Programmation *3D* en *Java* avec *JOGL*

Exemples avec *Swing*

Rémy Malgouyres
LIMOS UMR 6158, IUT, département info
Université Clermont Auvergne
B.P. 86
63172 AUBIERE cedex
https ://malgouyres.org/

Table des matières

Chapitre 1

L'*API JOGL* 2

Ce cours suppose comme prérequis une connaissance de base en *OpenGL*. l'*API JOGL* 2 permet d'accéder aux fonctionnalités d'*OpenGL* dans des applications *Java*. A cet effet, *JOGL* définit un ensemble d'interfaces et de classes les implémentant telles que `GL2` (qui déféinit les méthodes de rendu basées sur le zbuffer d'*OpenGL* préfixées par `gl` comme `glBegin()`), `GLUgl2` (qui définit les méthodes de la *GLU* telles que `gluLookAt`) ou enore `GLUT` (gui définit les méthodes de la *GLUT* comme *glutWireTeapot*).

1.1 Les Canvas

l'API *JOGL* 2 définit aussi des composants comme `GLCanvas`, qui hérite du composant *AWT* `Canvas`, que l'on peut insérér dans des composants *AWT* ou *Swing* comme `JPanel` ou `JFrame`, et dans lequel on peut afficher des buffers *OpenGL* dans une méthode d'affichage.

Exemple 1. Voici un exemple qui dessine une théière avec une vue en perspective et un point de vue spécifié par `gluLookAt`.

exemplesLatex/CoursJOGL1/src/app/AppFrm1.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package app;
5
6  import javax.swing.JFrame;
7  import javax.media.opengl.awt.GLCanvas;
8
9  import swingView.GLDisplayEx1;
10
11
12 /** Fenêtre principale de l'application
13  * Crée toutes les données et instances de classes de l'application et la vue.
14  */
15 public class AppFrm1 extends JFrame {
16
17   /**
18    * serialVersionUID (sert pour la serialisation, obligatoire pour une JFrame
19    */
20   private static final long serialVersionUID = 9167791876718956063L;
21
22   /**
```

```
23      * @param args non utilisé
24      */
25     public static void main(String[] args) {
26       // TODO Auto-generated method stub
27
28       AppFrm1 frame = new AppFrm1();
29       frame.setVisible(true);
30     }
31
32     /*-------------------------------------------------------------------*/
33     /** Constructeur de la vue. Crée les instances du modèle, du contrôleur,
           démarre le timer, etc...
34      */
35     public AppFrm1() {
36       // TODO Auto-generated constructor stub
37       GLCanvas canvas = new GLCanvas();
38       canvas.addGLEventListener(new GLDisplayEx1());
39       setSize(500, 500);
40       MyWindowAdapter winAdapt = new MyWindowAdapter();
41       addWindowListener(winAdapt);
42       add(canvas);
43           JFrame.setDefaultLookAndFeelDecorated(true);
44     }
45
46
47 }
```

exemplesLatex/CoursJOGL1/src/app/MyWindowAdapter.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package app;
5
6  import java.awt.event.WindowAdapter;
7  import java.awt.event.WindowEvent;
8
9  /**
10  * @author remy
11  */
12  /**
13  * Classe définissant la réaction de l'application aux évennements de fenêtre (
        comme la fermeture de la fenêtre)
14  */
15 public class MyWindowAdapter extends WindowAdapter {
16
17   /** Constructeur initialisant l'animator
18    *  */
19   public MyWindowAdapter() {
20   }
21
22   /** Termine l'application après avoir stoppé l'animator (si gestion avec un
        animator) */
23   @Override
24   public void windowClosing(WindowEvent e) {
25     // TODO Auto-generated method stub
```

```
26      new Thread(new Runnable() {
27              public void run() {
28                  System.exit(0);
29              }
30          }).start();
31    }
32
33  }
```

1.2 L'interface `GLEventListener`

L'API *JOGL* 2 définit aussi l'interface `GLEventListener`, qui hérite de `EventListener`, et qui permet d'implémenter des évennements tels que `reshape` (qui se produit lorsque les dimensions du canvas ont changées) ou `display`, qui se produit lorsque l'affichage doit être raffraichi, soit par un appel explicite, soit par un `repaint` du *GLCanvas* (ou en général du `GLautoDrawable`) associé.

exemplesLatex/CoursJOGL1/src/swingView/GLDisplayEx1.java

```
1   package swingView;
2
3
4   import javax.media.opengl.*;
5   import javax.media.opengl.glu.gl2.GLUgl2;
6
7   import com.jogamp.opengl.util.gl2.GLUT;
8
9
10
11  /**
12   * Classe gérant les évennements d'affichage OpenGL (mais pas la GLUT)
13   */
14  public class GLDisplayEx1 implements GLEventListener{
15
16
17    /** Méthode d'affichage (appelée lors d'un appel explicite au repaint() du
          canvas ou par l'animator)
18    * pour raffraichir la vue. Contient tout le code d'affichage
19    */
20    @Override
21    public void display(GLAutoDrawable glDrawable) {
22      // TODO Auto-generated method stub
23        final GL2 gl = glDrawable.getGL().getGL2();
24        GLUgl2 glu = new GLUgl2();
25        GLUT glut = new GLUT();
26
27        gl.glClear(GL.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
28        gl.glMatrixMode(GL2.GL_MODELVIEW);
29        gl.glLoadIdentity();
30        glu.gluLookAt(10,10,10,0,0,0,0,1,0);
31
32        glut.glutWireTeapot(5);
33
34        gl.glFlush();
```

```
35    }
36
37
38
39    /** Appelé lors de l'initialisation de la vue. Définir le ViewPoint et la
          projection en perspective */
40    @Override
41    public void init(GLAutoDrawable glDrawable) {
42      // TODO Auto-generated method stub
43        final GL2 gl = glDrawable.getGL().getGL2();
44
45        initViewPortProjectionandLight(glDrawable, 0, 0, 500, 500);
46
47      gl.glColor3f(0.0f, 0.0f, 0.0f);
48      gl.glClearColor(1, 1, 1, 1);
49      gl.glLineWidth(1);
50    }
51
52    /** Appelé lors d'un redimaentionnement de la fenêtre. Définir le ViewPoint et
          la projection en perspective */
53    @Override
54    public void reshape(GLAutoDrawable glDrawable, int x, int y, int width,
55        int height) {
56      // TODO Auto-generated method stub
57      initViewPortProjectionandLight(glDrawable, x, y, width, height);
58    }
59
60    /** Méthode d'initialisation de la scène, création des objets, des sources
          lumineuses...
61     * @param glDrawable référence du GLCanvas
62     * @param x non utilisé
63     * @param y non utilisé
64     * @param width largeur de la fenêtre graphique
65     * @param height hauteur de la fenêtre graphique
66     */
67    private void initViewPortProjectionandLight(GLAutoDrawable glDrawable, int x,
          int y, int width,
68        int height){
69           final GL2 gl = glDrawable.getGL().getGL2();
70              GLUgl2 glu = new GLUgl2();
71
72            gl.glMatrixMode(GL2.GL_PROJECTION);
73            gl.glLoadIdentity();
74            glu.gluPerspective(45.0f, (float)width/(float)height, 0.1, 200.0);
75            gl.glMatrixMode(GL2.GL_MODELVIEW);
76            gl.glLoadIdentity();
77      }
78
79    @Override
80    public void dispose(GLAutoDrawable arg0) {
81      // TODO Auto-generated method stub
82
83    }
84  }
```

En revanche, la gestion des évennements tels que le click de souris, le clavier pour les anima-

tions doivent être gérés pour leurs implémentations *Java* classique (par exemple les interfaces *AWT* `MouseListener` et `MouseMotionListener`).

Chapitre 2

Pattern Model View Controler (MVC)

2.1 Le pattern MVC

Le pattern MVC (voir la figure 2.1) permet de gérer les moses à jour d'une interfaces lors d'évennements divers (utilisateur, timer, etc...).

Le principe est de faciliter la maintenance du code en séparant les aspects visualisation (Vue), les aspects de gestion des évennements (Contrôleur), et la gestion des données de l'application (Modèle). Ces trois asspects sont gérés dans des packages distincs, chacun par une ou plusieurs classes.

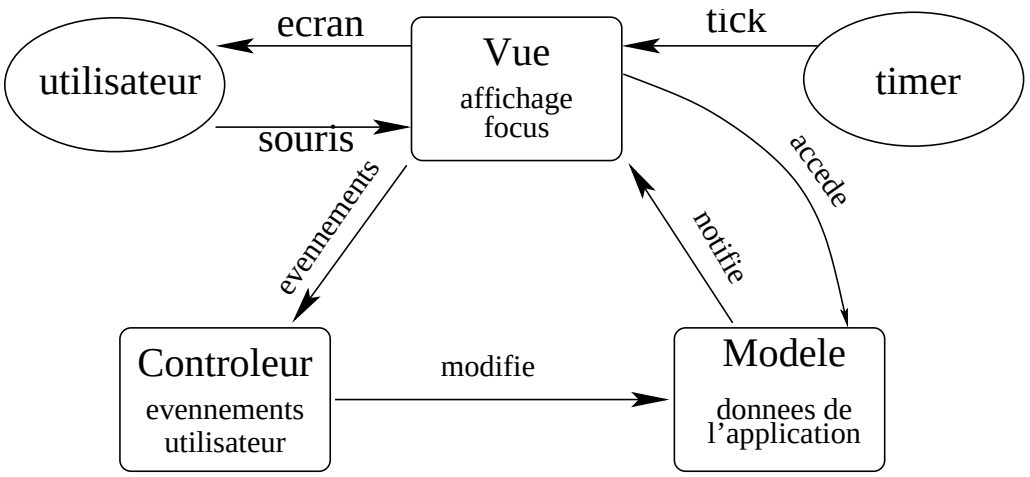


FIGURE 2.1 : Le pattern MVC

Exemple 2. Voici un autre exemple avec affichage d'une sphère texturée (quadrique avec chargement de la texture à partir d'un fichier *PNG*). La sphère tourne sur elle-même sous l'effet d'une animation gérée par un timer. A cet effet, une méthode `stepForward` a été crée dans la classe gérant l'affichage.

Le raffraichissement de la vue peut être géré de deux manières : soit par des appels explicites au `repaint` du canvas, soit par un `Animator` qui provoque le rafraîchissement de la vue périodiquement de manière automatique. Dans l'exemple suivant, le rafraîchissement de la vue est géré par un timer qui raffraichit la vue à travers un modèle observable.

2.2 La vue

La vue est ici une fenêtre swing avec un affichage JOGL.

exemplesLatex/CoursJOGL2/src/app/AppFrm2.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package app;
5
6
7  import java.util.Observable;
8  import java.util.Observer;
9
10 import javax.swing.JFrame;
11
12 import javax.media.opengl.awt.GLCanvas;
13
14 import swingView.GLDisplayEx2;
15 import mdl.AppMdl2;
16 import ctrl.AnimationTimer2;
17 import ctrl.CtrlMouse2;
18
19
20 /** Fenêtre principale de l'application
21  * Crée toutes les données et instances de classes de l'application et la vue.
22  */
23 public class AppFrm2 extends JFrame implements Observer {
24
25   /**
26    * serialVersionUID (sert pour la serialisation, obligatoire pour une JFrame
27    */
28   private static final long serialVersionUID = 9167791876718956063L;
29
30   /** Canvas, c'est le composant utilisé pour dessiner avec JOGL */
31   private static GLCanvas canvas=null;
32
33
34   /**
35    * @param args non utilisé
36    */
37   public static void main(String[] args) {
38     // TODO Auto-generated method stub
39
40     AppFrm2 frame = new AppFrm2();
41     frame.setVisible(true);
42   }
43
44   /*-------------------------------------------------------------*/
45   /** permet d'accéder au canvas
46    * @return le canvas de la vue
47    */
48   public static GLCanvas getCanvas(){
49     return canvas;
50   }
51   /*-------------------------------------------------------------*/
```

```
52    /** Constructeur de la vue. Crée les instances du modèle, du contrôleur,
          démarre le timer, etc...
53     */
54    public AppFrm2() {
55      // TODO Auto-generated constructor stub
56      canvas = new GLCanvas();
57      AppMdl2 mdl = new AppMdl2();
58      mdl.addObserver(this);
59      GLDisplayEx2 glDisplayEx2 = new GLDisplayEx2(canvas, mdl);
60      canvas.addGLEventListener(glDisplayEx2);
61      setSize(500, 500);
62
63      MyWindowAdapter winAdapt = new MyWindowAdapter();
64      addWindowListener(winAdapt);
65      CtrlMouse2 ctrl = new CtrlMouse2(mdl);
66      add(canvas);
67      canvas.addMouseMotionListener(ctrl);
68      canvas.addMouseListener(ctrl);
69      AnimationTimer2.getInstance().start(30, mdl);
70          JFrame.setDefaultLookAndFeelDecorated(true);
71    }
72
73
74    /** Méthode update utilisée dans une gestion sans animator
75     * La méthode update de l'interface Observer est appelée automatiquement
76     * lors d'une notification par le modèle. (voir pattern MVC)
77     * redessine le canvas
78     */
79    @Override
80    public void update(Observable arg0, Object arg1)
81    {
82      // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
83      System.err.println("Update");
84      canvas.repaint();
85    }
86  }
```

La méthode `update` de l'interface `Observer` permet de raffraichir la vue suivant le pattern `Observable`. Pour celà, nous verrons que le modèle doit notifier la vue lorsque ses données ont changé.

L'interface permet de visualiser la scène sous différents angles en utilisant la souris. C'est le sens des angles `elevation` et `azimuth`. Pour celà, à la place du gluLookAt, on a fait les transformations suivantes pour le changement de repère vers la vue.

1. Faire une rotation d'un angle (`angle_azimuth`) autour de l'axe des y ;
2. puis dans le nouveau repère faire une rotation d'un angle `angle_elevation` autour de l'axe des x ;
3. et enfin dans le nouveau repère faire une translation le long de l'axe des Z d'une certaine distance (définir les variables correspondantes) (voir la figure 2.2).

exemplesLatex/CoursJOGL2/src/swingView/GLDisplayEx2.java

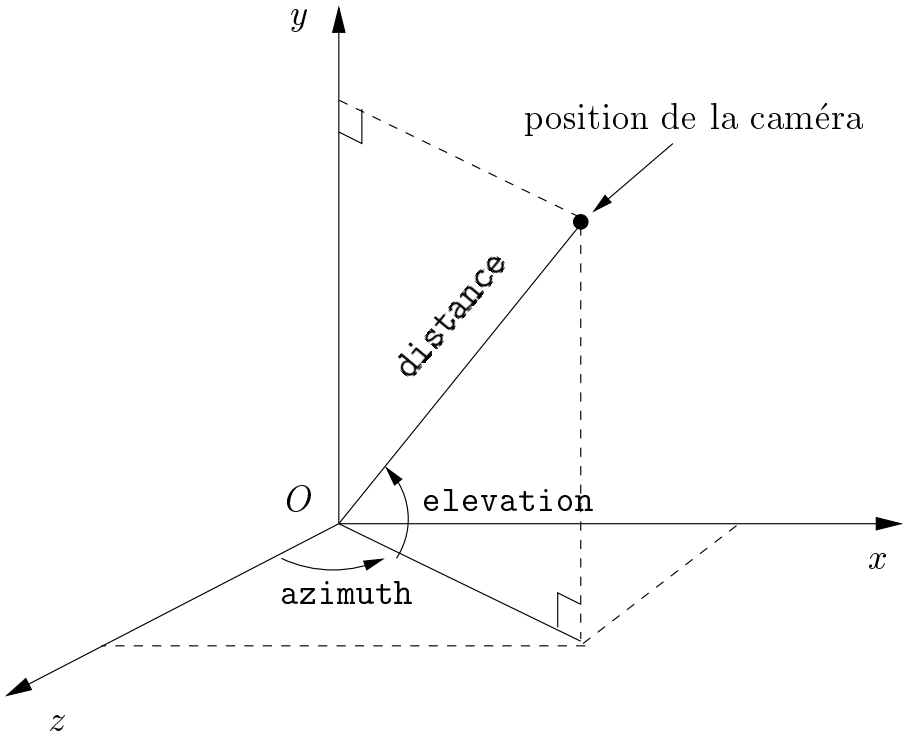


FIGURE 2.2 : Les angles `azimuth` et `elevation`

