OpenGL 4 - Suite

- SYNT/IG3DA -

Jonathan Fabrizio

jo.fabrizio.free.fr

www.lrde.epita.fr/~jonathan

LRDE - EPITA

Version : Thu Oct 18 21:52:49 2018

OpenGL : Pour aller plus loin

- *Off-screen rendering/Render to texture/MRT - Multiple Render Targets*
  - *Deferred Rendering*
  - Gestion des ombres
  - Flou
  - *Post processing*
  - *Picking*
  - ...
- Brouillard
- Moteur à particules
  - Feu
  - Pluie
  - ...
- Billboard
  - Feu
  - ...
- Rendu de l'eau

OpenGL : *Off-screen rendering*

- Utilisation :
  - *Deferred Rendering*
  - Gestion des ombres
  - Flou
  - *Post processing*
  - *Picking*
  - ...

OpenGL : *Off-screen rendering*

- *Frame buffer Object*
  - Stockage coté carte vidéo

- *Accumulation buffer*
- ...

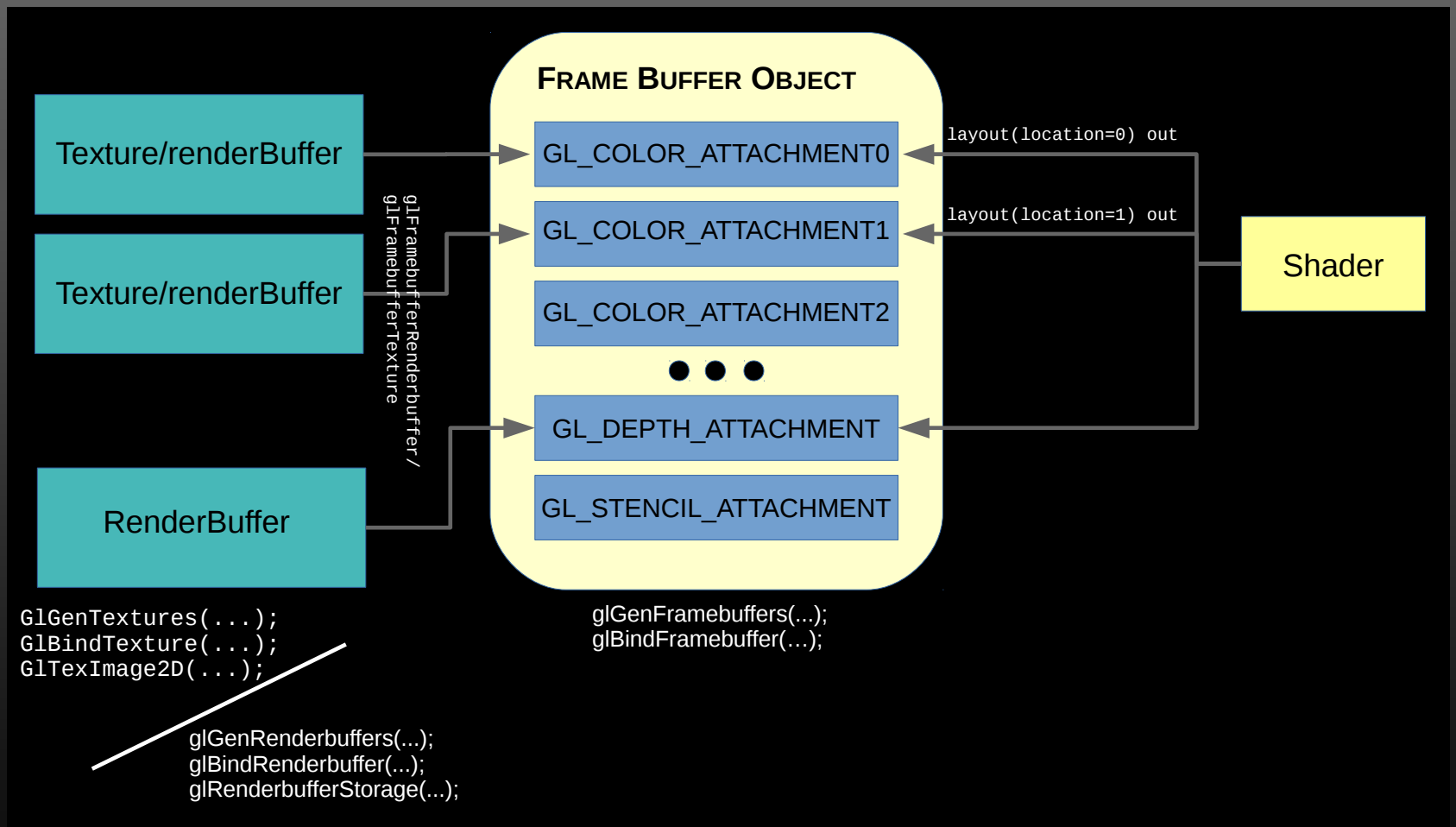
OpenGL : *Off-screen rendering*

- *Frame buffer Object*
  - Stockage coté carte vidéo

- *Accumulation buffer*
- ...

OpenGL : *Off-screen rendering*

Frame buffer Object



OpenGL : *Off-screen rendering*

Frame buffer Object

```
glGenRenderbuffers(nb_render_buffers, render_buffers);

glBindRenderbuffer(GL_RENDERBUFFER, render_buffers[color_buffer]);
glRenderbufferStorage(GL_RENDERBUFFER, GL_RGBA, 512, 512);

glBindRenderbuffer(GL_RENDERBUFFER, render_buffers[depth_buffer]);
glRenderbufferStorage(GL_RENDERBUFFER, GL_DEPTH_COMPONENT24, 512, 512);

glGenFramebuffers(1, &frame_buffer_object_id);
glBindFramebuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, frame_buffer_object_id);

glFramebufferRenderbuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, GL_COLOR_ATTACHMENT0,
                          GL_RENDERBUFFER, render_buffers[color_buffer]);
glFramebufferRenderbuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, GL_DEPTH_ATTACHMENT,
                          GL_RENDERBUFFER, render_buffers[depth_buffer]);
```

OpenGl : *Off-screen rendering*

Frame buffer Object

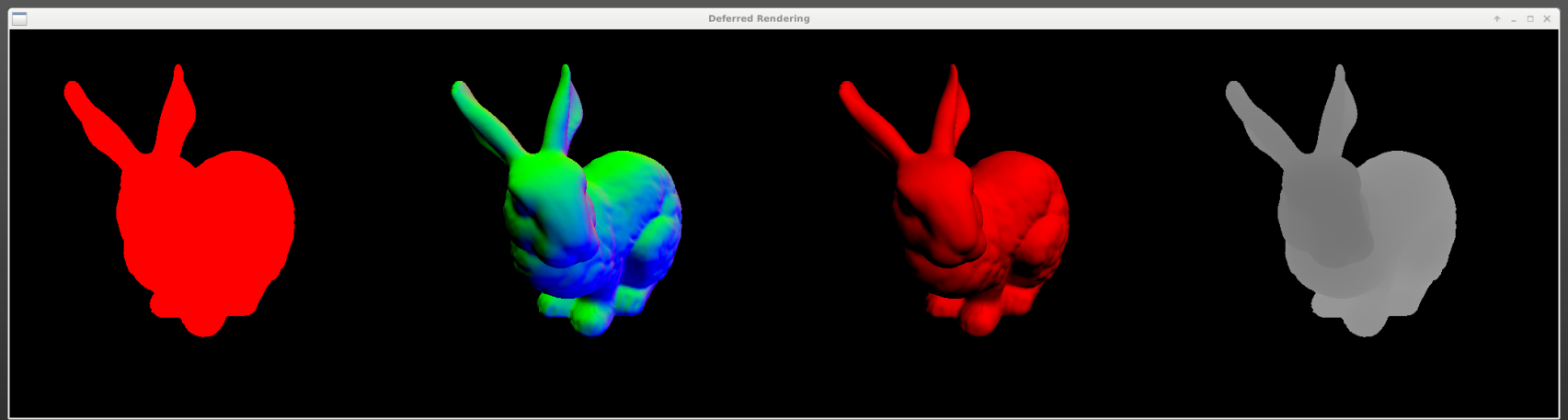
```
glBindFramebuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, frame_buffer_object_id);
...
glBindFramebuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, 0);
...
glutSwapBuffers();
```

Deferred Rendering

Calcul final fait au dernier moment.

