Application de textures et éclairage

Frank Singhoff

Bureau C-203

Université de Brest, France

LISyC/EA 3883

singhoff@univ-brest.fr

Sommaire

1. Introduction
2. Application de textures
3. Eclairage
4. Ce qu'il faut retenir

Introduction

- **Objets** = polyèdres = ensemble de facettes/polygones. Polygone = ensemble de sommets (x,y,z). Face avant et arrière.

- **Un polygone peut être :**
  - Dessiné en mode filaire (primitive $glPolygonMode$).
  - Rempli par un dégradé de couleur (une couleur peut être spécifiée par sommet).
  - Rempli par une couleur unique (cf. primitive $glShadeModel$).
  - Rempli par une texture.
  - Accompagné d'un éclairage.

- Quelle "couleur" pour chaque face de chaque polygone ?

Sommaire

1. Introduction
2. Application de textures
3. Eclairage
4. Ce qu’il faut retenir

Application de textures (1)

- **Texture =** tableau rectangulaire de données contenant, par exemple, des données chromatiques (valeurs appelées des $texels$). Ensemble de pixels.

- **Utilisation :**
  - Accélère la construction d'une scène (ex : mur).
  - Améliore la qualité d'une scène (moins de régularité).
  - Nombreux effets graphiques associés (ex : ombrage).
  - Application des transformations géométriques.

- Textures 1D, 2D voire 3D. On suppose ici, des textures 2D.
- Texture bitmap (ex : données scannées) ou procédurale.

Application de textures (2)

- **Méthode générale pour appliquer une texture sur un polygone :**

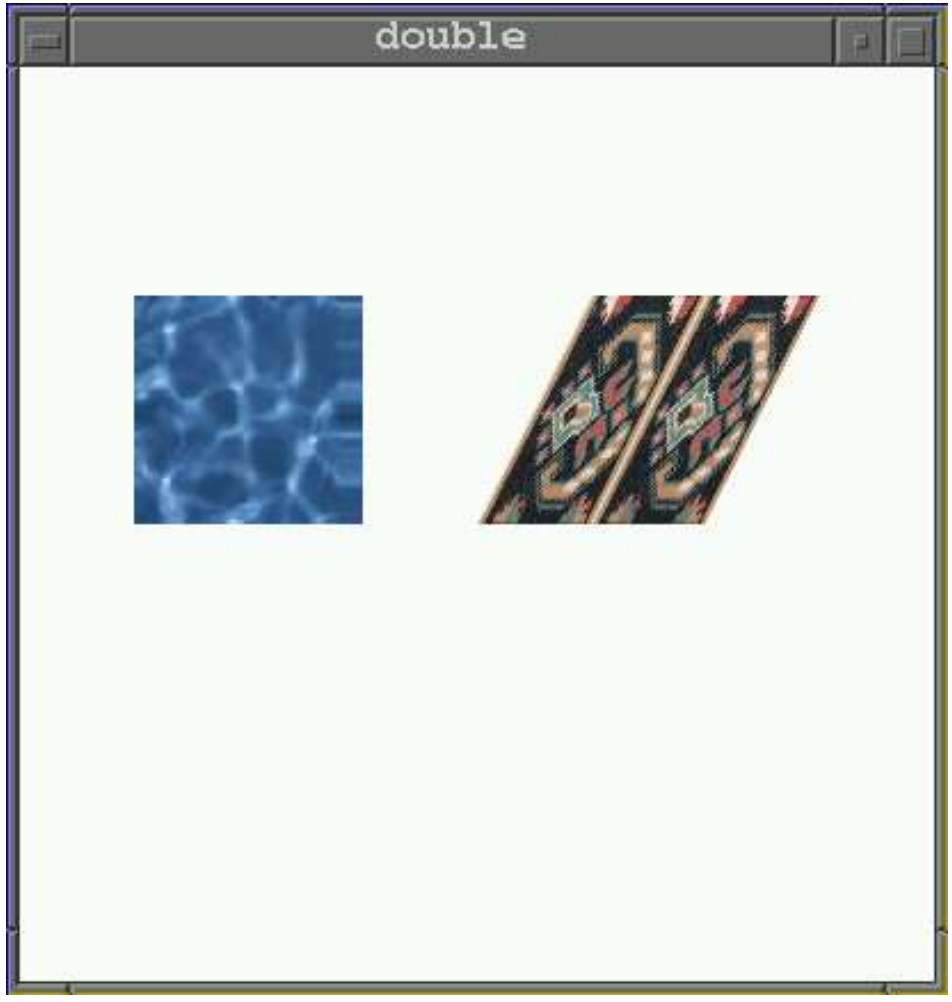
1. Activer les textures.
2. Définir un ou des objets de texture (définition des texels + comportement lors de l'application de la texture sur le polygone).
3. Lors de la description de scène :
   - Spécification de la texture courante + description géométrique de la scène.
   - Spécification des coordonnées de textures : indique les parties de la texture à "plaquer" sur le polygone.
   - Spécification de la combinaison chromatique (couleur polygone, texture, éclairage).

