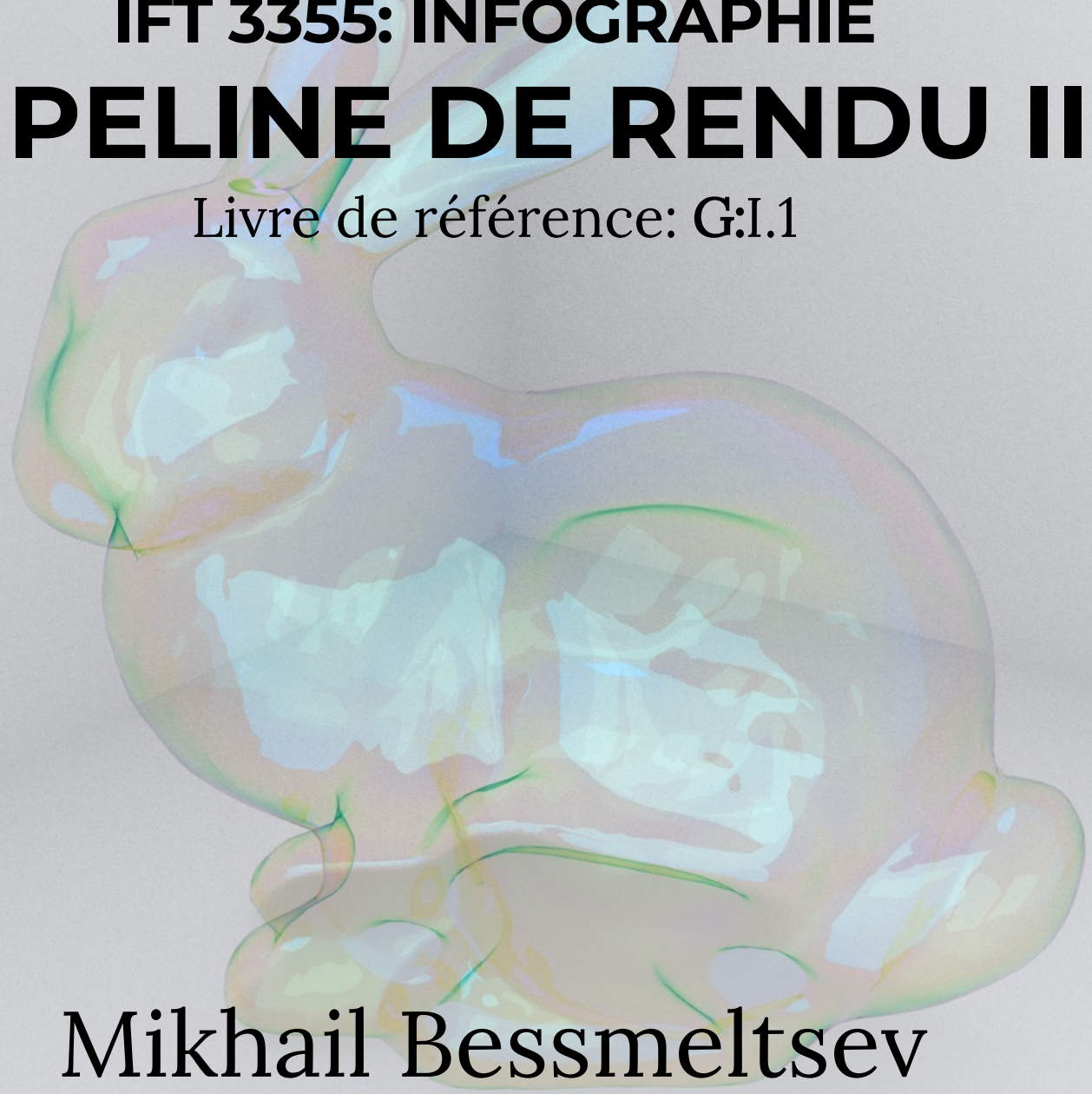
http://tinyurl.com/ift3355

IFT 3355: INFOGRAPHIE

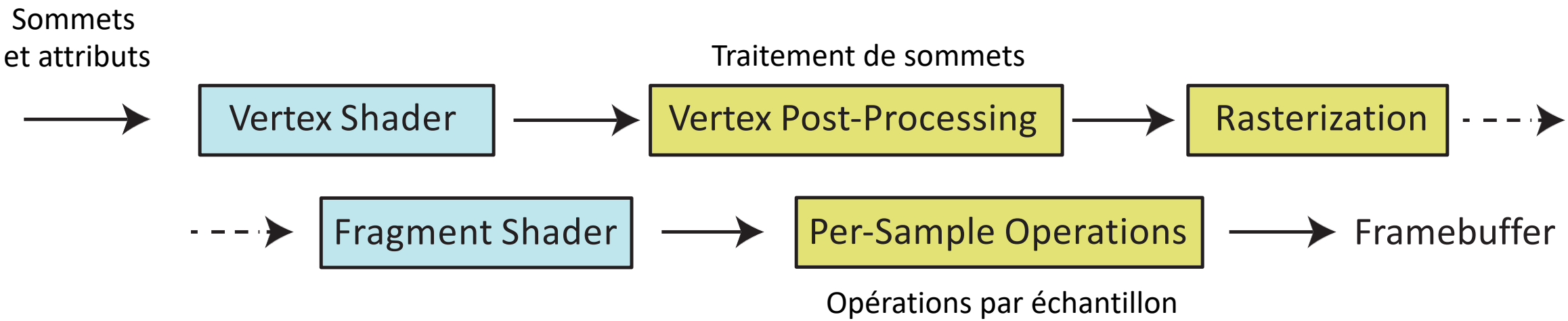
PIPELINE DE RENDU II

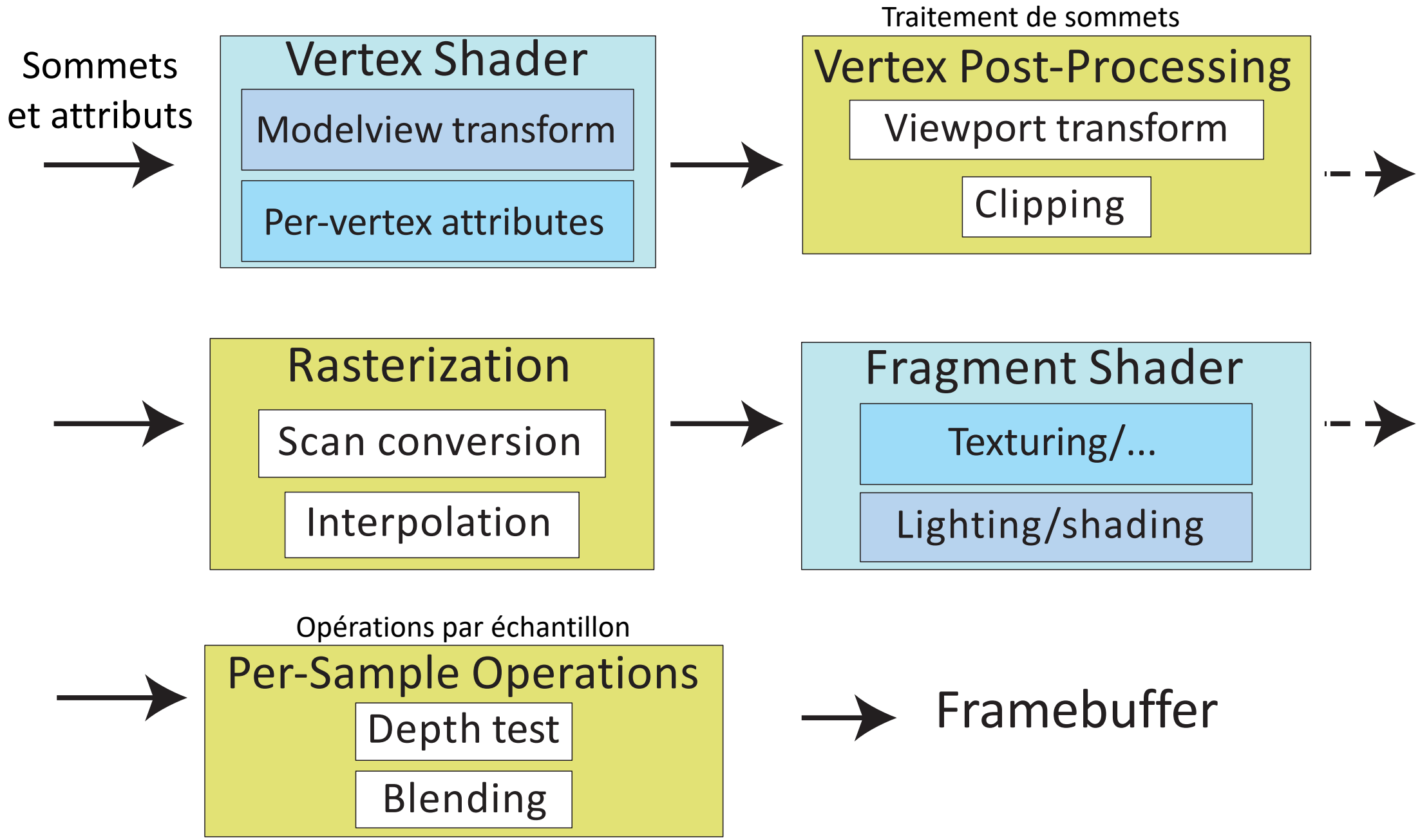
Livre de référence: G:I.1



Mikhail Bessmeltsev

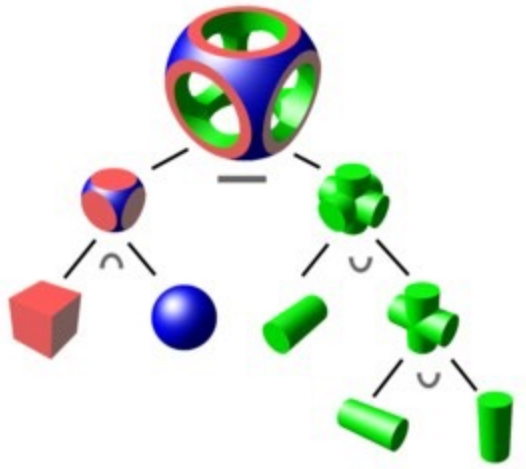
OPENGL PIPELINE DE RENDU



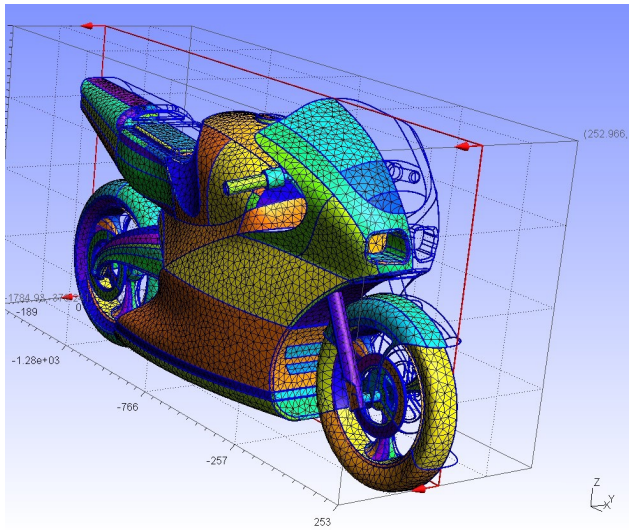

Sommets
et attributs
Vertex Shader
Modelview transform
Per-vertex attributes
Traitement de sommets
Vertex Post-Processing
Viewport transform
Clipping
Rasterization
Scan conversion
Interpolation
Fragment Shader
Texturing/...
Lighting/shading
Opérations par échantillon
Per-Sample Operations
Depth test
Blending
Framebuffer

COMMENT REPRÉSENTER LES FORMES?

- Volumétrique – l'algèbre de Bool avec les primitives volumétriques
  - Les sphères, cônes, cubes, …



- Représentation frontière (*Boundary representation*) – l'union de patchs de surface
  - Une seul primitive – triangle/quad
  - Une surface d'ordre élevé



LES FORMES – LES COURBES/SURFACES

- Les représentations mathématiques:
  - Les fonctions explicites
  - Les fonctions paramétriques
  - Les fonctions implicites

LES FORMES: LES FONCTIONS EXPLICITES

- Les courbes:
  - y est une fonction de x:
  - Pas toutes le courbes

$$y := \sin(x)$$

- Les surfaces:
  - z est une fonction de x et y:
  - Pas toutes les surfaces

$$z := \sin(x) + \cos(y)$$

LES FORMES: LES FONCTIONS PARAMÉTRIQUE

- Les courbes:
  - 2D: x et y sont les fonctions de la valeur du paramètre t
  - 3D: x, y et z sont les fonctions de la valeur du paramètre t

$$C(t) := \begin{pmatrix} \cos(t) \\ \sin(t) \\ t \end{pmatrix}$$

LES FORMES: LES FONCTIONS PARAMÉTRIQUE

- Les surfaces:
  - Une surface S est définie en fonction des valeurs des paramètres s, t
  - Les noms des paramètres peuvent être différents:

$$S(\phi, \theta) \coloneqq \begin{pmatrix} \cos(\phi)\cos(\theta) \\ \sin(\phi)\cos(\theta) \\ \sin(\theta) \end{pmatrix}$$