- Avantage : ce calcul n'est pas fait pour les points qui ne sont pas visibles

Deferred Rendering



Couleurs Normales Combinaison (z-buffer)

Deferred Rendering

MRT : Multiple-render target

```
glBindFramebuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, frame_buffer_object_id);
GLenum bufs[2] = {GL_COLOR_ATTACHMENT0, GL_COLOR_ATTACHMENT1};
glDrawBuffers(2, bufs);
```

```
layout(location=0) out vec4 output_color;
layout(location=1) out vec4 output_normal;
output_color = vec4(color, 1.0);
output_normal = vec4(normal, 1.0);
```

OpenGL : les ombres

- *depth shadow map*
- *second depth shadow map*

OpenGL : les ombres

- *depth shadow map*

OpenGL : depth shadow map

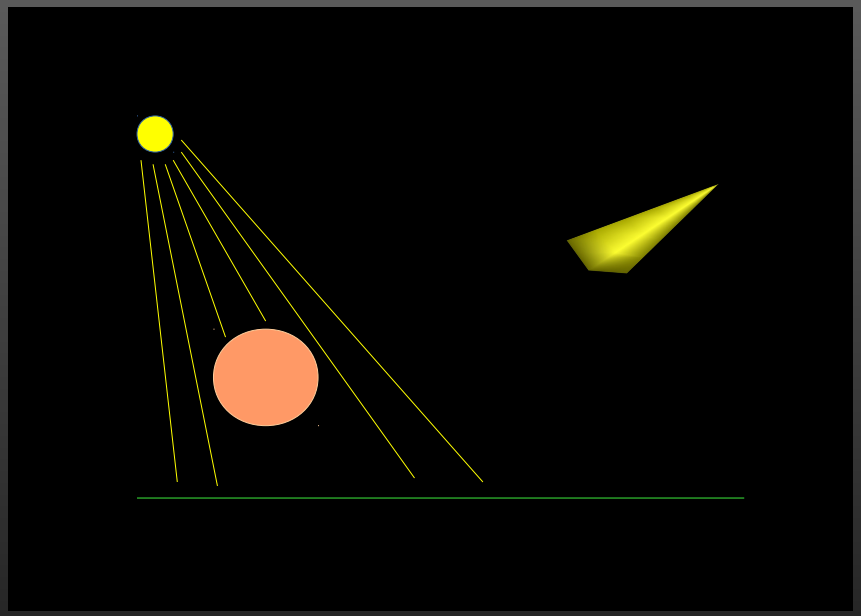
OpenGL : depth shadow map

- Faire le rendu depuis la lumière pour évaluer ce qui est visible depuis la source lumineuse.

OpenGL : depth shadow map

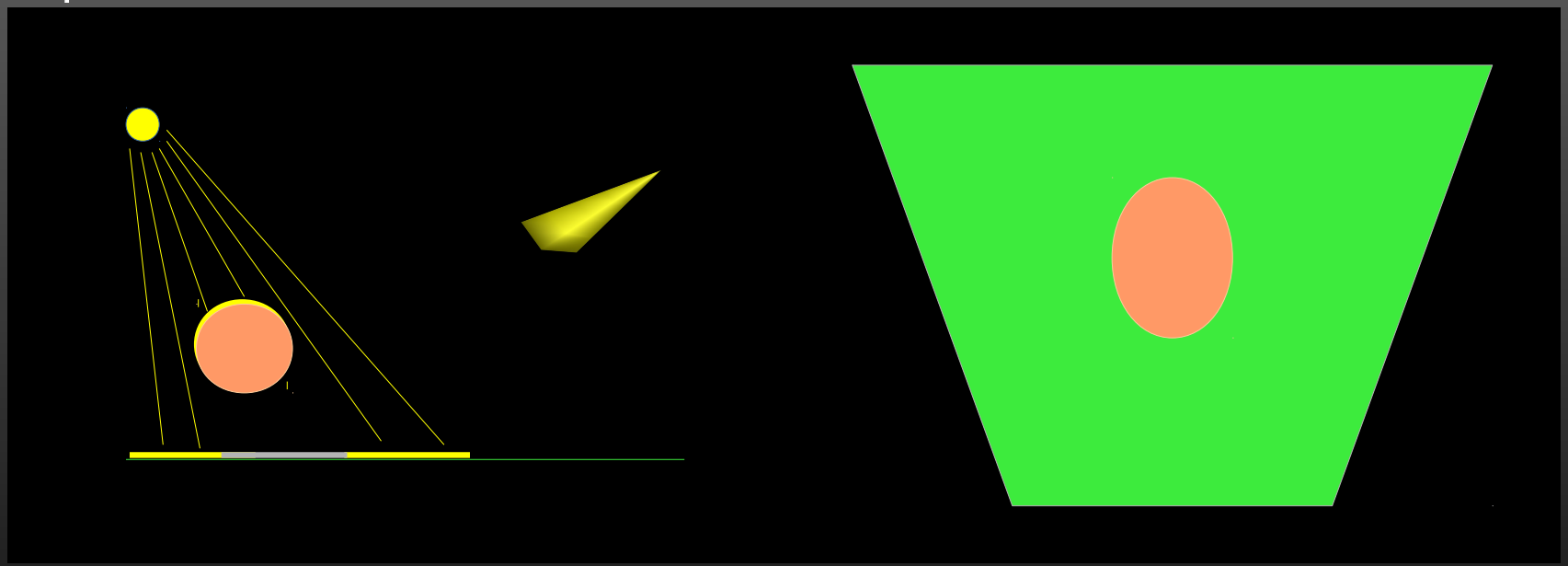
- Faire le rendu depuis la lumière pour évaluer ce qui est visible depuis la source lumineuse.
- Faire le rendu en tenant compte de parties visibles ou pas depuis la source lumineuse.

OpenGL : depth shadow map



OpenGL : depth shadow map

1. Faire le rendu depuis la lumière pour évaluer ce qui est visible depuis la source lumineuse.

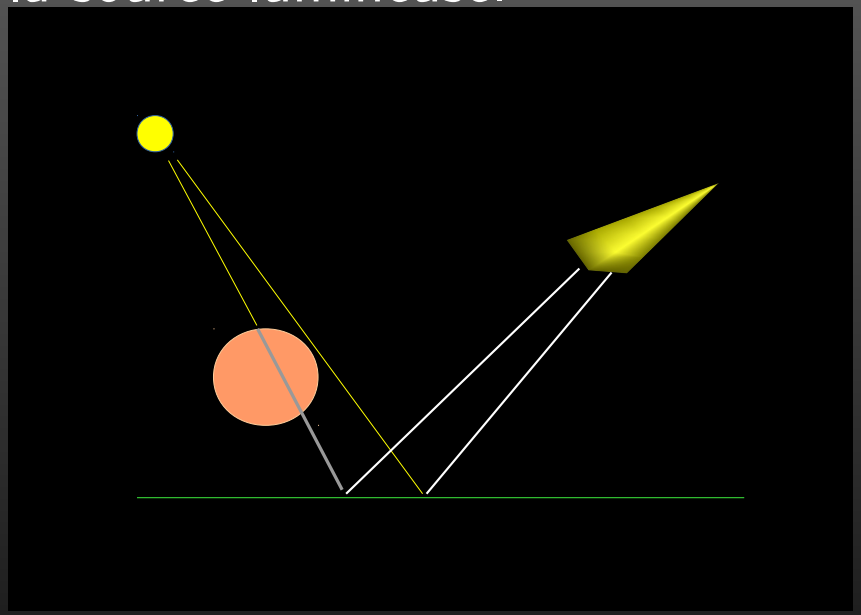


Scene

Rendu depuis la source lumineuse

OpenGL : depth shadow map

2. Faire le rendu en tenant compte de parties visibles ou pas depuis la source lumineuse.



OpenGL : depth shadow map

Initialise *FBO*

```
glGenTextures(1, &(render_buffers[output_buffer]));
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, render_buffers[output_buffer]);
glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0,GL_RGB, 1024, 1024, 0,GL_RGB, GL_UNSIGNED_BYTE,
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_NEAREST);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_NEAREST);

glGenTextures(1, &depth_texture);
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, depth_texture);
glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, GL_DEPTH_COMPONENT32, 1024, 1024, 0, GL_DEPTH_C
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_LINEAR);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_LINEAR);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_COMPARE_FUNC, GL_LEQUAL);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_CLAMP_TO_EDGE);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_T, GL_CLAMP_TO_EDGE);

glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, 0);

glGenFramebuffers(1, &depth_frame_buffer_object_id);
glBindFramebuffer(GL_FRAMEBUFFER, depth_frame_buffer_object_id);

glFramebufferTexture(GL_FRAMEBUFFER, GL_COLOR_ATTACHMENT0, render_buffers[outp
glFramebufferTexture(GL_FRAMEBUFFER, GL_DEPTH_ATTACHMENT, depth_texture, 0);
glDrawBuffer(GL_COLOR_ATTACHMENT0);

if(glCheckFramebufferStatus(GL_FRAMEBUFFER) != GL_FRAMEBUFFER_COMPLETE)
  ...
```