Application de textures (3)

- **Primitives :**
  - $glGenTextures$: allocation d'un ou plusieurs objets de texture.
  - $glTexImage2D$: création d'une texture à partir d'une zone de données.
  - $glBindTexture$: positionner une texture comme la texture courante.
  - $glTexParameteri$: paramétrage de la texture courante (méthode de placage).
  - $glTexEnvf$: paramétrage de la combinaison chromatique.

Application de textures (4)

- Structure d’un programme type :



Application de textures (5)

- Structure d'un programme type :

```
GLuint texName[2];

void init(void)
{
   ...
   glGenTextures(2, texName);

   glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[0]);
   glTexImage2D(...);
   glTexParameteri(...);

   glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[1]);
   glTexImage2D(...);
   glTexParameteri(...);

   glEnable(GL_TEXTURE_2D);
}
```

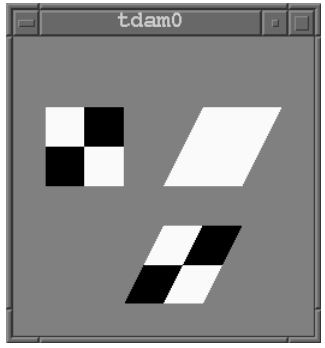
Application de textures (6)

```
void display(void)
{
   ...
   glTexEnvf(...);
   ...
   glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[1]);
   glBegin(GL_POLYGON);
   glTexCoord2f(...); glVertex3f(0.0, 0.0, 0.0);
   glTexCoord2f(...); glVertex3f(1.0, 0.0, 0.0);
   glTexCoord2f(...); glVertex3f(1.5, 1.0, 0.0);
   glTexCoord2f(...); glVertex3f(0.5, 1.0, 0.0);
   glEnd();
   ...
   glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[0]);
   glBegin(GL_POLYGON);
   glTexCoord2f(...); glVertex3f(1.5, 1.0, 0.0);
   ...
   glEnd();
}
```

Coordonnées de textures (1)

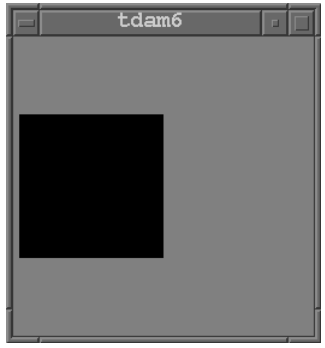
- Comment indiquer où et quels sont les texels d'une texture qui doivent être plaqués sur un polygone ?
- Les texels peuvent être référencés selon leurs coordonnées grâce à la primitive $glTexCoord$.
- Exemple des textures à 2 dimensions (S,T) :
  - Axe S = abscisse. Axe T = ordonnée.
  - (0,0) désigne le coin bas/gauche.
  - (0,1) désigne le coin haut/gauche.
  - (1,1) désigne le coin haut/droit.
  - (1,0) désigne le coin bas/droit.
  - Toutes les coordonnées dans l'intervalle]0,1[permettent d'extraire une partie de la texture.
  - Toutes les coordonnées hors de l'intervalle [0,1] permettent de resserrer la texture.

