M2-Images

Rendu temps réel - OpenGL 3

J.C. Iehl

September 22, 2015

Introduction

OpenGL et la 3D :

- A quoi ça sert ?
- Qu'est ce que c'est ?
- Comment ça marche ?

OpenGL

OpenGL :

- api 3d ?
- expose les fonctionnalités d'un pipeline 3d ?
- dessiner des objets sur l'écran.

une api 3d est l'ensemble de fonctions permettant de paramétrer toutes les opérations nécessaires à l'affichage d'objets.

une api 3d est l'ensemble de fonctions permettant de paramétrer un pipeline 3d...

Rappel: Pipeline graphique

pipeline graphique :

organisation des opérations nécessaires à l'affichage d'objets.

3 types de pipelines :

- lancer de rayons,
- reyes / renderman,
- carte graphique.

Pipeline carte graphique

étapes principales :

- pour chaque primitive (points, droites, triangles) :
- transformer les sommets,
- colorier les fragments :
- donner une couleur,
- mélanger avec le résultat précédent (transparence),
- et comparer la profondeur du fragment.

+ données supplémentaires associées aux sommets :
les attributs (couleur, normale, etc.)

Pipeline carte graphique

entrées du pipeline :

- ensemble de primitives,
- chaque primitive est décrite par un ensemble de sommets,
- chaque sommet est décrit par un ensemble d'attributs.

sorties du pipeline :