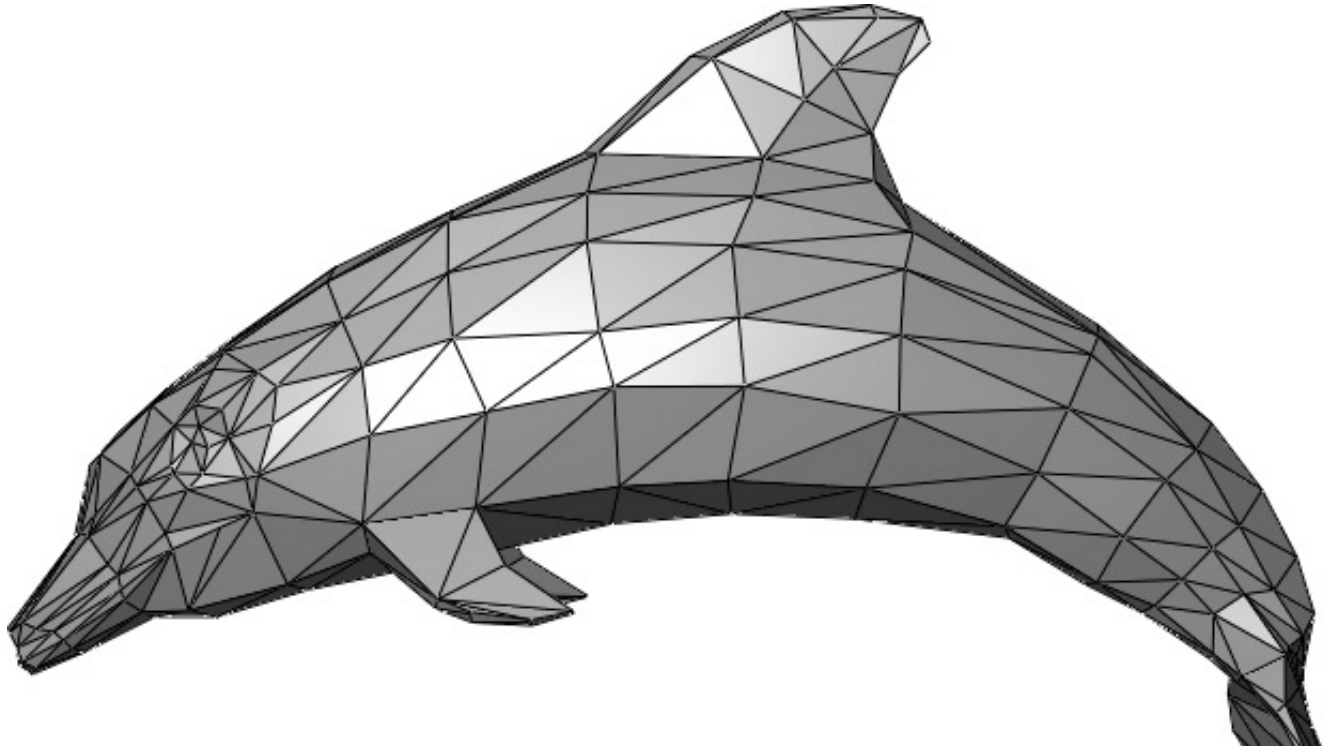
LES FORMES: LES FONCTIONS IMPLICITES

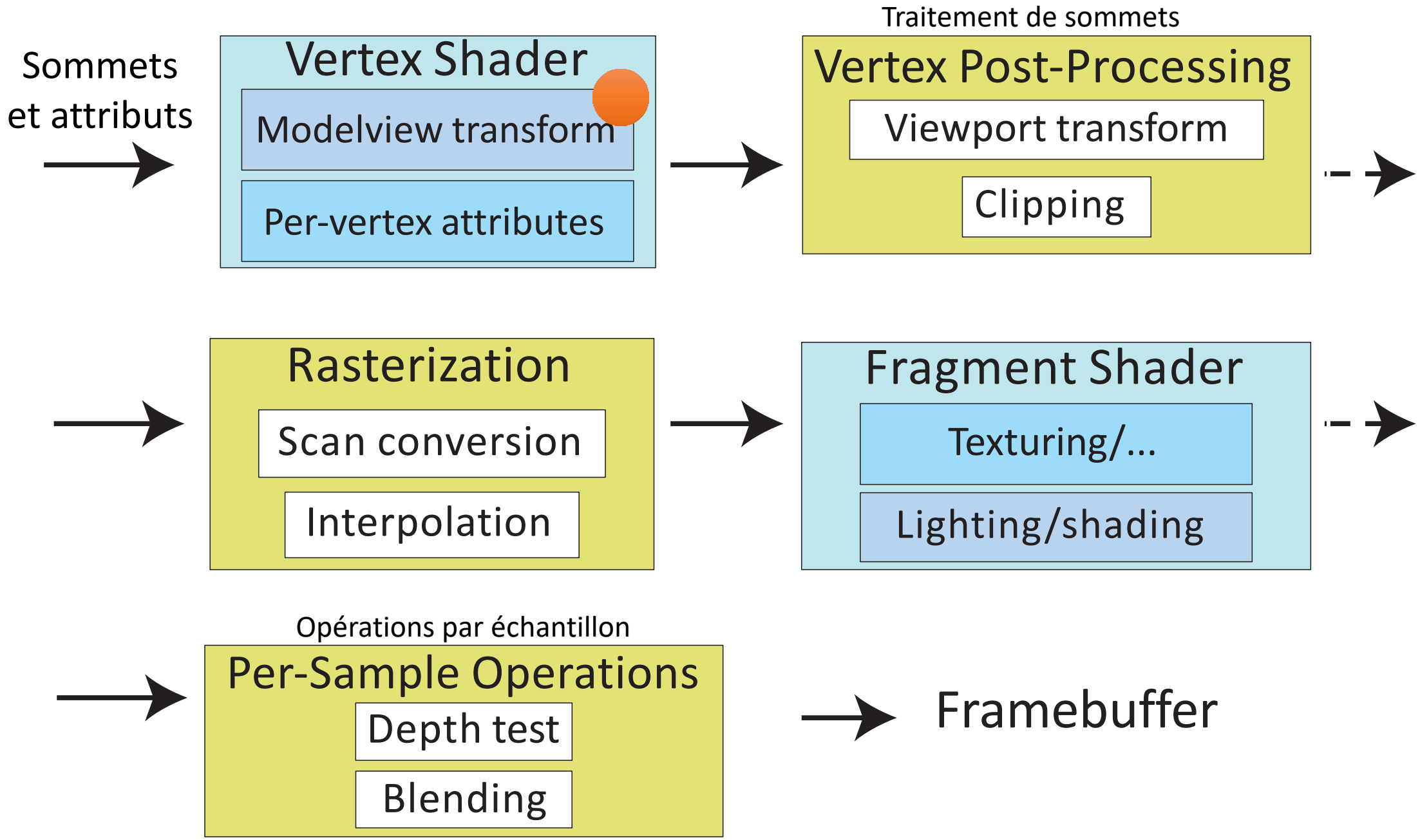
- La surface (3D) ou la courbe (2D) est défini par les racines de la fonction
  - E.g.:

$$S(x, y, z): x^2 + y^2 + z^2 - 1 = 0$$

LES FORMES: LES MAILLAGES DE TRIANGLES

- La liste de sommets
- Les triangles sont définis comme {vertex_index1, vertex_index2, vertex_index3}

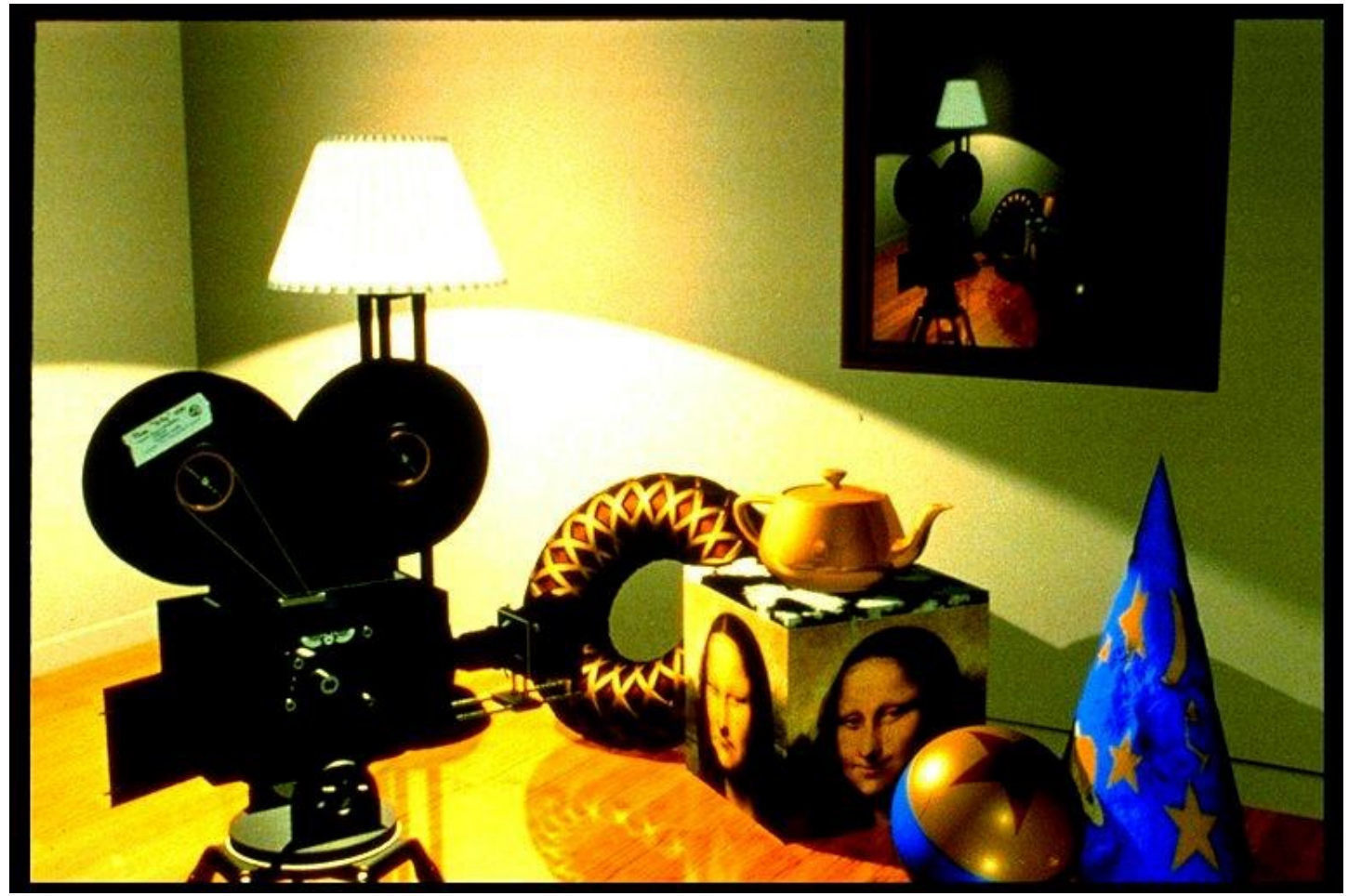



Sommets
et attributs
Vertex Shader
Modelview transform
Per-vertex attributes
Traitement de sommets
Vertex Post-Processing
Viewport transform
Clipping
Rasterization
Scan conversion
Interpolation
Fragment Shader
Texturing/...
Lighting/shading
Opérations par échantillon
Per-Sample Operations
Depth test
Blending
Framebuffer

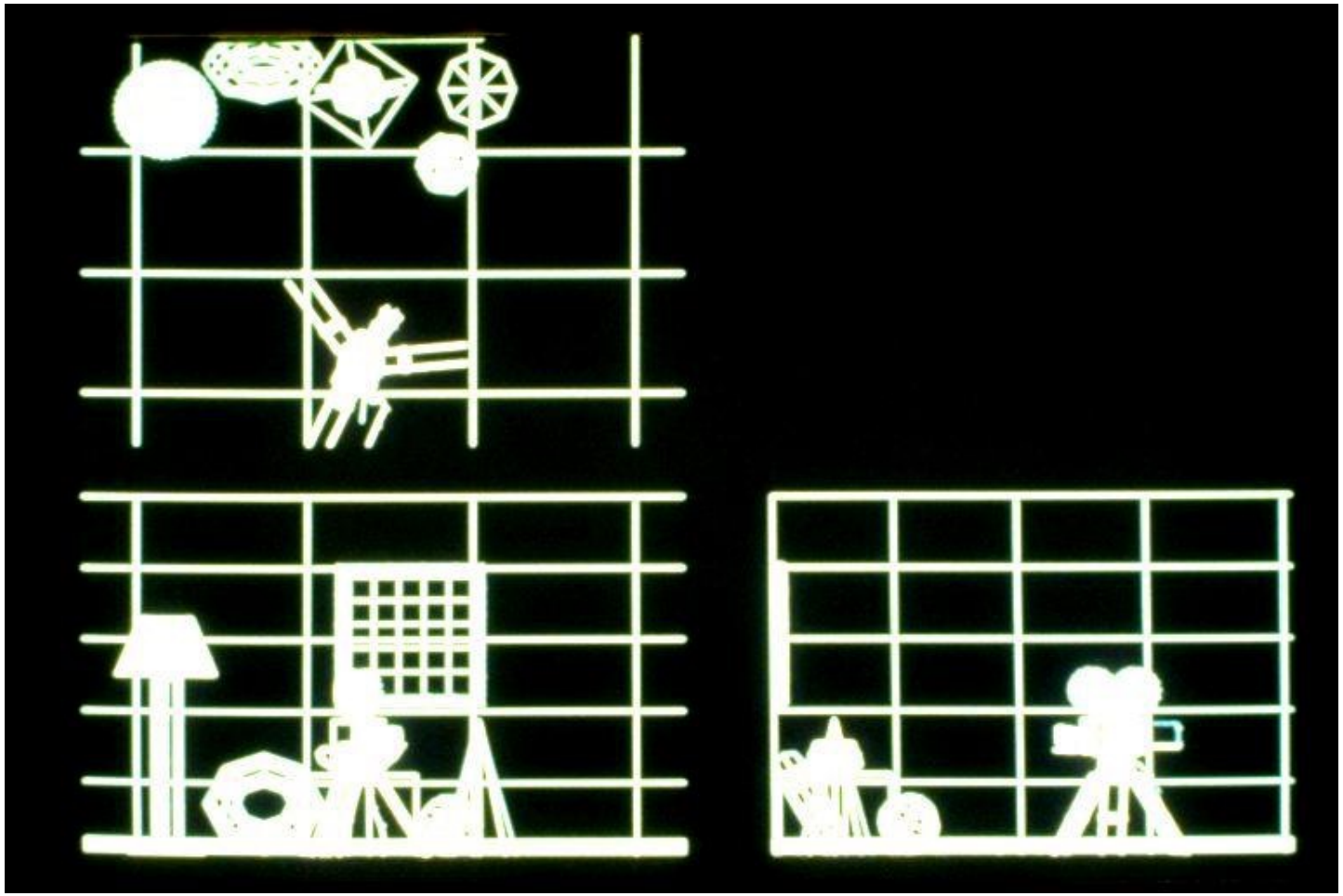
LES TRANSFORMATIONS DE MODÈLES ET DE VUE

- Placer des objets – Les transformations de modèles
  - Mapper des points du système de coordonnées de l'objet au système de coordonnées du monde

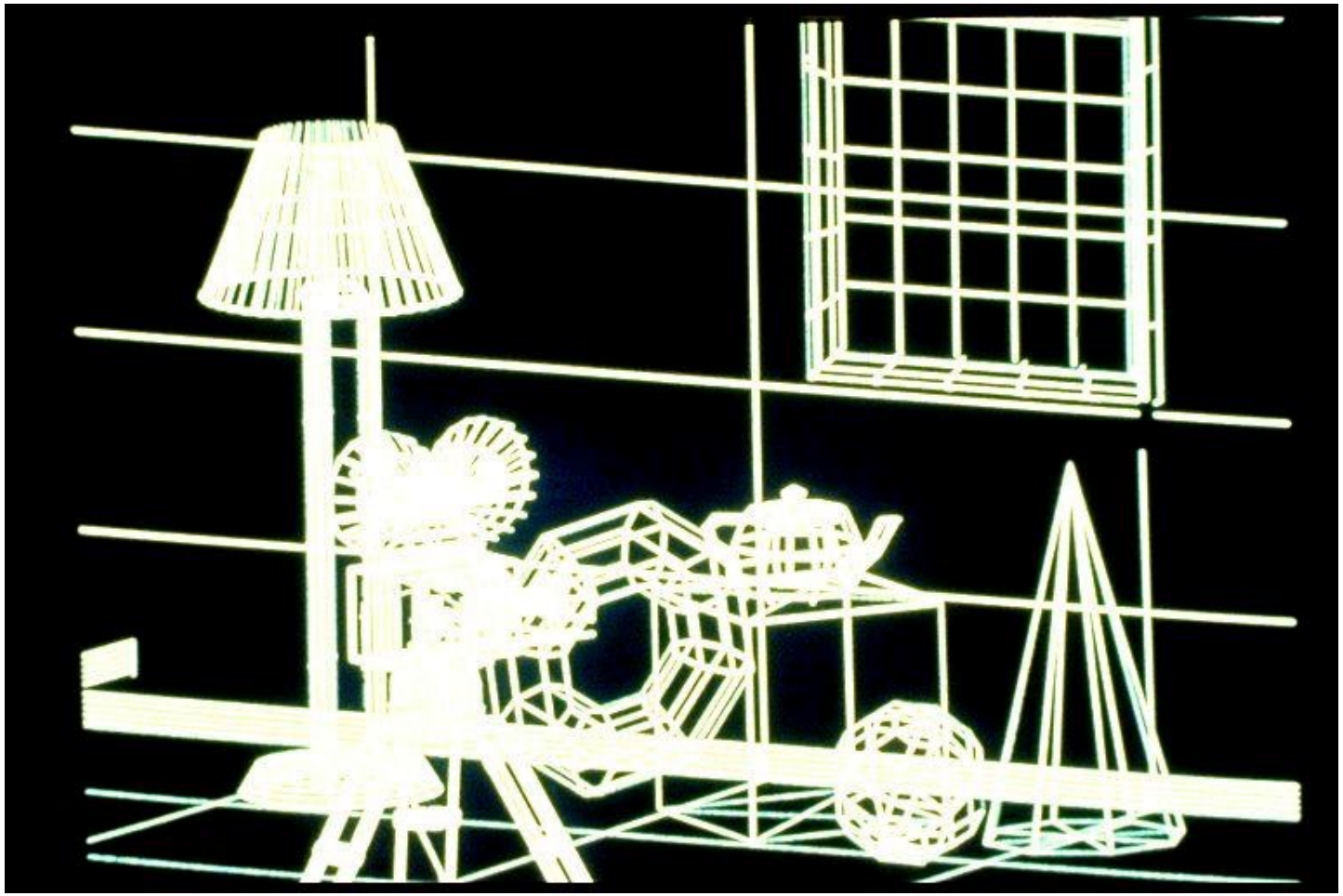
- Regarder depuis la caméra – La transformation de la vue
  - Mapper des points du système de coordonnées du monde au système de coordonnées de vue (l'oeil)