OpenGL : depth shadow map

Rendu depuis la source lumineuse

```
glBindFramebuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, depth_frame_buffer_object_id);
glViewport(0,0,1024,1024);
glDrawBuffer(GL_COLOR_ATTACHMENT0);
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
light_program->use();
glBindVertexArray(bunny->vao_id);
glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, bunny->vertex.size());
glFinish();
```

OpenGL : depth shadow map

Rendu depuis la caméra

```
glBindFramebuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, 0);
glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
program->use();
glActiveTexture(GL_TEXTURE0);
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, depth_texture);
glGenerateMipmap(GL_TEXTURE_2D);
glBindVertexArray(bunny->vao_id);
glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, bunny->vertex.size());
glFinish();
```

OpenGL : depth shadow map

Vertex shader

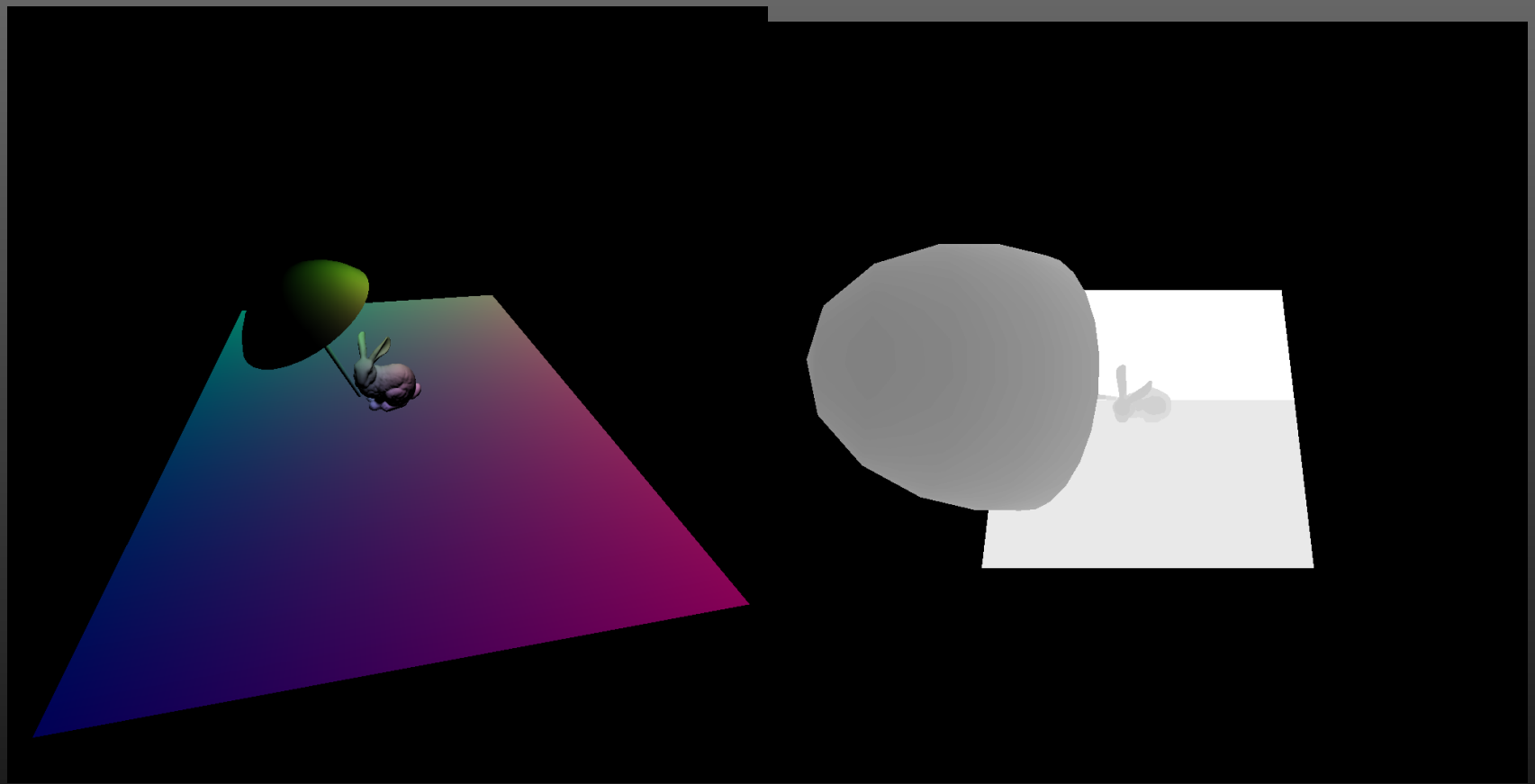
```
#version 450

layout(location = 1) in vec3 vPosition;
layout(location = 2) in vec3 vNormal;

uniform mat4 model_view_matrix;
uniform mat4 projection_matrix;

uniform vec3 light_position;
uniform mat4 light_model_view_matrix;
uniform mat4 light_projection_matrix;

const mat4 scale_bias_matrix = mat4(vec4(0.5f, 0.0f, 0.0f, 0.0f),
                                    vec4(0.0f, 0.5f, 0.0f, 0.0f),
                                    vec4(0.0f, 0.0f, 0.5f, 0.0f),
                                    vec4(0.5f, 0.5f, 0.5f, 1.0f));

(...)

void main() {
  gl_Position = projection_matrix * model_view_matrix * vec4 (vPosition, 1.0
  point_in_light = light_projection_matrix * light_model_view_matrix * vec4
  light_dir = normalize(light_position-vPosition);

  point_in_light = point_in_light/point_in_light.w;
  point_in_light = scale_bias_matrix*point_in_light;
  (...)
}
```

OpenGL : depth shadow map

Fragment shader

```
#version 450

in vec3 color;
in vec3 normal;
in vec3 light_dir;
in vec4 point_in_light;

layout(location=0) out vec4 output_comb;

uniform sampler2D depth_texture;

void main()
{
  vec2 textCoor = vec2(
  clamp(point_in_light.x, 0.0f , 1.0f),
  clamp(point_in_light.y, 0.0f , 1.0f)
  );
  float shadow = texture(depth_texture, textCoor).r;
  float shadow1;
  if ((point_in_light.z)>shadow)
    shadow1 = 0.5f;
  else
    shadow1 = 1.0f;
  output_comb = vec4(color, 1.0)*shadow1*clamp(dot(light_dir,normal), 0.0,
}
```