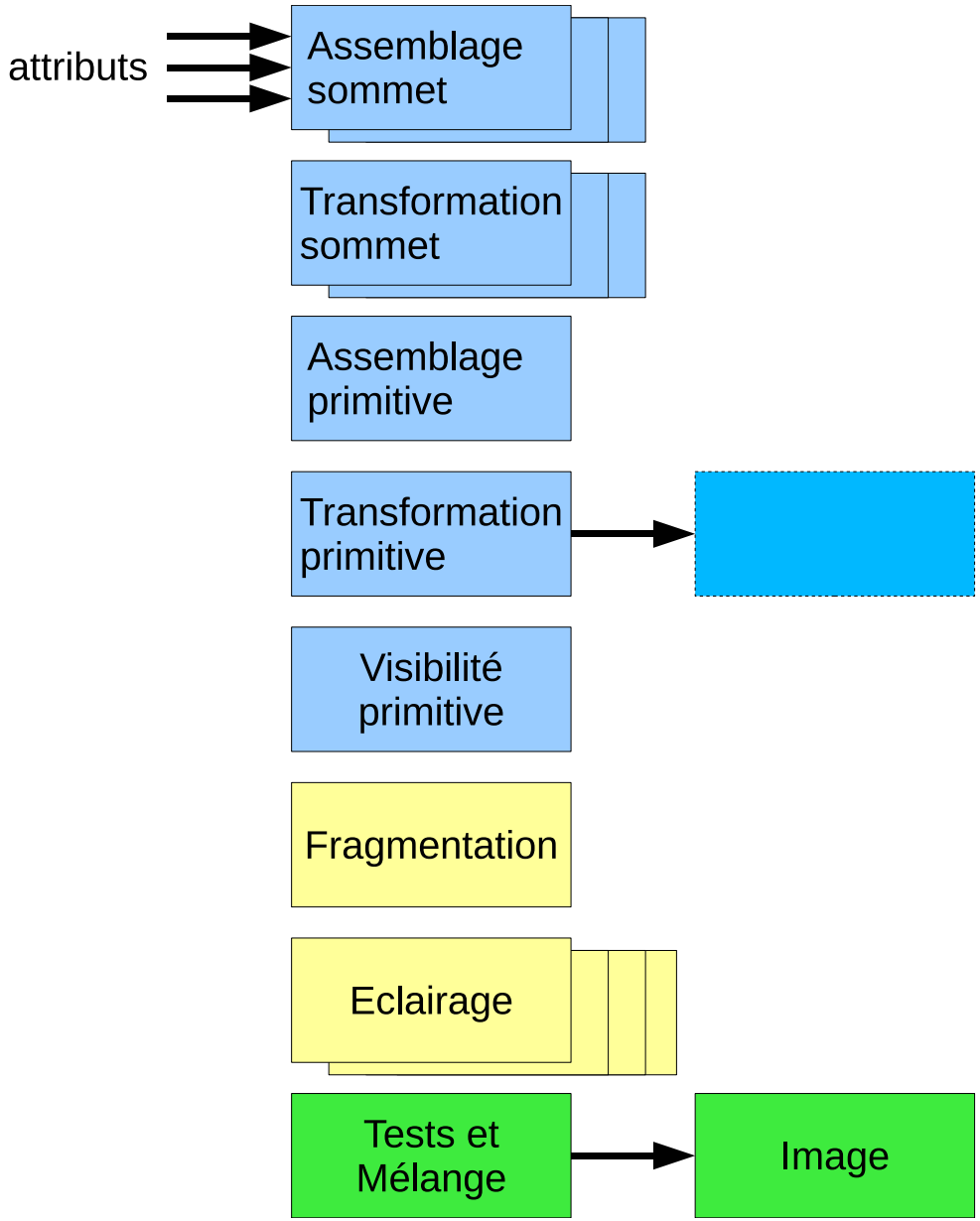
- image couleur,
- image profondeur

\+ paramètres...

Pipeline carte graphique

paramètres :

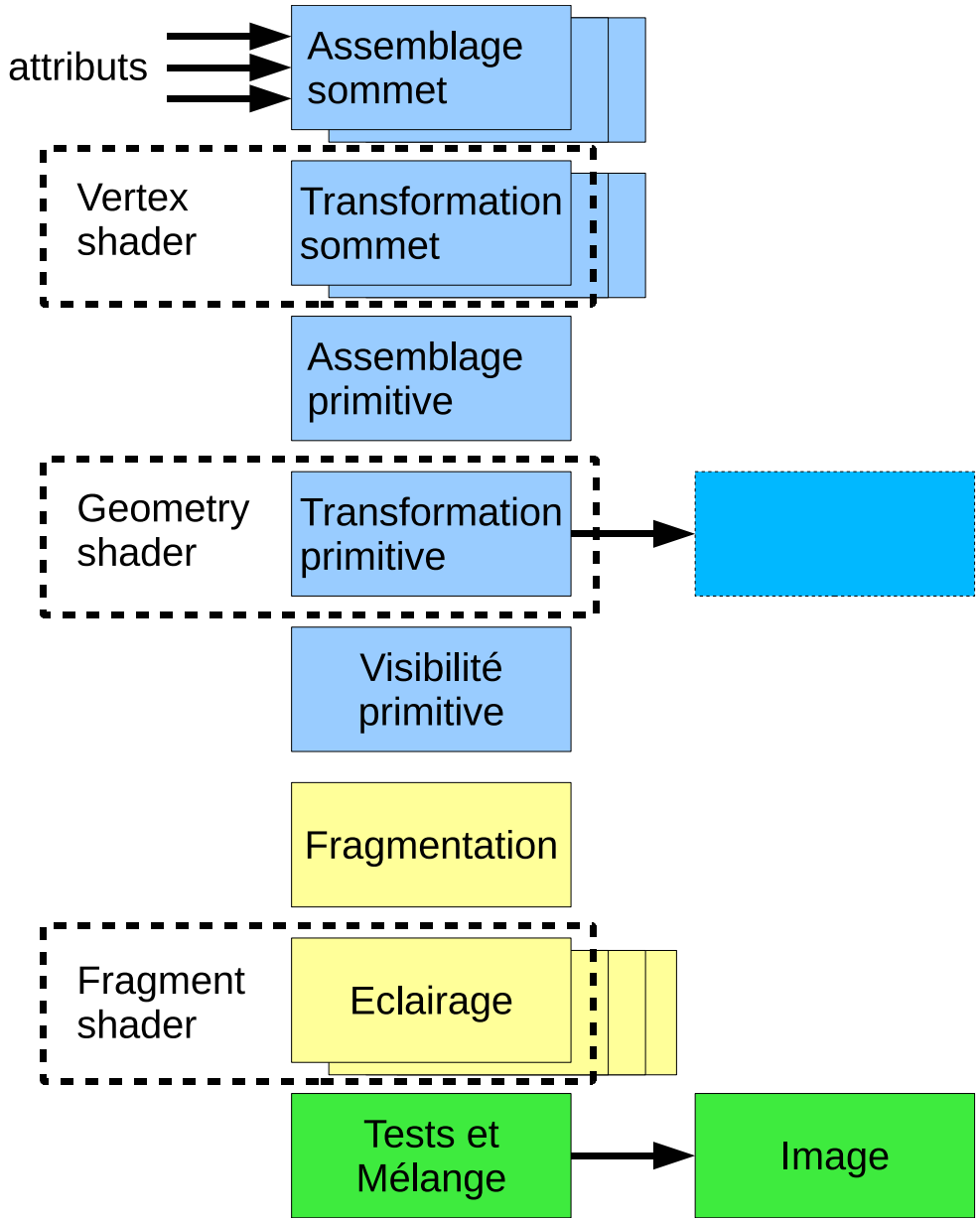
- dimensions de l'image résultat,
- remplir les primitives ou uniquement les arêtes,
- élimination des faces cachées (non orientées vers la camera),
- test de profondeur,
- ....