```
1  package swingView;
2
3  import java.awt.image.BufferedImage;
4  import java.awt.image.DataBufferByte;
5  import java.io.File;
6
7
8  import javax.imageio.ImageIO;
9  import javax.media.opengl.glu.GLUquadric;
10 import javax.media.opengl.glu.gl2.GLUgl2;
11
12 import javax.media.opengl.GL2;
13 import javax.media.opengl.GLAutoDrawable;
14 import javax.media.opengl.GLEventListener;
15
16 import mdl.AppMdl2;
17
18 import java.nio.Buffer;
19 import java.nio.ByteBuffer;
20
21 /**
22  * Classe gérant les évennements d'affichage OpenGL (mais pas la GLUT)
23  *
24  */
25 public class GLDisplayEx2 implements GLEventListener{
26
27    /** ID de texture */
28   final int[] texId = new int[1];
29
```

```
30      /** objet de type quadrique */
31      GLUquadric qobj;
32
33      /** référence du GLCanvas */
34      GLAutoDrawable drawable;
35
36      /** Modèle de l'application contenant les angles caractéristiques de la vue
            */
37    AppMdl2 mdl;
38
39      /**
40       * Constructeur mémorisant le canvas
41      * @param glDrawable le canvas
42      * @param mdl
43       */
44      public GLDisplayEx2(GLAutoDrawable glDrawable, AppMdl2 mdl){
45        this.drawable=glDrawable;
46        this.mdl = mdl;
47      }
48
49    /** Méthode d'affichage (appelée lors d'un appel explicite au repaint() du
          canvas ou par l'animator)
50    * pour raffraichir la vue. Contient tout le code d'affichage
51    */
52    @Override
53    public void display(GLAutoDrawable glDrawable) {
54      // TODO Auto-generated method stub
55         final GL2 gl = glDrawable.getGL().getGL2();
56         GLUgl2 glu = new GLUgl2();
57
58         gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
59         gl.glMatrixMode(GL2.GL_MODELVIEW);
60         gl.glLoadIdentity();
61
62         gl.glTranslatef(0.0f,0.0f,-mdl.getDistance());
63         gl.glRotatef(mdl.getAngleElevation(),1.0f,0.0f,0.0f);
64         gl.glRotatef(mdl.getAngleAzimuth(),0.0f,1.0f,0.0f);
65
66         gl.glRotatef(mdl.getVitesse()*mdl.getParametreAnimation(), 0,1,0);
67
68         gl.glBindTexture (GL2.GL_TEXTURE_2D, texId[0]);
69
70      glu.gluSphere(qobj, 5, 45, 20);
71
72         gl.glFlush();
73    }
74
75
76
77    /** Appelé lors de l'initialisation de la vue. Définir le ViewPoint et la
          projection en perspective */
78    @Override
79    public void init(GLAutoDrawable glDrawable) {
80      // TODO Auto-generated method stub
81         final GL2 gl = glDrawable.getGL().getGL2();
82         GLUgl2 glu = new GLUgl2();
```

```
83
84          initViewPortProjectionandLight(glDrawable, 0, 0, 500, 500);
85
86          gl.glColor3f(0.0f, 0.0f, 0.0f);
87          gl.glLineWidth(1);
88
89          qobj = glu.gluNewQuadric();
90          glu.gluQuadricDrawStyle(qobj, GLUgl2.GLU_FILL); /* smooth shaded */
91          glu.gluQuadricNormals(qobj, GLUgl2.GLU_SMOOTH);
92          glu.gluQuadricTexture(qobj, true);
93          gl.glEnable(GL2.GL_TEXTURE_2D);
94
95           gl.glGenTextures(1, texId, 0);
96
97            gl.glBindTexture(GL2.GL_TEXTURE_2D, texId[0]);
98            gl.glTexParameteri(GL2.GL_TEXTURE_2D, GL2.GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL2.
                  GL_LINEAR);
99            gl.glTexParameteri(GL2.GL_TEXTURE_2D, GL2.GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL2.
                  GL_LINEAR);
100
101           try {
102             BufferedImage image = ImageIO.read(new File("fichiersTextures/textthe.
                    png"));
103             DataBufferByte dbb = (DataBufferByte)image.getRaster().getDataBuffer()
                    ;
104             byte[] data = dbb.getData();
105             ByteBuffer pixels = ByteBuffer.allocate(data.length);
106             pixels.put(data);
107             Buffer buff = pixels.flip();
108
109             gl.glTexImage2D(GL2.GL_TEXTURE_2D, 0, GL2.GL_RGB, image.getWidth(),
110                 image.getHeight(), 0, GL2.GL_RGB, GL2.GL_UNSIGNED_BYTE, buff);
111           } catch(Throwable t) {
112             t.printStackTrace();
113           }
114   }
115
116   /** Appelé lors d'un redimaentionnement de la fenêtre. Définir le ViewPoint et
          la projection en perspective */
117   @Override
118   public void reshape(GLAutoDrawable glDrawable, int x, int y, int width,
119       int height) {
120     // TODO Auto-generated method stub
121     initViewPortProjectionandLight(glDrawable, x, y, width, height);
122   }
123
124   /** Méthode d'initialisation de la scène, création des objets, des sources
          lumineuses...
125    * @param glDrawable référence du GLCanvas
126    * @param x non utilisé
127    * @param y non utilisé
128    * @param width largeur de la fenêtre graphique
129    * @param height hauteur de la fenêtre graphique
130    */
131   private void initViewPortProjectionandLight(GLAutoDrawable glDrawable, int x,
          int y, int width,
```

```
132         int height){
133          final GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
134           GLUgl2 glu = new GLUgl2();
135
136           gl.glMatrixMode(GL2.GL_PROJECTION);
137           gl.glLoadIdentity();
138           glu.gluPerspective(45.0f, (float)width/(float)height, 0.1, 200.0);
139           gl.glMatrixMode(GL2.GL_MODELVIEW);
140           gl.glLoadIdentity();
141         float mat_ambient[] =
142         { 0.2f, 0.2f, 0.2f, 1.0f };
143         float mat_diffuse[] =
144         { 1.0f, 1.0f, 1.0f, 1.0f };
145         float mat_specular[] =
146         { 1.0f, 1.0f, 1.0f, 1.0f };
147         float mat_shininess = 110.0f;
148         float light_position[] =
149         { 0f, 0f, 300f, 0.0f };
150         float model_ambient[] =
151         { 0.2f, 0.2f, 0.2f, 1.0f };
152         gl.glClearColor(1.0f, 1.0f, 1.0f, 0.0f);
153         gl.glMaterialfv(GL2.GL_FRONT, GL2.GL_AMBIENT, mat_ambient, 0);
154         gl.glMaterialfv(GL2.GL_FRONT, GL2.GL_DIFFUSE, mat_diffuse, 0);
155         gl.glMaterialfv(GL2.GL_FRONT, GL2.GL_SPECULAR, mat_specular, 0);
156         gl.glMaterialf(GL2.GL_FRONT, GL2.GL_SHININESS, mat_shininess);
157         gl.glLightfv(GL2.GL_LIGHT0, GL2.GL_POSITION, light_position, 0);
158         gl.glLightModelfv(GL2.GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT, model_ambient, 0);
159         gl.glEnable(GL2.GL_LIGHTING);
160         gl.glEnable(GL2.GL_LIGHT0);
161         gl.glEnable(GL2.GL_DEPTH_TEST);
162         gl.glShadeModel(GL2.GL_SMOOTH);
163     }
164
165     @Override
166     public void dispose(GLAutoDrawable arg0) {
167       // TODO Auto-generated method stub
168
169     }
170 }
```

2.3 Le modèle

Ici le modèle est très simple et contient simplement les données qui définissent le repère de la caméra (distances, angles, etc...). Dans la suite, nous verrons un exemple où le modèle contient aussi les objets à afficher et leurs transformations du modèle.

Lorsque les données du modèle ont changé suite à des évennements, celui-ci notifie la vue suivant le pattern `Observable` dans la méthode `notifyChanges` qui appelle la méthode `Obseervable.notifyObservers`. Pour celà, le modèle hérite de la classe `Observable`.

exemplesLatex/CoursJOGL2/src/mdl/AppMdl2.java

```
1 /**
2  *
3  */
```

```
4  package mdl;
5
6  import java.util.Observable;
7
8  import ctrl.CtrlMouse2;
9
10 /**
11  * @author remy
12  *
13  */
14 public class AppMdl2 extends Observable {
15
16   /** Angle Twist utilisé pour l'interface de visualisation à la souris */
17   private float angleTwist;
18   /** Angle Elevation utilisé pour l'interface de visualisation à la souris */
19   private float angleElevation;
20   /** Angle Azimith utilisé pour l'interface de visualisation à la souris */
21   private float angleAzimuth;
22   /** Distance au centre utilisée pour l'interface de visualisation à la souris
         */
23   private float distance;
24
25   /** précédente position X de la souris */
26   private int mouseX;
27   /** précédente position Y de la souris */
28   private int mouseY;
29
30   /** vitesse de l'effet de la souris */
31   float vitesse;
32
33   /** Paramètre incrémenté par le timer pour l'animation */
34   int parametreAnimation=0;
35
36   /*-------------------------------------------------------------*/
37   /** Constructeur initialisant les angles, distances, vitesse, etc...
38    */
39   public AppMdl2()
40   {
41     setAngleTwist(0.0f);
42     setAngleElevation(30.0f);
43     setAngleAzimuth(30.0f);
44
45     setVitesse(1);
46     setDistance(30);
47
48     setMouseX(0);
49     setMouseY(0);
50   }
51
52   /*-------------------------------------------------------------*/
53   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de distance
54    * @return la valeur du champs distance
55    */
56   public float getDistance() {
57     return distance;
58   }
```

```
59
60
61
62      /*-------------------------------------------------------------*/
63      /** Permet de fixer la valeur du champs distance
64       * @param distance
65       */
66      public void setDistance(float distance) {
67        this.distance = distance;
68      }
69
70
71
72      /*-------------------------------------------------------------*/
73      /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de vitesse
74       * @return la valeur du champs vitesse
75       */
76      public float getVitesse() {
77        return vitesse;
78      }
79
80
81
82      /*-------------------------------------------------------------*/
83      /** Permet de fixer la valeur du champs vitesse
84       * @param vitesse
85       */
86      public void setVitesse(float vitesse) {
87        this.vitesse = vitesse;
88      }
89
90
91      /*-------------------------------------------------------------*/
92      /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de l'angle twist
93       * @return la valeur du champs angleTwist
94       */
95      public float getAngleTwist() {
96        return angleTwist;
97      }
98
99
100
101     /*-------------------------------------------------------------*/
102     /** Permet de fixer la valeur du champs angleTwist
103      * @param angleTwist
104      */
105     public void setAngleTwist(float angleTwist) {
106       this.angleTwist = angleTwist;
107     }
108
109
110
111     /*-------------------------------------------------------------*/
112     /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de l'angle Elevation
113      * @return la valeur du champs angleElevation
114      */
```

```
115   public float getAngleElevation() {
116     return angleElevation;
117   }
118
119
120
121
122   /*_____________________________________________________________*/
123   /** Permet de fixer la valeur du champs angleElevation
124    * @param angleElevation
125    */
126   public void setAngleElevation(float angleElevation) {
127     this.angleElevation = angleElevation;
128   }
129
130
131
132   /*_____________________________________________________________*/
133   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de l'angle Azimuth
134    * @return la valeur de angleAzimuth
135    */
136   public float getAngleAzimuth() {
137     return angleAzimuth;
138   }
139
140
141
142   /*_____________________________________________________________*/
143   /** Permet de fixer la valeur du champs angleAzimuth
144    * @param angleAzimuth
145    */
146   public void setAngleAzimuth(float angleAzimuth) {
147     this.angleAzimuth = angleAzimuth;
148   }
149
150
151
152   /*_____________________________________________________________*/
153   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur du champs parametreAnimation
154    * @return la valeur du champs parametreAnimation
155    */
156   public int getParametreAnimation() {
157     return parametreAnimation;
158   }
159
160
161   /*_____________________________________________________________*/
162   /** Permet de fixer la valeur du champs parametreAnimation
163    * @param parametreAnimation
164    */
165   public void setParametreAnimation(int parametreAnimation) {
166     this.parametreAnimation = parametreAnimation;
167   }
168
169
170   /*_____________________________________________________________*/
```

```
171   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de la coordonnée x de la souris
172    * @return la valeur du champs mouseX
173    */
174   public int getMouseX() {
175     return mouseX;
176   }
177
178
179
180   /*_____________________________________________________________*/
181   /** Permet de fixer la valeur du champs mouseX
182    * @param mouseX
183    */
184   public void setMouseX(int mouseX) {
185     this.mouseX = mouseX;
186   }
187
188
189
190
191   /*_____________________________________________________________*/
192   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de la coordonnée y de la souris
193    * @return la valeur du champs mouseY
194    */
195   public int getMouseY() {
196     return mouseY;
197   }
198
199
200
201   /*_____________________________________________________________*/
202   /** Permet de fixer la valeur du champs mouseY
203    * @param mouseY
204    */
205   public void setMouseY(int mouseY) {
206     this.mouseY = mouseY;
207   }
208
209   /*_____________________________________________________________*/
210   /** Méthode appelée par le contrôleur lorsque la souris se déplace avec un
        boutton enfoncé
211    * @param newMouseX nouvelle coordonnée X de la souris
212    * @param newMouseY nouvelle coordonnée Y de la souris
213    * @param buttonPressed tableau indiquant l'état des bouttons
214    */
215   public void moveDragged(int newMouseX, int newMouseY, boolean buttonPressed[])
        {
216     if (buttonPressed[CtrlMouse2.LEFT_BTN])
217       {
218       System.err.println("Modif␣de␣elevation␣et␣azimuth");
219         angleElevation += vitesse/5.0*(newMouseY-mouseY);
220         angleAzimuth += vitesse/5.0*(newMouseX-mouseX);
221       }
222
223     if (buttonPressed[CtrlMouse2.MIDDLE_BTN])
224     {
```

```
225           System.err.println("Modif de distance");
226           distance += vitesse*(newMouseY-mouseY);
227         }
228             if (buttonPressed[CtrlMouse2.LEFT_BTN]||buttonPressed[CtrlMouse2.
                MIDDLE_BTN])
229         {
230               mouseX = newMouseX;
231
232               mouseY = newMouseY;
233               notifyChanges();
234         }
235     }
236
237     /** Méthode pour notifier la vue qu'elle doit se raffraichir (si gestion sans
          Animator) */
238     private void notifyChanges(){
239       System.err.println("Notification");
240       setChanged();
241       notifyObservers();
242     }
243
244
245
246
247
248     /*-----------------------------------------------------------------*/
249     /** Méthode faisant avancer l'animation et appelée régulièrement par la
          méthode run du TimerTask
250      */
251     public void stepForward() {
252       // TODO Auto-generated method stub
253       parametreAnimation += vitesse;
254       if (parametreAnimation >= 360)
255         parametreAnimation-=360;
256           notifyChanges();
257     }
258
259
260
261
262 }
```

2.4 Le Contrôleur

Le Contrôleur permet de réceptionner les évennements issus de la souris :

exemplesLatex/CoursJOGL2/src/ctrl/CtrlMouse2.java

