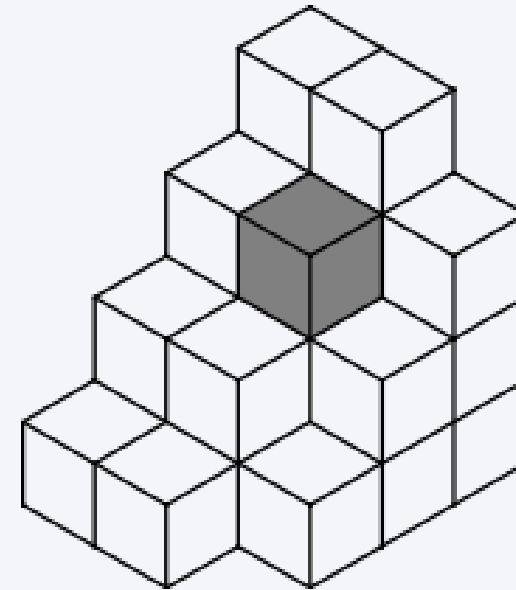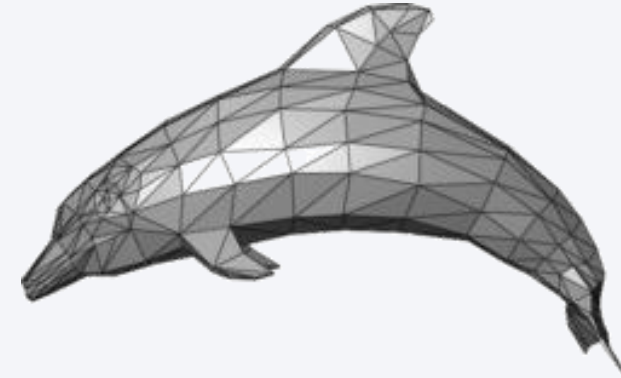Spring 2020

PROGRAMMING

LEVEL 2 – A glance to 3D graphics

Maurizio Rigamonti

- ***Computer graphics***
  - *are graphics created using computers and, more generally, the representation and manipulation of pictorial data by a computer.*
  - *is a sub-field of computer science which studies methods for digitally synthesizing and manipulating visual content.*

- ***Information graphics*** *or* ***infographics*** *are visual representations of information, data or knowledge.*

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

UNI FR

- **1960** W. Fetter, Boeing («computer graphics»)

- **1969** ACM SIGGRAPH

- **1980>** films, design, art, GUI

- **1990>** 3D in videogames, multimedia, animation…

- **1996** 3DFX Voodo

- **Recently** Pixel shaders

- **Now** raytracing + AI (RTX)

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

UNI FR

- **Polygonal**
  - Hardware!

- **Voxel (a.k.a. Boxel)**
  - Volumetric pixel
  - Regular grid in space
  - Used for medical and scientific data

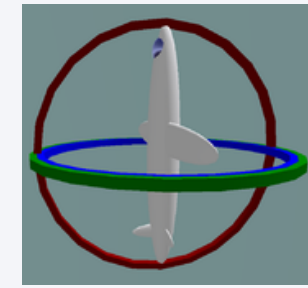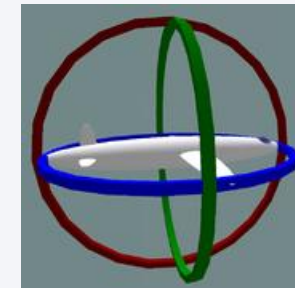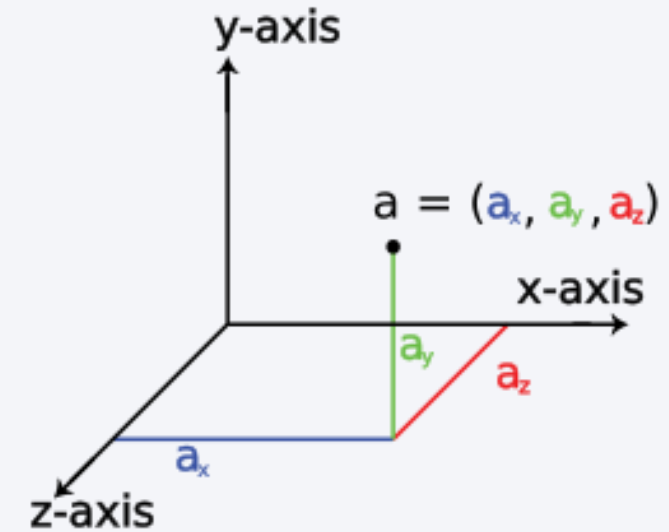**UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG** | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

- Elements
  - Vertices, edges
  - Triangles
  - Meshes
  - Skeletons
  - Textures
  - Cameras
  - Lights
  - ….