attributs
Assemblage sommet
Transformation sommet
Assemblage primitive
Transformation primitive
Visibilité primitive
Fragmentation
Eclairage
Tests et Mélange
Image

Pipeline carte graphique

et les shaders ?

- certaines étapes sont programmables...
- paramètres nécessaires pour l'exécution des shaders...


attributs
Assemblage sommet
Vertex shader
Transformation sommet
Assemblage primitive
Geometry shader
Transformation primitive
Visibilité primitive
Fragmentation
Fragment shader
Eclairage
Tests et Mélange
Image

Pipeline carte graphique

et les shaders ?

paramètres :

- matrice de transformation des sommets des primitives,
- apparence de l'objet, couleur uniforme ?
- textures...

pour simplifier : presque tout (!) est un paramètre de shader...

Afficher un objet 3d

forme :

- placée et orienté par rapport à la caméra (comment ?),
- description par des primitives simples (triangles ?),

aspect, matière, interaction avec la lumière :

- couleur uniforme,
- diffuse, spéculaire, réfléchissante (glossy / phong),
- détails : textures,
- paramètres du shader associé à la matière.

Objets et primitives d'affichage

une carte graphique est spécialisée pour afficher des points, droites, triangles (quadrangles, polygones convexes).

afficher un objet == décomposer la forme de l'objet en primitives :

- un objet est un ensemble de faces (triangles, quadrangles),
- une face est un ensemble de sommets (3 ou 4),
- un sommet est un ensemble d'attributs.

une face est donc l'interpolation des attributs de ses sommets. . .

Objets

décrire la forme d'un objet :

- ensemble de sommets des primitives,
- ensemble d'indices + ensemble de sommets (partagés),
- description sous forme de tableaux (sommets, sommets + indices),

stocker la description :

- stockage par l'application (conséquences ?)
- stockage sur la carte graphique (conséquences ?)