```
1 package ctrl;
2
3 import java.awt.event.MouseEvent;
4 import java.awt.event.MouseListener;
5 import java.awt.event.MouseMotionListener;
6
7 import mdl.AppMdl2;
```

```
8
9  /*-------------------------------------------------------------*/
10 /** Contrôleur de l'application (voir pattern MVC)
11  * Réceptionne les évennements souris (AWT) et modifie le modèle en conséquence
12  */
13 public class CtrlMouse2 implements MouseListener, MouseMotionListener {
14
15   /** Modèle contenant les données de l'application */
16   private AppMdl2 mdl;
17
18   /** ID des bouttons de la souris (indices dans le tableau buttonPressed) */
19   public final static int LEFT_BTN=0;
20   /** ID des bouttons de la souris (indices dans le tableau buttonPressed) */
21   public final static int MIDDLE_BTN=1;
22   /** ID des bouttons de la souris (indices dans le tableau buttonPressed) */
23   public final static int RIGHT_BTN=2;
24
25   /** Tableau indiquant l'état des bouttons de la souris (vrai si boutton
         enfoncé */
26   private boolean buttonPressed[] = {false, false, false};
27
28   /*-------------------------------------------------------------*/
29   /** Constructeur initialisant le modèle
30    * @param mdl Modèle contenant les données de l'application
31    */
32   public CtrlMouse2(AppMdl2 mdl) {
33     // TODO Auto-generated constructor stub
34     this.mdl = mdl;
35   }
36
37   /** Appelé lors d'un click de souris */
38   @Override
39   public void mouseClicked(MouseEvent arg0) {
40     // TODO Auto-generated method stub
41     System.err.println("MouseClicked");
42   }
43
44   /** Appelé lorsque la souris entre dans un composant */
45   @Override
46   public void mouseEntered(MouseEvent arg0) {
47     // TODO Auto-generated method stub
48     System.err.println("MouseEntered");
49
50   }
51
52   /** Appelé lorsque la souris sort d'un un composant */
53   @Override
54   public void mouseExited(MouseEvent arg0) {
55     // TODO Auto-generated method stub
56
57   }
58
59   /** Appelé lorsqu'on enfonce un bouton */
60   @Override
61   public void mousePressed(MouseEvent arg0) {
62     // TODO Auto-generated method stub
```

```
63
64      System.err.println("MousePressed ("+arg0.getX()+", "+arg0.getY()+")");
65      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON1)
66        buttonPressed[LEFT_BTN] = true;
67      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON2)
68        buttonPressed[MIDDLE_BTN] = true;
69      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON3)
70        buttonPressed[RIGHT_BTN] = true;
71
72      mdl.setMouseX(arg0.getX());
73      mdl.setMouseY(arg0.getY());
74    }
75
76    /** appelé lorsqu'on libére un bouton */
77    @Override
78    public void mouseReleased(MouseEvent arg0) {
79      // TODO Auto-generated method stub
80      System.err.println("MouseReleased");
81      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON1)
82        buttonPressed[LEFT_BTN] = false;
83      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON2)
84        buttonPressed[MIDDLE_BTN] = false;
85      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON3)
86        buttonPressed[RIGHT_BTN] = false;
87    }
88
89    /** appelé lorsque la souris a un bouton enfoncé et est déplacée */
90    @Override
91    public void mouseDragged(MouseEvent e) {
92      // TODO Auto-generated method stub
93      System.err.println("MouseDragged ("+e.getX()+", "+e.getY()+")");
94      mdl.moveDragged(e.getX(), e.getY(), buttonPressed);
95    }
96
97    /** appelé lorsque la souris se déplace sans aucun bouton enfoncé */
98    @Override
99    public void mouseMoved(MouseEvent e) {
100     // TODO Auto-generated method stub
101     System.err.println("MouseMoved");
102 //    mdl.moveMouse(e.getX(), e.getY(), buttonPressed);
103
104   }
105
106 }
```

La classe gérant le timer correspond à une implémentation *Java* classique.

exemplesLatex/CoursJOGL2/src/ctrl/AnimationTimer2.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package ctrl;
5
6  import java.util.Timer;
7  import java.util.TimerTask;
8
```

```
9  import mdl.AppMdl2;
10
11 /**
12  * @author remy
13  *
14  */
15
16 /*_____________________________________________________________*/
17 /** Classe contenant le timer utilisé pour les animations.
18  * suit le pattern du singleton.
19  */
20
21 public class AnimationTimer2 {
22
23 /** Timer utilisé pour la démo. */
24 Timer timer;
25 /** booléen indiquant si le time est en cours ou a été annulé */
26 boolean isRunning=false;
27
28 /** Référence sur l'unique instance de DemoTimer suivant le pattern du singleton
       .
29 */
30 public static AnimationTimer2 instance=null;
31
32 /*_____________________________________________________________*/
33 /** Constructeur créant un timer (qui n'a aucune tâche programmée).
34  */
35 private AnimationTimer2()
36 {
37         timer = new Timer();
38         isRunning=false;
39 }
40
41 /*_____________________________________________________________*/
42 /** Programme une exécution de UpdateAnimation.run()
43  * @param miliseconds intervalle en milisecondes entre deux appels de
       UpdateAnimation.run()
44  * @param mdl modèle à mettre à jour
45  */
46 public void start(long miliseconds, AppMdl2 mdl)
47 {
48         if (!isRunning){
49                 isRunning=true;
50                 timer.schedule(new UpdateAnimation(mdl), 500, miliseconds);
51         }
52 }
53
54 /*_____________________________________________________________*/
55 /** Annulation des tâches programmées.
56  */
57 public void cancel()
58 {
59         if (isRunning)
60         {
61                 isRunning=false;
62                 timer.cancel();
```

```
63                      timer= new Timer();
64              }
65      }
66
67      /*_____________________________________________________________*/
68      /** Retourne l'unique instance de AnimationTimer suivant le pattern du singleton
            .
69       * @return l'unique instance de AnimationTimer.
70       */
71      public static AnimationTimer2 getInstance()
72      {
73              if (instance==null)
74                      instance = new AnimationTimer2();
75              return instance;
76      }
77
78        /*_____________________________________________________________*/
79        /** Classe de tâche du timer
80         * @see Timer
81         * @see TimerTask
82         */
83        class UpdateAnimation extends TimerTask {
84          /** Modèle de données à mettre à jour lors d'un évennement timer */
85            private AppMdl2 mdl;
86          /*_____________________________________________________________*/
87          /**
88           * @param mdl modèle à mettre à jour
89           */
90          public UpdateAnimation(AppMdl2 mdl)
91          {
92                  this.mdl = mdl;
93          }
94          /** fonction exécutée lors d'un évenement timer() */
95          public void run() {
96            mdl.stepForward();
97          }
98          }
99      }
```

Le timer doit être créé avant le début de l'animation (voir la classe `AppMdl2`).

Chapitre 3

Développement d'un Framework Métier pour la 3D

Nous développons dans l'exemple suivant des classes pour représenter les sources lumineuses, les caméras, les objets 3D, etc. Nous illustrons par un exemple comment utiliser ces classes dans une application avec modèle MVC pour la gestion de la vue et des évennements. La mise à jour de la vue est cette fois gérée avec un `animator`.

3.1 Transformations géométriques

Pour gérer les transformations géométriques du modèle et de la vue, nous créons tout d'avord une classe de vecteurs et une classe de matrices.

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/view3D/Vector3D.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package view3D;
5
6  /**
7   * @author remy
8   * Classe Vector3D. Classe immuable implémentant les vecteurs et points 3D.
9   */
10 public class Vector3D {
11   /** coordonnées catésiennes du vecteur (ou du point) */
12   private float [] coord;
13
14   /*-------------------------------------------------------------*/
15   /** Constructeur pouvant prendre 3 ou 4 coordonnées
16    * @param coord le tableau de coordonnées
17    * @throws IllegalArgumentException si la longueur du tableau n'est ni 3 ni 4
18    */
19   public Vector3D(float[] coord) throws IllegalArgumentException{
20     if (coord.length>4 || coord.length<3)
21       throw new IllegalArgumentException("Erreur, un vecteur doit être
             initialisé à partir de 3 ou 4 coordonnées");
22     if (coord.length==3)
23       this.coord=coord.clone();
24     else{
```

```
25        if (Math.abs(coord[3])<1e-10f)
26          throw new IllegalArgumentException("Erreur, la quatrième coordonnée d'un
                vecteur en coordonnées homogènes doit être non nulle");
27        this.coord = new float[3];
28        for (int i = 0 ; i < 3 ; i++)
29        {
30          this.coord[i] = coord[i]/coord[3];
31        }
32      }
33    }
34
35    @Override
36    public String toString()
37    {
38      // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
39      return new String("("+coord[0]+", "+coord[1]+", "+coord[2]+")");
40    }
41
42    /*-------------------------------------------------------------*/
43    /** Crée un vecteur nul (0,0,0)
44     */
45    public Vector3D() {
46      // TODO Auto-generated constructor stub
47      coord = new float[3];
48      coord[0]=0; coord[1]=0; coord[2]=0;
49    }
50
51    /*-------------------------------------------------------------*/
52    /** Constructeur à partir de trois coordonnées
53     * @param x
54     * @param y
55     * @param z
56     */
57    public Vector3D(float x, float y, float z) {
58      // TODO Auto-generated constructor stub
59      coord = new float[3];
60      coord[0]=x; coord[1]=y; coord[2]=z;
61    }
62
63    /*-------------------------------------------------------------*/
64    /** convertit le vecteur en coordonnées homogènes
65     * @return les coordonnées homogènes du vecteur dans un tableau
66     */
67    public float[] getHomogeneousCoord(){
68      float [] hc = new float[4];
69      for (int i = 0 ; i < 3 ; i++)
70      {
71        hc[i] = coord[i];
72      }
73      hc[3]=1;
74      return hc;
75    }
76
77    /*-------------------------------------------------------------*/
78    /** retourne une copie (clone) des coordonnées du vecteur
79     * @return la copie des coordonnées du vecteur
```

```
80      */
81     public float[] getCoord(){
82       return coord.clone();
83     }
84
85     /*_____________________________________________________________*/
86     /**
87      * @return la première coordonnée du vecteur
88      */
89     public float getX(){
90       return coord[0];
91     }
92
93
94     /*_____________________________________________________________*/
95     /**
96      * @return la deuxième coordonnée du vecteur
97      */
98     public float getY(){
99       return coord[1];
100    }
101
102    /*_____________________________________________________________*/
103    /**
104     * @return la troisième coordonnée du vecteur
105     */
106    public float getZ(){
107      return coord[2];
108    }
109
110    /*_____________________________________________________________*/
111    /** Addition de deux vecteurs
112     * @param v1 vecteur à additionner
113     * @param v2 vecteur à additionner
114     * @return la somme de v1 et v2
115     */
116    public static Vector3D add(Vector3D v1, Vector3D v2){
117      Vector3D result = new Vector3D(v1.getX()+v2.getX(), v1.getY()+v2.getY(), v1.
           getZ()+v2.getZ());
118      return result;
119    }
120
121    /*_____________________________________________________________*/
122    /** Soustraction de deux vecteurs
123     * @param v1 vecteur à additionner
124     * @param v2 vecteur à additionner
125     * @return la différence v1-v2 de v1 et v2
126     */
127    public static Vector3D soustr(Vector3D v1, Vector3D v2){
128      Vector3D result = new Vector3D(v1.getX()-v2.getX(), v1.getY()-v2.getY(), v1.
           getZ()-v2.getZ());
129      return result;
130    }
131
132    /*_____________________________________________________________*/
133    /**
```

```
134     * @return l'opposé du vecteur
135     */
136    public Vector3D oppose(){
137      Vector3D result = new Vector3D(-getX(), -getY(), getZ());
138      return result;
139    }
140
141    /*-------------------------------------------------------------*/
142    /** multiplication d'un vecteur par un scalaire
143     * @param lambda
144     * @return lambda multiplié par le vecteur
145     */
146    public Vector3D mult(float lambda){
147      Vector3D result = new Vector3D(lambda*getX(), lambda*getY(), lambda*getZ());
148      return result;
149    }
150
151    /*-------------------------------------------------------------*/
152    /** produit scalaire de deux vecteurs
153     * @param v1 un vecteur
154     * @param v2 un vecteur
155     * @return le produit scalaire de v1 et v2
156     */
157    public static float dot(Vector3D v1, Vector3D v2){
158      return v1.getX()*v2.getX()+v1.getY()*v2.getY()+v1.getZ()*v2.getZ();
159    }
160
161    /*-------------------------------------------------------------*/
162    /** produit vectoriel de deux vecteurs
163     * @param v1 un vecteur
164     * @param v2 un vecteur
165     * @return le produit vectoriel de v1 et v2
166     */
167    public static Vector3D cross(Vector3D v1, Vector3D v2){
168      Vector3D result = new Vector3D(v1.getY()*v2.getZ()-v1.getZ()*v2.getY(),
169                                     v1.getZ()*v2.getX()-v1.getX()*v2.getZ(),
170                                     v1.getX()*v2.getY()-v1.getY()*v2.getX());
171      return result;
172    }
173
174    /*-------------------------------------------------------------*/
175    /** permet de modifier une coordonnée du vecteur
176     * @param index indice 0,1 ou 2 de la coordonnée à modifier
177     * @param f nouvelle valeur
178     * @throws ArrayIndexOutOfBoundsException si l'indice n'est pas 0,1 ou 2
179     */
180    public void set(int index, float f) throws ArrayIndexOutOfBoundsException
181    {
182      // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
183      if (index<0 || index>3)
184        throw new ArrayIndexOutOfBoundsException("Un vecteur 3D n'a que 3
             coordonnées.");
185      coord[index]=f;
186    }
187
188    /*-------------------------------------------------------------*/
```

```
189   /** norme du vecteur
190    * @return la norme du vecteur
191    */
192   public float norm()
193   {
194     // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
195     return (float)Math.sqrt(getX()*getX()+getY()*getY()+getZ()*getZ());
196   }
197
198   /*-------------------------------------------------------------*/
199   /** Divise un vecteur par sa norme pour le normaliser
200    * @throws ArithmeticException si la norme est nulle (ou proche de 0)
201    */
202   public void normalize()throws ArithmeticException
203   {
204     // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
205     float norme = norm();
206     if (norme<1e-7)
207       throw new ArithmeticException("La norme doit être non nulle pour pouvoir
              normalizer un vecteur");
208     coord[0]/=norme; coord[1]/=norme; coord[2]/=norme;
209   }
210 }
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/view3D/Matrix3D.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package view3D;
5
6  import java.nio.FloatBuffer;
7
8  import javax.media.opengl.GL2;
9
10
11 /**
12  * @author remy
13  * Classe matrice3D implémentant les transformations affines
14  * avec les coordonnées homogènes.
15  */
16 public class Matrix3D {
17   /** Coefficients de la matrices rangés en colonnes
18    * colonne0, puis colonne1, puis colonne2, puis colonne3 */
19   private float [] coeffs;
20
21   /*-------------------------------------------------------------*/
22   /** Constructeur initialisant la matrice à l'identité
23    */
24   public Matrix3D() {
25     // TODO Auto-generated constructor stub
26
27     coeffs = new float[16];
28     for (int i=0 ; i<4 ; i++)
29       for (int j=0 ; j<4 ; j++)
30       {
```