Coordonnées de textures (2)



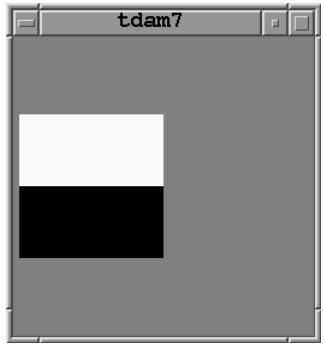

```
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[0]);
glBegin(GL_QUADS);
   glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0,0,0);
   glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(1,2,0);
   glTexCoord2f(1.0, 1.0); glVertex3f(3,2,0);
   glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f(2,0,0);
glEnd();
```

Coordonnées de textures (3)



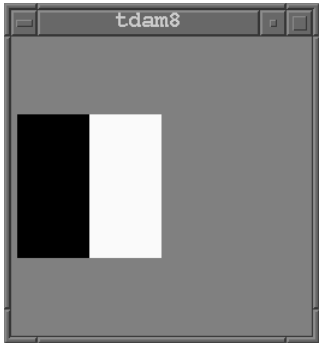

```
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[0]);
glBegin(GL_QUADS);
   glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0,0,0);
   glTexCoord2f(0.0, 0.5); glVertex3f(0,1,0);
   glTexCoord2f(0.5, 0.5); glVertex3f(1,1,0);
   glTexCoord2f(0.5, 0.0); glVertex3f(1,0,0);
glEnd();
```

Coordonnées de textures (4)




```
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[0]);
glBegin(GL_QUADS);
   glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0,0,0);
   glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(0,1,0);
   glTexCoord2f(0.5, 1.0); glVertex3f(1,1,0);
   glTexCoord2f(0.5, 0.0); glVertex3f(1,0,0);
glEnd();
```

Coordonnées de textures (5)




```
glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[0]);
glBegin(GL_QUADS);
   glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0,0,0);
   glTexCoord2f(0.0, 0.5); glVertex3f(0,1,0);
   glTexCoord2f(1.0, 0.5); glVertex3f(1,1,0);
   glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f(1,0,0);
glEnd();
```

Paramétrage de textures (1)

- Que faire quand le polygone n'est pas un quadrilatère ?
- Comment rétrécir une texture ?
- Comment combiner les informations chromatiques d'une texture avec la couleur du polygone, de l'éclairage ?

$\Longrightarrow$ Deux paramètrages possibles :

1. Paramétrage d'objet de texture (technique de placage avec la primitive $glTexParameteri$).
2. Paramétrage lors de la combinaison chromatique avec la primitive $glTexEnvf$.

Paramétrage de textures (2)

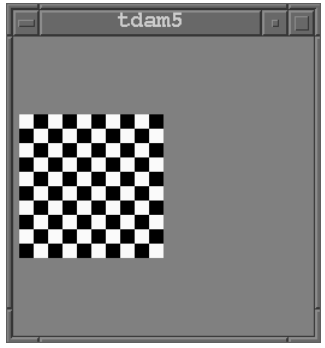
- **Paramétrer le placage, c'est :**

1. Définir comment on effectue un rétrécissement de texture ($GL\_TEXTURE\_WRAP\_S$, $GL\_TEXTURE\_WRAP\_T$, lorsque les coordonnées sont au delà de la plage [0,1]) :
   - Par répétition de texels (commande GL_REPEAT).
   - Par extrapolation de texels (commande GL_CLAMP).

2. Définir comment on adapte la forme de la texture à la géométrie du polygone ($GL\_TEXTURE\_MIN\_FILTER$, $GL\_TEXTURE\_MAG\_FILTER$).

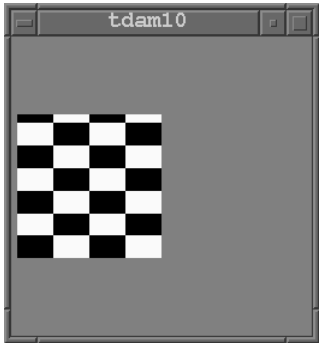
$\Longrightarrow$ utilisation de la primitive $glTexParameteri$.