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

CREATING A SCENE

1. Geometry calculation

2. Texturing

3. Lighting

4. Shading

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT
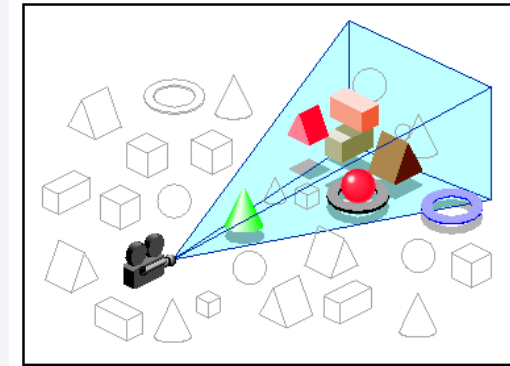
Maurizio Rigamonti

UNI
FR
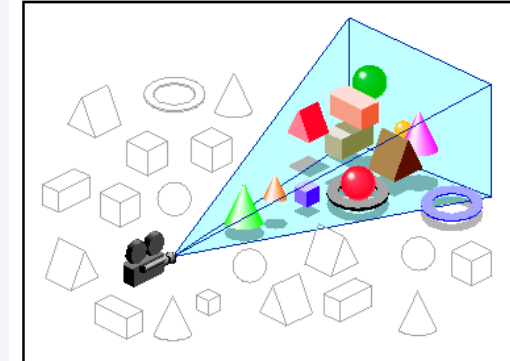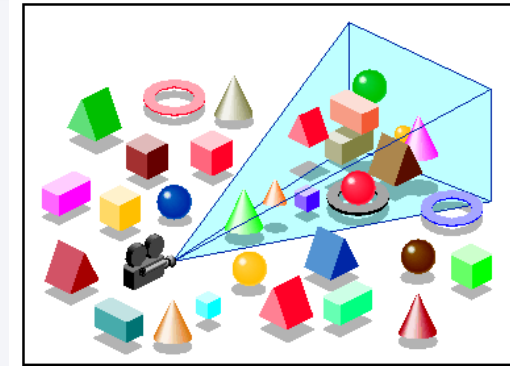
- Cartesian coordinates system
  - Vectors
    - points
  - Matrices
    - Translation, rotation, scaling transform
    - Change of coordinates system
    - Cameras, projection,…

$a = (a_x, a_y, a_z)$

- Quaternions
  - $H = a \cdot 1 + b \cdot i + c \cdot j + d \cdot k$
  - Solution to gimbal lock problem

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

1. Pipeline

2. Clipping

3. Culling

4. Occlusion testing

5. Resolution testing

6. Rasterization

Reduction

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

- Texturing
  - Explicit VS procedural
  - Static VS dynamic

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti
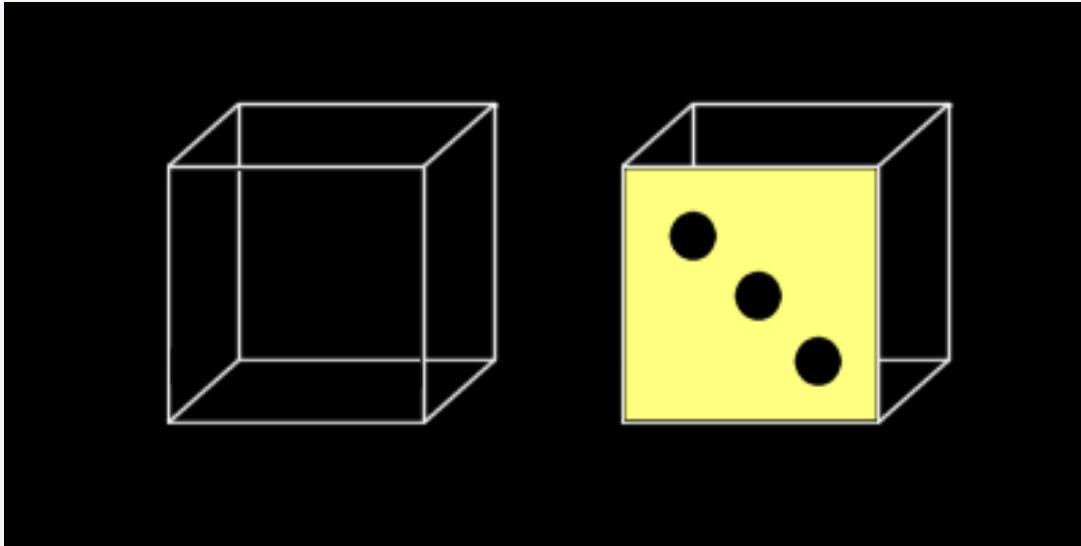
- Texture Mapping
  - XYZ
  - Volumes
  - Triangles
  - Tiling