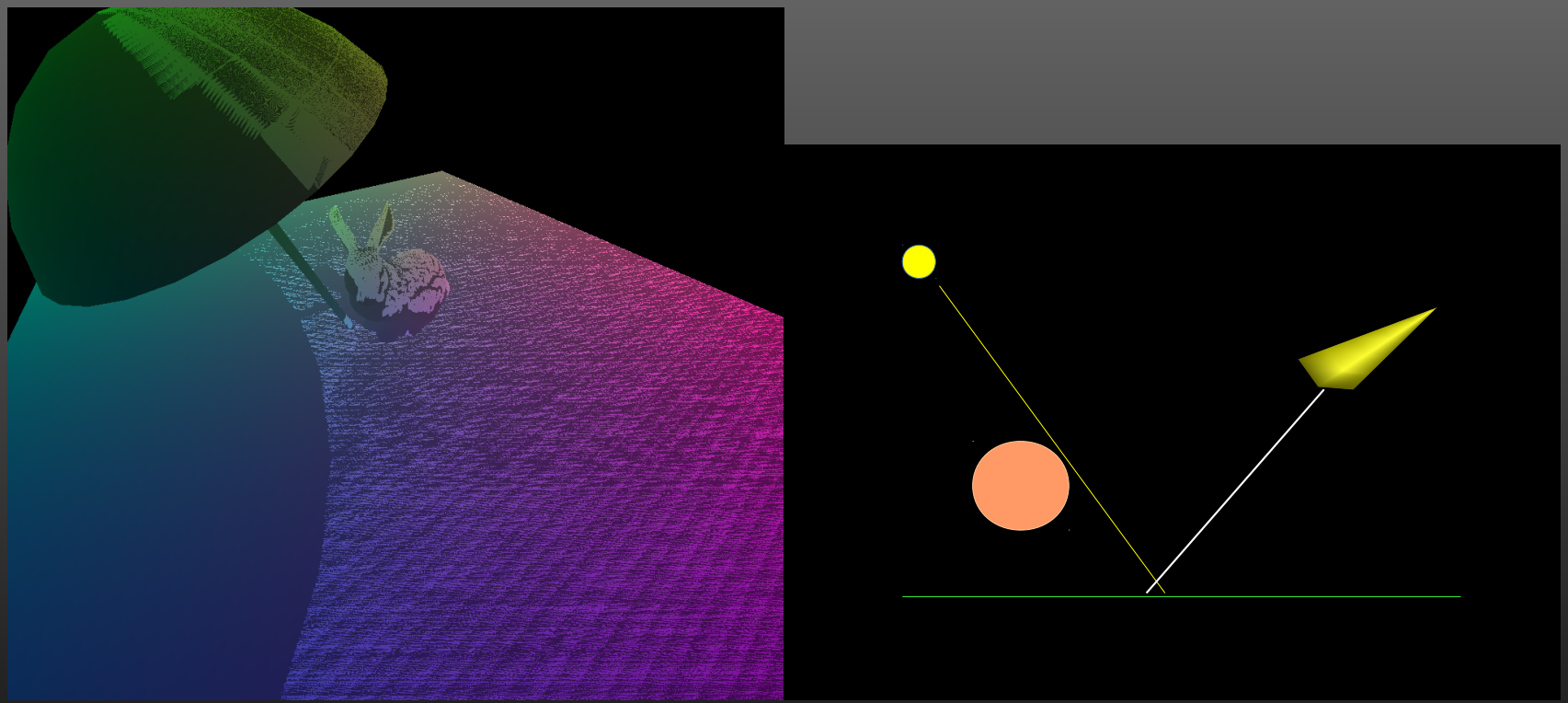
OpenGL : depth shadow map



Scene

Rendu depuis la source lumineuse

OpenGL : depth shadow map



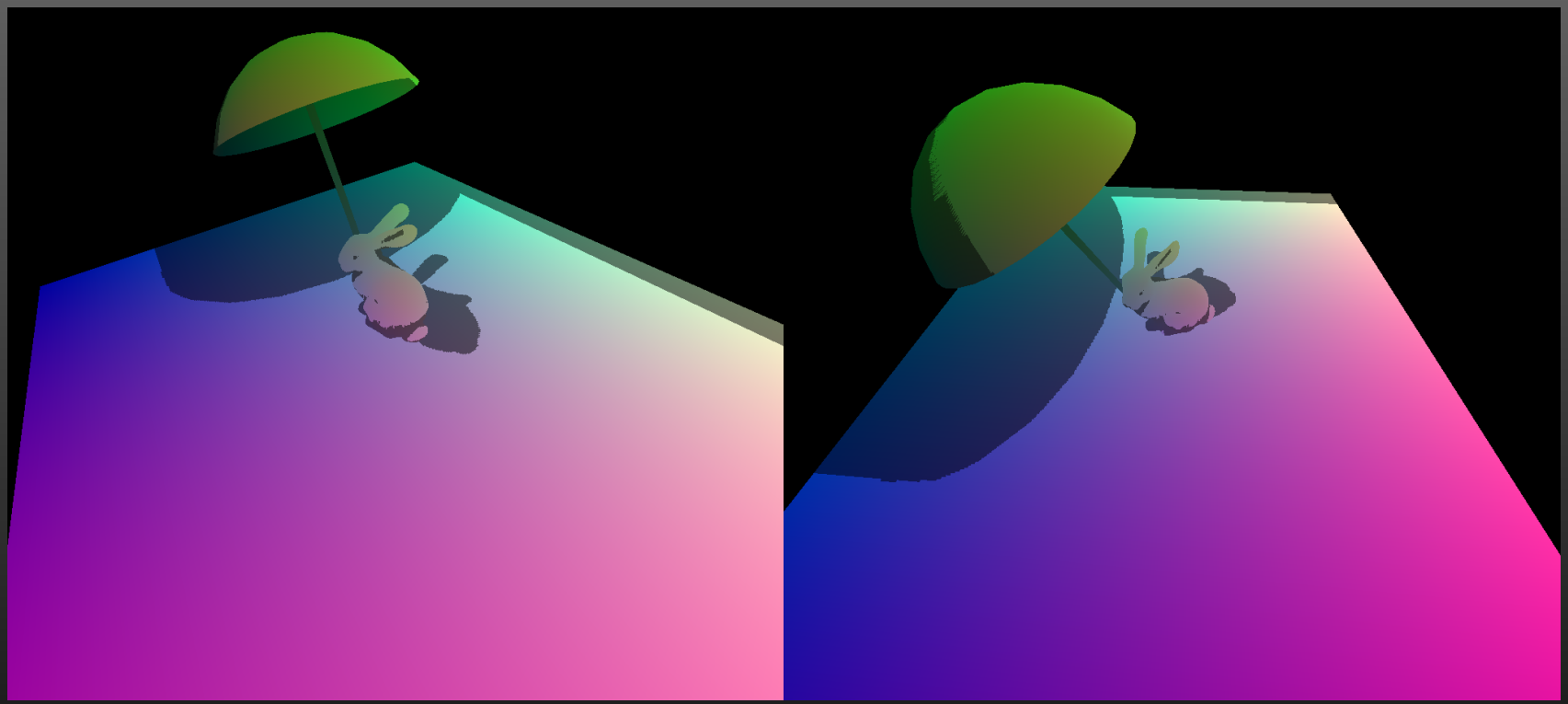
Résultat

OpenGL : depth shadow map

Ajout d'un biais :

```
light_program->use();
glBindVertexArray(bunny->vao_id);
glEnable(GL_POLYGON_OFFSET_FILL);
glPolygonOffset(1.0f, 1.0f);
glDrawArrays(GL_TRIANGLES, 0, teapot->vertex.size());
glDisable(GL_POLYGON_OFFSET_FILL);
```