Primitives indexées

un cube : 8 sommets, 6 faces.

description par sommet :

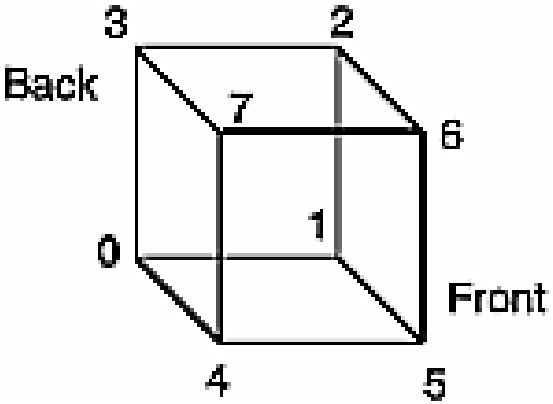
- 24 positions (6 faces de 4 sommets)
- 24*float[4] (position == VEC4)

description indexée :

- 8 positions + 24 indices
- 8*float[4] + 24*uint8

quelle est la meilleure solution (résultat identique) ?

Primitives indexées : exemple



Vertex

sommets attribués (Vertex) :

- position 3d,
- matière : couleurs ambiente, diffuse, etc.
- normales,
- textures + coordonnées,
- paramètres supplémentaires (shaders).

Affichage des objets

pour chaque objet :

- placer et orienter l'objet par rapport à la caméra (transformation),
- activer le type de primitive (triangles),
- sélectionner les attributs de sommets utilisés : position, + couleur, + normale, + textures,
- activer les tableaux des attributs de sommets (+ indices),
- (activer et parametrer les shaders),
- draw().

Présentation du résultat

affichage d'une image :

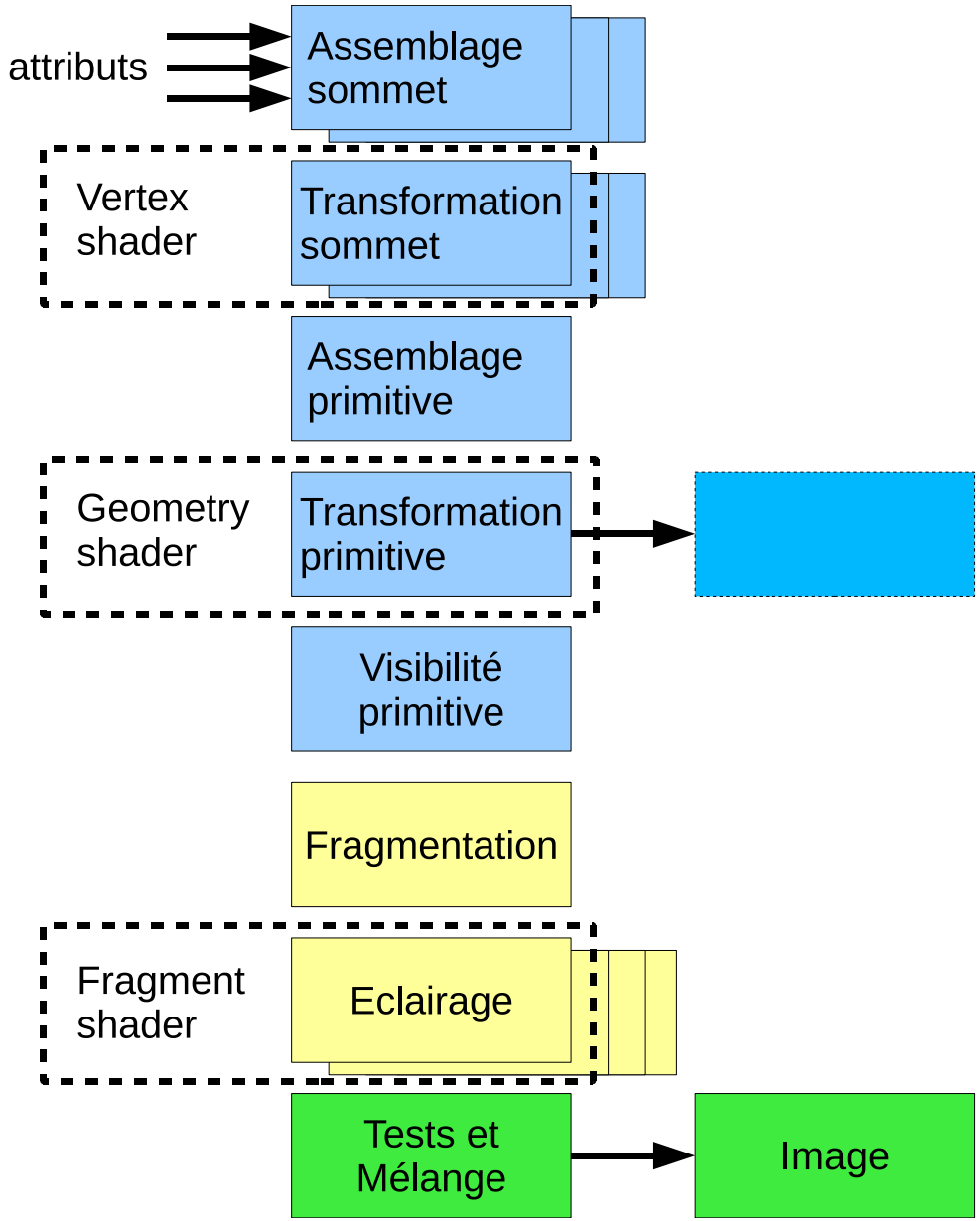
- effacer l'image,
- placer / orienter la caméra,
- définir la projection de la caméra (zone visible/observée du monde),
- dessiner les objets,
- présenter l'image résultat.