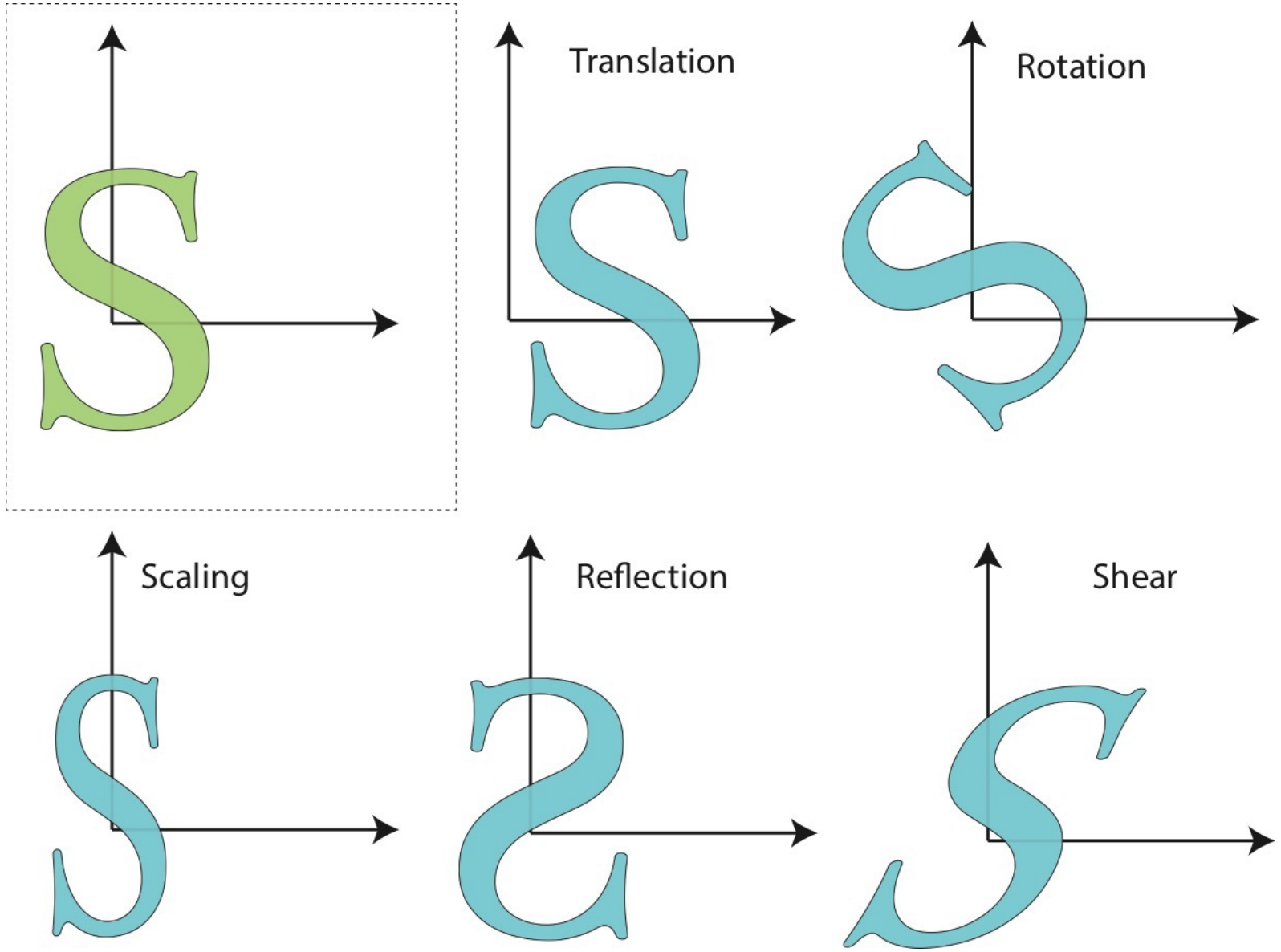
PLACEMENT D'OBJETS
LES TRANSFORMATIONS DE MODÈLES



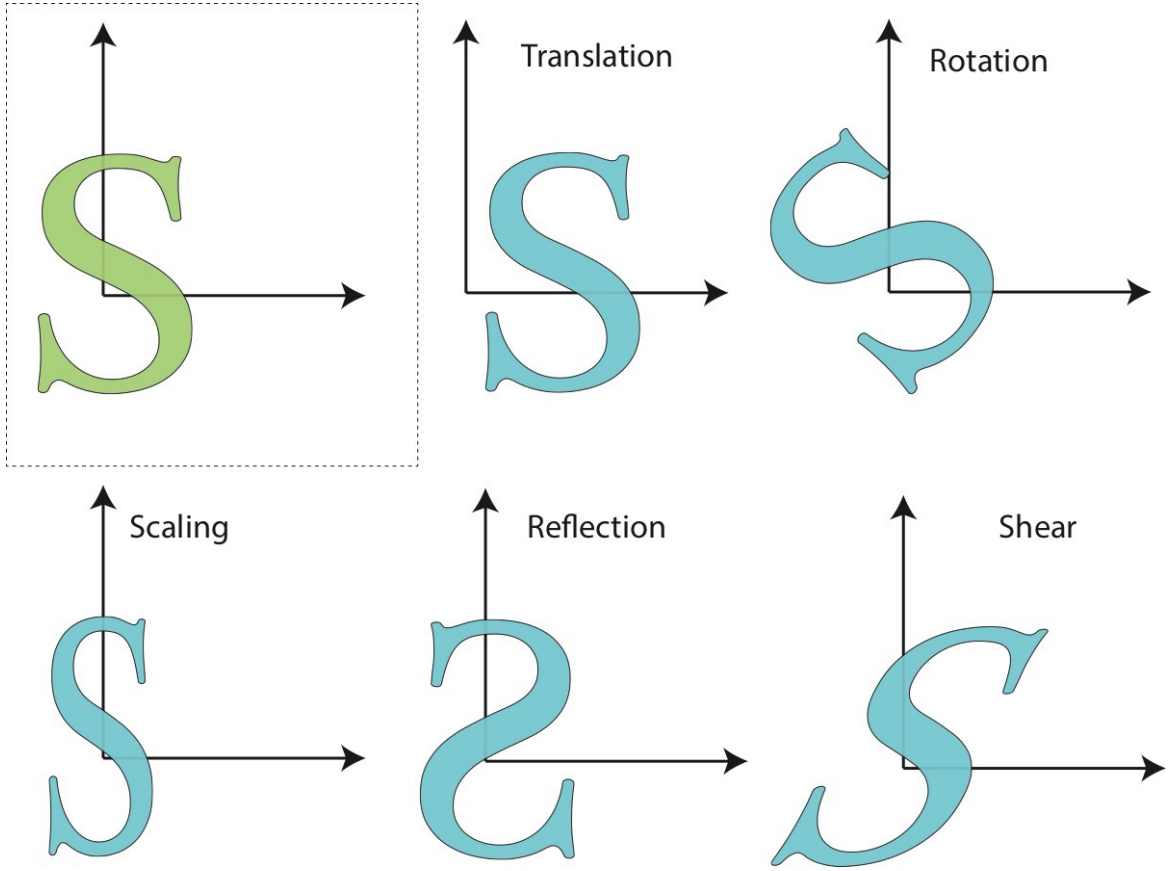
REGARDER DEPUIS LA CAMÉRA – LA TRANSFORMATION DE VUE



LES TRANSFORMATIONS



LES TRANSFORMATIONS



- Autres transformations (pas gérées par le pipeline de rendu):
  - Déformation de forme libre
    - Shaders peuvent faire ça

LES TRANSFORMATIONS DE MODÈLES ET DE VUE

- Les transformations linéaires
  - Les rotations, changements d'échelle, cisaillement
  - Peuvent être exprimées par une matrice 3x3
  - E.g. changement d'échelle (non uniforme):

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix}$$

LES TRANSFORMATIONS DE MODÈLES ET DE VUE

- Les transformations affines
  - Les transformations linéaires + translations
  - Peuvent être exprimées par une matrice 3x3 + un vecteur 3D
  - E.g. changement d'échelle + translation:

$$\begin{pmatrix} x' \\ y' \\ z' \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 2 & 0 & 0 \\ 0 & 3 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{pmatrix} \cdot \begin{pmatrix} x \\ y \\ z \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} t_x \\ t_y \\ t_z \end{pmatrix}$$

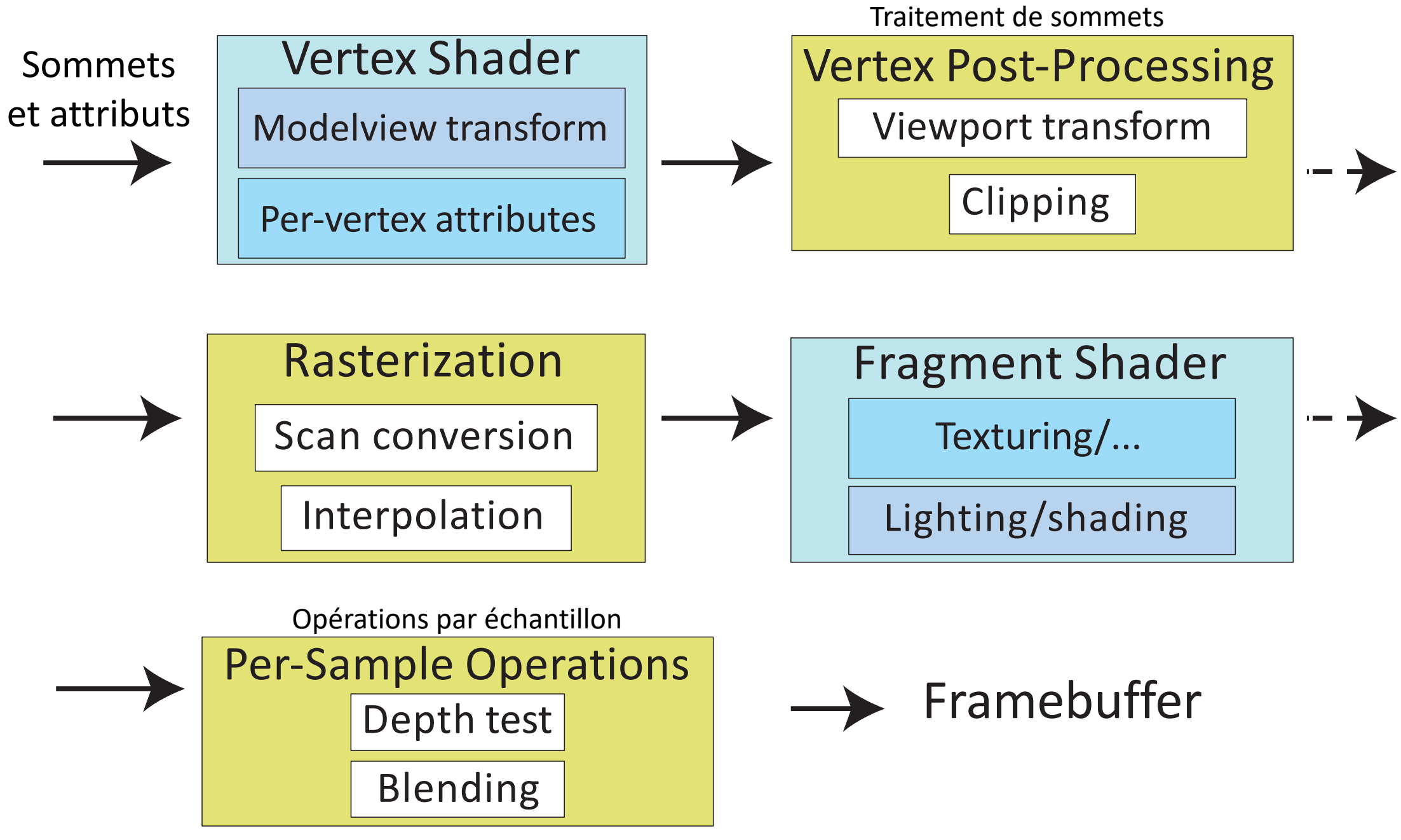
  - Une autre représentation: matrice 4x4 en coordonnées homogènes

LES MATRICES

- Les coordonnées de l'objet → les coordonnées du monde
  - **Matrice du modèle**
  - Une par objet

- Les coordonnées du monde → les coordonnées de la caméra
  - **Matrice de la vue**
  - Une par caméra

PIPELINE: PLUS DE DÉTAILS

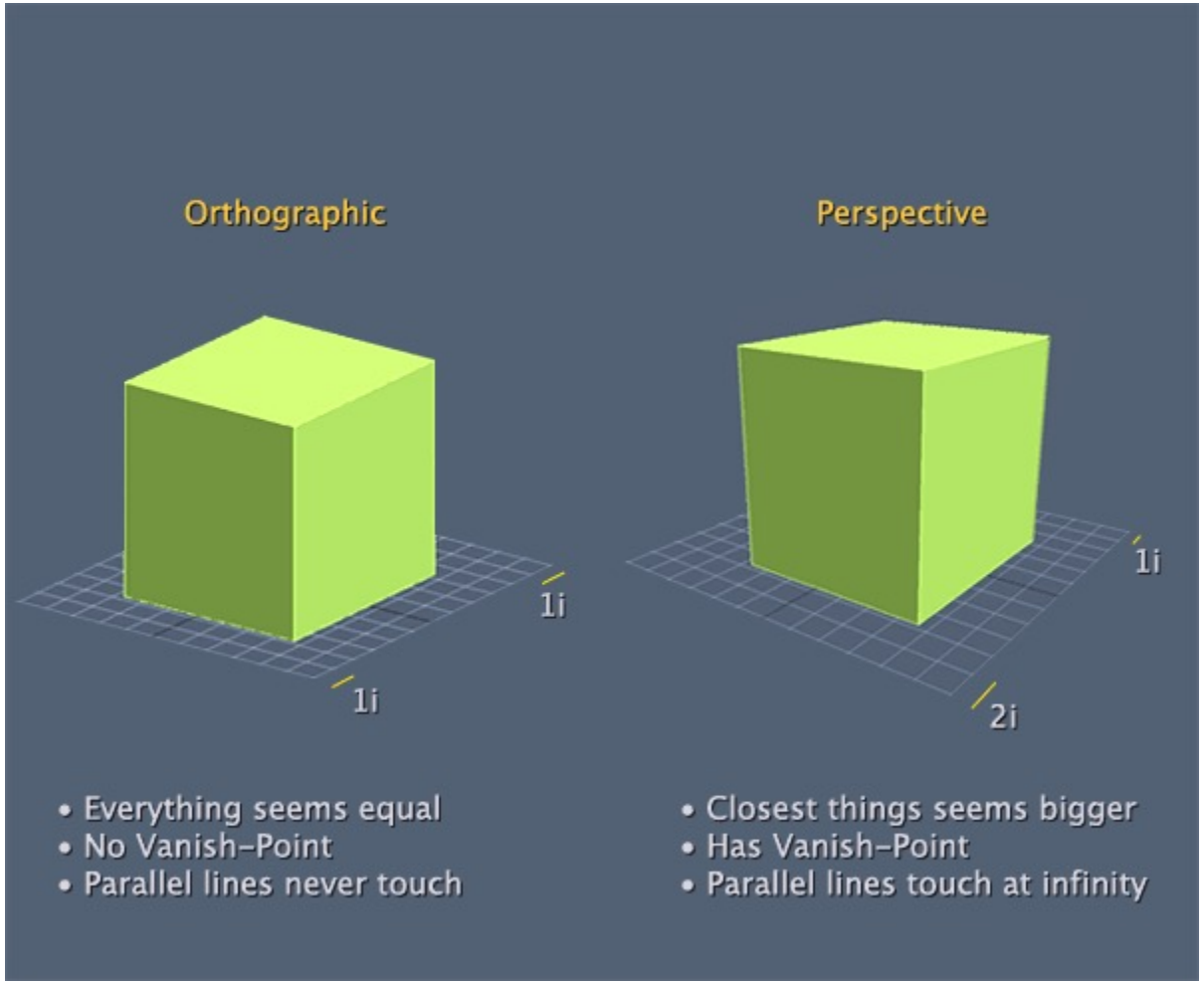


PROJECTION

- Projeter la géométrie 3D sur le plan 2D
- Simuler une caméra

- Un modèle de la caméra:
  - Sténopé (*pinhole*)
  - Il y a des modèles plus complexes, mais c'est rare en CG