OpenGL : depth shadow map



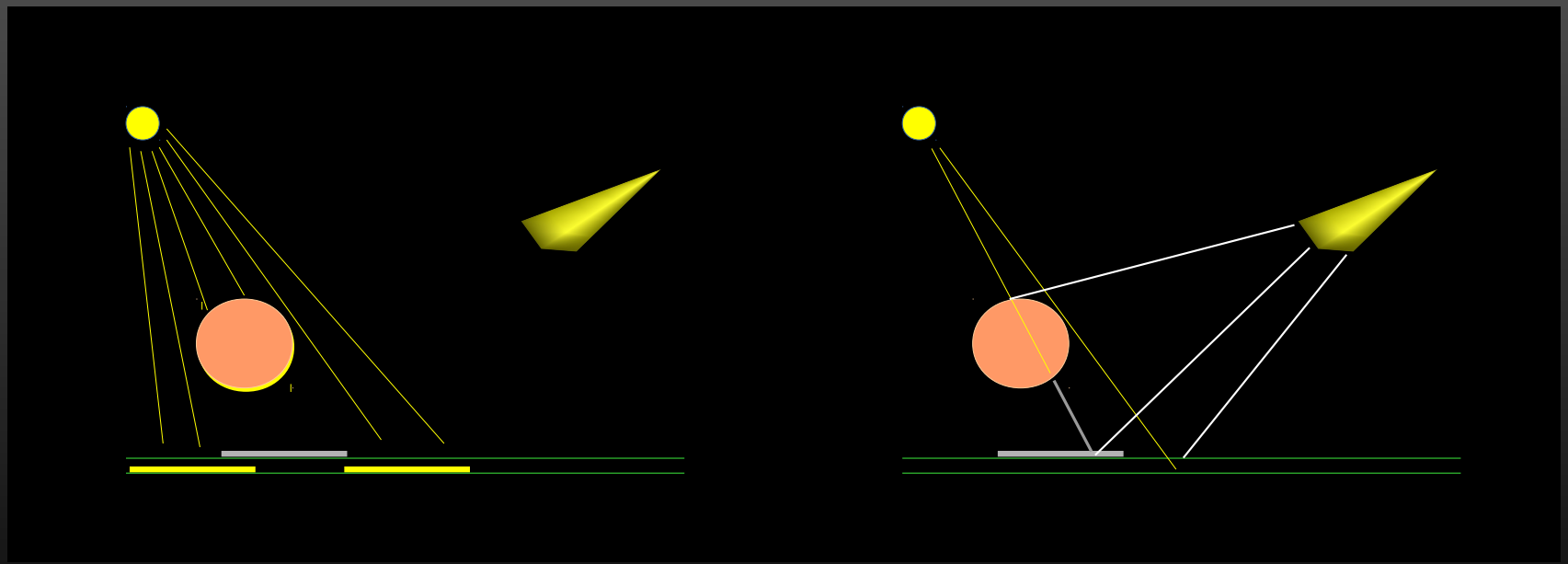
OpenGL : les ombres

- *second depth shadow map*

OpenGL : les ombres

- *second depth shadow map*

Idée : Faire le rendu de la scène depuis la lumière en regardant les faces arrières des objets

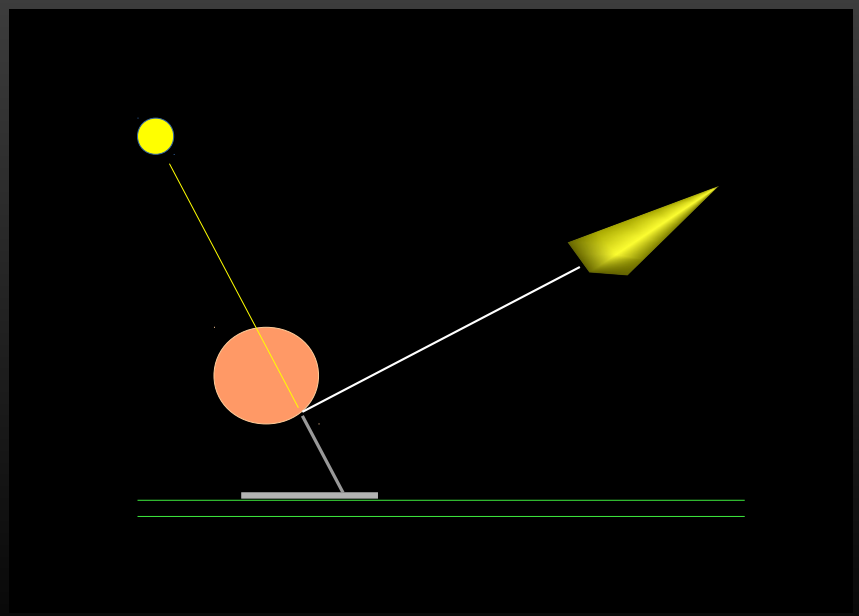


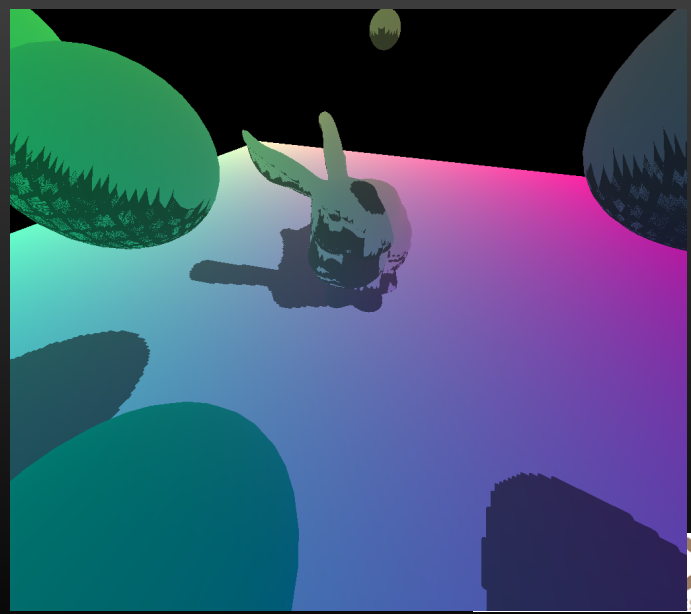
OpenGL : les ombres

- *second depth shadow map*

Idée : Faire le rendu de la scène depuis la lumière en regardant les faces arrières des objets Le problème du biais n'est plus un problème :

- Il est plus facile à fixer
- Il est même inutile si on considère la face arrière comme non éclairée

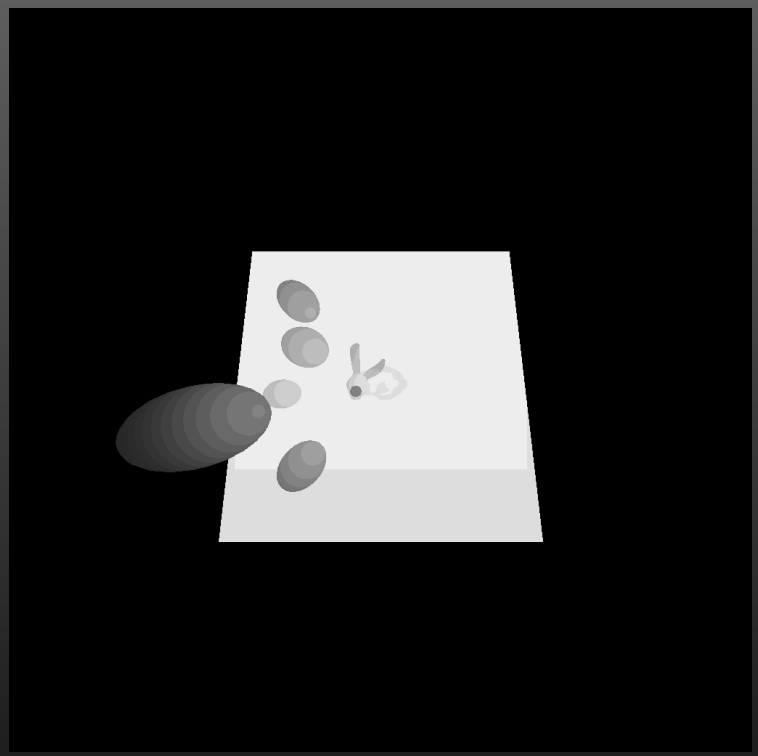


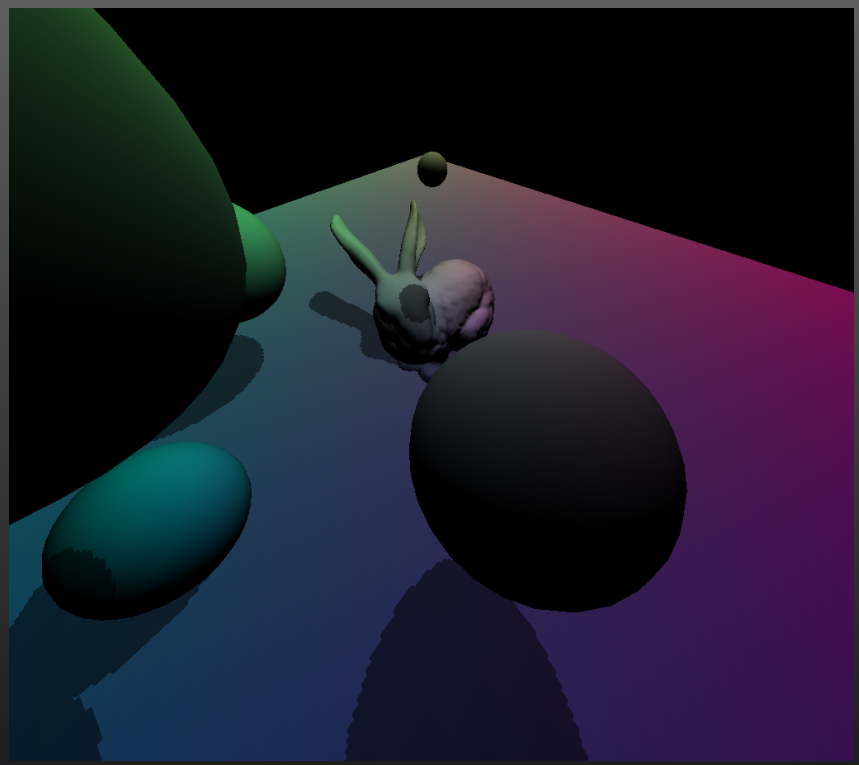


OpenGL : les ombres

```
glEnable(GL_CULL_FACE);
glFrontFace(GL_CCW);
//Rendering from light source point of view
...
glFrontFace(GL_CW);
//Rendering from camera point of view
...
```

OpenGL : les ombres





OpenGL : les ombres

Pour aller plus loin :

- sampler2DShadow/textureProj() ;
- soft shadow map
- ...