Paramétrage de textures (3)



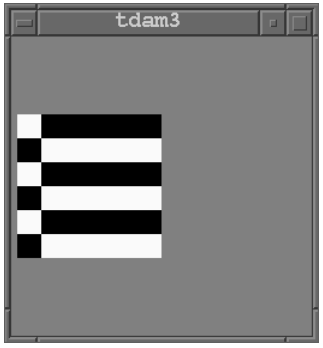

```
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_REPEAT);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_T, GL_REPEAT);
glBegin(GL_QUADS);
glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0, 0, 0);
glTexCoord2f(0.0, 5.0); glVertex3f(0, 1, 0);
glTexCoord2f(5.0, 5.0); glVertex3f(1, 1, 0);
glTexCoord2f(5.0, 0.0); glVertex3f(1, 0, 0);
glEnd();
```

Paramétrage de textures (4)



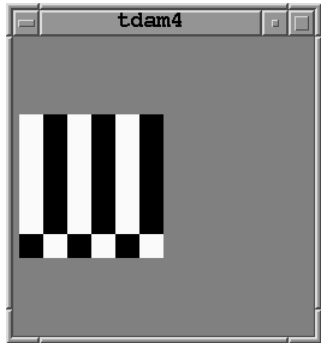

```
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_REPEAT);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_T, GL_REPEAT);
glBegin(GL_QUADS);
glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0, 0, 0);
glTexCoord2f(0.0, 3.2); glVertex3f(0, 1, 0);
glTexCoord2f(2.0, 3.2); glVertex3f(1, 1, 0);
glTexCoord2f(2.0, 0.0); glVertex3f(1, 0, 0);
glEnd();
```

Paramétrage de textures (5)



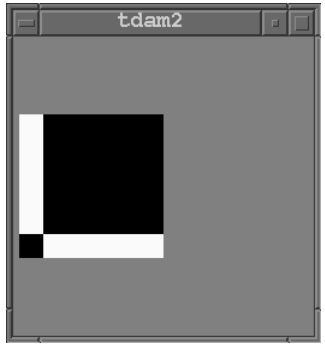

```
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_CLAMP);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_T, GL_REPEAT);
glBegin(GL_QUADS);
glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0, 0, 0);
glTexCoord2f(0.0, 3.0); glVertex3f(0, 1, 0);
glTexCoord2f(3.0, 3.0); glVertex3f(1, 1, 0);
glTexCoord2f(3.0, 0.0); glVertex3f(1, 0, 0);
glEnd();
```

Paramétrage de textures (6)




```
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_REPEAT);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_T, GL_CLAMP);
glBegin(GL_QUADS);
glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0, 0, 0);
glTexCoord2f(0.0, 3.0); glVertex3f(0, 1, 0);
glTexCoord2f(3.0, 3.0); glVertex3f(1, 1, 0);
glTexCoord2f(3.0, 0.0); glVertex3f(1, 0, 0);
glEnd();
```

Paramétrage de textures (7)