Pipeline graphique : résumé

plusieurs étapes :

- attributs des sommets,
- topologie des primitives à dessiner,
- transformations géométriques :
  passage repère local des sommets vers repère projectif de la caméra,
- dessin des primitives dans l'image :
  déterminer sur quels pixels dessiner chaque primitive
- écrire les pixels dans l'image résultat.

lesquelles sont paramètrables et lesquelles sont programmables ?


attributs
Assemblage sommet
Vertex shader
Transformation sommet
Assemblage primitive
Geometry shader
Transformation primitive
Visibilité primitive
Fragmentation
Fragment shader
Eclairage
Tests et Mélange
Image

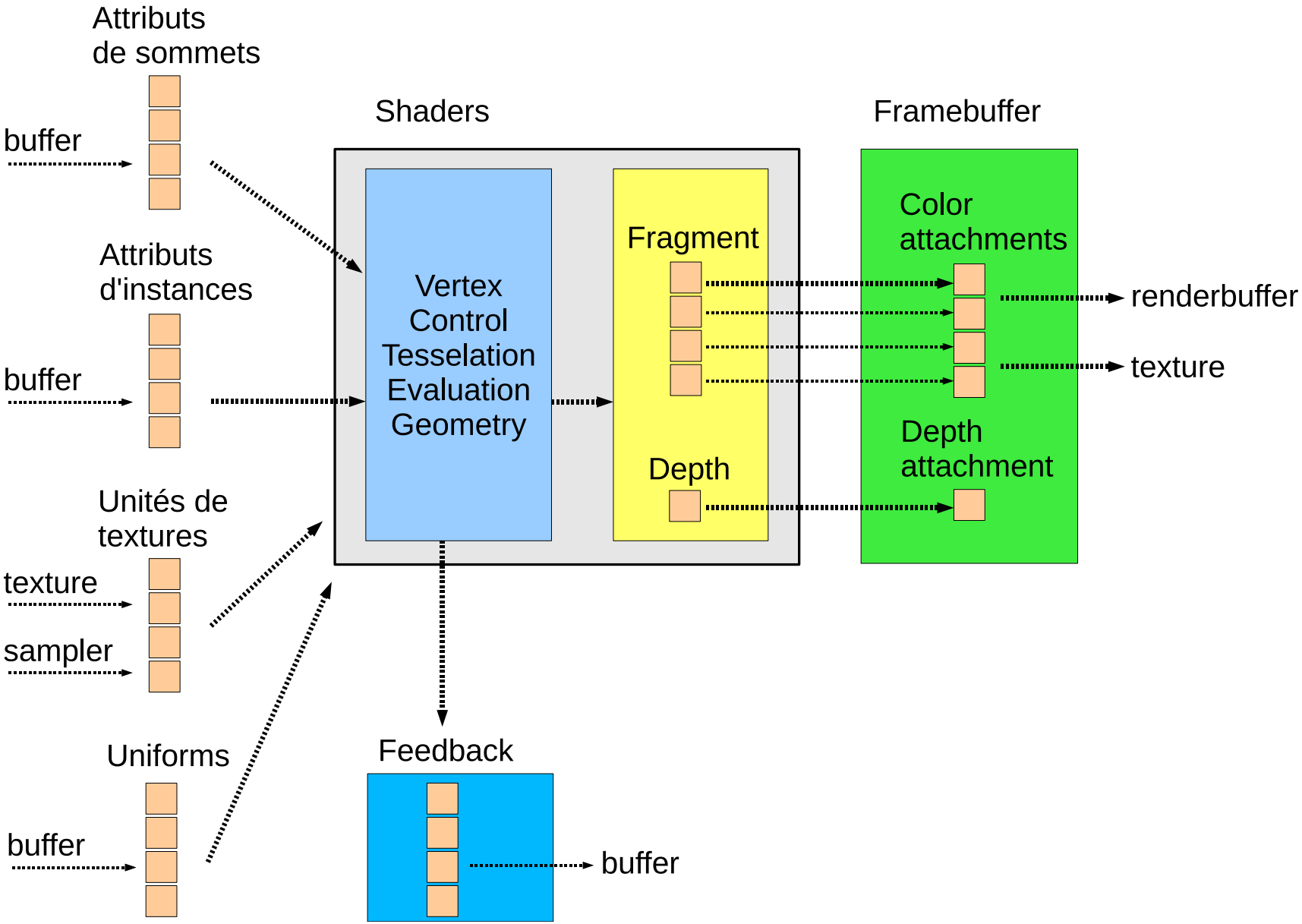
Pipeline graphique : résumé

fonctions paramétrables :

- topologie des primitives, indexation des sommets partagés,
- dessiner les primitives ou uniquement leurs arêtes,
- test d'orientation des primitives,
- test de profondeur,
- mélange.

le reste : paramètres des shaders...

remarque: même l'assemblage de sommet est programmable...


Attributs
de sommets
buffer
Attributs
d'instances
buffer
Unités de
textures
texture
sampler
Uniforms
buffer
Shaders
Vertex
Control
Tesselation
Evaluation
Geometry
Fragment
Depth
Framebuffer
Color
attachments
Depth
attachment
renderbuffer
texture
Feedback
buffer

Qu'est ce que c'est ?

une librairie / api 3d :

permet à l'application de paramétrer le pipeline 3d implémenté par la carte graphique,

un driver :

permet à la librairie de transmettre les données au matériel et de réaliser les opérations demandées par l'application,

du matériel spécialisé :

- accélération des opérations du pipeline 3d,
- réalise l'affichage le plus vite possible (geforce 680gtx 4G triangles / seconde).

Comment ça marche ?

dessine les primitives une par une, dans l'ordre :

plusieurs paramètres disponibles selon le type de primitive (point, ligne, triangle).

le contexte :

permet de stocker l'ensemble des paramètres.

Comment ça marche ?

la librairie / api 3d :

- vérifie que l'application utilise correctement l'api,
- prépare les données et les paramètres pour simplifier leur utilisation par le matériel.

le driver :

- construit le contexte,
- transmet le contexte, les données et les commandes au matériel.

Comment ça marche ?

le matériel :

- récupère les données,
- récupère les commandes,
- récupère le contexte.

utilise les paramètres du contexte et les données mises en forme par la librairie et / ou le driver pour réaliser les opérations demandées par l'application.

modèle client-serveur :

- le client : l'application, la librairie et le driver,
- le serveur : le matériel (et le driver dans certains cas).