OpenGL : flou de bougé

- *Post processing*
- *Frame buffer Object*
- ...

- *Accumulation buffer*

OpenGL : flou de bougé

- *Post processing*
- *Frame buffer Object*
- ...
- *Accumulation buffer*

OpenGL : flou de bougé

- Post processing

OpenGL : flou de bougé

- Post processing
  - Rendu dans une texture
  - Affichage et traitement de la texture

OpenGL : flou de bougé

- Post processing
  - Rendu dans une texture
  - Affichage et traitement de la texture
  - Problèmes des objets en mouvement/pas en mouvement

OpenGL : flou de bougé

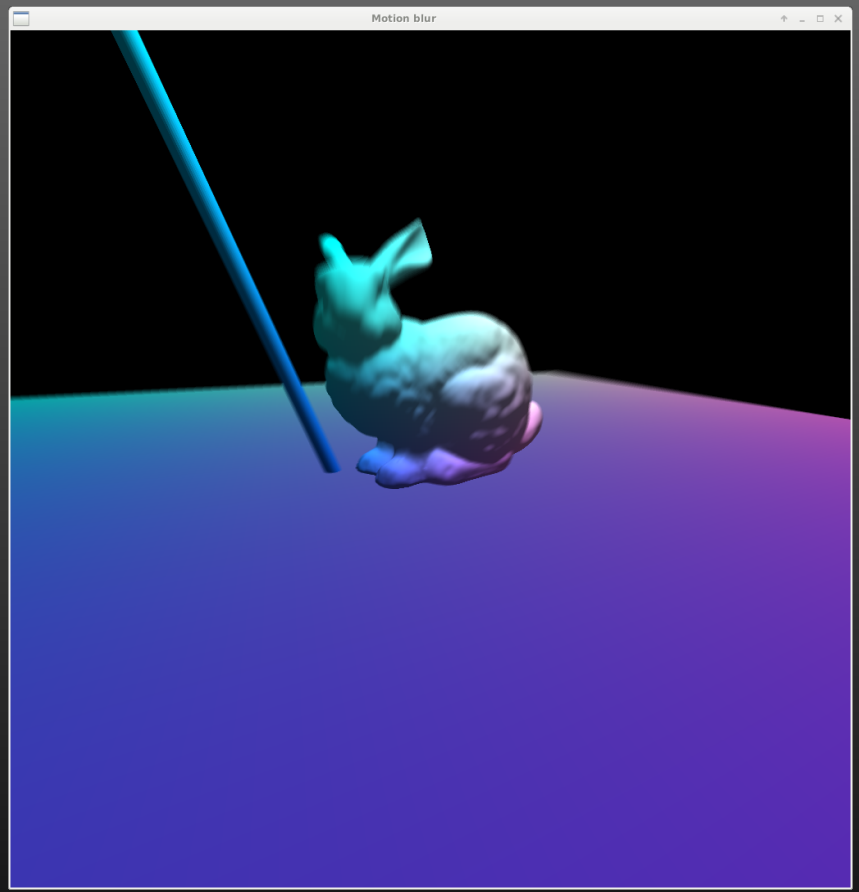
- Rendu d'une position dans une texture/un render buffer
- Accumulation dans une texture (Type *float* sinon les valeurs sont *clampées*)

```
glBlendEquationSeparate(GL_FUNC_ADD, GL_FUNC_ADD);
glBlendFunc(GL_ONE, GL_ONE);
glDisable(GL_DITHER);
```

- Copies dans l'image finale (rendu ou glBlitFramebuffer)

On ne peut pas faire le rendu direct dans l'accumulateur à cause du *blending*.

OpenGL : flou de bougé



OpenGL : *Post processing*

OpenGL : *Post processing*

- Rendu dans une texture

OpenGL : *Post processing*

- Rendu dans une texture
- Affichage et traitement de la texture

OpenGL : *Post processing*

Rendu dans une texture

```
glGenTextures(1, &(render_buffers[output_buffer]));
glGenRenderbuffers(1, &(render_buffers[depth_buffer]));

glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, render_buffers[output_buffer]);
glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0,GL_RGB, 1024, 1024, 0 ,GL_RGB, GL_UNSIGNED_BYT
//Attention a l'interpolation
glTexParameteri( GL_TEXTURE_2D,GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL_LINEAR );
glTexParameteri( GL_TEXTURE_2D,GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL_LINEAR );

glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, 0);

glBindRenderbuffer(GL_RENDERBUFFER, render_buffers[depth_buffer]);
glRenderbufferStorage(GL_RENDERBUFFER, GL_DEPTH_COMPONENT24, 1024, 1024);

glGenFramebuffers(1, &temp_frame_buffer_object_id);
glBindFramebuffer(GL_FRAMEBUFFER, temp_frame_buffer_object_id);

glFramebufferTexture(GL_FRAMEBUFFER, GL_COLOR_ATTACHMENT0, render_buffers[o
glFramebufferRenderbuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, GL_DEPTH_ATTACHMENT, GL_RENDE
glDrawBuffer(GL_COLOR_ATTACHMENT0);
```

OpenGL : *Post processing*

Rendu dans une texture

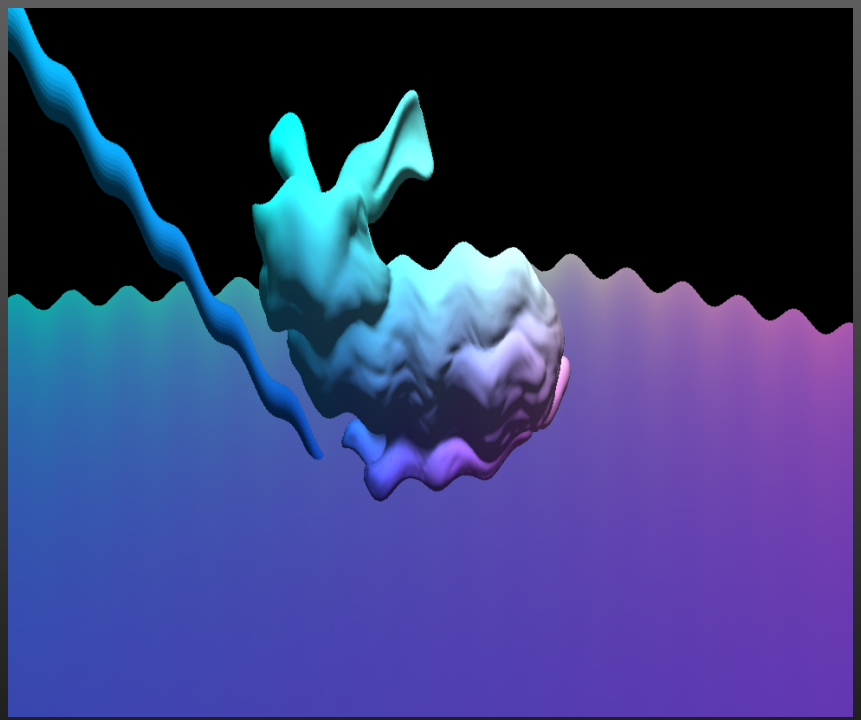
```
glBindFramebuffer(GL_DRAW_FRAMEBUFFER, temp_frame_buffer_object_id);
//draw the scene
...

//Link the texture
glActiveTexture(GL_TEXTURE0);
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, render_buffers[output_buffer]);
glGenerateMipmap(GL_TEXTURE_2D);
texID = glGetUniformLocation(quad_programID->program_id, "renderedTexture");
glUniform1i(texID,0);
```

OpenGL : *Post processing*

Fragment shader :

```
#version 400

in vec2 UV;
uniform sampler2D renderedTexture;

out vec4 color;

//Wave deformation
float f(float x, float freq) {
  return 0.01*cos(freq*x);
}

void main(){
  color = texture(renderedTexture, vec2(UV.x, UV.y+f(UV.x,100.0)));
}
```

OpenGL : *Post processing*



OpenGL : le brouillard

- Définition des paramètres :
  - glFogi(GL_FOG_MODE, GL_LINEAR);
  - glFogf(GL_FOG_START, 0.1);
  - glFogf(GL_FOG_END, 2000);
  - glFogfv(GL_FOG_COLOR, fog_color);
- Activation
  - glEnable(GL_FOG);

OpenGL : le brouillard

- Définition des paramètres :
  - glFogi(GL_FOG_MODE, GL_LINEAR);
  - glFogf(GL_FOG_START, 0.1);
  - glFogf(GL_FOG_END, 2000);
  - glFogfv(GL_FOG_COLOR, fog_color);
- Activation
  - glEnable(GL_FOG);

Deprecated !