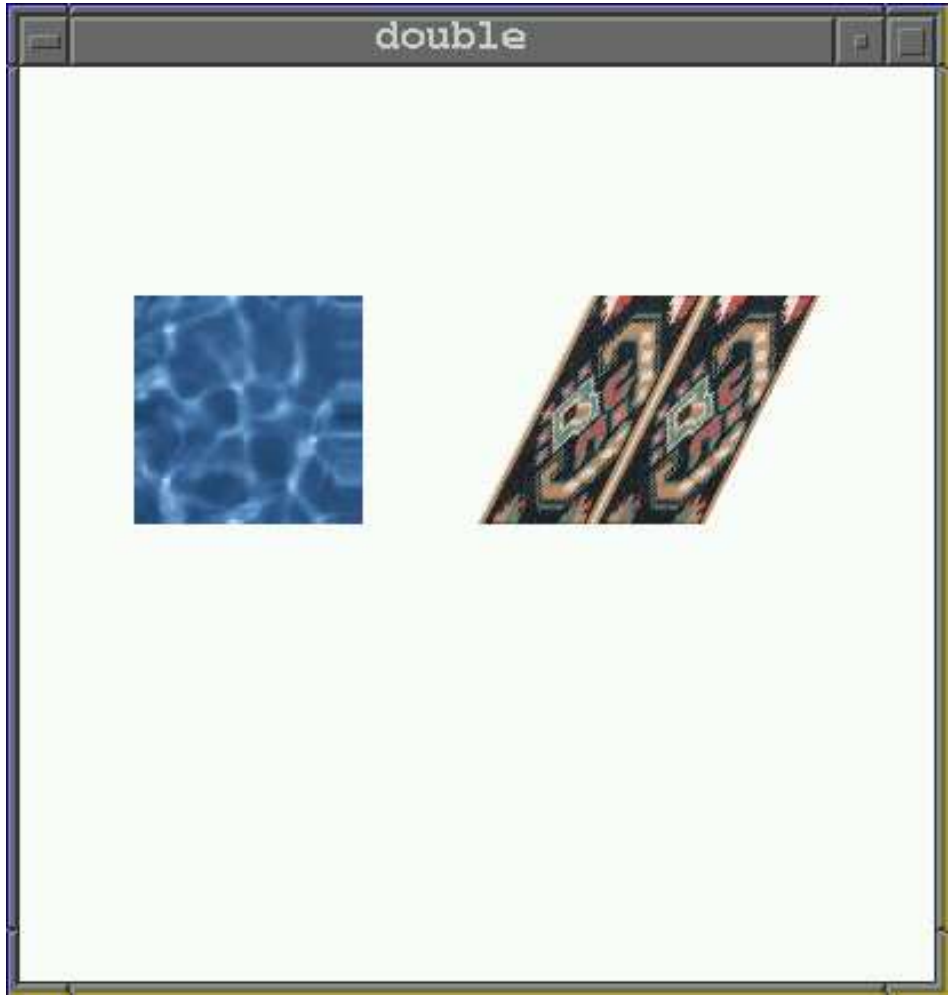



```
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_CLAMP);
glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D,
     GL_TEXTURE_WRAP_T, GL_CLAMP);
glBegin(GL_QUADS);
glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0, 0, 0);
glTexCoord2f(0.0, 3.0); glVertex3f(0, 1, 0);
glTexCoord2f(3.0, 3.0); glVertex3f(1, 1, 0);
glTexCoord2f(3.0, 0.0); glVertex3f(1, 0, 0);
glEnd();
```

Paramétrage de textures (8)

- Paramétrer la combinaison chromatique :
  - Réalisée par la primitive $glTexEnv$.
  - Mise à jour du tampon chromatique :
    1. Par écrasement ($GL\_REPLACE$).
    2. Par addition (GL_ADD).
    3. Par combinaison/multiplication ($GL\_MODULATE$).

Exemple complet (1)



Exemple complet (2)

```
static GLuint texName[2];
GLubyte* data;
int width, height;

void init(void)
{
   glGenTextures(2, texName);

   data=glmReadPPM("water20.ppm", &width , &height);
   glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[0]);
   glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER,
                   GL_NEAREST);
   glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER,
                   GL_NEAREST);
   glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_CLAMP);
   glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_T, GL_CLAMP);
   glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, GL_RGBA, width,
                height, 0, GL_RGB, GL_UNSIGNED_BYTE,
                data);
```

Exemple complet (3)

```
    data=glmReadPPM("carpet12.ppm", &width , &height);
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[1]);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MAG_FILTER,
                    GL_NEAREST);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_MIN_FILTER,
                    GL_NEAREST);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_S, GL_REPEAT);
    glTexParameteri(GL_TEXTURE_2D, GL_TEXTURE_WRAP_T, GL_REPEAT);
    glTexImage2D(GL_TEXTURE_2D, 0, GL_RGBA, width,
                 height, 0, GL_RGB, GL_UNSIGNED_BYTE,
                 data);

    glEnable(GL_TEXTURE_2D);
}
```

Exemple complet (4)

```
void display(void)
{
   glLoadIdentity ();
   gluLookAt (ex,ey,ez,   0,0,-100.0, 0.0, 1.0, 0.0);
   glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT);
   glClear (GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

   glTranslatef(-1.5,0,0);
   glColor3f(1,1,0);

   glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE, GL_REPLACE);

   glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[0]);
   glPushMatrix();
   glBegin(GL_QUADS);
   glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0, 0, 0);
   glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(0, 1, 0);
   glTexCoord2f(1.1, 1.0); glVertex3f(1, 1, 0);
   glTexCoord2f(1.1, 0.0); glVertex3f(1, 0, 0);
   glEnd();
```