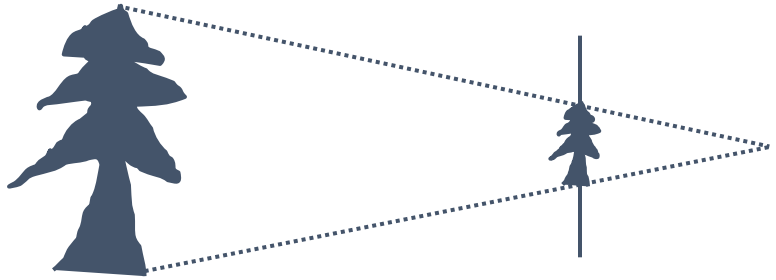
PROJECTION PERSPECTIVE



http://forums.codeguru.com/showthread.php?545757-orthographic-projection

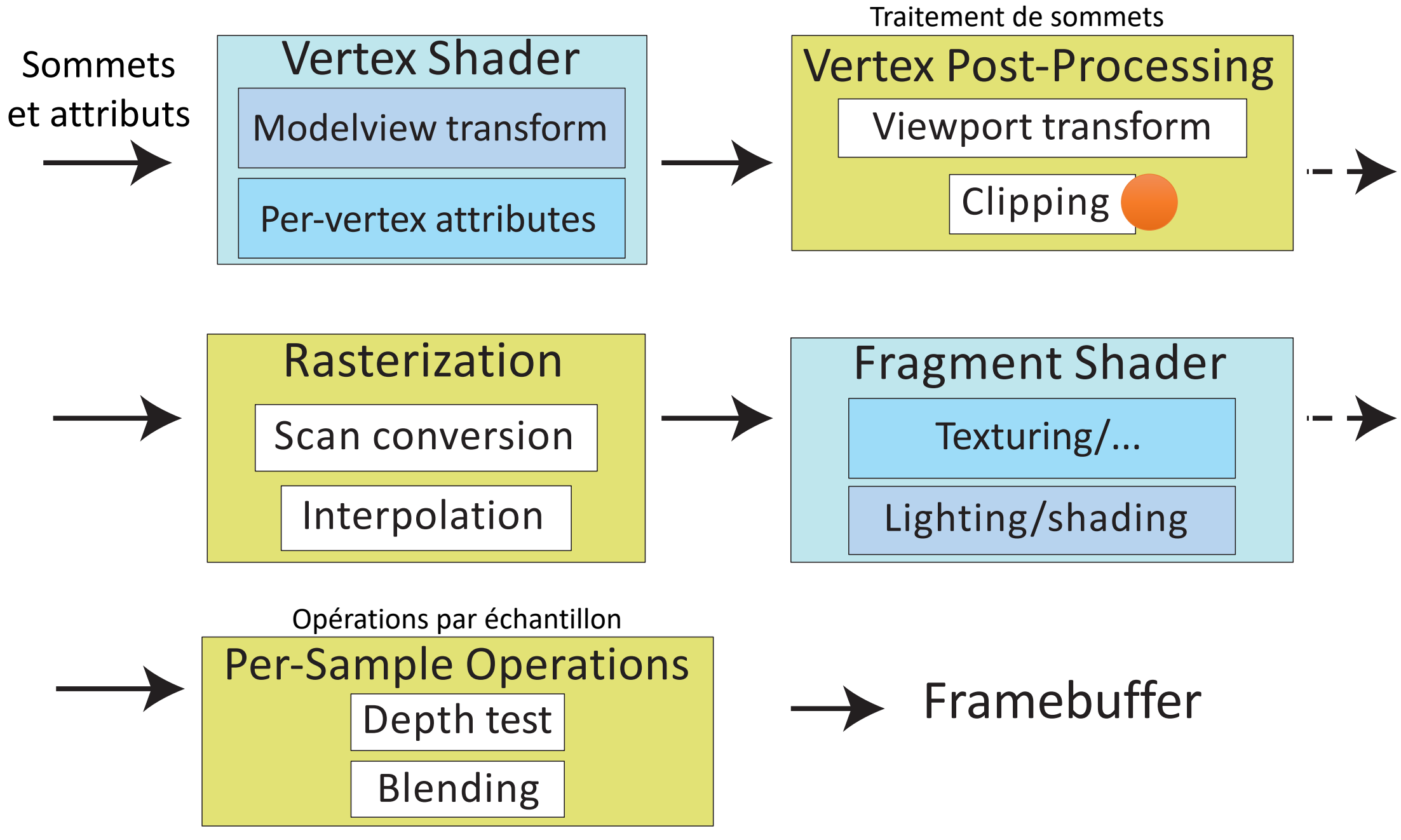
PROJECTION PERSPECTIVE

- Le plan image est devant le centre de projection



  - La transformation perspective est **l'une** des transformations de projection
  - Les transformations linéaires et affines appartiennent également à cette classe
  - Toutes les transformations projectives peuvent être exprimées comme une multiplication par matrice 4x4

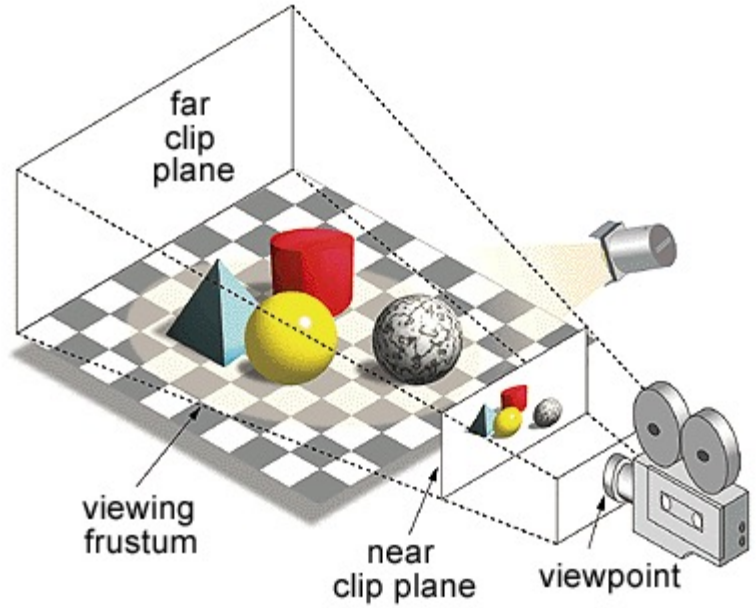
PIPELINE: PLUS DE DÉTAILS



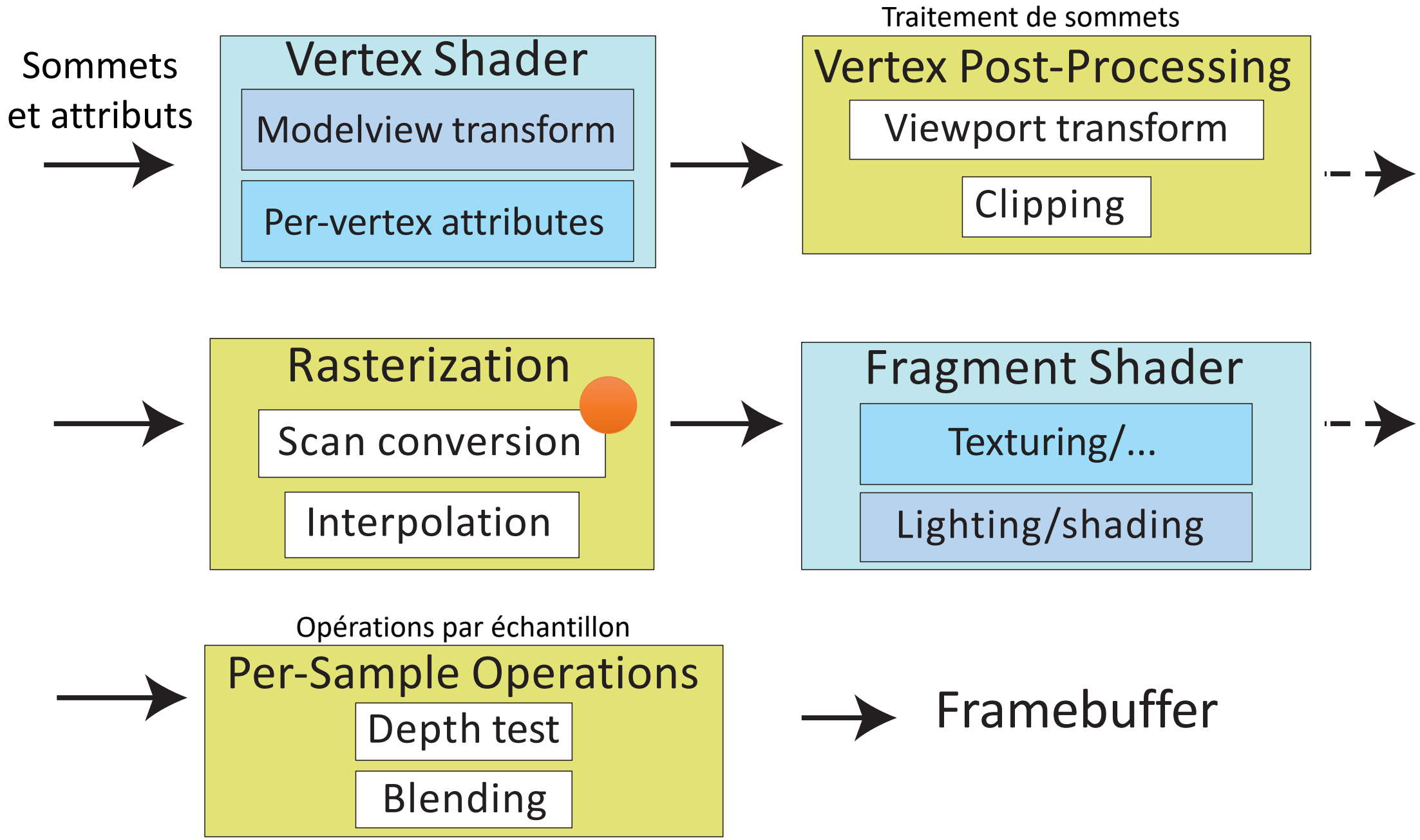
CLIPPING

- Supprimer la géométrie invisible
  - Géométrie en dehors du volume de vue (*viewing frustum*)
    - Y compris si l'objet est trop près ou trop loin

- Optimisation

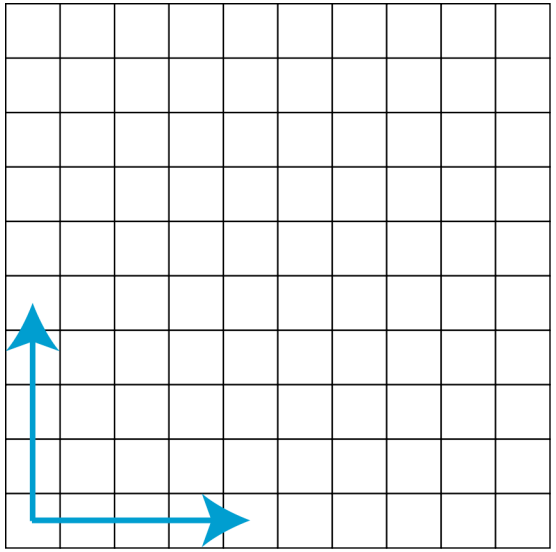


PIPELINE: MORE DETAILS

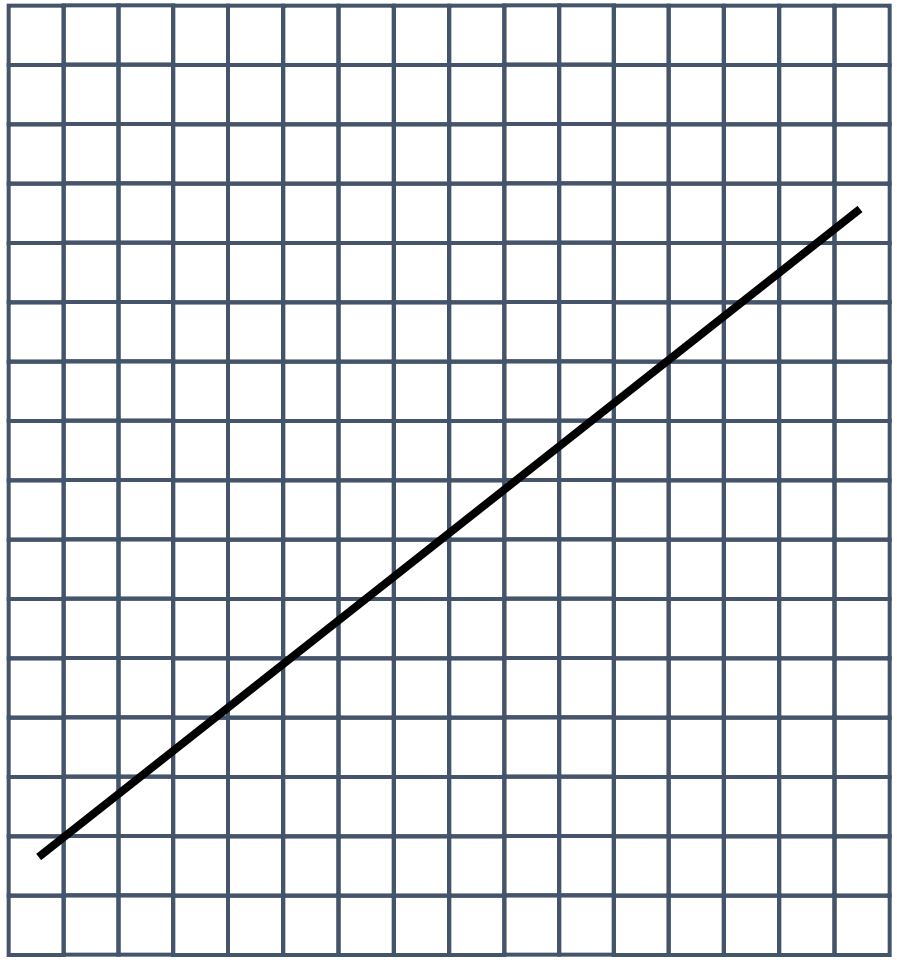


SCAN CONVERSION/RASTERIZATION

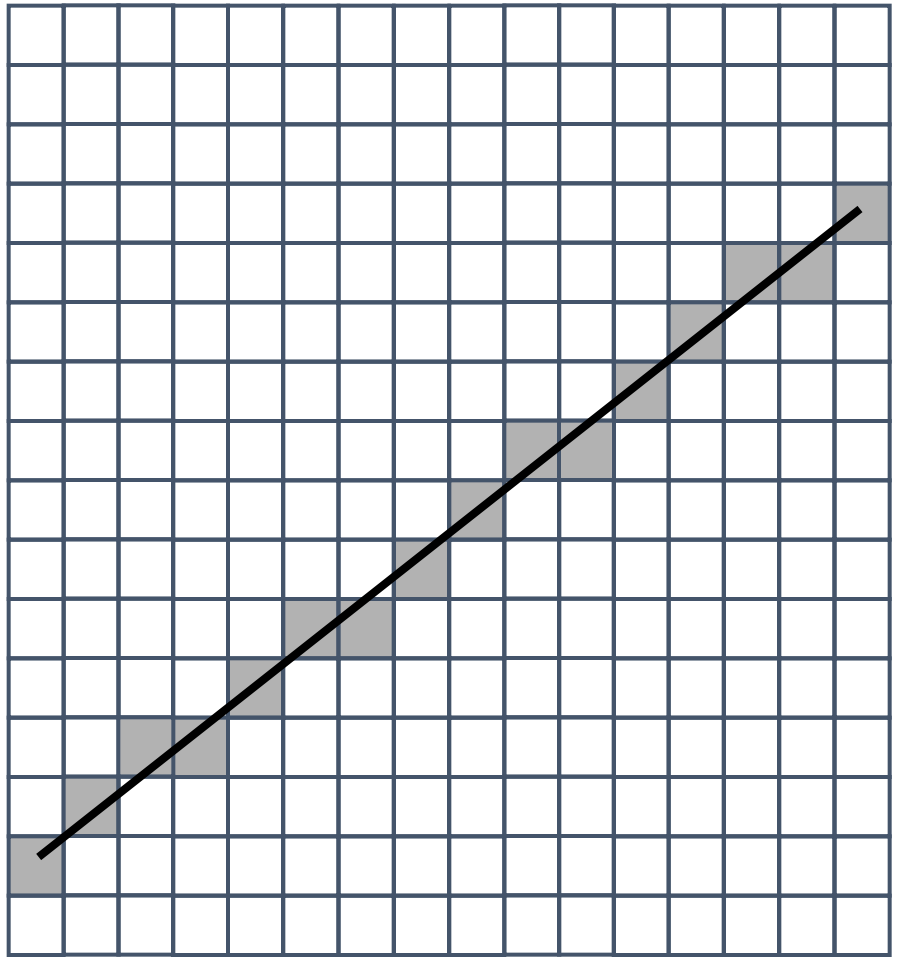
- Convertir la géométrie continue en représentation discrète
- L'affichage raster est une grille discrète des éléments
- La terminologie:
  - **Espace écran:** Le système discret 2D de l'affichage (pixels)