```
31          if (i==j)
32            coeffs[4*j+i] = 1;
33          else
34            coeffs[4*j+i] = 0;
35        }
36    }
37
38    /*_____________________________________________________________*/
39    /** Constructeur à partir des coefficients dans un tableau
40     * utilise la référence aux coefficients sans faire de copie
41     * @param mat
42     * @throws IllegalArgumentException
43     */
44    public Matrix3D(float[] mat) throws IllegalArgumentException{
45      if (mat.length!=16)
46        throw new IllegalArgumentException("Erreur, coefficients de la matrices
              mal alloués, 16 éléments demandés");
47      coeffs=mat;
48    }
49
50    /*_____________________________________________________________*/
51    /** Inverse la transformation en supposant que c'est une isométrie
52     * (l'inverse de la partie linéaire est alors égale à sa transposée)
53     * @return la matrice de la transformation inverse.
54     */
55    public Matrix3D inverseIsometry(){
56      float [] linearPart = coeffs.clone();
57      linearPart[12]=0;
58      linearPart[13]=0;
59      linearPart[14]=0;
60      Matrix3D invLinearPart = new Matrix3D(linearPart);
61      invLinearPart.transpose();
62      Matrix3D translatInv = Matrix3D.translationMatrix(new Vector3D(-getCoeff
            (0,3), -getCoeff(1,3), -getCoeff(2,3)));
63      Matrix3D result = product(invLinearPart, translatInv);
64      System.err.println("Identité = \n"+product(this, result));
65      return result;
66    }
67
68    /*_____________________________________________________________*/
69    /** Application de la transformation à un point
70     * @param v point à trasformer
71     * @return la position du point après transformation.
72     */
73    public Vector3D multiply(Vector3D v){
74      float [] w = new float[4];
75      float [] vec = v.getHomogeneousCoord();
76      for (int i=0 ; i<4 ; i++)
77        {
78          w[i] = getCoeff(i, 0)*vec[0]+getCoeff(i, 1)*vec[1]+getCoeff(i, 2)*vec
                [2]+getCoeff(i, 3)*vec[3];
79        }
80      return new Vector3D(w);
81    }
82
83    /*_____________________________________________________________*/
```

```
84  /** Construit la matrice de rotation autour d'un axe passant par l'origine
85   * et d'un certain angle.
86   * @param axis vecteur directeur de l'axe de rotation
87   * @param angle angle de la rotation en degrés.
88   * @return la matrice de rotation
89   */
90  public static Matrix3D rotationMatrix(Vector3D axis, float angle){
91    double radians = angle*Math.PI/180.0;
92    float[] coeffsRotZ = {(float)Math.cos(radians), (float)Math.sin(radians), 0,
          0,
93                          -(float)Math.sin(radians), (float)Math.cos(radians), 0, 0,
94                          0, 0, 1, 0,
95                          0, 0, 0, 1};
96
97    Vector3D nonParallele = new Vector3D(0,0,1);
98    Vector3D v = Vector3D.cross(axis,nonParallele);
99    if (v.norm()<1e-5)
100     {
101       nonParallele = new Vector3D(0,1,0);
102       v = Vector3D.cross(axis,nonParallele);
103     }
104   if (v.norm()<1e-5)
105   {
106     nonParallele = new Vector3D(1,0,0);
107     v = Vector3D.cross(axis,nonParallele);
108   }
109   Vector3D w = Vector3D.cross(axis, v);
110   float [] changRepere = {
111       v.getX(), v.getY(), v.getZ(), 0,
112       w.getX(), w.getY(), w.getZ(), 0,
113       axis.getX(), axis.getY(), axis.getZ(), 0,
114       0, 0, 0, 1
115   };
116   Matrix3D transpose = new Matrix3D(changRepere.clone());
117   transpose.transpose();
118   return product(product(new Matrix3D(changRepere), new Matrix3D(coeffsRotZ)),
          transpose);
119 }
120
121 /*_____________________________________________________________*/
122 /** Construit la matrice de translation d'un certain vecteur.
123  * @param v vecteur de translation
124  * @return la matrice de la translation.
125  */
126 public static Matrix3D translationMatrix(Vector3D v){
127   float[] coeffsTrans = new float[16];
128   coeffsTrans[0]=1;coeffsTrans[4]=0;coeffsTrans[8]=0;coeffsTrans[12]=v.getX();
129   coeffsTrans[1]=0;coeffsTrans[5]=1;coeffsTrans[9]=0;coeffsTrans[13]=v.getY();
130   coeffsTrans[2]=0;coeffsTrans[6]=0;coeffsTrans[10]=1;coeffsTrans[14]=v.getZ()
          ;
131   coeffsTrans[3]=0;coeffsTrans[7]=0;coeffsTrans[11]=0;coeffsTrans[15]=1;
132
133   return new Matrix3D(coeffsTrans);
134 }
135
136 /*_____________________________________________________________*/
```

```
137   /** transpose la matrice sans faire de copie.
138    * Faire un clone en cas de besoin.
139    */
140   public void transpose()
141   {
142     // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
143     float [] newCoeffs = new float[16];
144     for (int i = 0 ; i<4 ; i++)
145       for (int j = 0 ; j < 4 ; j++){
146         newCoeffs[4*j+i] = coeffs[4*i+j];
147       }
148     coeffs=newCoeffs;
149   }
150
151   /*_____________________________________________________________*/
152   /** Construit la matrice d'un changement d'échelle sur les axes.
153    * @param v vecteur donnant les trois facteurs sur chaque axe
154    * @return la matrice du changement d'échelle.
155    */
156   public static Matrix3D scaleMatrix(Vector3D v){
157     float[] coeffsScal = {v.getX(),0,0,0,
158                 0, v.getY(),0, 0,
159                 0, 0, v.getZ(), 0,
160           0, 0, 0, 1};
161     return new Matrix3D(coeffsScal);
162   }
163
164   /*_____________________________________________________________*/
165   /** Calcul du produit de matrices (composée des transformations)
166    * @param m1 une matrice
167    * @param m2 une matrice
168    * @return la matrice produit de m1 par m2.
169    */
170   public static Matrix3D product(Matrix3D m1, Matrix3D m2){
171     float [] coeffsRes = new float[16];
172     for (int i=0 ; i<4 ; i++)
173       for (int j=0 ; j<4 ; j++){
174         coeffsRes[4*j+i]=0f;
175
176         for (int k=0 ; k<4 ; k++)
177           coeffsRes[4*j+i] += m1.getCoeff(i,k)*m2.getCoeff(k,j);
178       }
179     return new Matrix3D(coeffsRes);
180   }
181
182   /*_____________________________________________________________*/
183   /** permet d'accéder à un coefficient de la matrice
184    * @param i indice de ligne
185    * @param j indice de colonne
186    * @return le coeffivient ligne i colonne j de la matrice.
187    */
188   public float getCoeff(int i, int j)
189   {
190     // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
191     return coeffs[4*j+i];
192   }
```

```
193
194   /*-------------------------------------------------------------------*/
195   /** permet de charger la matrice dans le GL_MODELVIEW ou le GL_PROJECTION
196    * @param my_gl contexte JOGL
197    * @param matrix_mode GL_MODELVIEW ou GL_PROJECTION
198    * @throws IllegalArgumentException si le mode est incorrect.
199    */
200   public void load(GL2 gl, int matrix_mode) throws IllegalArgumentException{
201     if (matrix_mode != GL2.GL_MODELVIEW && matrix_mode!= GL2.GL_PROJECTION){
202       throw new IllegalArgumentException("Erreur, le mode doit être GL_MODELVIEW
          ou GL_PROJECTION");
203     }
204     gl.glMatrixMode(matrix_mode);
205     gl.glLoadIdentity();
206     gl.glLoadMatrixf(coeffs,0);
207   }
208
209   /*-------------------------------------------------------------------*/
210   /** permet de multiplier GL_MODELVIEW ou le GL_PROJECTION (à droite) par la
        matrice.
211    * @param my_gl contexte JOGL
212    * @param matrix_mode GL_MODELVIEW ou GL_PROJECTION
213    * @throws IllegalArgumentException si le mode est incorrect.
214    */
215   public void multiply(GL2 gl, int matrix_mode) throws IllegalArgumentException{
216     if (matrix_mode != GL2.GL_MODELVIEW && matrix_mode!= GL2.GL_PROJECTION){
217       throw new IllegalArgumentException("Erreur, le mode doit être GL_MODELVIEW
          ou GL_PROJECTION");
218     }
219     gl.glMatrixMode(matrix_mode);
220     gl.glMultMatrixf(FloatBuffer.wrap(coeffs));
221   }
222
223   /*-------------------------------------------------------------------*/
224   /** Permet de récupérer la matrice GL_MODELVIEW courante dans une Matrix3D
225    * @param my_gl
226    * @return la matrice GL_MODELVIEW courante au format Matrix3D
227    * @throws IllegalArgumentException
228    */
229   public static Matrix3D retrieveModelView(GL2 gl) throws
        IllegalArgumentException{
230
231     float[] mat = new float[16];
232     gl.glGetFloatv(GL2.GL_MODELVIEW_MATRIX, mat, 0);
233     return new Matrix3D(mat);
234   }
235   /*-------------------------------------------------------------------*/
236   /** Permet de récupérer la matrice GL_PROJECTION courante dans une Matrix3D
237    * @param my_gl
238    * @return la matrice GL_PROJECTION courante au format Matrix3D
239    * @throws IllegalArgumentException
240    */
241   public static Matrix3D retrieveProjection(GL2 gl) throws
        IllegalArgumentException{
242
243     float[] mat = new float[16];
```

```
244       gl.glGetFloatv(GL2.GL_PROJECTION_MATRIX, mat, 0);
245       return new Matrix3D(mat);
246     }
247
248     /*_____________________________________________________________*/
249     /** Permet d'éviter que la composée d'isométrie ne dérive
250      * et ne s'éloigne d'une isométrie par les erreurs d'approximation folttantes
251      * en calculant une isométrie proche de la matrice.
252      */
253     public void normalizeIsometry(){
254       Vector3D line1 = new Vector3D(coeffs[0], coeffs[1], coeffs[2]);
255       Vector3D line2 = new Vector3D(coeffs[4], coeffs[5], coeffs[6]);
256       Vector3D line3;// = new Vector3D(coeffs[8], coeffs[9], coeffs[10]);
257       line1.normalize();
258       line3=Vector3D.cross(line1, line2);
259       line3.normalize();
260       line2 = Vector3D.cross(line3, line1);
261       line2.normalize();
262       coeffs[0]=line1.getX(); coeffs[1]=line1.getY(); coeffs[2]=line1.getZ();
263       coeffs[4]=line2.getX(); coeffs[5]=line2.getY(); coeffs[6]=line2.getZ();
264       coeffs[8]=line3.getX(); coeffs[9]=line3.getY(); coeffs[10]=line3.getZ();
265     }
266
267     @Override
268     public String toString()
269     {
270       // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
271       StringBuffer buf = new StringBuffer();
272       for (int i=0 ; i<4 ; i++){
273         buf.append("|");
274         for (int j=0 ; j<4 ; j++){
275           buf.append(" "+getCoeff(i, j)+" ");
276         }
277         buf.append("|\n");
278       }
279       return buf.toString();
280     }
281 }
```

3.2 Hiérarchie d'objets 3D

Un pattern Stratégie ou un pattern Composite s'impose pour représenter les objets 3D.

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/geometry/Objet3D.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package geometry;
5
6  import javax.media.opengl.GL2;
7  import javax.media.opengl.GLContext;
8
9  import shading.Material;
10 import view3D.Matrix3D;
```

```
11 import view3D.Vector3D;
12
13 /**
14  * @author remy
15  *
16  */
17 public class Objet3D {
18   /** Transformation du modèle appliquée à l'objet juste avant affichage */
19   Matrix3D modelTransform;
20   /** matériau de l'objet (ambiant, diffus, spéculaire, éventuelle texture...)
         */
21   Material material;
22
23   /*_____________________________________________________________*/
24   /** Constructeur de l'objet avec transformations de base et matériau
25    * @param axisRotation Axe de rotation de l'objet sur lui-même
26    * @param angle angle de rotation de l'objet sur lui-même avant translation
27    * @param vScale changement d'échelle de l'objet avant rotation
28    * @param vTranslate translation de l'objet après rotation
29    * @param matAmbient paramètre du matériau
30    * @param matDiffuse paramètre du matériau
31    * @param matSpecular paramètre du matériau
32    * @param matShininess paramètre du matériau
33    * @param pathToTexture chemin vers la texture. peut être null ou "" si pas de
            texture
34    * @param gl GL courant
35    */
36   Objet3D(Vector3D axisRotation, float angle, Vector3D vScale, Vector3D
        vTranslate, float[] matAmbient, float[] matDiffuse,
37       float[] matSpecular, float matShininess, String pathToTexture){
38     modelTransform = new Matrix3D();
39     translate(vTranslate);
40     rotate(axisRotation, angle);
41     scale(vScale);
42     material = new Material(matAmbient, matDiffuse, matSpecular, matShininess,
          pathToTexture);
43   }
44   /*_____________________________________________________________*/
45   /** Constructeur de l'objet avec transformations de base, matériau par défaut
46    * @param axisRotation Axe de rotation de l'objet sur lui-même
47    * @param angle angle de rotation de l'objet sur lui-même avant translation
48    * @param vScale changement d'échelle de l'objet avant rotation
49    * @param vTranslate translation de l'objet après rotation
50    * @param pathToTexture chemin vers la texture. peut être null ou "" si pas de
            texture
51    * @param gl GL courant
52    */
53   protected Objet3D(Vector3D axisRotation, float angle, Vector3D vScale,
        Vector3D vTranslate, String pathToTexture){
54     modelTransform = new Matrix3D();
55     translate(vTranslate);
56     rotate(axisRotation, angle);
57     scale(vScale);
58     material = new Material(pathToTexture);
59   }
60   /*_____________________________________________________________*/
```

```
61    /** Applique une rotation sur la matrice modelTransform.
62     * Multiplication à droite : la rotation est appliquée en premier
63     * @param axis axe de rotation
64     * @param angle angle de rotation
65     */
66    public void rotate(Vector3D axis, float angle){
67      modelTransform = Matrix3D.product(modelTransform, Matrix3D.rotationMatrix(
          axis, angle));
68    }
69
70    /*-------------------------------------------------------------------*/
71    /** Applique une translation sur la matrice modelTransform.
72     * Multiplication à droite : la translation est appliquée en premier
73     * @param v vecteur de translation
74     */
75    public void translate(Vector3D v){
76      modelTransform = Matrix3D.product(modelTransform, Matrix3D.translationMatrix
          (v));
77    }
78
79    /*-------------------------------------------------------------------*/
80    /** Applique un changement d'échelle sur la matrice modelTransform.
81     * Multiplication à droite : le changement d'échelle est appliqué en premier
82     * @param v trois coeffs de changement d'échelle sur les trois axes
83     */
84    public void scale(Vector3D v){
85      modelTransform = Matrix3D.product(modelTransform, Matrix3D.scaleMatrix(v));
86    }
87
88    /*-------------------------------------------------------------------*/
89    /** Applique une transformation affine sur la matrice modelTransform.
90     * Multiplication à droite : la transformation affine en question est
          appliquée en premier
91     * @param mat matrice en coordonnées homogènes de la transformation
92     */
93    public void transform(Matrix3D mat){
94      modelTransform = Matrix3D.product(modelTransform, mat);
95    }
96
97    /*-------------------------------------------------------------------*/
98    /** Méthode d'affichage. A rappeler dans les classes dérivées
99     * applique la transformation modelTransform et sélectionne le matériau
100    * @param gl
101    */
102   public void display(){
103     GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
104     modelTransform.multiply(gl, GL2.GL_MODELVIEW);
105     material.select();
106   }
107 }
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/geometry/Quad.java

```
1  /*-------------------------------------------------------------------*/
2  /**
3   * Fichier : Quad.java
```