Exemple complet (5)

```
    glBindTexture(GL_TEXTURE_2D, texName[1]);
    glTranslatef(1.5,0,0);
    glBegin(GL_POLYGON);
    glTexCoord2f(0, 0); glVertex3f(0, 0, 0);
    glTexCoord2f(0, 1); glVertex3f(0.5, 1, 0);
    glTexCoord2f(2, 1); glVertex3f(1.5, 1, 0);
    glTexCoord2f(2, 0); glVertex3f(1, 0, 0);
    glEnd();


    glutSwapBuffers();
}
```

Sommaire

1. Introduction
2. Application de textures
3. Eclairage
4. Ce qu'il faut retenir

Eclairage (1)

- Une scène éclairée, c'est : des **sources** de lumière et des objets constitués d'une **matière**.
- L'existence d'une lumière n'a de sens que s'il existe une surface qui va l'absorber ou la réflechir.

- **Démarche générale d'approximation de la lumière :**
  - La lumiere est décomposée en quatre parties indépendantes : les lumières ambiantes, diffuses, spéculaires et émissives.
  - OpenGL fait le calcul d'éclairage pour chaque partie compte tenu de la matière des objets. Ces quatre parties sont finalement ajoutées pour déterminer la lumière totale à restituer.
  - Chaque lumière ou matière est définie par les composantes (R,V,B,A).

Eclairage (2)

1. **Lumière ambiante :** lumière qui a été tant dispersée que sa source n'est plus déterminable : elle semble venir de partout.
2. **Lumière diffuse :** lumière qui vient d'une direction particulière. Lumière plus brillante si elle atteint directement une surface que si elle l'effleure. Cette lumière est dispersée de façon égale dans toutes les directions lorsqu'elle touche une surface.
3. **Lumière spéculaire :** lumière qui vient d'une direction particulière et qui rebondit dans une direction donnée. Lumière proche de la brillance. Provoque l'apparition d'un reflet.
4. **Lumière émissive :** Lumière émisse par un objet. Augmente la sensation de brillance d'un objet mais n'éclaire pas vraiment la scène.

Eclairage (3)

- **Structure d'un programme :**

1. Choisir les paramètres généraux d'éclairage (primitive $glLightModel$).
2. Définir les sources lumineuses ainsi que leurs composantes en lumière diffuse, ambiante et spéculaire (primitive $glLight$).
3. Définir les propriétés de matière : réflexion et émission de lumière (primitive $glMaterial$).
4. Lors de la description de scène, définir pour chaque objet :
   - Les lumières éclairant l'objet.
   - La matière qui la compose.
   - Description de la géométrie de l'objet incluant les vecteurs de direction (normales de surfaces).

Eclairage (4)

- **Les normales de surface :**
  - Vecteur pointant dans la **direction perpendiculaire** à une surface. Définit l'orientation du polygone selon la source de lumière (et donc la quantité de lumière reçue).
  - Une normale est définie pour chaque sommet par la primitive $glNormal3f$.
  - A partir des normales des sommets qui définissent la quantité de lumière reçue, les autres sommets du polygone sont extrapolés.
  - Un polygone dans un plan peut avoir un seul vecteur normal ; ce qui n'est pas le cas pour un polygone courbé.
  - Les vecteurs doivent rester normalisés => taille 1 (attention aux $glScale$).

Eclairage (5)

- **Exemple (avec textures) :**

```
glEnable(GL_RESCALE_NORMAL); // pour glScale
...
// Pour combiner l'éclairage avec une texture
glTexEnvf(GL_TEXTURE_ENV, GL_TEXTURE_ENV_MODE,
        GL_MODULATE);
...
// Une normale par sommet, on peut se contenter
// d'une seule normale pour ce polygone car il est sur un plan
glBegin(GL_QUADS);
glNormal3f(0.0,0.0,1.0);
glTexCoord2f(0.0, 0.0); glVertex3f(0.0, 0.0, 0.0);
glNormal3f(1.0,0.0,1.0);
glTexCoord2f(0.0, 1.0); glVertex3f(1.0, 0.0, 0.0);
glNormal3f(1.0,1.0,1.0);
glTexCoord2f(1.0, 1.0); glVertex3f(1.0, 1.0, 0.0);
glNormal3f(0.0,1.0,1.0);
glTexCoord2f(1.0, 0.0); glVertex3f(0.0, 1.0, 0.0);
glEnd();
```