SCAN CONVERSION



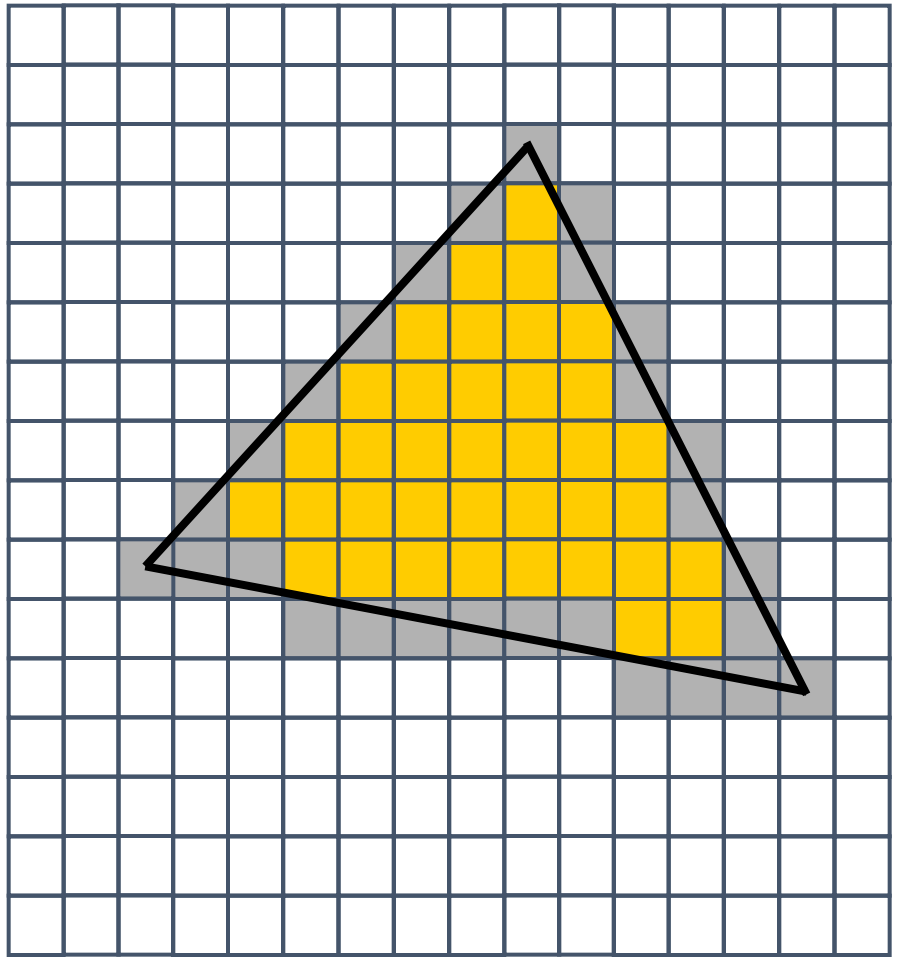
SCAN CONVERSION



SCAN CONVERSION

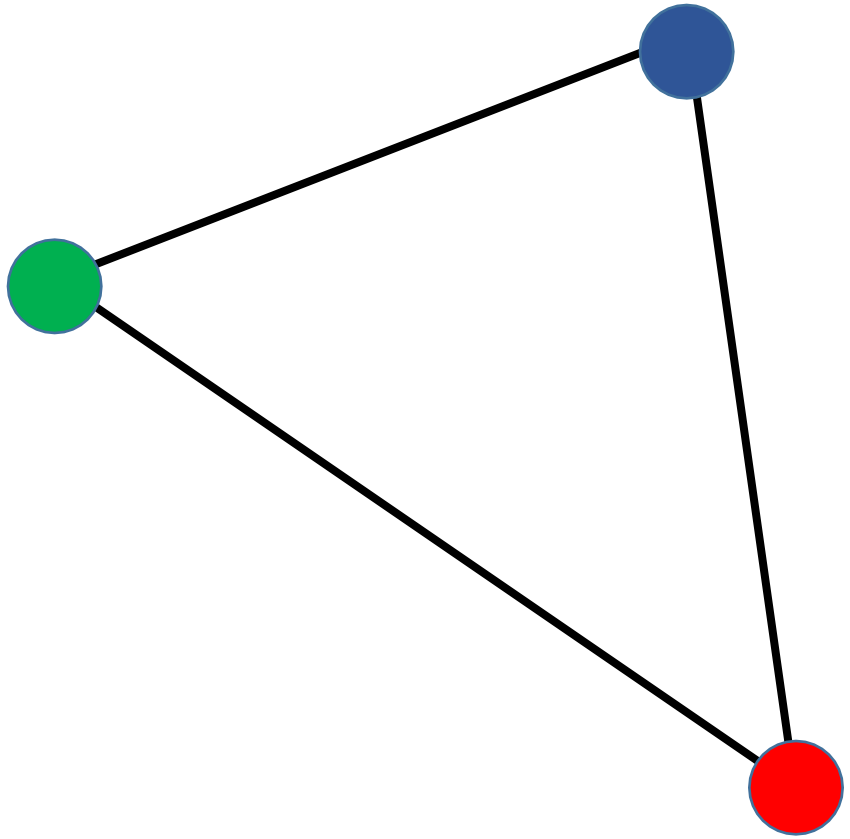
- Le problème:
  - La ligne est infiniment mince, mais l'image a une résolution
  - Le processus peut produire
    - Marches d'escalier
    - Aliassage
  - L'un des problèmes fondamentaux en infographie

SCAN CONVERSION



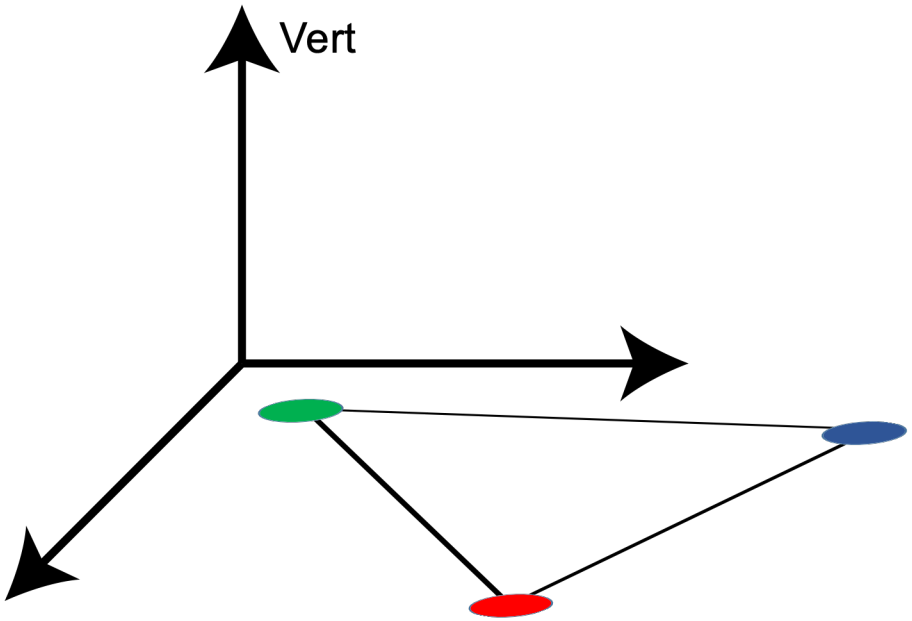
L'INTERPOLATION DE COULEURS

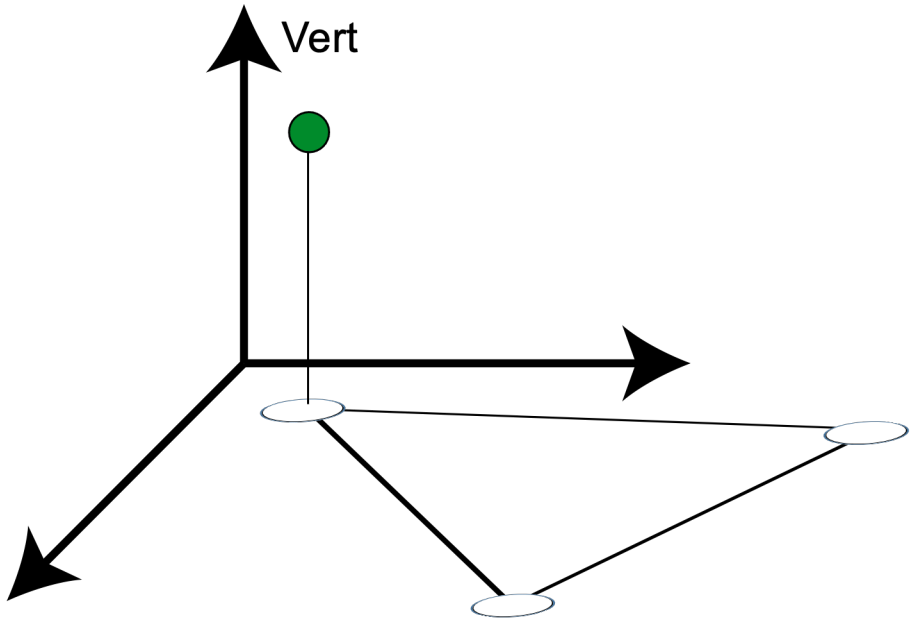
On assume une couleur par sommet de chaque triangle
Comment remplir les couleurs entre elles?



L'INTERPOLATION DE COULEURS

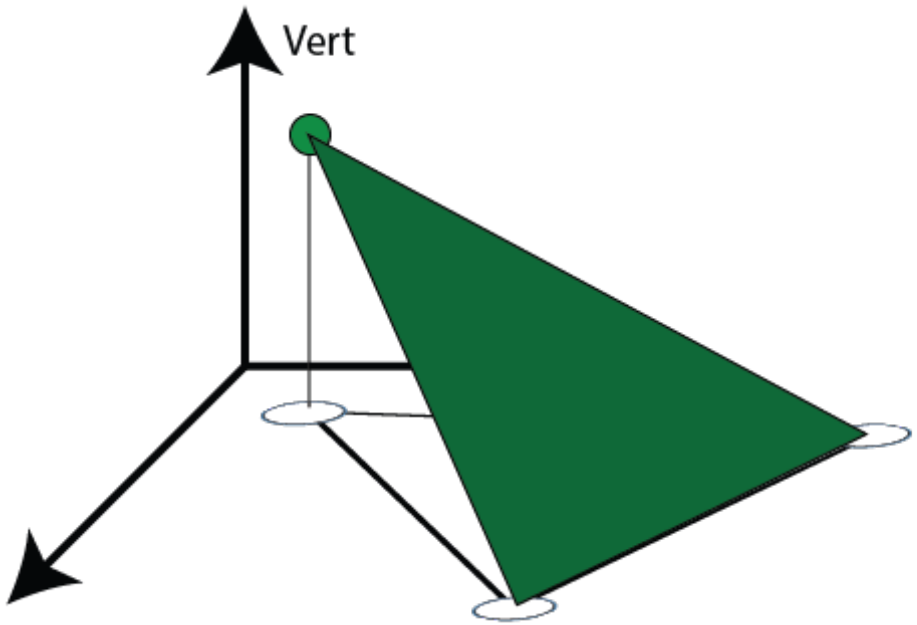
On assume une couleur par sommet de chaque triangle
Comment remplir les couleurs entre elles?