Mais à quoi ça sert (réellement) ?

résumé :

- afficher des primitives,
- rendu interactif !
- calculs génériques (autres que 3d).

ce qu'une api 3d ne sait pas faire :

- OpenGL est une librairie graphique,
- on ne l'utilise jamais seul !
- (idem pour DirectX Graphics)

OpenGL : Développement

portabilité :

- OpenGL est disponible plusieurs plateformes,
- utiliser des librairies "annexes" disponibles sur les mêmes plateformes,
- SDL2 (images, textes, plugins, threads, réseau, timers, audio, joysticks, évènements, etc.),
- GLFW3,
- OpenAL (audio 3D),
- ...

OpenGL : Développement

extensions :

- introduction de nouvelles fontionnalités,
- optimisation de fonctionnalités existantes,
- permet de tester avant d'intégrer dans la version suivante.

utiliser une librairie pour "charger" les extensions : `GLEW`

OpenGL 2,3,4 et OpenGL ES 1,2,3

fonctionnalités différentes :

- openGL 2 : carte graphique SM3 (geforce 5, radeon 9800)
- openGL 3 : carte graphique SM4 (geforce 8, radeon hd 2000)
- openGL 4 : carte graphique SM5 (geforce 400, radeon 5000)

openGL 2 + extensions : fonctionnalités SM4 et SM5 ... mais openGL 3 et 4 : meilleure intégration dans l'api des nouvelles fonctionnalités.

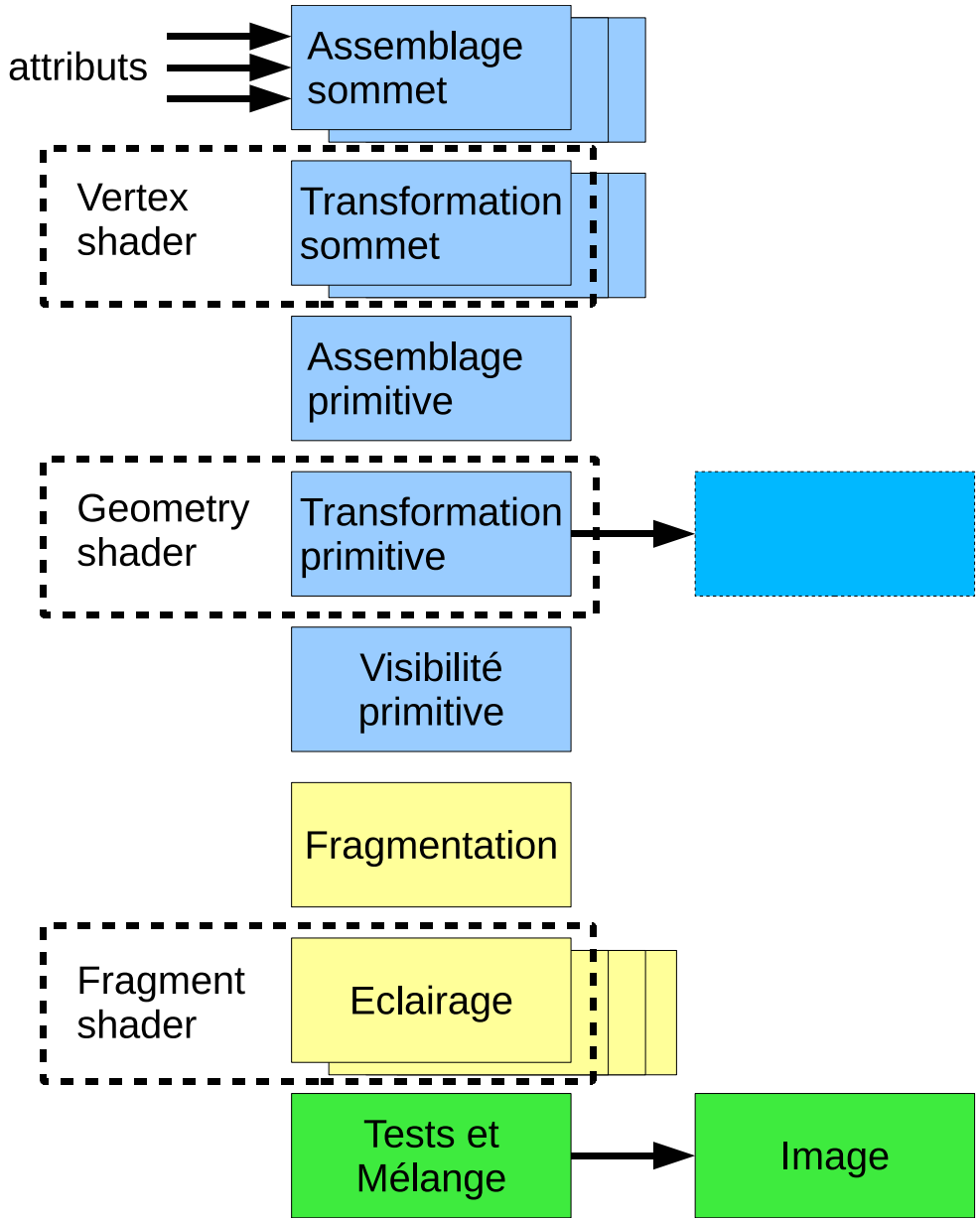
openGL ES : sous ensemble des fonctionnalités pour les systèmes embarqués.