Eclairage (6)

- **Paramétrage global de l'éclairage (primitive $glLightModelv$):**

  1. Doit on calculer l'éclairage sur les deux faces ? (commande $GL\_LIGHT\_MODEL\_TWO\_SIDE$)
  2. Où se situe le point de vue ? (commande $GL\_LIGHT\_MODEL\_LOCAL\_VIEWER$)
  3. Quelle intensité pour la lumière ambiante générale ? (commande $GL\_LIGHT\_MODEL\_AMBIENT$)

- **Exemple :**

```
GLfloat general[] = { 0.2, 0.2, 0.2, 1.0 };

glEnable(GL_LIGHTING);
glLightModelfv(GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT, general);
glLightModeli(GL_LIGHT_MODEL_LOCAL_VIEWER, GL_TRUE);
glLightModeli(GL_LIGHT_MODEL_TWO_SIDE, GL_FALSE);
```

Eclairage (7)

- **Définir une source de lumière, c'est :**
  - Intensité et couleur de la lumière émise (ambiante, diffuse et spéculaire) décrite composante de couleur par composante de couleur.
  - Position de la lumière (cas $w = 1$, définition d'une lumière directionnelle sinon). Attention aux transformations de modélisation/visualisation (impact sur la matrice de modélisation).
- Plusieurs sources possibles (LIGHT0, LIGHT1, ... LIGHT7) définies indépendamment.
- La lumière totale à restituer est calculée en ajoutant les composantes RVB de toutes les sources de lumière.

Eclairage (8)

- **Primitive** $glLightfv$ **:**
  1. $GL\_AMBIENT$: intensité/couleur de la lumière ambiante.
  2. $GL\_DIFFUSE$: intensité/couleur de la lumière diffuse.
  3. $GL\_SPECULAR$: intensité/couleur de la lumière spéculaire.
  4. $GL\_POSITION$: position de la source lumineuse.

- Exemple :

```
GLfloat light_ambient[] = { 0.4, 0.4, 0.4, 0 };
GLfloat light_diffuse[] = { 0.3, 0.3, 0.3, 0 };
GLfloat light_specular[] = { .9, .9,.9, 0 };
GLfloat light_position[] = { -7.0, 2.0, 5.0, 1.0 };

glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, light_ambient);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, light_diffuse);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, light_specular);
glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_position);
glEnable(GL_LIGHT0);
```

Eclairage (9)

- **Définir les propriétés de la matière d'un objet :**
  - Comment une matière réagit quand elle est soumise à une lumière ? => lumière absorbée et réfléchie.
  - Quantité/pourcentage de lumière réfléchie (ambiante, diffuse et spéculaire) décrite composante de couleur par composante de couleur.
  - Un objet peut émettre de lui même une certaine intensité lumineuse.

- Ces coefficients sont ajoutés entre toutes les sources de lumière.

Eclairage (10)

- **Quelle est la couleur d'un objet éclairé ?**
  - Avec une lumière (LR, LV, LB) et une matière (MR, MV, MB), on obtient un objet de couleur (LR.MR, LV.MV, LB.MB).
  - Réflectivité ambiante et diffuse sont généralement proches voire identiques. **Définissent la couleur de la matière.**
  - Réflectivité spéculaire est blanche ou grise. La couleur du reflet est la couleur de la lumière.
- **Exemple :**
  - Par une lumière blanche, une balle rouge est une balle qui réflechit tout le rouge et pas de vert ni de bleu.
  - Par une lumière verte, la même balle sera noire.

Eclairage (11)

- Chaque composante exprime **le pourcentage de lumière réfléchie**.

Exemple : (1,0.5,0.5) signifit que 100% du rouge, 50% du bleu et 50% du vert sont réfléchis.