```
4  *
5  * créé le 22.02.2011 à 14:40:55
6  *
7  * Auteur : Remy Malgouyres
8  */
9  package geometry;
10
11 import java.nio.FloatBuffer;
12
13 import javax.media.opengl.GL2;
14 import javax.media.opengl.GLContext;
15
16 import view3D.Vector3D;
17
18 /*_____________________________________________________________*/
19 /** Classe quadrilataire planaire
20  */
21 public class Quad extends Objet3D
22 {
23   /** Sommets du quadrilataire */
24   Vector3D [] vertices = new Vector3D[4];
25   /** normale du quadrilataire */
26   Vector3D normale;
27
28
29   /*_____________________________________________________________*/
30   /**
31    * @param vertex1 sommet du quadrilataire
32    * @param vertex2  sommet du quadrilataire
33    * @param vertex3  sommet du quadrilataire
34    * @param vertex4  sommet du quadrilataire
35    * @param axisRotation paramètres de Objet3D
36    * @param angle
37    * @param vScale
38    * @param vTranslate
39    * @param matAmbient
40    * @param matDiffuse
41    * @param matSpecular
42    * @param matShininess
43    * @param pathToTexture
44    * @param gl contexte JOGL
45    */
46   public Quad(Vector3D vertex1, Vector3D vertex2, Vector3D vertex3, Vector3D
       vertex4,
47       Vector3D axisRotation, float angle, Vector3D vScale,
48       Vector3D vTranslate, float[] matAmbient, float[] matDiffuse,
49       float[] matSpecular, float matShininess, String pathToTexture)
50   {
51     super(axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
52         matSpecular, matShininess, pathToTexture);
53     // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated constructor stub
54
55     vertices[0]=vertex1;
56     vertices[1]=vertex2;
57     vertices[2]=vertex3;
58     vertices[3]=vertex4;
```

```
59
60      normale = Vector3D.cross(Vector3D.soustr(vertex2, vertex1), Vector3D.soustr(
            vertex3, vertex1));
61      if (Vector3D.dot(Vector3D.soustr(vertex4, vertex1),normale)>1e-5){
62        System.err.println("Warning : le quad est non planaire !");
63      }
64      normale.normalize();
65
66    }
67
68
69    /** Méthode d'affichage */
70    @Override
71    public void display()
72    {
73      // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
74      GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
75
76      gl.glPushMatrix();
77        super.display();
78        gl.glBegin(GL2.GL_QUADS);
79          for (int i=0 ; i<4 ; i++){
80            gl.glTexCoord2f((i/2)%2, ((i+1)/2)%2);
81            gl.glNormal3f(normale.getX(), normale.getY(), normale.getZ());
82            gl.glVertex3fv(FloatBuffer.wrap(vertices[i].getCoord()));
83          }
84        gl.glEnd();
85      gl.glPopMatrix();
86    }
87
88  }
89
90  /*_____________________________________________________________*/
91  /* Fin du fichier Quad.java
92  /*_____________________________________________________________*/
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/geometry/Boite.java

```
1  /*_____________________________________________________________*/
2  /**
3   * Fichier : Boite.java
4   *
5   * créé le 22.02.2011 à 15:44:57
6   *
7   * Auteur : Remy Malgouyres
8   */
9  package geometry;
10
11 import javax.media.opengl.GL2;
12 import javax.media.opengl.GLContext;
13
14 import view3D.Matrix3D;
15 import view3D.Vector3D;
16
17 /*_____________________________________________________________*/
18 /**
```

```
19  */
20 public class Boite extends Objet3D
21 {
22   /** Xmin wall of the box */
23   Quad quadXmin;
24   /** Xmax wall of the box */
25   Quad quadXmax;
26   /** Ymin wall of the box */
27   Quad quadYmin;
28   /** Ymax wall of the box */
29   Quad quadYmax;
30   /** Zmin wall of the box */
31   Quad quadZmin;
32   /** Zmax wall of the box */
33   Quad quadZmax;
34
35   /*_____________________________________________________________*/
36   /** Construit une boîte
37    * @param xmin limites de la boîte
38    * @param xmax limites de la boîte
39    * @param ymin limites de la boîte
40    * @param ymax limites de la boîte
41    * @param zmin limites de la boîte
42    * @param zmax limites de la boîte
43    * @param axisRotation paramètres de Objet3D
44    * @param angle
45    * @param vScale
46    * @param vTranslate
47    * @param matAmbient
48    * @param matDiffuse
49    * @param matSpecular
50    * @param matShininess
51    * @param pathToTexture
52    * @param gl JOGL context
53    */
54   public Boite(float xmin, float xmax, float ymin, float ymax, float zmin, float
          zmax,
55       Vector3D axisRotation, float angle, Vector3D vScale,
56       Vector3D vTranslate, float[] matAmbient, float[] matDiffuse,
57       float[] matSpecular, float matShininess, String pathToTexture)
58   {
59     super(axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
60         matSpecular, matShininess, pathToTexture);
61     modelTransform = new Matrix3D();
62     // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated constructor stub
63     quadXmin = new Quad(new Vector3D(xmin, ymin, zmin), new Vector3D(xmin, ymin,
           zmax), new Vector3D(xmin, ymax, zmax), new Vector3D(xmin, ymax, zmin),
64             axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
65             matSpecular, matShininess, pathToTexture);
66     quadXmax = new Quad(new Vector3D(xmax, ymin, zmin), new Vector3D(xmax, ymax,
           zmin), new Vector3D(xmax, ymax, zmax), new Vector3D(xmax, ymin, zmax),
67         axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
68         matSpecular, matShininess, pathToTexture);
69     quadYmin = new Quad(new Vector3D(xmin, ymin, zmin), new Vector3D(xmax, ymin,
           zmin), new Vector3D(xmax, ymin, zmax), new Vector3D(xmin, ymin, zmax),
70         axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
```

```
71          matSpecular, matShininess, pathToTexture);
72      quadYmax = new Quad(new Vector3D(xmin, ymax, zmin), new Vector3D(xmin, ymax,
            zmax), new Vector3D(xmax, ymax, zmax), new Vector3D(xmax, ymax, zmin),
73          axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
74          matSpecular, matShininess, pathToTexture);
75      quadZmin = new Quad(new Vector3D(xmin, ymin, zmin), new Vector3D(xmin, ymax,
            zmin), new Vector3D(xmax, ymax, zmin), new Vector3D(xmax, ymin, zmin),
76          axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
77          matSpecular, matShininess, pathToTexture);
78      quadZmax = new Quad(new Vector3D(xmin, ymin, zmax), new Vector3D(xmax, ymin,
            zmax), new Vector3D(xmax, ymax, zmax), new Vector3D(xmin, ymax, zmax),
79          axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
80          matSpecular, matShininess, pathToTexture);
81    }
82
83    /** Méthode d'affichage */
84    @Override
85    public void display()
86    {
87      // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated method stub
88      GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
89
90      gl.glPushMatrix();
91      super.display();
92      quadXmin.display();
93      quadXmax.display();
94      quadYmin.display();
95      quadYmax.display();
96      quadZmin.display();
97      quadZmax.display();
98      gl.glPopMatrix();
99
100   }
101 }
102
103 /*-------------------------------------------------------------*/
104 /* Fin du fichier Boite.java
105 /*-------------------------------------------------------------*/
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/geometry/Quadrique.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package geometry;
5
6  import javax.media.opengl.glu.GLUquadric;
7  import javax.media.opengl.glu.gl2es1.*;
8
9
10 import view3D.Vector3D;
11
12 /**
13  * @author remy
14  * Une quadrique est un objet 3D.
15  */
```

```
16 public class Quadrique extends Objet3D {
17
18   /** Objet quadrique OpenGL */
19   GLUquadric qobj=null;
20
21   /*-------------------------------------------------------------*/
22   /** Constructeur de quadrique (avec les paramètres de l'objet 3D)
23    * @param axisRotation Axe de rotation de l'objet sur lui-même
24    * @param angle angle de rotation de l'objet sur lui-même avant translation
25    * @param vScale changement d'échelle de l'objet avant rotation
26    * @param vTranslate translation de l'objet après rotation
27    * @param matAmbient paramètre du matériau
28    * @param matDiffuse paramètre du matériau
29    * @param matSpecular paramètre du matériau
30    * @param matShininess paramètre du matériau
31    * @param pathToTexture chemin vers la texture. peut être null ou "" si pas de
          texture
32    * @param gl GL courant
33    */
34   Quadrique(Vector3D axisRotation, float angle, Vector3D vScale,
35       Vector3D vTranslate, float[] matAmbient, float[] matDiffuse,
36       float[] matSpecular, float matShininess, String pathToTexture) {
37     super(axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
38         matSpecular, matShininess, pathToTexture);
39     // TODO Auto-generated constructor stub
40     GLUgl2es1 glu = new GLUgl2es1();
41
42       qobj = glu.gluNewQuadric();
43       glu.gluQuadricDrawStyle(qobj, GLUgl2es1.GLU_FILL); /* smooth shaded */
44       glu.gluQuadricNormals(qobj, GLUgl2es1.GLU_SMOOTH);
45       if (material.isTextured())
46         glu.gluQuadricTexture(qobj, true);
47   }
48   /*-------------------------------------------------------------*/
49   /** Constructeur de quadrique (avec les paramètres de l'objet 3D)
50    * @param axisRotation Axe de rotation de l'objet sur lui-même
51    * @param angle angle de rotation de l'objet sur lui-même avant translation
52    * @param vScale changement d'échelle de l'objet avant rotation
53    * @param vTranslate translation de l'objet après rotation
54    * @param pathToTexture chemin vers la texture. peut être null ou "" si pas de
          texture
55    * @param gl GL courant
56    */
57   Quadrique(Vector3D axisRotation, float angle, Vector3D vScale,
58       Vector3D vTranslate, String pathToTexture) {
59     super(axisRotation, angle, vScale, vTranslate, pathToTexture);
60     // TODO Auto-generated constructor stub
61     GLUgl2es1 glu = new GLUgl2es1();
62
63       qobj = glu.gluNewQuadric();
64       glu.gluQuadricDrawStyle(qobj, GLUgl2es1.GLU_FILL); /* smooth shaded */
65       glu.gluQuadricNormals(qobj, GLUgl2es1.GLU_SMOOTH);
66       if (material.isTextured())
67         glu.gluQuadricTexture(qobj, true);
68   }
69
```

```
70    /** Méthode d'affichage (appelle simplement la méthode d'Objet3D) */
71    @Override
72    public void display() {
73      // TODO Auto-generated method stub
74      super.display();
75    }
76
77
78  }
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/geometry/Sphere.java

```
1   package geometry;
2
3   import javax.media.opengl.GL2;
4   import javax.media.opengl.GLContext;
5   import javax.media.opengl.glu.gl2es1.*;
6
7   import view3D.Vector3D;
8
9   /*-------------------------------------------------------------*/
10  /** Une sphère est une quadrique.
11   */
12  public class Sphere extends Quadrique {
13    /** Nombre de parallèlas dans le maillage */
14    private int parallels;
15    /** Nombre de méridiens dans le maillage */
16    private int meridians;
17    /** rayon de la sphère */
18    private float radius;
19
20    /*-------------------------------------------------------------*/
21    /** Constructeur de sphère avec les paramètres d'objet3D
22     * @param radius rayon de la sphère
23     * @param parallels Nombre de parallèlas dans le maillage
24     * @param meridians Nombre de méridiens dans le maillage
25     * @param axisRotation Axe de rotation de l'objet sur lui-même
26     * @param angle angle de rotation de l'objet sur lui-même avant translation
27     * @param vScale changement d'échelle de l'objet avant rotation
28     * @param vTranslate translation de l'objet après rotation
29     * @param matAmbient paramètre du matériau
30     * @param matDiffuse paramètre du matériau
31     * @param matSpecular paramètre du matériau
32     * @param matShininess paramètre du matériau
33     * @param pathToTexture chemin vers la texture. peut être null ou "" si pas de
           texture
34     * @param gl GL courant
35     * @throws IllegalArgumentException
36     */
37    public Sphere(float radius, int parallels, int meridians, Vector3D
          axisRotation, float angle, Vector3D vScale,
38        Vector3D vTranslate, float[] matAmbient, float[] matDiffuse,
39        float[] matSpecular, float matShininess, String pathToTexture) throws
              IllegalArgumentException{
40      super(axisRotation, angle, vScale, vTranslate, matAmbient, matDiffuse,
41          matSpecular, matShininess, pathToTexture);
```

```
42      // TODO Auto-generated constructor stub
43
44      setParallels(parallels);
45      setMeridians(meridians);
46      setRadius(radius);
47    }
48
49    /*-------------------------------------------------------------*/
50    /** Constructeur de sphère avec les paramètres d'objet3D
51     * @param radius rayon de la sphère
52     * @param parallels Nombre de parallèlas dans le maillage
53     * @param meridians Nombre de méridiens dans le maillage
54     * @param axisRotation Axe de rotation de l'objet sur lui-même
55     * @param angle angle de rotation de l'objet sur lui-même avant translation
56     * @param vScale changement d'échelle de l'objet avant rotation
57     * @param vTranslate translation de l'objet après rotation
58     * @param pathToTexture chemin vers la texture. peut être null ou "" si pas de
           texture
59     * @param gl GL courant
60     * @throws IllegalArgumentException
61     */ public Sphere(float radius, int parallels, int meridians, Vector3D
           axisRotation, float angle, Vector3D vScale,
62        Vector3D vTranslate, String pathToTexture) throws IllegalArgumentException
             {
63      super(axisRotation, angle, vScale, vTranslate, pathToTexture);
64      // TODO Auto-generated constructor stub
65
66      setParallels(parallels);
67      setMeridians(meridians);
68      setRadius(radius);
69    }
70
71    /*-------------------------------------------------------------*/
72    /** Setter
73     * @param parallels
74     * @throws IllegalArgumentException
75     */
76    public void setParallels(int parallels) throws IllegalArgumentException{
77      if (parallels < 3)
78        throw new IllegalArgumentException();
79      this.parallels = parallels;
80    }
81
82    /*-------------------------------------------------------------*/
83    /** Setter
84     * @param meridians
85     * @throws IllegalArgumentException
86     */
87    public void setMeridians(int meridians) throws IllegalArgumentException{
88      if (meridians < 3)
89        throw new IllegalArgumentException();
90      this.meridians = meridians;
91    }
92
93    /*-------------------------------------------------------------*/
94    /**
```