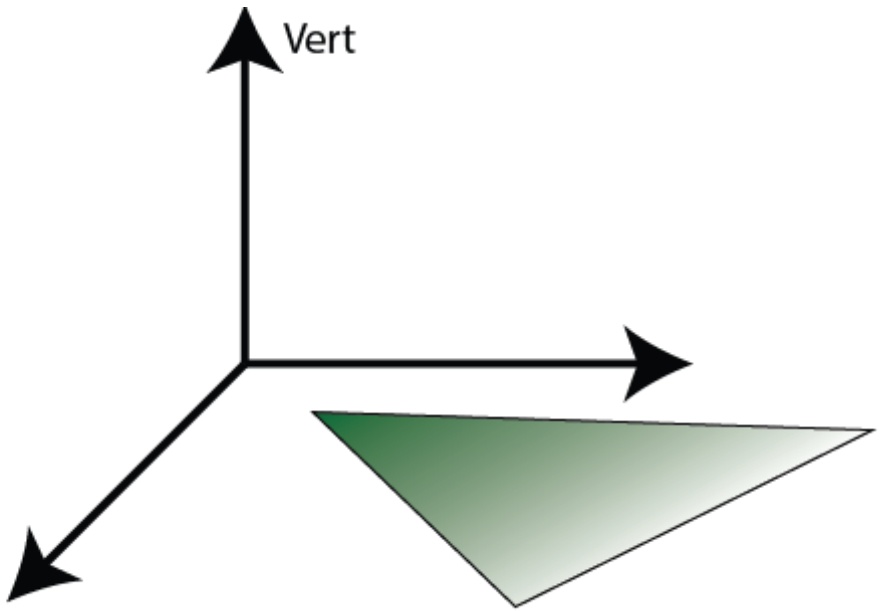




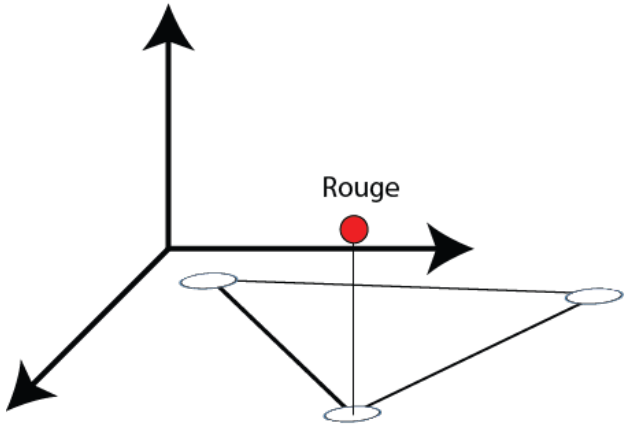
L'INTERPOLATION DE COULEURS

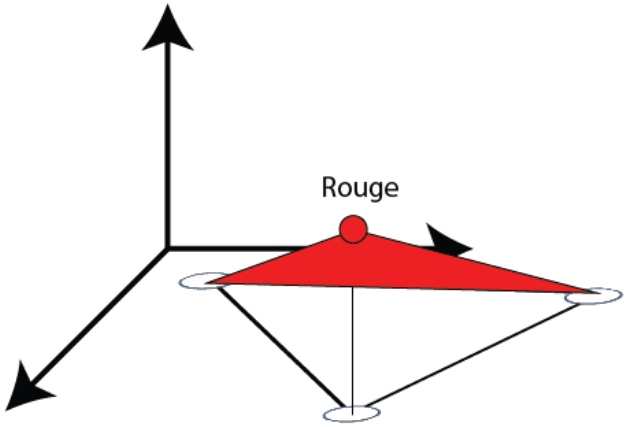
L'intepolation linéaire

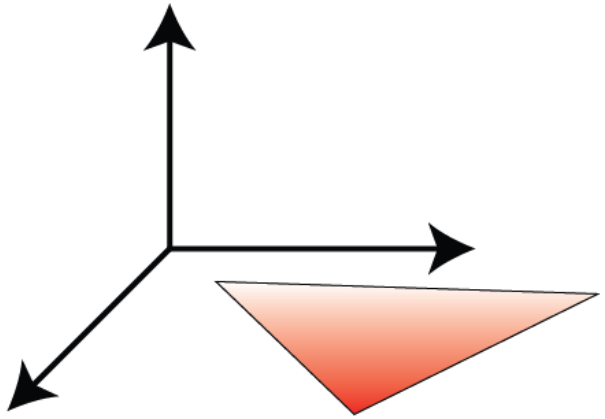


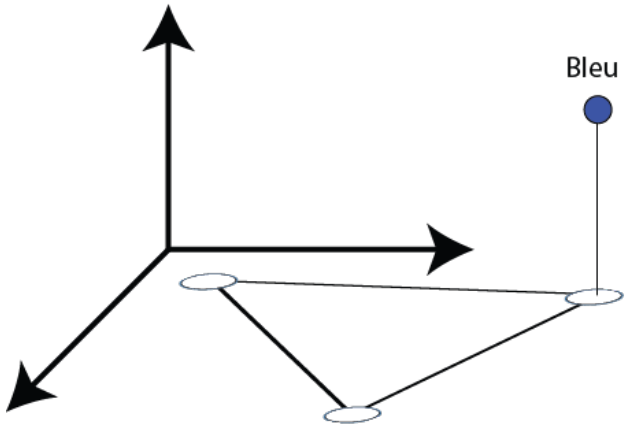


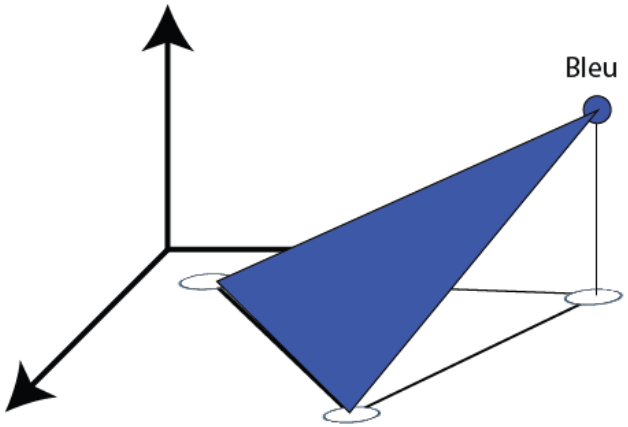
L'INTERPOLATION DE COULEURS

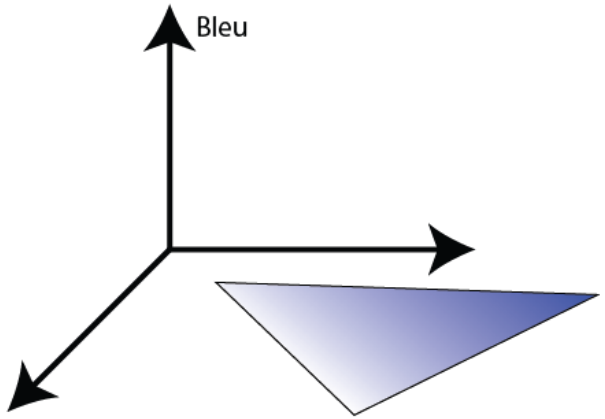




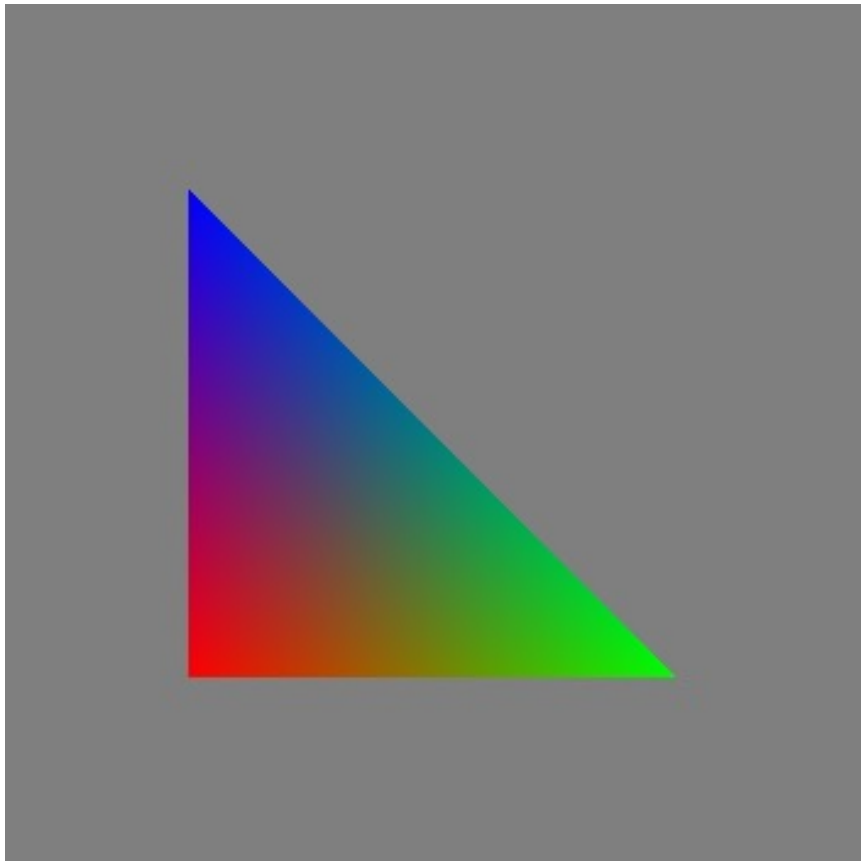




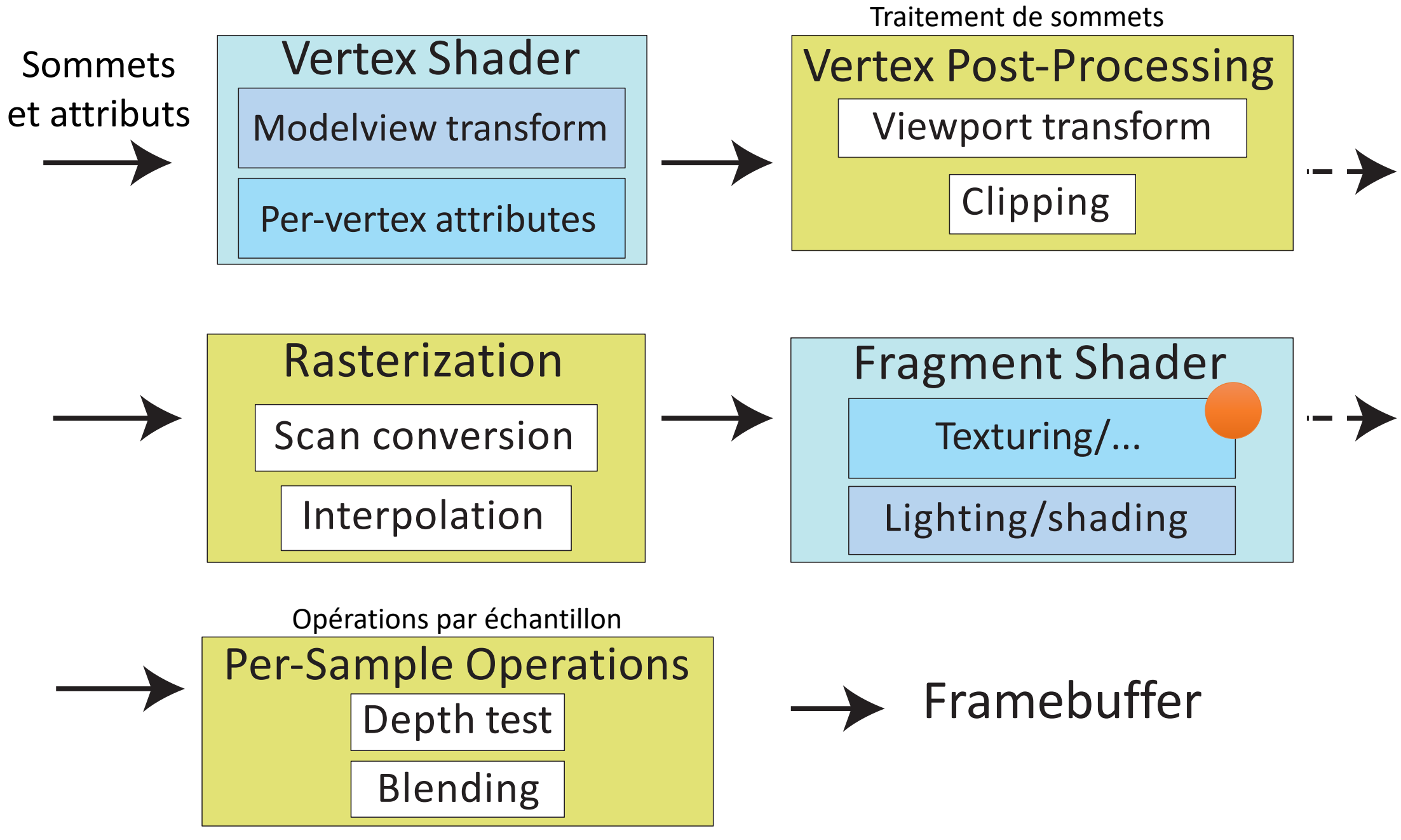




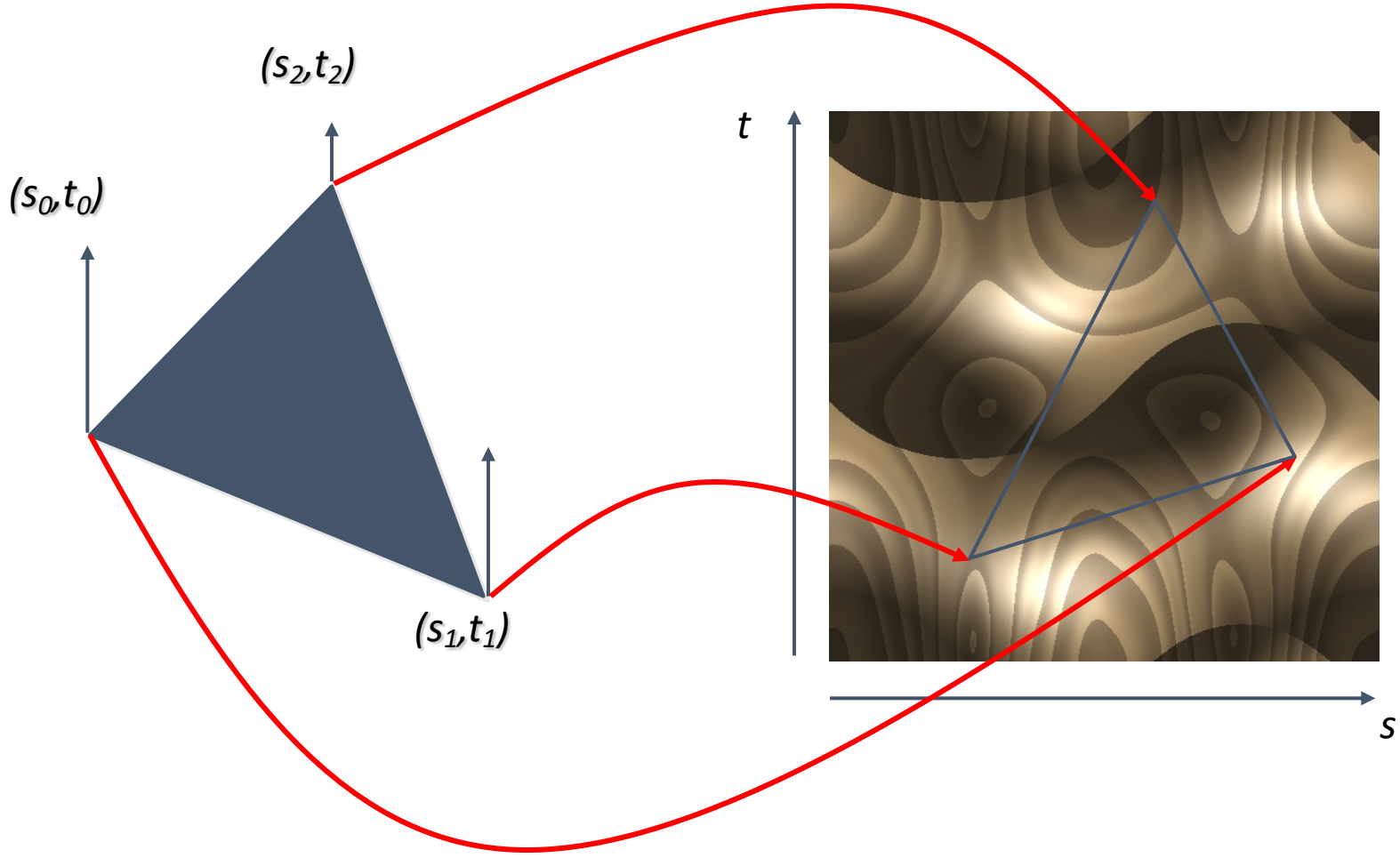
L'INTERPOLATION DE COULEURS



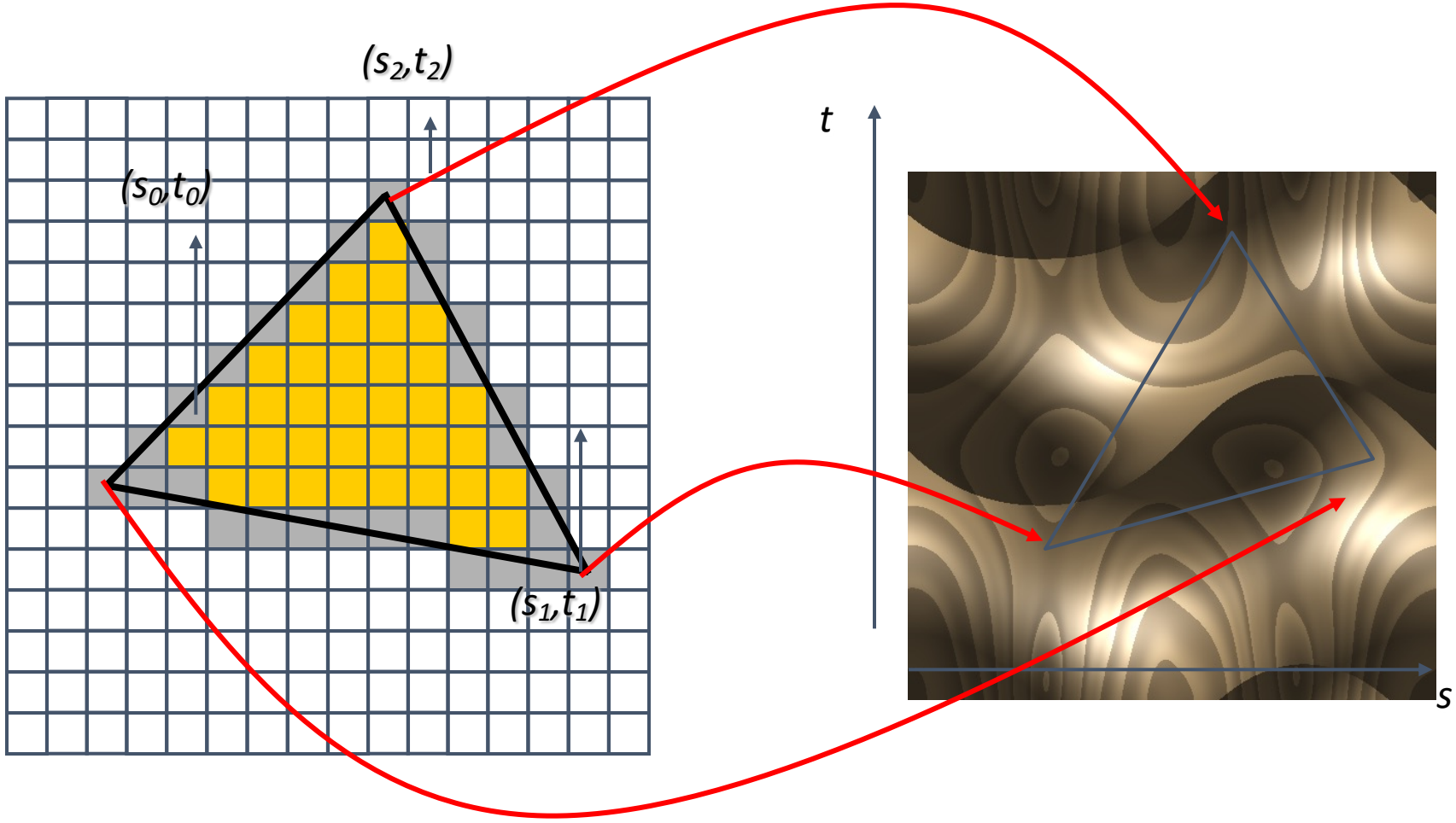
PIPELINE: PLUS DE DÉTAILS



TEXTURES



TEXTURES

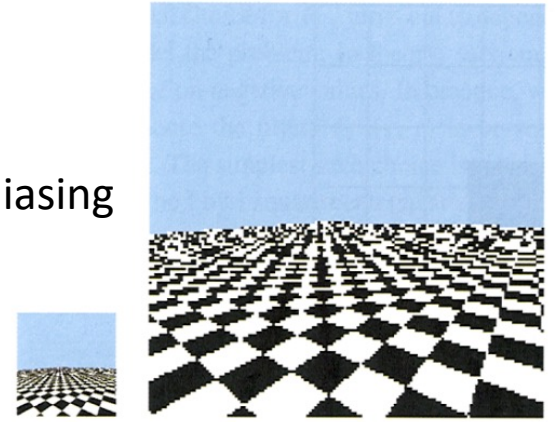


TEXTURES

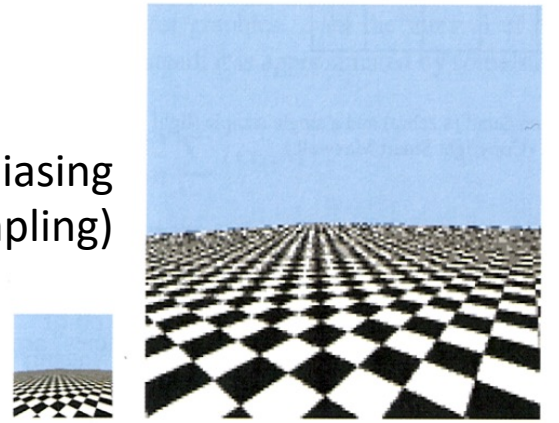
TEXTURES

- Les problèmes:
  - Calculer une fonction de mapping 1-1 entre le maillage et la texture
  - Comment mapper un pixel de texture *(texel)* à un pixel d'écran?
    - Une texture peut apparaître très déformée
    - Magnification/minification des textures
  - Filtrage de textures
  - Réduire l'aliassage (*anti-aliasing*)

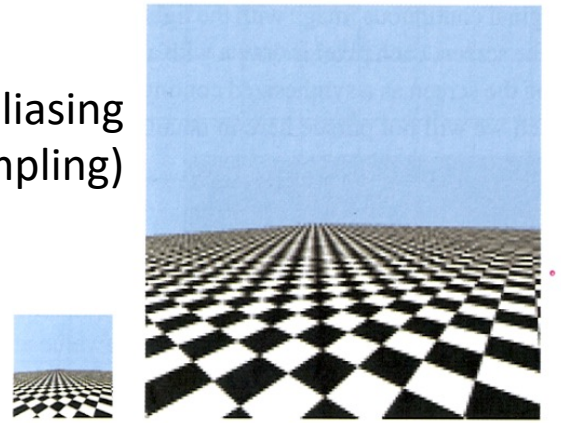
Aliasing



Anti-aliasing
(multi-sampling)

