intégration de la visualisation au cœur du système fournissant les données*

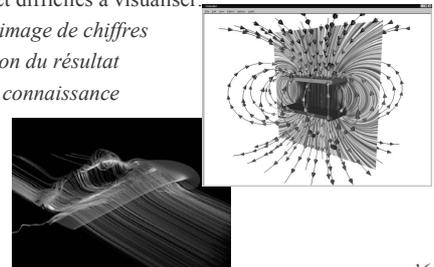
## Communication par l'image

- ♦ Les scientifiques ont de plus en plus besoin de mettre en images leurs résultats pour les communiquer:
  - *Facilite la compréhension du public*
  - *Augmente le pouvoir pédagogique*
  - *Facilite la diffusion*



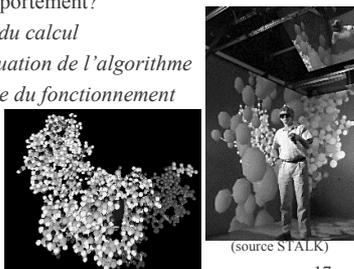
## Exploration

- ♦ Les résultats de simulations ou de mesures peuvent être complexes et difficiles à visualiser:
  - *Mise en image de chiffres*
  - *Evaluation du résultat*
  - *Prise de connaissance*



## Intégration au système

- ♦ Les simulations numériques peuvent être complexes... est-on sûr du résultat et du comportement?
  - *Affichage des étapes du calcul*
  - *Evaluation de l'adéquation de l'algorithme*
  - *Prise de connaissance du fonctionnement*



## De la donnée à l'image...

Partie I: Introduction

## De l'équation à l'image...

Scientifique  
(physique, chimie, etc.)

↓ Modélisation du phénomène

$$\frac{\partial u}{\partial t} = -(u \cdot \nabla u) - \frac{1}{\rho} \nabla p + \nu \nabla^2 u + F$$

$$\nabla \cdot u = 0$$

Modèle: équation

Mathématicien  
(numéricien)

↓ Schéma de résolution

Etude des propriétés

Simulation numérique

19

Partie I: Introduction

## De l'équation à l'image...

Informaticien  
(numéricien)

↓ Implantation Informatique

```

v 0 0.2248 0.1100 -0.1289 n -0.1758 0.4712 -0.8643
v 1 0.2248 0.1291 -0.1100 m -0.1665 0.8128 -0.5584
v 2 0.1669 0.1100 -0.1100 m -0.2835 0.7085 -0.6442
v 3 0.3922 0.1100 -0.1498 m -0.0495 0.3186 -0.8036
v 4 0.3922 0.1500 -0.1100 m -0.0409 0.8391 -0.5424
v 5 0.5596 0.1100 -0.1491 m 0.0146 0.5237 -0.8518
v 6 0.5596 0.1495 -0.1100 m 0.0220 0.8450 -0.5343
          
```

Résultat: chiffres

Informaticien

↓ géométrie 3D

Résultat: Image

calquage

20

Partie I: Introduction

## Codage d'images

1 bit = Unité informatique de base  
1 octet = paquet de 8 bits.  
Une image = une matrice de points lumineux

**point lumineux = pixel (picture element)**

64 pixels => 8 octets  
Le dessin du A ci-contre est codé par les chiffres :  
(60, 66, 66, 66, 127, 66, 66, 66)

Pour des images de points noirs ou blancs : 1 pixel = 1 bit  
Le nombre de pixels selon X et Y s'appelle la **résolution**.

21

Partie I: Introduction

## Bitplans

Si on utilise 2 bitplans :  
4 possibilités pour chaque pixel

⇒ 4 couleurs

|    |    |
|----|----|
| 00 | 00 |
| 01 | 01 |
| 10 | 10 |
| 11 | 11 |

8 bitplans ⇒ 256 couleurs  
24 bitplans ⇒ 16 Millions de couleurs

22

Partie I: Introduction

## Couleur

Une couleur est obtenue par combinaison de trois couleurs primaires (rouge, vert et bleu).  
Chaque couleur primaire est stockée sur 1 octet => 256 possibilités

(0,0,0)

(128,128,128)

(255,255,255)

(255,0,0)

(0,255,0)

(0,0,255)

23

Partie I: Introduction

## Image numérique

Image = Matrice de pixels; chaque pixel contenant 3 octets (R,V,B)

X

Y

(252, 246, 231)

Une image de résolution 1024x1024 pixels occupe 3Mb

24



## Conclusion Partie I

*L'image est un vecteur d'information très important*

*A quoi nous servent des données scientifiques  
toujours plus riches si nous ne savons pas les  
exploiter?*