```
95      * @param radius
96      * @throws IllegalArgumentException
97      */
98     public void setRadius(float radius) throws IllegalArgumentException{
99       if (radius<0)
100        throw new IllegalArgumentException();
101      this.radius = radius;
102    }
103
104    /** Méthode d'affichage. Appelle super.display pour appliquer la
         transformation et le matériau */
105    @Override
106    public void display() {
107      // TODO Auto-generated method stub
108      GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
109      gl.glPushMatrix();
110        super.display();
111        GLUgl2es1 glu = new GLUgl2es1();
112
113        glu.gluSphere(qobj, radius, meridians, parallels);
114      gl.glPopMatrix();
115    }
116  }
```

3.3 Gestion de la vue et des caméras

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/view3D/Camera.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package view3D;
5
6
7  import javax.media.opengl.GL2;
8  import javax.media.opengl.GLContext;
9  import javax.media.opengl.glu.gl2es1.*;
10 import app.AppFrm3;
11
12 /**
13  * @author remy
14  * Classe caméra permettant de gérer la vue (projection, position de l'
      observateur...
15  */
16 public abstract class Camera {
17
18   /** Matrice vue contenant le changement de repère de la caméra */
19   protected Matrix3D view;
20   /** Matrice projection contenant la projection (perspective, orthogonale, etc
       ...*/
21   protected Matrix3D projection;
22   /** angle d'ouverture en Y */
23   double angleY;
24   /** rapport hauteur/largeur de la fenêtre */
```

```
25    double aspect;
26    /** profondeur du plan de clipping proche */
27    double znear;
28    /** profondeur du plan de clipping éloigné */
29    double zfar;
30
31    /** Accesseur de la matrice vue
32     * @return la matrice vue
33     *
34     */
35    public Matrix3D getView(){
36      return view;
37    }
38
39    /** Accesseur de la matrice projection
40     * @return la matrice projection
41     *
42     */
43    public Matrix3D getProjection(){
44      return projection;
45    }
46    /**
47     * Constructeur de la caméra avec les paramètres analogues à gluPerspective
48     * initialise la projection
49     * @param angleY angle d'ouverture en Y de la caméra
50     * @param aspect rapport h/w de la vue
51     * @param znear profondeur du plan de clipping proche
52     * @param zfar profondeur du plan de clipping éloigné
53     */
54    public Camera(double angleY, double aspect, double znear, double zfar){
55      projection = new Matrix3D();
56      view = new Matrix3D();
57      this.angleY=angleY;
58      this.aspect=aspect;
59      this.znear=znear;
60      this.zfar=zfar;
61      gluPerpective(angleY, aspect, znear, zfar);
62    }
63    /**
64     * Constructeur de la caméra avec les paramètres analogues à gluPerspective et
          à gluLookAt
65     * initialise la projection et la vue (changement de repère)
66     * @param angleY angle d'ouverture en Y de la caméra
67     * @param aspect rapport h/w de la vue
68     * @param znear profondeur du plan de clipping proche
69     * @param zfar profondeur du plan de clipping éloigné
70     * @param eyex position de l'observateur
71     * @param eyey position de l'observateur
72     * @param eyez position de l'observateur
73     * @param centerx point de visée
74     * @param centery point de visée
75     * @param centerz point de visée
76     * @param upx vecteur 3D apparaissant comme vertical après projection
77     * @param upy vecteur 3D apparaissant comme vertical après projection
78     * @param upz vecteur 3D apparaissant comme vertical après projection
79     */
```

```
80    public Camera(double angleY, double aspect, double znear, double zfar,double
          eyex, double eyey, double
81          eyez, double centerx, double centery, double
82          centerz, double upx, double upy, double upz){
83        projection = new Matrix3D();
84        this.angleY=angleY;
85        this.aspect=aspect;
86        this.znear=znear;
87        this.zfar=zfar;
88        view = new Matrix3D();
89        gluPerpective(angleY, aspect, znear, zfar);
90        gluLookAt(eyex, eyey, eyez,
91            centerx, centery, centerz,
92            upx, upy, upz);
93    }
94
95    /*_____________________________________________________________*/
96    /**
97     * Constructeur de la caméra avec les paramètres analogues à gluPerspective
98     * initialise la projection et la vue (changement de repère)
99     * @param angleY
100    * @param aspect
101    * @param znear
102    * @param zfar
103    * @param azimuth
104    * @param elevation
105    * @param distance
106    */
107   public Camera(double angleY, double aspect, double znear, double zfar, float
          azimuth, float elevation, float distance){
108       projection = new Matrix3D();
109       gluPerpective(angleY, aspect, znear, zfar);
110       view = Matrix3D.product(Matrix3D.translationMatrix(new Vector3D(0,0,-
              distance)),Matrix3D.product(Matrix3D.rotationMatrix(new Vector3D(01f,0f
              ,0f), elevation), Matrix3D.rotationMatrix(new Vector3D(0f,1f,0f),
              azimuth)));
111       view = Matrix3D.translationMatrix(new Vector3D(0,0,-distance));
112       this.angleY=angleY;
113       this.aspect=aspect;
114       this.znear=znear;
115       this.zfar=zfar;
116   }
117
118   /*_____________________________________________________________*/
119   /** Redéfinit la projection en perspective
120    * @param angleY angle d'ouverture en Y de la caméra
121    * @param aspect rapport h/w de la vue
122    * @param znear profondeur du plan de clipping proche
123    * @param zfar profondeur du plan de clipping éloigné
124    */
125   public void gluPerpective(double angleY, double aspect, double znear, double
          zfar){
126       GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
127       GLUgl2es1 glu = new GLUgl2es1();
128       gl.glMatrixMode(GL2.GL_PROJECTION);
129       gl.glPushMatrix();
```

```
130         gl.glLoadIdentity();
131         glu.gluPerspective(angleY, aspect, znear, zfar);
132         projection=Matrix3D.retrieveProjection(gl);
133       gl.glPopMatrix();
134     }
135
136     /*_____________________________________________________________*/
137     /** Change le repère de la caméra
138      * @param eyex position de l'observateur
139      * @param eyey position de l'observateur
140      * @param eyez position de l'observateur
141      * @param centerx point de visée
142      * @param centery point de visée
143      * @param centerz point de visée
144      * @param upx vecteur 3D apparaissant comme vertical après projection
145      * @param upy vecteur 3D apparaissant comme vertical après projection
146      * @param upz vecteur 3D apparaissant comme vertical après projection
147      */
148     public void gluLookAt(double eyex, double eyey, double
149         eyez, double centerx, double centery, double
150         centerz, double upx, double upy, double upz){
151       GL2 gl = AppFrm3.getCanvas().getGL().getGL2();
152       GLUgl2es1 glu = new GLUgl2es1();
153       gl.glMatrixMode(GL2.GL_MODELVIEW);
154       gl.glPushMatrix();
155         gl.glLoadIdentity();
156         glu.gluLookAt(eyex, eyey, eyez,
157               centerx, centery, centerz,
158               upx, upy, upz);
159         view=Matrix3D.retrieveModelView(gl);
160       gl.glPopMatrix();
161     }
162
163     /*_____________________________________________________________*/
164     /** Charge la projection et la vue de la caméra dans GL_MODELVIEW et
          GL_PROJECTION
165      * @param gl GL actif
166      */
167     public void select(){
168       GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
169
170       projection.load(gl, GL2.GL_PROJECTION);
171       view.load(gl, GL2.GL_MODELVIEW);
172     }
173
174     /*_____________________________________________________________*/
175     /** Charge ma matrice view dans GL_MODELVIEW
176      * @param gl
177      */
178     public void resetView(GL2 gl){
179       view.load(gl, GL2.GL_MODELVIEW);
180     }
181
182     /*_____________________________________________________________*/
183     /** méthode virtuelle implémentant la réaction de la caméra au mouvement
184      * de souris avec au moins un bouton enfoncé.
```

```
185     * L'implémentation dépend dumodèle de caméra (Centrale, Navigation,...)
186     * @param deltaX
187     * @param deltaY
188     * @param buttonPressed
189     */
190    public abstract void mouseDragged(float deltaX, float deltaY, boolean[]
           buttonPressed);
191
192 }
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/view3D/CameraCentrale.java

```
1  /*-------------------------------------------------------------------*/
2  /**
3   * Fichier : CameraNavigation.java
4   *
5   * créé le 22.02.2011 à 16:10:13
6   *
7   * Auteur : Remy Malgouyres
8   */
9  package view3D;
10
11
12 /*-------------------------------------------------------------------*/
13 /** La caméra centrale est un omdèle de caméra dans lequel
14  * la caméra tourne autour d'un point de focus appelé centre.
15  * La caméra est toujours dirigée vers ce centre
16  */
17 public class CameraCentrale extends Camera
18 {
19   /** Vitesse de translation de la caméra en fonction de la souris */
20   private final float vitesseCamTranslat=0.5f;
21   /** Vitesse de rotation de la caméra en fonction de la souris */
22   private final float vitesseCamRotat=1f;
23
24   /** Centre de la vue suivant le modèle de caméra central */
25   Vector3D centre;
26
27   /*-----------------------------------------------------------------*/
28   /** Constructeur appelant le constructeur de Camera initialisant
29    * la projection et la vue avec gluPerspective et gluLookAt.
30    * @param angleY
31    * @param aspect
32    * @param znear
33    * @param zfar
34    * @param eyex
35    * @param eyey
36    * @param eyez
37    * @param centerx
38    * @param centery
39    * @param centerz
40    * @param upx
41    * @param upy
42    * @param upz
43    */
44   public CameraCentrale(
```

```
45        double angleY, double aspect, double znear,
46        double zfar, double eyex, double eyey, double eyez, double centerx,
47        double centery, double centerz, double upx, double upy, double upz)
48    {
49      super(angleY, aspect, znear, zfar, eyex, eyey, eyez, centerx, centery,
50          centerz, upx, upy, upz);
51      // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated constructor stub
52      centre = new Vector3D((float)centerx, (float)centery, (float)centerz);
53    }
54
55    /** Implémente la réaction de la caméra aux évennements souris */
56    @Override
57    public void mouseDragged(float deltaX, float deltaY, boolean[] buttonPressed)
58    {
59      Matrix3D transfo;
60
61      if (buttonPressed[0]){
62        Vector3D positionCamera = view.inverseIsometry().multiply(new Vector3D
              (0,0,0));
63        Vector3D centrePos = Vector3D.soustr(centre, positionCamera);
64        System.err.println("positionCaméra = "+positionCamera+", Centre = "+centre
              +", Centrepos = "+centrePos+"\n");
65        Matrix3D translat = Matrix3D.translationMatrix(new Vector3D(0,0,centrePos.
              norm()));
66        Matrix3D translatInv = Matrix3D.translationMatrix(new Vector3D(0,0,-
              centrePos.norm()));
67        transfo = Matrix3D.product(Matrix3D.product(translatInv,Matrix3D.product(
68            Matrix3D.rotationMatrix(new Vector3D(1,0,0),vitesseCamRotat*deltaY),
69            Matrix3D.rotationMatrix(new Vector3D(0,1,0), vitesseCamRotat*deltaX)))
                ,translat);
70        view = Matrix3D.product(transfo, view);
71
72      }
73      if (buttonPressed[2]){
74        transfo = Matrix3D.rotationMatrix(new Vector3D(0,0,1), vitesseCamRotat*
              deltaX);
75        view = Matrix3D.product(transfo, view);
76      }
77      if (buttonPressed[1]){
78        transfo = Matrix3D.translationMatrix(new Vector3D(0,0,-vitesseCamTranslat*
              deltaY));
79        view = Matrix3D.product(transfo, view);
80      }
81      view.normalizeIsometry();
82    }
83  }
84
85  /*-------------------------------------------------------------*/
86  /* Fin du fichier CameraNavigation.java
87  /*-------------------------------------------------------------*/
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/view3D/CameraNavigation.java

```
1  /*-------------------------------------------------------------*/
2  /**
3   * Fichier : CameraNavigation.java
```

```
4  *
5  * créé le 22.02.2011 à 16:10:13
6  *
7  * Auteur : Remy Malgouyres
8  */
9  package view3D;
10
11
12 /*_____________________________________________________________*/
13 /** Le modèle de caméra pour la navigation est tel que les rotations
14  * de la caméra ont lieu dans le repère de la caméra et autour
15  * d'axes passant par la position de la caméra, ce qui correspond
16  * à un changement de direction d'un avatar. La translation
17  * de la caméra est le long de l'axe des Z du repère de la caméra.
18  */
19 public class CameraNavigation extends Camera
20 {
21
22   /** Vitesse de translation de la caméra en fonction de la souris */
23   private final float vitesseCamTranslat=0.5f;
24   /** Vitesse de rotation de la caméra en fonction de la souris */
25   private final float vitesseCamRotat=1f;
26
27   /*_____________________________________________________________*/
28   /**
29    * @param angleY
30    * @param aspect
31    * @param znear
32    * @param zfar
33    */
34   public CameraNavigation(double angleY, double aspect, double znear,
35       double zfar)
36   {
37     super(angleY, aspect, znear, zfar);
38     // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated constructor stub
39   }
40
41   /*_____________________________________________________________*/
42   /**
43    * @param angleY
44    * @param aspect
45    * @param znear
46    * @param zfar
47    * @param eyex
48    * @param eyey
49    * @param eyez
50    * @param centerx
51    * @param centery
52    * @param centerz
53    * @param upx
54    * @param upy
55    * @param upz
56    */
57   public CameraNavigation(double angleY, double aspect, double znear,
58       double zfar, double eyex, double eyey, double eyez, double centerx,
59       double centery, double centerz, double upx, double upy, double upz)
```

```
60    {
61      super(angleY, aspect, znear, zfar, eyex, eyey, eyez, centerx, centery,
62          centerz, upx, upy, upz);
63      // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated constructor stub
64    }
65
66    /*-------------------------------------------------------------*/
67    /**
68     * @param angleY
69     * @param aspect
70     * @param znear
71     * @param zfar
72     * @param azimuth
73     * @param elevation
74     * @param distance
75     */
76    public CameraNavigation(double angleY, double aspect, double znear,
77        double zfar, float azimuth, float elevation, float distance)
78    {
79      super(angleY, aspect, znear, zfar, azimuth, elevation, distance);
80      // PENSER à IMPLEMENTER Auto-generated constructor stub
81    }
82
83    /** Implémente la réaction de la caméra aux évennements souris */
84    @Override
85    public void mouseDragged(float deltaX, float deltaY, boolean[] buttonPressed)
86    {
87      Matrix3D transfo;
88
89      if (buttonPressed[0]){
90        transfo = Matrix3D.product(
91            Matrix3D.rotationMatrix(new Vector3D(0,1,0), vitesseCamRotat*deltaX),
92            Matrix3D.rotationMatrix(new Vector3D(1,0,0),vitesseCamRotat*deltaY));
93        view = Matrix3D.product(transfo, view);
94
95      }
96      if (buttonPressed[2]){
97        transfo = Matrix3D.rotationMatrix(new Vector3D(0,0,1), vitesseCamRotat*
              deltaX);
98        view = Matrix3D.product(transfo, view);
99      }
100     if (buttonPressed[1]){
101       transfo = Matrix3D.translationMatrix(new Vector3D(0,0,-vitesseCamTranslat*
              deltaY));
102       view = Matrix3D.product(transfo, view);
103     }
104     view.normalizeIsometry();
105   }
106
107
108
109
110 }
111
112 /*-------------------------------------------------------------*/
113 /* Fin du fichier CameraNavigation.java
```

```
114 /*____________________________________________________________*/
```