OpenGL : le brouillard

- Définition des paramètres :
  - glFogi(GL_FOG_MODE, GL_LINEAR);
  - glFogf(GL_FOG_START, 0.1);
  - glFogf(GL_FOG_END, 2000);
  - glFogfv(GL_FOG_COLOR, fog_color);
- Activation
  - glEnable(GL_FOG);

Deprecated !

Deprecated !

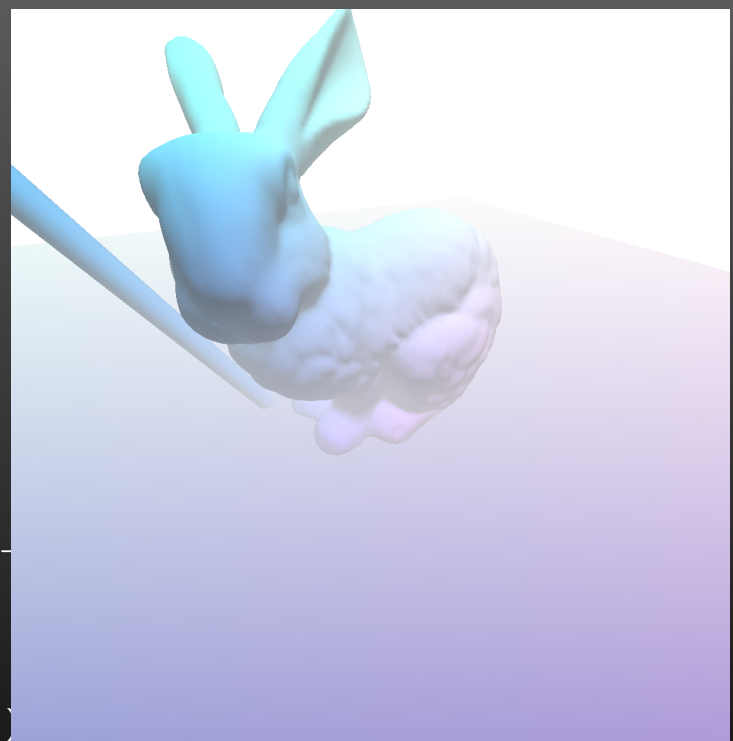
OpenGL : le brouillard

- Objectif : modifier la couleur en fonction de la distance.
  - Choisir la fonction...

OpenGL : le brouillard

Exemple :

```
#version 450

in vec3 color;
in vec3 normal;
in vec3 light_dir;

vec4 fog_color = vec4(1.0,1.0,1.0,1.0);
layout(location=0) out vec4 output_comb;

float get_fog_factor(float d) {
  const float FOG_MIN = 0.8;
  const float FOG_MAX = 1.0;

  if (d>=FOG_MAX) return 1.0;
  if (d<=FOG_MIN) return 0.0;

  return 1 - (FOG_MAX - d) / (FOG_MAX - FOG_
}

void main()
{
  float fog = get_fog_factor(gl_FragCoord.z)
  output_comb = mix(vec4(color, 1.0)*(clamp(dot(light_dir,normal), 0.0, 1.0)),
                    fog_color, fog);
}
```



Moteur de particules

Systèmes à base de particules

- Permet de modéliser des éléments difficiles à modéliser avec des solides classiques ou des surfaces
  - Feu,
  - fumée/poussière,
  - étincelles,
  - pluie
  - ...

Moteur de particules

Fonctionnement

- Caractéristiques
  - position
  - couleur
  - taille
  - forme
  - ...
- Lois
  - création
  - destruction
- Règles (évolution)
  - Modifications des caractéristiques

Le feu

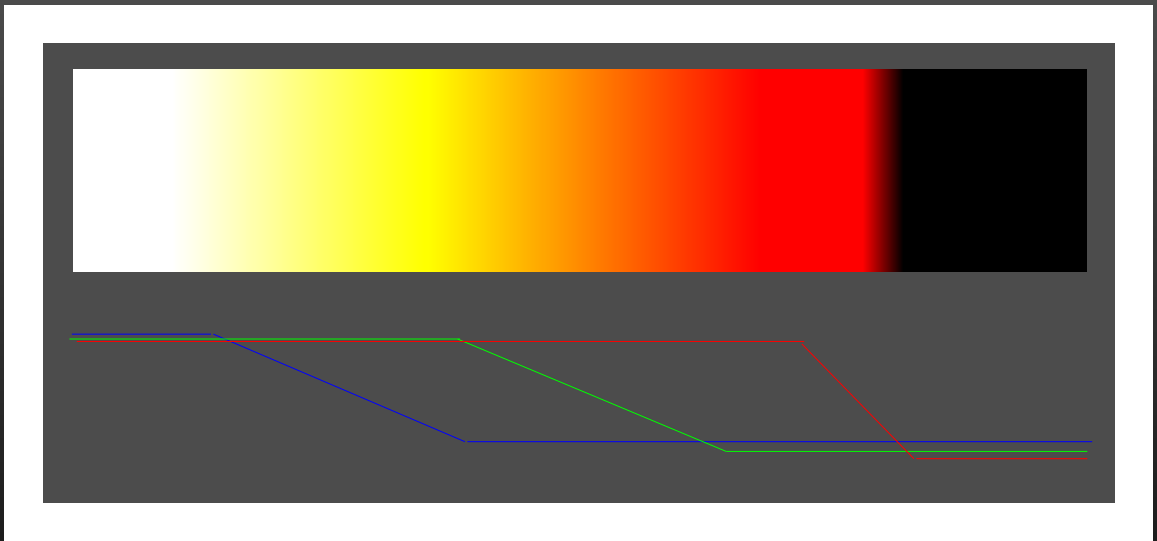
Utilisation de particules

- Création
  - Plusieurs centaines
  - Apparaissent dans une zone précise
  - Avec une couleur proche du blanc
- Forme
  - Point
  - Sphere
- Evolution
  - Changement de couleur
  - Déplacement vers le haut avec perturbations
- Destruction
  - Atteint la couleur noir