- Primitive $glMaterialfv$:

1. $GL\_AMBIENT$: taux de réflection de la lumière ambiante.
2. $GL\_DIFFUSE$: taux de réflection de la lumière diffuse.
3. $GL\_SPECULAR$: taux de réflection de la lumière spéculaire.
4. $GL\_EMISSION$: intensité de la lumière émise par l'objet.
5. $GL\_SHININESS$: taille du reflet (compris dans [0..100]).

Eclairage (12)

- **Exemple :**

```
GLfloat mat_ambient[] = { 0.7, 0.7, 0.7, 1.0 };
GLfloat mat_diffuse[] = { 0.1, 0.1, 0.1, 1.0 };
GLfloat mat_specular[] = { 1, 1, 1, 1 };
GLfloat mat_shininess[] = { 70.0 };
GLfloat mat_emission[] = {0, 0, 0, 0};

glEnable(GL_LIGHTING);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient);
0lMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, mat_shininess);
glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, mat_emission);
```

Exemple complet (1)

- **Initialisations :**

```
// Propriétés de l'objet (sa matière)
GLfloat mat_ambient[] = { 0.7, 0.7, 0.7, 1.0 };
GLfloat mat_diffuse[] = { 0.1, 0.1, 0.1, 1.0 };
GLfloat mat_specular[] = { 1, 1, 1, 1 };
GLfloat mat_shininess[] = { 70.0 };
GLfloat mat_emission[] = {0, 0, 0, 0};

// Propriétés de la source lumineuse
GLfloat light_ambient[] = { 0.4, 0.4, 0.4, 0 };
GLfloat light_diffuse[] = { 0.3, 0.3, 0.3, 0 };
GLfloat light_specular[] = { .9, .9,.9, 0 };
GLfloat light_position[] = { -7.0, 2.0, 5.0, 1.0 };

// Propriétés générales de l'éclairage
GLfloat general_light_ambient[] = { 0.2, 0.2, 0.2, 1.0 };
```

Exemple complet (2)

- **Fonction d'affichage :**

```
void display(void)
{
  glLoadIdentity ();
  gluLookAt (0,0,5, 0.0, 0.0, 0.0, 0.0, 1.0, 0.0);
  glClear (GL_COLOR_BUFFER_BIT);
  glClear (GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

  glEnable(GL_LIGHTING);
  glLightModelfv(GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT, general_light_ambient);
  glLightModeli(GL_LIGHT_MODEL_LOCAL_VIEWER, GL_TRUE);

  glLightfv(GL_LIGHT0, GL_AMBIENT, light_ambient);
  glLightfv(GL_LIGHT0, GL_DIFFUSE, light_diffuse);
  glLightfv(GL_LIGHT0, GL_SPECULAR, light_specular);
  glLightfv(GL_LIGHT0, GL_POSITION, light_position);
  glEnable(GL_LIGHT0);
```

Exemple complet (3)

- **Fonction d'affichage (suite) :**

```
  glMaterialfv(GL_FRONT, GL_AMBIENT, mat_ambient);
  glMaterialfv(GL_FRONT, GL_DIFFUSE, mat_diffuse);
  glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SPECULAR, mat_specular);
  glMaterialfv(GL_FRONT, GL_SHININESS, mat_shininess);
  glMaterialfv(GL_FRONT, GL_EMISSION, mat_emission);

  // Sphère jaune faiblement éclairée par une lumiere blanche
  draw_sphere(1  ,1,1,0);

  // Sphère rouge sans éclairage
  glDisable(GL_LIGHTING);
  draw_sphere(1  ,1,0,0);

  glutSwapBuffers();
}
```

Sommaire

1. Introduction
2. Application de textures
3. Eclairage
4. Ce qu'il faut retenir

Ce qu'il faut retenir

- La texture, élément incontournable de la description d'une scène (augmente le réalisme, facilite la description de scène).
- Notions : coordonnées de texture, extraction, rétrécissement, extrapolation.
- Modèle d'éclairage : sources, objets et matières. Types de lumière. Couleur, intensité, position, taux de réflection.
- A la limite de l'utilisation des bibliothèques 3D ... Utilité des modeleurs et moteurs 3D.