3.4 Gestion de l'éclairement

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/shading/Material.java

```
1  package shading;
2
3
4  import java.awt.image.BufferedImage;
5  import java.awt.image.DataBufferByte;
6  import java.io.File;
7  import java.nio.Buffer;
8  import java.nio.ByteBuffer;
9
10 import javax.imageio.ImageIO;
11 import javax.media.opengl.GL;
12 import javax.media.opengl.GL2;
13 import javax.media.opengl.GLContext;
14
15
16 /*____________________________________________________________*/
17 /** Classe matériau : permet de stocker le matériau d'un (ou plusieurs) objet(s)
       .
18  */
19 public class Material {
20     /** coefficient de réflexion de la lumière ambiante */
21     private float mat_ambient[];
22     /** coefficient de réflexion diffuse */
23    private float mat_diffuse[];
24    /** coefficient de réflexion spéculaire */
25    private float mat_specular[];
26    /** brillance (exposant de la réflexion spéculaire) */
27    private float mat_shininess = 4f;
28
29     /** ID de l'éventuelle texture (null si pas de texture) */
30     int[] texId=null;
31
32   /*____________________________________________________________*/
33   /** Constructeur du matériau
34    * @param matAmbient coefficient de réflexion de la lumière ambiante
35    * @param matDiffuse coefficient de réflexion diffuse
36    * @param matSpecular coefficient de réflexion spéculaire
37    * @param matShininess brillance (exposant de la réflexion spéculaire)
38    * @param pathToTexture chemin sur le disque vers l'image de texture
39    * @param gl GL courant
40    */
41   public Material(float[] matAmbient, float[] matDiffuse,
42       float[] matSpecular, float matShininess, String pathToTexture) {
43     GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
44     setMat_ambient(matAmbient);
45     setMat_diffuse(matDiffuse);
46     setMat_specular(matSpecular);
47     setMat_shininess(matShininess);
```

```
48      if (pathToTexture!=null&& pathToTexture.length()>0){
49          gl.glEnable(GL.GL_TEXTURE_2D);
50        texId = new int[1];
51        gl.glGenTextures(1, texId, 0);
52
53        gl.glBindTexture(GL.GL_TEXTURE_2D, texId[0]);
54        gl.glTexParameteri(GL.GL_TEXTURE_2D, GL.GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL.
              GL_LINEAR);
55        gl.glTexParameteri(GL.GL_TEXTURE_2D, GL.GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL.
              GL_LINEAR);
56
57        try {
58              BufferedImage image = ImageIO.read(new File(pathToTexture));
59              DataBufferByte dbb = (DataBufferByte)image.getRaster().getDataBuffer
                    ();
60              byte[] data = dbb.getData();
61              ByteBuffer pixels = ByteBuffer.allocate(data.length);
62              pixels.put(data);
63              Buffer buff = pixels.flip();
64
65              gl.glTexImage2D(GL2.GL_TEXTURE_2D, 0, GL2.GL_RGB, image.getWidth(),
66                  image.getHeight(), 0, GL2.GL_RGB, GL2.GL_UNSIGNED_BYTE, buff);
67        } catch(Throwable t) {
68          System.err.println("Le fichier de texture "+pathToTexture+" ne peut être
                ouvert !");
69          texId=null;
70        }
71      }
72
73    }
74
75    /*_____________________________________________________________*/
76    /** Constructeur du matériau avec valaurs par défaut
77     * @param pathToTexture chemin sur le disque vers l'image de texture
78     * @param gl GL courant
79     */
80    public Material(String pathToTexture) {
81      // TODO Auto-generated constructor stub
82      GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
83
84      setMat_ambient(getQuadruple(0.2f, 0.2f, 0.2f, 1.0f ));
85      setMat_diffuse(getQuadruple(0.4f, 0.4f, 0.4f, 1.0f));
86      setMat_specular(getQuadruple(0.3f, 0.3f, 0.3f, 1.0f));
87      setMat_shininess(128.0f);
88      if (pathToTexture!=null&& pathToTexture.length()>0){
89          gl.glEnable(GL.GL_TEXTURE_2D);
90        texId = new int[1];
91        gl.glGenTextures(1, texId, 0);
92
93        gl.glBindTexture(GL.GL_TEXTURE_2D, texId[0]);
94        gl.glTexParameteri(GL.GL_TEXTURE_2D, GL.GL_TEXTURE_MIN_FILTER, GL.
              GL_LINEAR);
95        gl.glTexParameteri(GL.GL_TEXTURE_2D, GL.GL_TEXTURE_MAG_FILTER, GL.
              GL_LINEAR);
96
97        try {
```

```
98  /*          BufferedImage image = ImageIO.read(new File(pathToTexture));
99            DataBufferByte dbb = (DataBufferByte)image.getRaster().getDataBuffer();
100           byte[] data = dbb.getData();
101           ByteBuffer pixels = Buffers.newDirectByteBuffer(data.length);
102           pixels.put(data);
103           pixels.flip();
104           gl.glTexImage2D(GL.GL_TEXTURE_2D, 0, GL.GL_RGB, image.getWidth(), image.
                  getHeight(), 0, GL.GL_RGB, GL.GL_UNSIGNED_BYTE, pixels);
105 */        } catch(Throwable t) {
106           texId=null;
107         }
108       }else
109         texId=null;
110     }
111
112     /*_____________________________________________________________*/
113     /** Utilitaire permetant de construite un quadruplet à partir de quatre
            flottant
114      * @param a
115      * @param b
116      * @param c
117      * @param d
118      * @return le quadruplet
119      */
120     public static float[] getQuadruple(float a, float b, float c, float d){
121       float [] result = new float[4];
122       result[0] = a; result[1] = b; result[2] = c; result[3] = d;
123       return result;
124     }
125
126     /*_____________________________________________________________*/
127     /** retourne vrai si le matériau est texturé
128      * @return vrai si le matériau est texturé
129      */
130     public boolean isTextured() {
131       // TODO Auto-generated method stub
132       return (texId!=null);
133     }
134
135     /*_____________________________________________________________*/
136     /** Setter de coefficient de réflexion de la lumière ambiante
137      * @param matAmbient
138      * @throws IllegalArgumentException
139      */
140     public void setMat_ambient(float[] matAmbient) throws IllegalArgumentException
            {
141       if (matAmbient.length!=4)
142         throw new IllegalArgumentException("Erreur, le matériau ambiant doit avoir
                3 coordonnées");
143
144       this.mat_ambient = matAmbient;
145     }
146
147     /*_____________________________________________________________*/
148     /** Setter de coefficient de réflexion diffuse
149      * @param matDiffuse
```

```
150     * @throws IllegalArgumentException
151     */
152    public void setMat_diffuse(float[] matDiffuse) throws IllegalArgumentException
           {
153      if (matDiffuse.length!=4)
154        throw new IllegalArgumentException("Erreur, le matériau diffus doit avoir
             3 coordonnées");
155      this.mat_diffuse = matDiffuse;
156    }
157
158    /*_____________________________________________________________*/
159    /** Setter de coefficient de réflexion spéculaire
160     * @param matSpecular
161     * @throws IllegalArgumentException
162     */
163    public void setMat_specular(float[] matSpecular) throws
           IllegalArgumentException{
164      if (matSpecular.length!=4)
165        throw new IllegalArgumentException("Erreur, le matériau spéculaire doit
             avoir 3 coordonnées");
166      this.mat_specular = matSpecular;
167    }
168
169    /*_____________________________________________________________*/
170    /** Setter de brillance
171     * @param matShininess
172     */
173    public void setMat_shininess(float matShininess) {
174      this.mat_shininess = matShininess;
175    }
176
177      /*_____________________________________________________________*/
178      /** Sélectionne le matériau comme matériau courant
179       * @param gl
180       */
181      public void select(){
182      GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
183        if (texId != null){
184          gl.glBindTexture (GL2.GL_TEXTURE_2D, texId[0]);
185          gl.glEnable(GL2.GL_TEXTURE_2D);
186        }else
187          gl.glDisable(GL2.GL_TEXTURE_2D);
188        gl.glMaterialfv(GL2.GL_FRONT, GL2.GL_AMBIENT, mat_ambient, 0);
189        gl.glMaterialfv(GL2.GL_FRONT, GL2.GL_DIFFUSE, mat_diffuse, 0);
190        gl.glMaterialfv(GL2.GL_FRONT, GL2.GL_SPECULAR, mat_specular, 0);
191        gl.glMaterialf(GL2.GL_FRONT, GL2.GL_SHININESS, mat_shininess);
192      }
193  }
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/shading/PointLightSource.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package shading;
5
```

```
6  import javax.media.opengl.GL2;
7  import javax.media.opengl.GLContext;
8
9  import view3D.Matrix3D;
10 import view3D.Vector3D;
11
12
13 /**
14  * @author remy
15  * Classe représentant une source lumineuse pontuelle
16  */
17 public class PointLightSource {
18   /** transformation à appliquer sur la position de la source lumineuse */
19   Matrix3D transform;
20   /** position de la source lumineuse
21    * (subit la transformation ModelView courante et la matrice transform)
22    */
23   Vector3D position;
24
25     /** intensité diffuse */
26     float[] diffuse;
27     /** intensité spéculaire */
28     float[] specular;
29
30     /** ID de la source dans OpenGL (GL_LIGHT0, GL_LIGHT1, etc.) */
31     int lightID;
32
33     /** Indique si la source subit une atténuation avec la distance */
34     boolean withAttenuation=false;
35     /** terme d'atténuation constante */
36     float constantAttenuation;
37     /** terme d'atténuation linéaire */
38     float linearAttenuation;
39     /** terme d'atténuation quadratique */
40     float quadraticAttenuation;
41     /*_____________________________________________________________*/
42     /** Constructeur initialisant la position et les intensités
43      * la transformation est initialisée à l'identité
44      * @param posx position de la source lumineuse
45      * @param posy position de la source lumineuse
46      * @param posz position de la source lumineuse
47      * @param diff intensité diffuse
48      * @param spec intensité spéculaire
49      */
50     public PointLightSource(float posx, float posy, float posz,
51                     float [] diff, float [] spec) {
52     // TODO Auto-generated constructor stub
53       position = new Vector3D(posx, posy, posz);
54       diffuse= diff;
55       specular = spec;
56       transform = new Matrix3D();
57   }
58     /*_____________________________________________________________*/
59     /** Constructeur initialisant la position et les intensités
60      * la transformation est initialisée à l'identité
61      * @param posx position de la source lumineuse
```

```
62        * @param posy position de la source lumineuse
63        * @param posz position de la source lumineuse
64        * @param diff intensité diffuse
65        * @param spec intensité spéculaire
66        * @param constantAttenuation  terme d'atténuation constante
67        * @param linearAttenuation terme d'atténuation linéaire
68        * @param quadraticAttenuation terme d'atténuation quadratique
69        */
70       public PointLightSource(float posx, float posy, float posz,
71                       float [] diff, float [] spec,
72                       float constantAttenuation,
73                       float linearAttenuation,
74                       float quadraticAttenuation) {
75       // TODO Auto-generated constructor stub
76         position = new Vector3D(posx, posy, posz);
77         diffuse= diff;
78         specular = spec;
79         transform = new Matrix3D();
80     }
81       /*_____________________________________________________________*/
82       /** Active la source lumineuse dans OpenGL sur un ID donné.
83        * @param light_ID ID de la source dans OpenGL (GL_LIGHT0, GL_LIGHT1, etc.)
84        * @param enable dit si l'on active la source lumineuse ou pas
85        * @param gl GL courant
86        */
87       public void activate(int light_ID, boolean enable){
88       GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
89
90         setLightID(light_ID);
91         gl.glMatrixMode(GL2.GL_MODELVIEW);
92         gl.glPushMatrix();
93           transform.multiply(gl, GL2.GL_MODELVIEW);
94           gl.glLightfv(light_ID, GL2.GL_POSITION, position.getHomogeneousCoord(),
                 0);
95         gl.glPopMatrix();
96
97         gl.glLightfv(light_ID, GL2.GL_DIFFUSE, diffuse, 0);
98         gl.glLightfv(light_ID, GL2.GL_SPECULAR, specular, 0);
99         if (withAttenuation)
100          {
101          gl.glLightf(light_ID, GL2.GL_CONSTANT_ATTENUATION, constantAttenuation);
102          gl.glLightf(light_ID, GL2.GL_LINEAR_ATTENUATION, linearAttenuation);
103          gl.glLightf(light_ID, GL2.GL_QUADRATIC_ATTENUATION, quadraticAttenuation
                 );
104          }
105
106        if (enable)
107          gl.glEnable(light_ID);
108        else
109          gl.glDisable(light_ID);
110      }
111
112    /*_____________________________________________________________*/
113    /** Setter de l'ID de la source lumineuse dans OpenGL
114     * @param lightID
115     */
```

```
116   private void setLightID(int lightID){
117     // TODO Auto-generated method stub
118     this.lightID = lightID;
119   }
120
121   /*-------------------------------------------------------------*/
122   /** accesseur de l'ID de la source lumineuse
123    * @return l'ID de la source lumineuse
124    */
125   public int getLightID() {
126     // TODO Auto-generated method stub
127     return lightID;
128   }
129
130   /*-------------------------------------------------------------*/
131   /*-------------------------------------------------------------*/
132   /** Applique une rotation sur la matrice modelTransform.
133    * Multiplication à droite : la rotation est appliquée en premier
134    * @param axis axe de rotation
135    * @param angle angle de rotation
136    */
137   public void rotate(Vector3D axis, float angle){
138     transform = Matrix3D.product(transform, Matrix3D.rotationMatrix(axis, angle)
          );
139   }
140
141   /*-------------------------------------------------------------*/
142   /** Applique une translation sur la matrice modelTransform.
143    * Multiplication à droite : la translation est appliquée en premier
144    * @param v vecteur de translation
145    */
146   public void translate(Vector3D v){
147     transform = Matrix3D.product(transform, Matrix3D.translationMatrix(v));
148   }
149
150   /*-------------------------------------------------------------*/
151   /** Applique un changement d'échelle sur la matrice modelTransform.
152    * Multiplication à droite : le changement d'échelle est appliqué en premier
153    * @param v trois coeffs de changement d'échelle sur les trois axes
154    */
155   public void scale(Vector3D v){
156     transform = Matrix3D.product(transform, Matrix3D.scaleMatrix(v));
157   }
158
159   /*-------------------------------------------------------------*/
160   /** Applique une transformation affine sur la matrice modelTransform.
161    * Multiplication à droite : la transformation affine en question est
          appliquée en premier
162    * @param mat matrice en coordonnées homogènes de la transformation
163    */
164   public void transform(Matrix3D mat){
165     transform = Matrix3D.product(transform, mat);
166   }
167
168   /*-------------------------------------------------------------*/
169   /** Redéfinit la position pour lui faire subir la transformation ModelView
```

```
      courante
170    * @param gl
171    */
172   public void resetPosition() {
173     GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
174
175     // TODO Auto-generated method stub
176       gl.glMatrixMode(GL2.GL_MODELVIEW);
177       gl.glPushMatrix();
178         transform.multiply(gl, GL2.GL_MODELVIEW);
179         gl.glLightfv(getLightID(), GL2.GL_POSITION, position.getHomogeneousCoord
              (), 0);
180       gl.glPopMatrix();
181   }
182 }
```

3.5 Exemple d'application

Cette fois toutes les données de la scène, y compris les objets et les paramètres de l'animation, sont contenus dans le modèle, conformément au pattern MVC strict.