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

- Multipass techniques

- Multitexturing
  - Environment + Gloss Mapping
  - Bump Mapping

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti
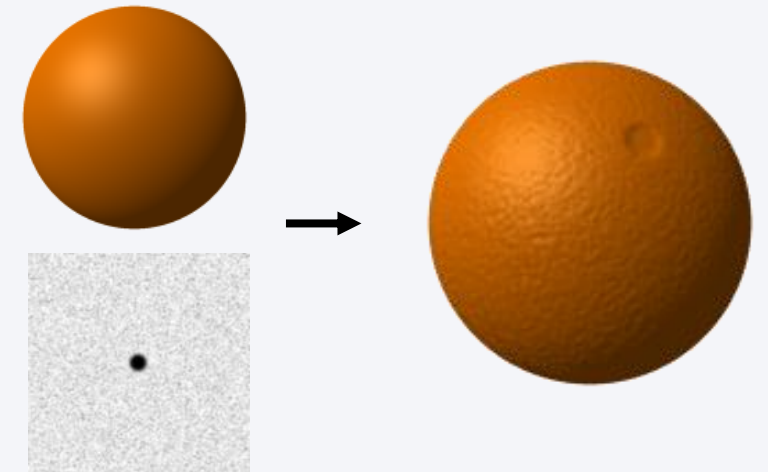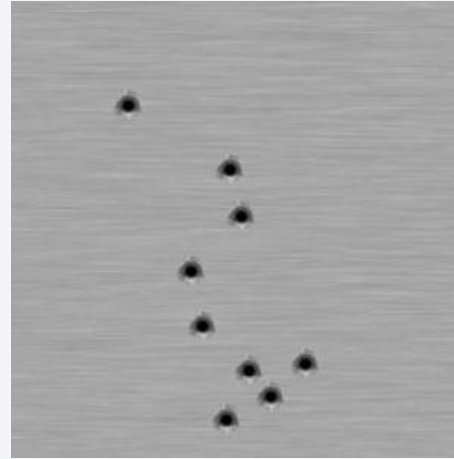
- Light
  - Ambient
  - Diffuse
  - Specular

- Light mapping

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti
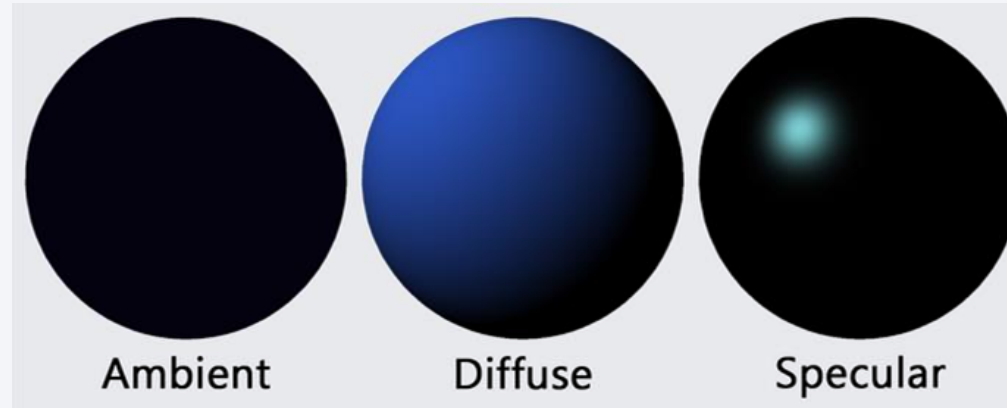
LIGHT MAPPING
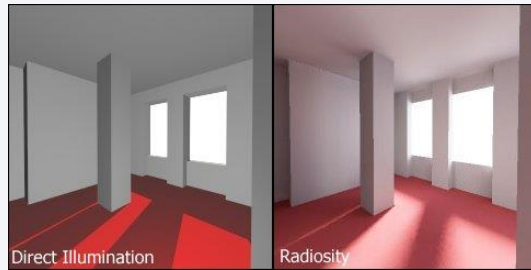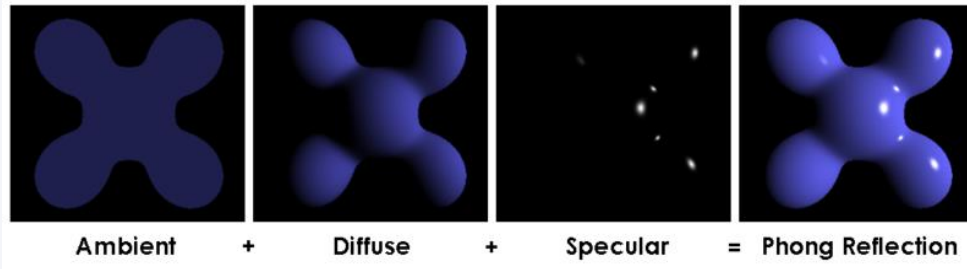
- Phong

- Ray-tracing + advanced

- Radiosity

- Bidirectional Reflectance Distribution Function

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

- Pixel operations and functions

- Programmable

- Manipulation of
  - Light absorption and diffusion
  - Texturing
  - Reflection and refraction
  - Shadows
  - Primitive displacements
  - Post processing

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

UNI FR

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

UNI
FR

QUESTIONS?

UNIVERSITÉ DE FRIBOURG / UNIVERSITÄT FREIBURG | FACULTÉ DES SCIENCES ET DE MÉDECINE / MATH.-NATURWISSENSCHAFTLICHE UND MEDIZINISCHE FAKULTÄT

Maurizio Rigamonti

UNI
FR