OpenGL Core Profile

évolution de l'api :

- openGL 2 et cartes $<$ SM3 : fonctions "cablées", non programmables, mais configurables,
- openGL 3.0 et 4.0 : transition vers un modèle entièrement basé sur les shaders, plus de fonctions "cablées".

l'api reflète ce changement matériel : la description des lumières et des matières n'existe plus, il faut écrire un shader pour obtenir le même résultat, ou autre chose (?).


attributs
Assemblage sommet
Vertex shader
Transformation sommet
Assemblage primitive
Geometry shader
Transformation primitive
Visibilité primitive
Fragmentation
Fragment shader
Eclairage
Tests et Mélange
Image

et les autres api 3d ?

nouvelle génération d'api 3d :

- Mantle (AMD 2014) a convaincu toute l'industrie que les api actuelles (DX11 et GL4) ne sont pas adaptées,
- DX12 (dispo sur windows 10 / Xbox One)
- Vulkan (dispo fin 2015 sur tous les systemes (sauf apple ?)),
- Metal (dispo sur iOS 8, OSX 11)

Mantle Programming guide

Opérations

OpenGL et DirextX Graphics exposent les mêmes fonctionnalités :

- initialisation,
- description des transformations (matrice, camera, etc.),
- description des objets (forme) + attributs (matière),
- compilation et paramétrage des shaders,
- affichage des objets + paramètres d'affichage,
- présentation du résultat,
- . . . recommencer.

Initialisation

créer un contexte de rendu :

- permettre à plusieurs applications / threads d'utiliser la carte graphique,
- interactions avec le système de fenêtrage.

définir comment afficher :

- dans une fenêtre / en plein écran,
- avec / sans synchronisation,
- plusieurs buffers : draw, display, color, z-buffer, stencil, ...
- format : RGB, RGBA, 8bits, float 32bits, float16 bits, ...

SDL : exemple

```
SDL_Init(SDL_INIT_VIDEO);
info= SDL_GetVideoInfo();
SDL_GL_SetAttribute(SDL_GL_DEPTH_SIZE, 16);
SDL_GL_SetAttribute(SDL_GL_DOUBLEBUFFER, 1);

screen= SDL_SetVideoMode(width, height, info->vfmt->BitsPerPixel,
    ... SDL_OPENGL);
```