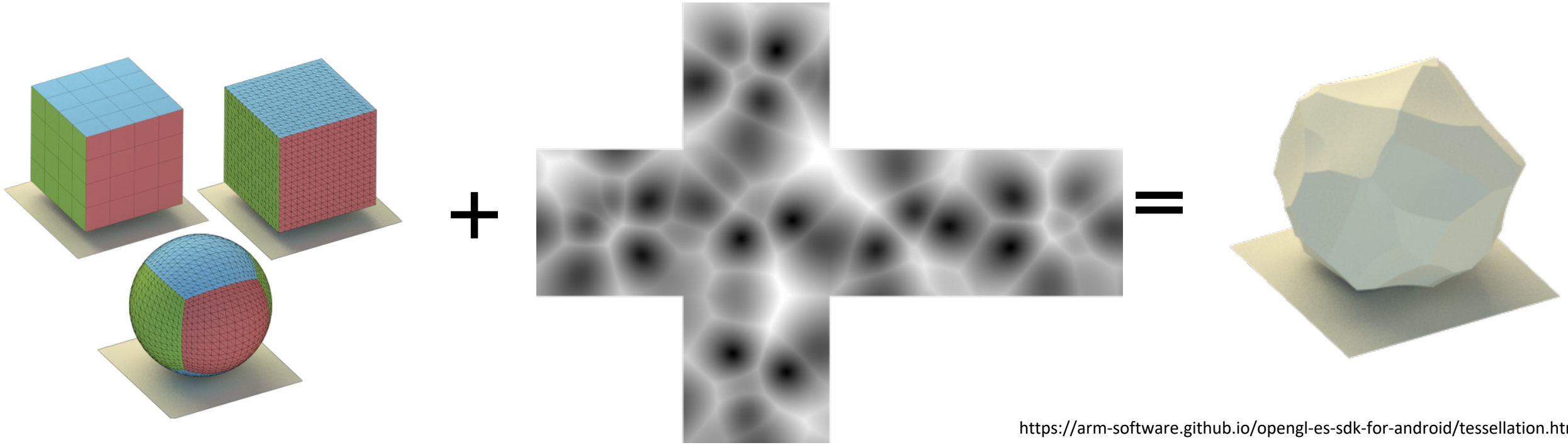


Anti-aliasing
(super-sampling)



MAPPING DÉPLACEMENT

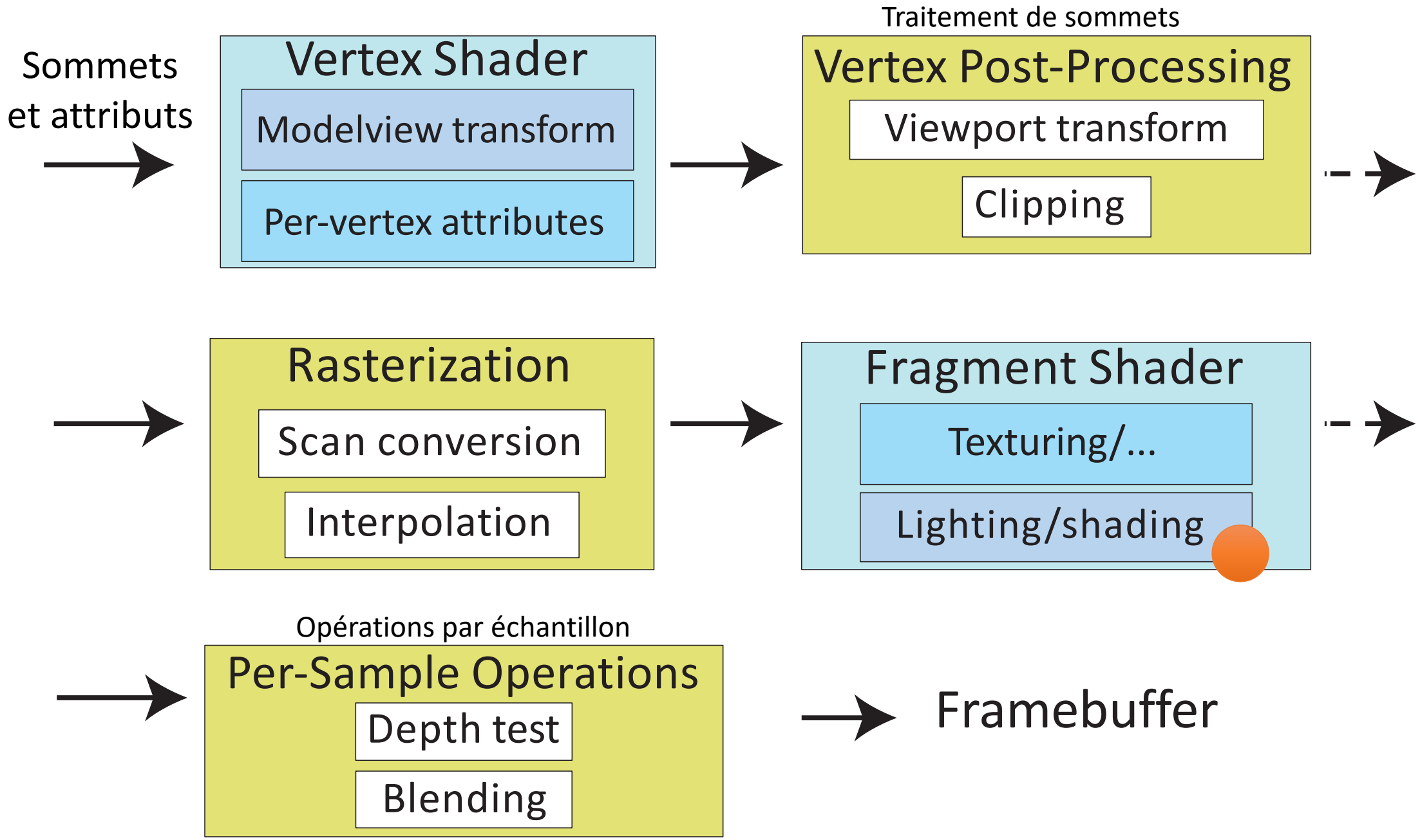
MAPPING DÉPLACEMENT



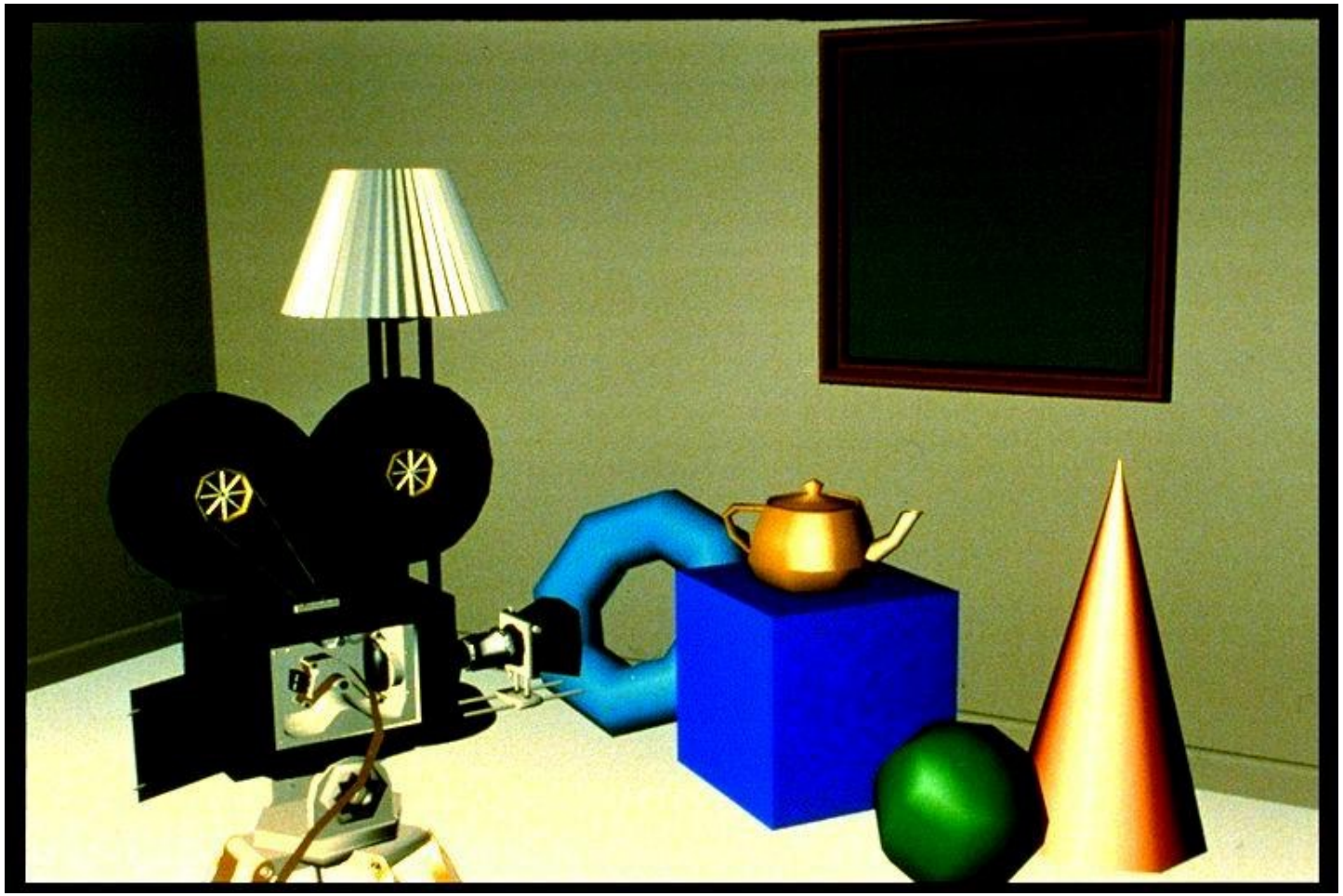
https://arm-software.github.io/opengl-es-sdk-for-android/tessellation.html