Le feu

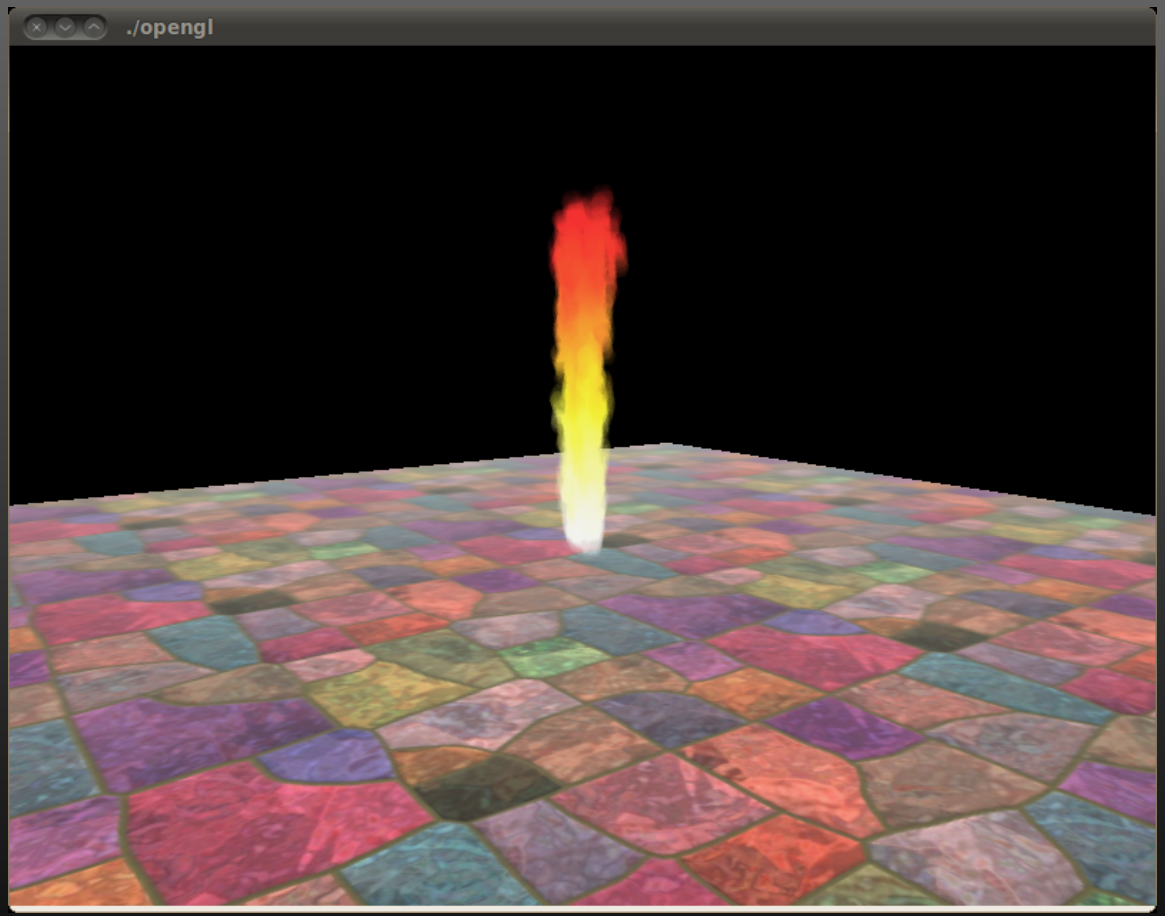
Utilisation de particules

- Evolution
  - Changement de couleur



Le feu

Résultat



Flou de bougé

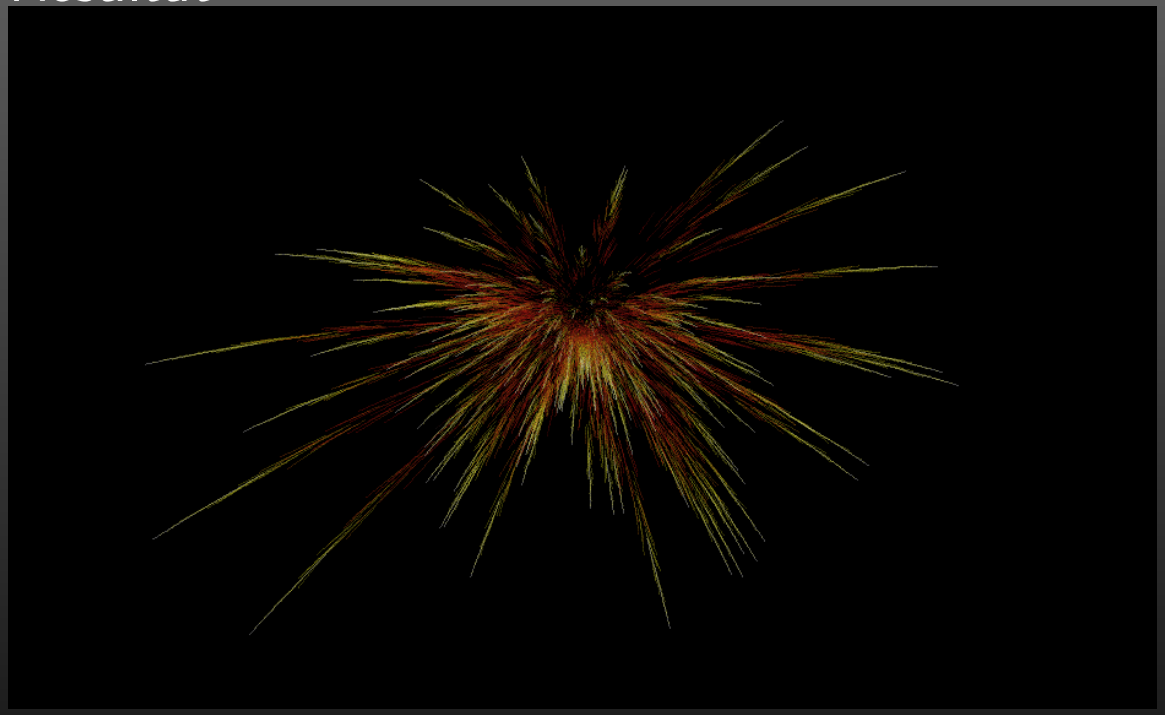
Le feu

Utilisation d'un Billboard.
Affichage d'un feu en 2D.

étincèles/feu d'artifice/explosion

étincèles/feu d'artifice/explosion

Résultat



Opengl : Moteur de particules

Point sprite

```
glEnable(GL_PROGRAM_POINT_SIZE);
```

Vertex shader

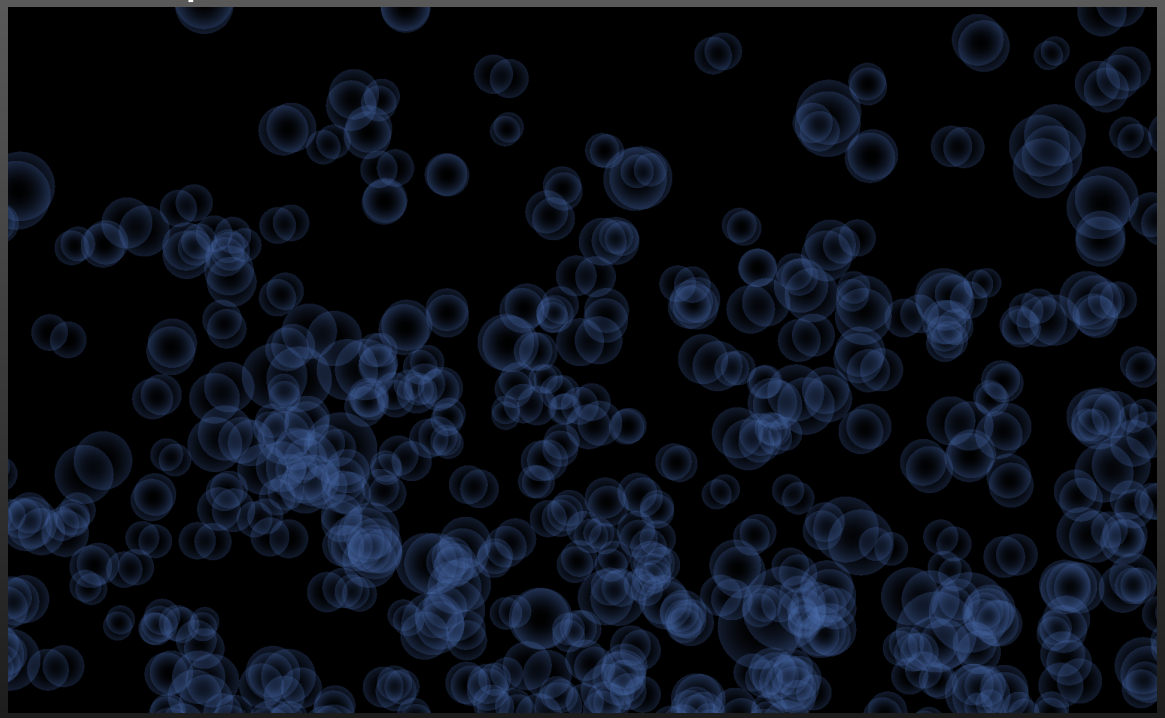
```
vec4 pos = projection_matrix * model_view_matrix * vPosition;
gl_PointSize = size*(1.0 - pos.z / pos.w) * 32.0;
gl_Position = pos;
```

Fragment shader

```
vec2 temp = gl_PointCoord - vec2(0.5);
float f = dot(temp, temp);
if (f > 0.25)
   discard;
output_color =  color;
```

Opengl : Moteur de particules

Point sprite



Billboad

Utilisation d'un Billboard :

- Affichage d'un feu en 2D.
- fumée
- ...

L'eau

Conclusion