Normalement fait dans un *fragment shader*

PIPELINE: PLUS DE DÉTAILS

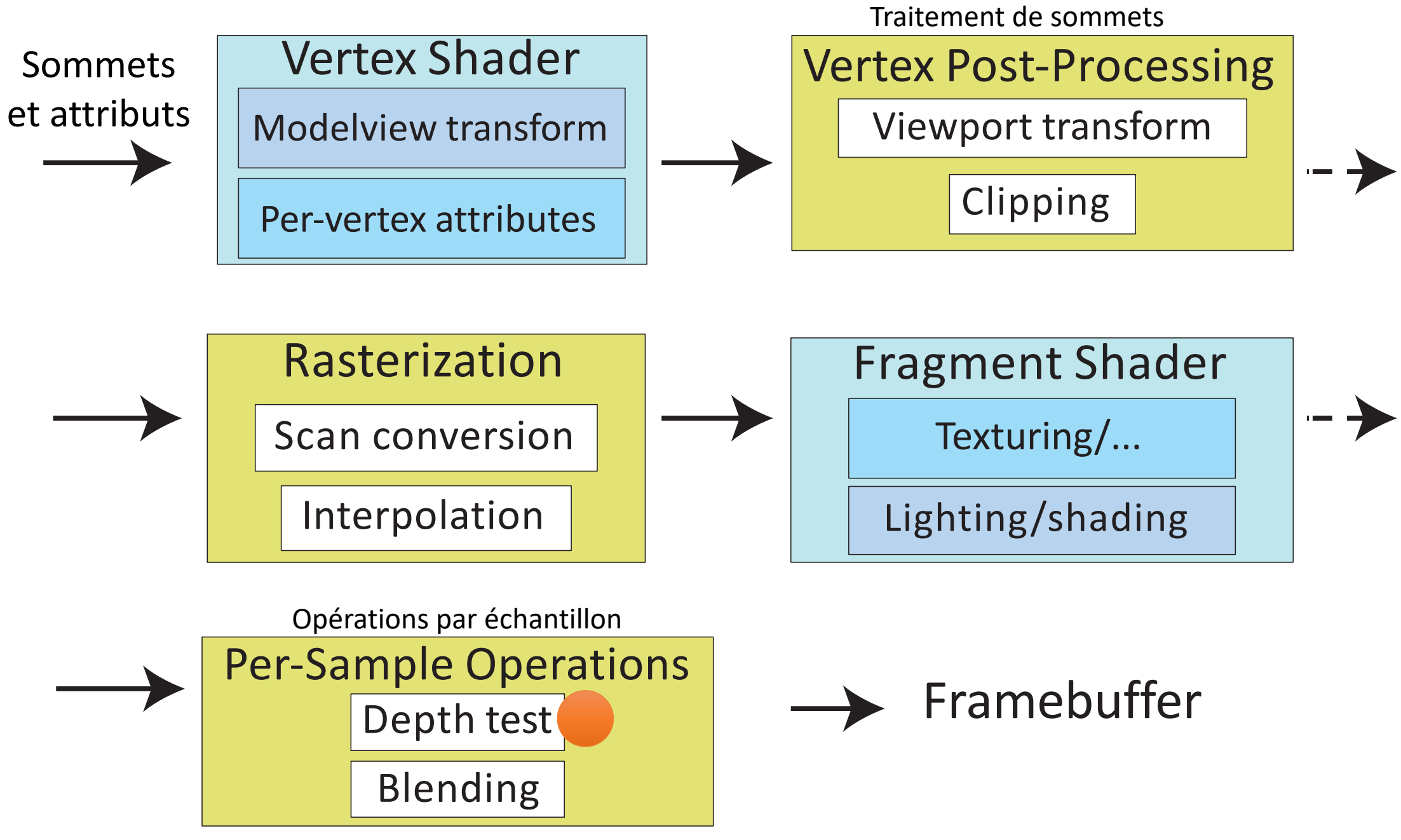


ÉCLAIRAGE

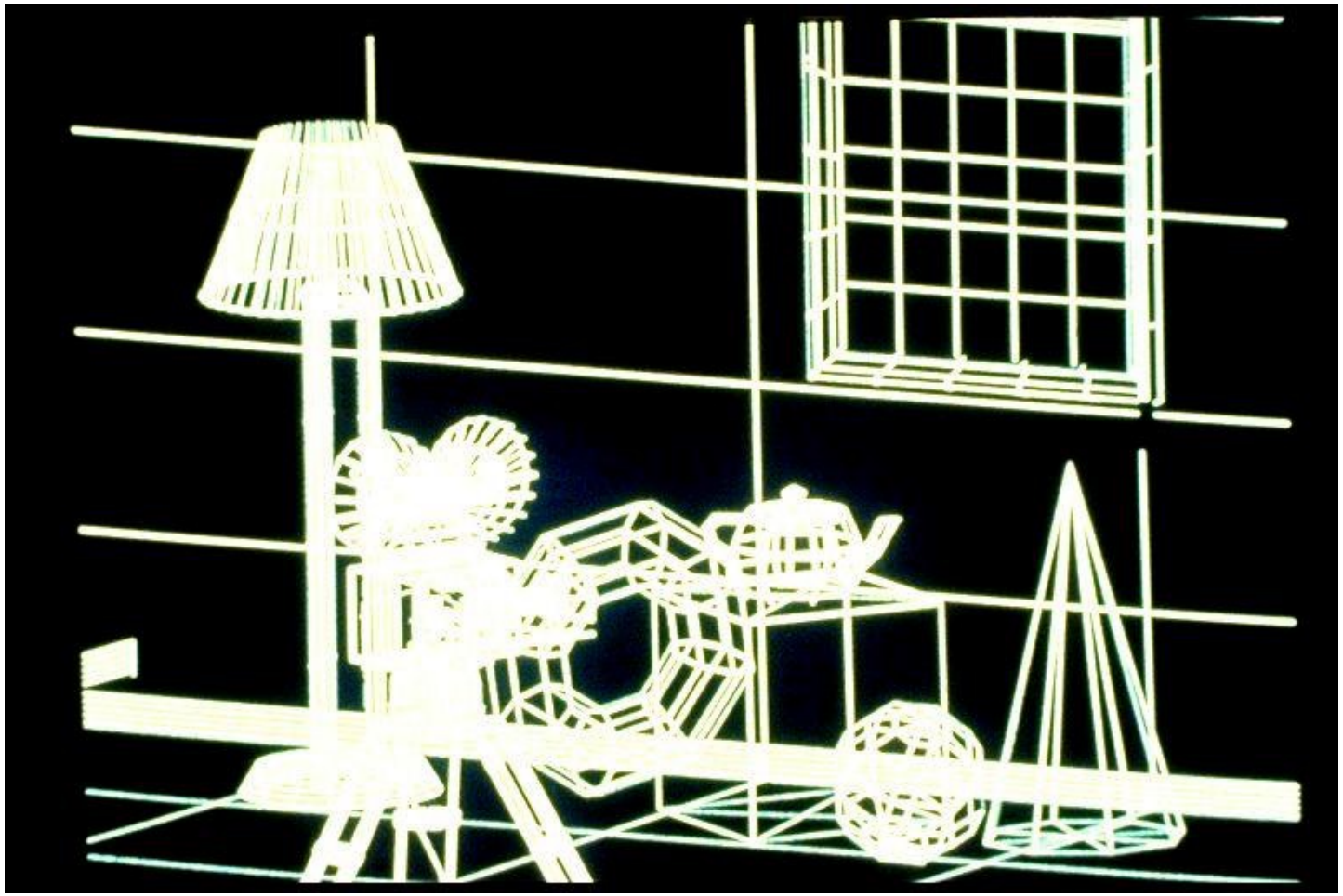


ÉCLAIRAGE COMPLEXE

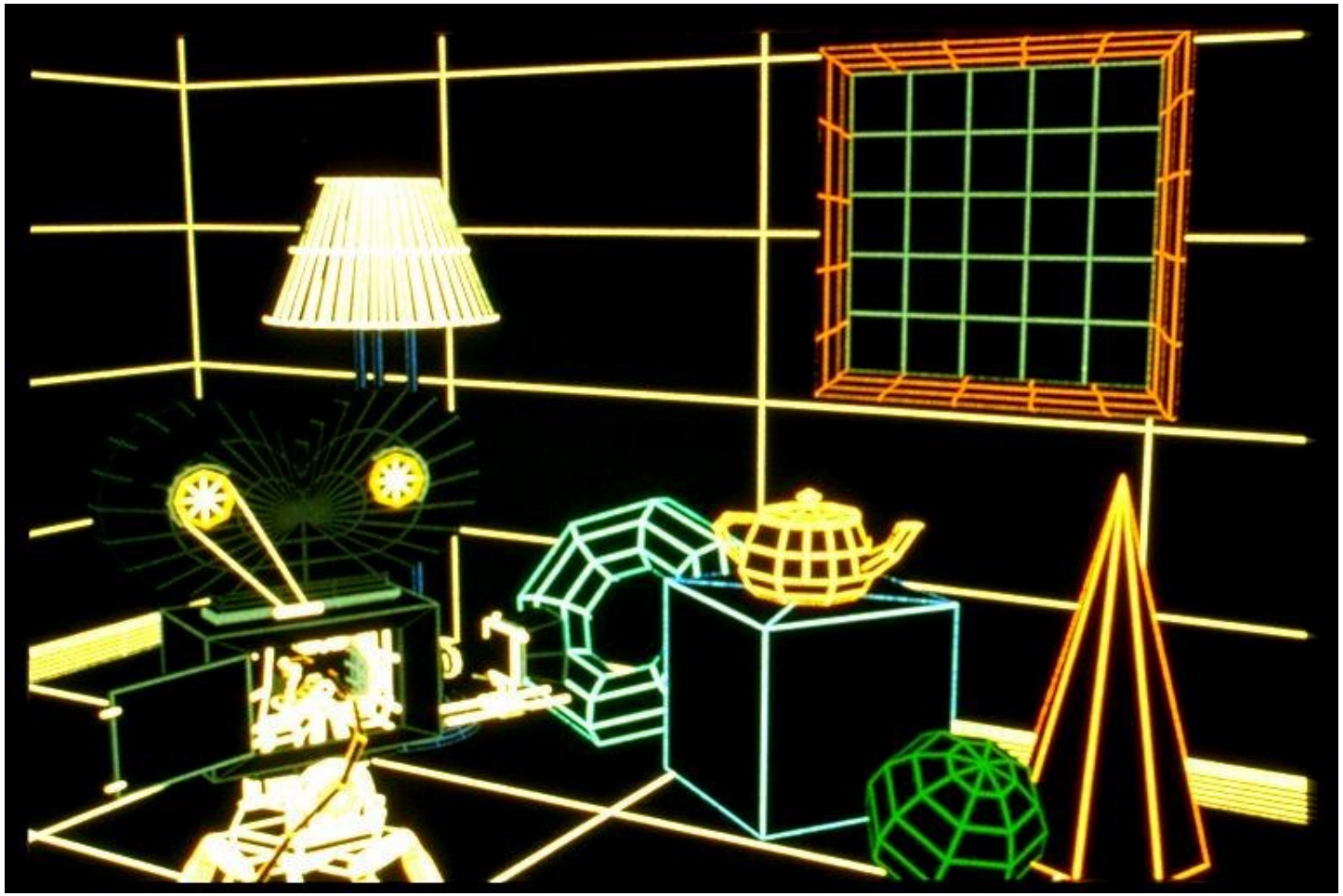
PIPELINE: PLUS DE DÉTAILS



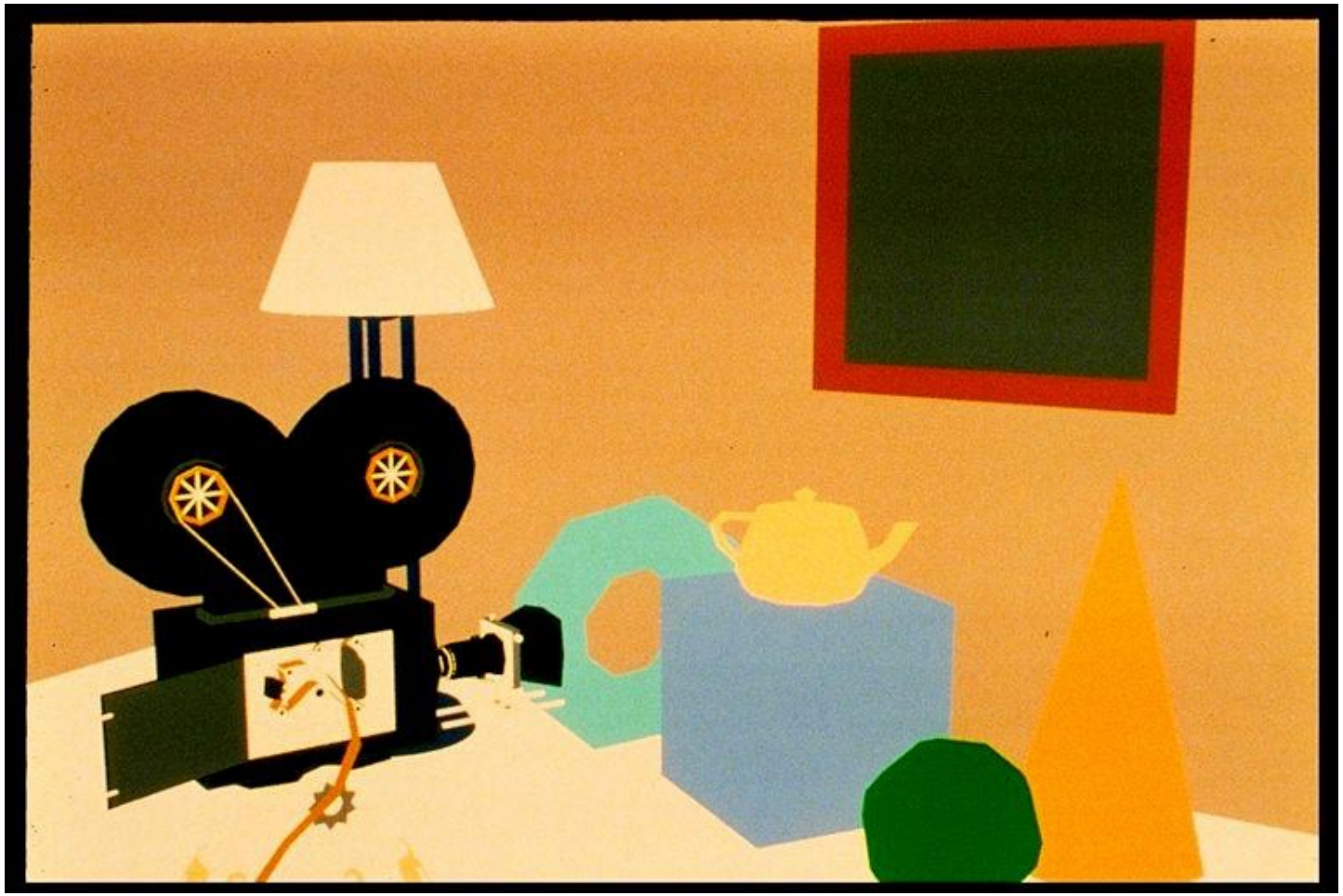
SANS ÉLIMINATION DES SURFACES CACHÉES



AVEC ÉLIMINATION DES SURFACES CACHÉES



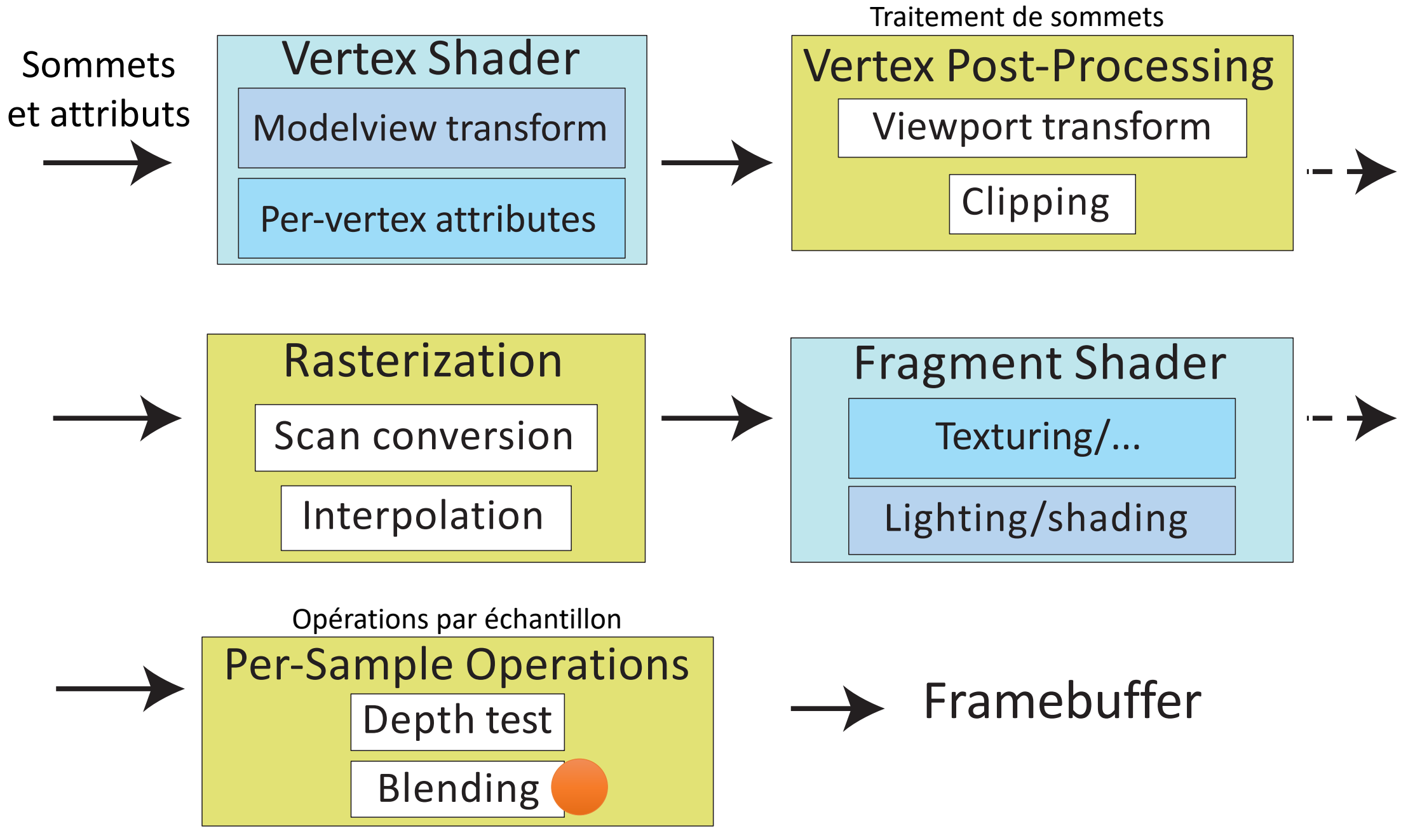
AVEC ÉLIMINATION DES SURFACES CACHÉES



ÉLIMINATION DES SURFACES CACHÉES

- Déterminer les surfaces visibles ou éliminer les surfaces cachées
- Deux classes d'algorithmes
  - En espace image
    - Tampon de profondeur (z-buffer)
  - En espace objet
    - E.g. ordre des intersections du rayon

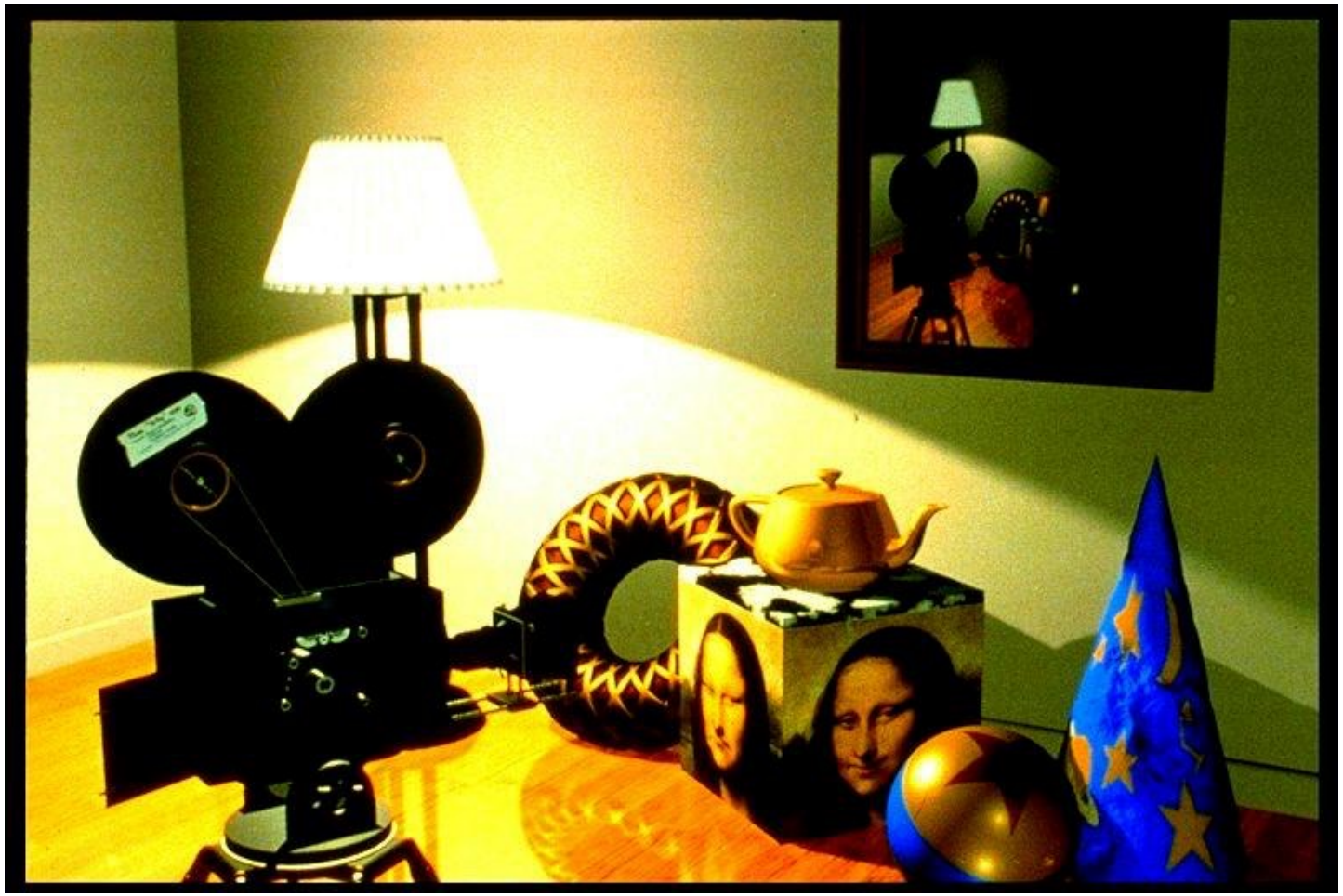
PIPELINE: PLUS DE DÉTAILS



LE MÉLANGE DES COULEURS (BLENDING)

- Blending:
  - Fragment → pixels
  - Dessiner du plus éloigné au plus rapproché
  - Sans blending → remplacer la dernière couleur
  - Avec blending: combiner les anciennes & les nouvelles valeurs avec certaines opérations arithmétiques
- Frame Buffer : Une partie de mémoire sur le GPU qu'on voit sur l'écran

RÉFLEXIONS/OMBRES



</PIPELINE>

- Questions?