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/ctrl/AnimationTimer3.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package ctrl;
5
6  import java.util.Timer;
7  import java.util.TimerTask;
8
9  import swingView.GLDisplayEx3;
10
11 /**
12  * @author remy
13  *
14  */
15
16 /*_____________________________________________________________*/
17 /** Classe contenant le timer utilisé pour les animations.
18  * suit le pattern du singleton.
19  */
20
21 public class AnimationTimer3 {
22
23 /** Timer utilisé pour la démo. */
24 Timer timer;
25 /** booléen indiquant si le time est en cours ou a été annulé */
26 boolean isRunning=false;
27
28 /** Référence sur l'unique instance de DemoTimer suivant le pattern du singleton
       .
29 */
30 public static AnimationTimer3 instance=null;
31
```

```
32 /*_____________________________________________________________*/
33 /** Constructeur créant un timer (qui n'a aucune tâche programmée).
34  */
35 private AnimationTimer3()
36 {
37         timer = new Timer();
38         isRunning=false;
39 }
40
41 /*_____________________________________________________________*/
42 /** Programme une exécution de UpdateAnimation.run()
43  * @param miliseconds intervalle en milisecondes entre deux appels de
       UpdateAnimation.run()
44  * @param glDisplay GLDisplay pour l'affichage
45  */
46 public void start(long miliseconds, GLDisplayEx3 glDisplay)
47 {
48         if (!isRunning){
49                 isRunning=true;
50                 timer.schedule(new UpdateAnimation(glDisplay), 500, miliseconds)
                       ;
51         }
52 }
53
54 /*_____________________________________________________________*/
55 /** Annulation des tâches programmées.
56  */
57 public void cancel()
58 {
59         if (isRunning)
60         {
61                 isRunning=false;
62                 timer.cancel();
63                 timer= new Timer();
64         }
65 }
66
67 /*_____________________________________________________________*/
68 /** Retourne l'unique instance de AnimationTimer suivant le pattern du singleton
       .
69  * @return l'unique instance de AnimationTimer.
70  */
71 public static AnimationTimer3 getInstance()
72 {
73         if (instance==null)
74                 instance = new AnimationTimer3();
75         return instance;
76 }
77
78 /*_____________________________________________________________*/
79 /** Classe de tâche du timer
80  * @see Timer
81  * @see TimerTask
82  */
83 class UpdateAnimation extends TimerTask {
84 /** Modèle de données à mettre à jour lors d'un évennement timer */
```

```
85    private GLDisplayEx3 glDisplay;
86  /*-------------------------------------------------------------*/
87  /**
88   * @param glDisplay GLDisplay pour l'affichage
89   */
90  public UpdateAnimation(GLDisplayEx3 glDisplay)
91  {
92          this.glDisplay = glDisplay;
93  }
94  /** fonction exécutée lors d'un évenement timer() */
95  public void run() {
96    glDisplay.stepForward();
97  }
98  }
99  }
```

L'animation est cette fois gérée avec un `animator`, une classe spécialisée de JOGL qui raffraîchit la vue à intervalle régulier. L'animator doit être démaré avant le début de l'animation.

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/app/AppFrm3.java

```
1   /**
2    *
3    */
4   package app;
5
6   import javax.swing.JFrame;
7
8   import javax.media.opengl.awt.GLCanvas;
9   import swingView.GLDisplayEx3;
10
11  import mdl.AppMdl3;
12
13  import com.jogamp.opengl.util.FPSAnimator;
14
15  import ctrl.AnimationTimer3;
16  import ctrl.CtrlMouse3;
17
18  /** Fenêtre principale de l'application
19   * Crée toutes les données et instances de classes de l'application et la vue.
20   */
21  public class AppFrm3 extends JFrame {
22
23    /**
24     * serialVersionUID (sert pour la serialisation, obligatoire pour une JFrame
25     */
26    private static final long serialVersionUID = 9167791876718956063L;
27
28    /** Canvas, c'est le composant utilisé pour dessiner avec JOGL */
29    private static GLCanvas canvas=null;
30
31
32    /** Animator pour une gestion du raffraîchissement de la vue périodique*/
33    final FPSAnimator animator;
34
35    /**
36     * @param args non utilisé
```

```
37     */
38    public static void main(String[] args) {
39      // TODO Auto-generated method stub
40
41      AppFrm3 frame = new AppFrm3();
42      frame.setVisible(true);
43      frame.startAnimator();
44    }
45
46    /*-------------------------------------------------------------*/
47    /** permet d'accéder au canvas
48     * @return le canvas de la vue
49     */
50    public static GLCanvas getCanvas(){
51      return canvas;
52    }
53    /*-------------------------------------------------------------*/
54    /** Constructeur de la vue. Crée les instances du modèle, du contrôleur,
          démarre le timer, etc...
55     */
56    public AppFrm3() {
57      // TODO Auto-generated constructor stub
58      canvas = new GLCanvas();
59      setSize(500, 500);
60      AppMdl3 mdl = new AppMdl3();
61      GLDisplayEx3 glDisplayEx3 = new GLDisplayEx3(canvas, mdl);
62      canvas.addGLEventListener(glDisplayEx3);
63      animator = new FPSAnimator(canvas, 30);
64      MyWindowAdapter3 winAdapt = new MyWindowAdapter3(animator);
65      addWindowListener(winAdapt);
66      add(canvas);
67      CtrlMouse3 ctrl = new CtrlMouse3(mdl);
68      canvas.addMouseMotionListener(ctrl);
69      canvas.addMouseListener(ctrl);
70      AnimationTimer3.getInstance().start(15, glDisplayEx3);
71          JFrame.setDefaultLookAndFeelDecorated(true);
72    }
73
74    /*-------------------------------------------------------------*/
75    /** Méthode qui démarre l'animator (appelée si withAnimator==true).
76     */
77    private void startAnimator() {
78      // TODO Auto-generated method stub
79      animator.start();
80    }
81  }
```

L'animator doit être arrété à la fin de l'application (ou éventuellement à la fin de l'animation pour éviter un gaspillage de ressources).

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/app/MyWindowAdapter3.java

```
1  package app;
2  /**
3   *
4   */
5
```

```
6
7  import java.awt.event.WindowAdapter;
8  import java.awt.event.WindowEvent;
9
10 import com.jogamp.opengl.util.FPSAnimator;
11
12 /**
13  * @author remy
14  */
15  /**
16  * Classe définissant la réaction de l'application aux évennements de fenêtre (
       comme la fermeture de la fenêtre)
17  */
18 public class MyWindowAdapter3 extends WindowAdapter {
19
20   /** Référence vers l'animator de la vue (qui doit être stoppé avant de
       terminer l'application) */
21   FPSAnimator animator;
22
23   /** Constructeur initialisant l'animator
24    * @param animator l'animator de la vue
25    *  */
26   public MyWindowAdapter3(FPSAnimator animator) {
27     // TODO Auto-generated constructor stub
28     this.animator = animator;
29   }
30
31   /** Termine l'application après avoir stoppé l'animator (si gestion avec un
       animator) */
32   @Override
33   public void windowClosing(WindowEvent e) {
34     // TODO Auto-generated method stub
35     new Thread(new Runnable() {
36
37             public void run() {
38               animator.stop();
39                 System.exit(0);
40             }
41         }).start();
42   }
43
44 }
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/ctrl/CtrlMouse3.java

```
1  package ctrl;
2
3  import java.awt.event.MouseEvent;
4  import java.awt.event.MouseListener;
5  import java.awt.event.MouseMotionListener;
6
7  import mdl.AppMdl3;
8
9  /*-------------------------------------------------------------*/
10 /** Contrôleur de l'application (voir pattern MVC)
11  * Réceptionne les évennements souris (AWT) et modifie le modèle en conséquence
```

```
12  */
13 public class CtrlMouse3 implements MouseListener, MouseMotionListener {
14
15   /** Modèle contenant les données de l'application */
16   private AppMdl3 mdl;
17
18   /** ID des bouttons de la souris (indices dans le tableau buttonPressed) */
19   public final static int LEFT_BTN=0;
20   /** ID des bouttons de la souris (indices dans le tableau buttonPressed) */
21   public final static int MIDDLE_BTN=1;
22   /** ID des bouttons de la souris (indices dans le tableau buttonPressed) */
23   public final static int RIGHT_BTN=2;
24
25   /** Tableau indiquant l'état des bouttons de la souris (vrai si boutton
       enfoncé */
26   private boolean buttonPressed[] = {false, false, false};
27
28   /*_____________________________________________________________*/
29   /** Constructeur initialisant le modèle
30    * @param mdl Modèle contenant les données de l'application
31    */
32   public CtrlMouse3(AppMdl3 mdl) {
33     // TODO Auto-generated constructor stub
34     this.mdl = mdl;
35   }
36
37   /** Appelé lors d'un click de souris */
38   @Override
39   public void mouseClicked(MouseEvent arg0) {
40     // TODO Auto-generated method stub
41     System.err.println("MouseClicked");
42   }
43
44   /** Appelé lorsque la souris entre dans un composant */
45   @Override
46   public void mouseEntered(MouseEvent arg0) {
47     // TODO Auto-generated method stub
48     System.err.println("MouseEntered");
49
50   }
51
52   /** Appelé lorsque la souris sort d'un un composant */
53   @Override
54   public void mouseExited(MouseEvent arg0) {
55     // TODO Auto-generated method stub
56
57   }
58
59   /** Appelé lorsqu'on enfonce un bouton */
60   @Override
61   public void mousePressed(MouseEvent arg0) {
62     // TODO Auto-generated method stub
63
64     System.err.println("MousePressed␣("+arg0.getX()+",␣"+arg0.getY()+")");
65     if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON1)
66       buttonPressed[LEFT_BTN] = true;
```

```
67      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON2)
68        buttonPressed[MIDDLE_BTN] = true;
69      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON3)
70        buttonPressed[RIGHT_BTN] = true;
71
72      mdl.setMouseX(arg0.getX());
73      mdl.setMouseY(arg0.getY());
74    }
75
76    /** appelé lorsqu'on libére un bouton */
77    @Override
78    public void mouseReleased(MouseEvent arg0) {
79      // TODO Auto-generated method stub
80      System.err.println("MouseReleased");
81      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON1)
82        buttonPressed[LEFT_BTN] = false;
83      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON2)
84        buttonPressed[MIDDLE_BTN] = false;
85      if (arg0.getButton()== MouseEvent.BUTTON3)
86        buttonPressed[RIGHT_BTN] = false;
87    }
88
89    /** appelé lorsque la souris a un bouton enfoncé et est déplacée */
90    @Override
91    public void mouseDragged(MouseEvent e) {
92      // TODO Auto-generated method stub
93      System.err.println("MouseDragged ("+e.getX()+", "+e.getY()+")");
94      mdl.moveDragged(e.getX(), e.getY(), buttonPressed);
95    }
96
97    /** appelé lorsque la souris se déplace sans aucun bouton enfoncé */
98    @Override
99    public void mouseMoved(MouseEvent e) {
100     // TODO Auto-generated method stub
101     System.err.println("MouseMoved");
102 //    mdl.moveMouse(e.getX(), e.getY(), buttonPressed);
103
104   }
105
106 }
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/mdl/AppMdl3.java

```
1  /**
2   *
3   */
4  package mdl;
5
6  import geometry.Objet3D;
7
8  import shading.PointLightSource;
9  import view3D.Camera;
10
11 import ctrl.CtrlMouse3;
12
13 /**
```

```
14  * @author remy
15  *
16  */
17 public class AppMdl3{
18
19   /** Angle Twist utilisé pour l'interface de visualisation à la souris */
20   private float angleTwist;
21   /** Angle Elevation utilisé pour l'interface de visualisation à la souris */
22   private float angleElevation;
23   /** Angle Azimith utilisé pour l'interface de visualisation à la souris */
24   private float angleAzimuth;
25   /** Distance au centre utilisée pour l'interface de visualisation à la souris
         */
26   private float distance;
27
28   /** précédente position X de la souris */
29   private int mouseX;
30   /** précédente position Y de la souris */
31   private int mouseY;
32
33   /** vitesse de l'effet de la souris */
34   float vitesse;
35
36   /** Paramètre incrémenté par le timer pour l'animation */
37   int parametreAnimation=0;
38
39
40    /** objet à afficher */
41    Objet3D objet;
42
43   /** Caméra */
44    Camera camera;
45
46    /** source lumineuse 0 */
47    PointLightSource light0;
48    /** source lumineuse 1 */
49    PointLightSource light1;
50    /** source lumineuse 2 */
51    PointLightSource light2;
52
53   /*-----------------------------------------------------------------*/
54   /** accesseur
55    * @return la source lumineuse numéro 0
56    */
57   public PointLightSource getLight0()
58   {
59     return light0;
60   }
61
62   /*-----------------------------------------------------------------*/
63   /** setter
64    * @param light0 la source lumineuse numéro 0 à utiliser
65    */
66   public void setLight0(PointLightSource light0)
67   {
68     this.light0 = light0;
```

```
69    }
70
71    /*-------------------------------------------------------------------*/
72    /** accesseur
73     * @return la source lumineuse numéro 1
74     */
75    public PointLightSource getLight1()
76    {
77      return light1;
78    }
79
80    /*-------------------------------------------------------------------*/
81    /** setter
82     * @param light1 la source lumineuse numéro 1 à utiliser
83     */
84    public void setLight1(PointLightSource light1)
85    {
86      this.light1 = light1;
87    }
88
89    /*-------------------------------------------------------------------*/
90    /** accesseur
91     * @return la source lumineuse numéro 2
92     */
93    public PointLightSource getLight2()
94    {
95      return light2;
96    }
97
98    /*-------------------------------------------------------------------*/
99    /** setter
100    * @param light2 la source lumineuse numéro 2 à utiliser
101    */
102   public void setLight2(PointLightSource light2)
103   {
104     this.light2 = light2;
105   }
106
107   /*-------------------------------------------------------------------*/
108   /** accesseur
109    * @return la caméra
110    */
111   public Camera getCamera()
112   {
113     return camera;
114   }
115
116   /*-------------------------------------------------------------------*/
117   /** setter
118    * @param camera la caméra à utiliser
119    */
120   public void setCamera(Camera camera)
121   {
122     this.camera = camera;
123   }
124
```

```
125   /*-------------------------------------------------------------*/
126   /** accesseur
127    * @return l'objet 3D utilisé pour l'application
128    */
129   public Objet3D getObjet()
130   {
131     return objet;
132   }
133
134   /*-------------------------------------------------------------*/
135   /** setter
136    * @param objet l'Objet3D à utiliser pour l'application
137    */
138   public void setObjet(Objet3D objet)
139   {
140     this.objet = objet;
141   }
142
143   /*-------------------------------------------------------------*/
144   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de distance
145    * @return la valeur du champs distance
146    */
147   public float getDistance() {
148     return distance;
149   }
150
151   /*-------------------------------------------------------------*/
152   /** Permet de fixer la valeur du champs distance
153    * @param distance
154    */
155   public void setDistance(float distance) {
156     this.distance = distance;
157   }
158
159   /*-------------------------------------------------------------*/
160   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de vitesse
161    * @return la valeur du champs vitesse
162    */
163   public float getVitesse() {
164     return vitesse;
165   }
166
167   /*-------------------------------------------------------------*/
168   /** Permet de fixer la valeur du champs vitesse
169    * @param vitesse
170    */
171   public void setVitesse(float vitesse) {
172     this.vitesse = vitesse;
173   }
174
175   /*-------------------------------------------------------------*/
176   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de l'angle twist
177    * @return la valeur du champs angleTwist
178    */
179   public float getAngleTwist() {
180     return angleTwist;
```

```
181     }
182
183     /*-------------------------------------------------------------------*/
184     /** Permet de fixer la valeur du champs angleTwist
185      * @param angleTwist
186      */
187     public void setAngleTwist(float angleTwist) {
188       this.angleTwist = angleTwist;
189     }
190
191     /*-------------------------------------------------------------------*/
192     /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de l'angle Elevation
193      * @return la valeur du champs angleElevation
194      */
195     public float getAngleElevation() {
196       return angleElevation;
197     }
198
199     /*-------------------------------------------------------------------*/
200     /** Permet de fixer la valeur du champs angleElevation
201      * @param angleElevation
202      */
203     public void setAngleElevation(float angleElevation) {
204       this.angleElevation = angleElevation;
205     }
206
207     /*-------------------------------------------------------------------*/
208     /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de l'angle Azimuth
209      * @return la valeur de angleAzimuth
210      */
211     public float getAngleAzimuth() {
212       return angleAzimuth;
213     }
214
215     /*-------------------------------------------------------------------*/
216     /** Permet de fixer la valeur du champs angleAzimuth
217      * @param angleAzimuth
218      */
219     public void setAngleAzimuth(float angleAzimuth) {
220       this.angleAzimuth = angleAzimuth;
221     }
222
223     /*-------------------------------------------------------------------*/
224     /** Accesseur permet d'obtenir la valeur du champs parametreAnimation
225      * @return la valeur du champs parametreAnimation
226      */
227     public int getParametreAnimation() {
228       return parametreAnimation;
229     }
230
231     /*-------------------------------------------------------------------*/
232     /** Permet de fixer la valeur du champs parametreAnimation
233      * @param parametreAnimation
234      */
235     public void setParametreAnimation(int parametreAnimation) {
236       this.parametreAnimation = parametreAnimation;
```

```
237   }
238
239   /*_____________________________________________________________*/
240   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de la coordonnée x de la souris
241    * @return la valeur du champs mouseX
242    */
243   public int getMouseX() {
244     return mouseX;
245   }
246
247   /*_____________________________________________________________*/
248   /** Permet de fixer la valeur du champs mouseX
249    * @param mouseX
250    */
251   public void setMouseX(int mouseX) {
252     this.mouseX = mouseX;
253   }
254
255   /*_____________________________________________________________*/
256   /** Accesseur permet d'obtenir la valeur de la coordonnée y de la souris
257    * @return la valeur du champs mouseY
258    */
259   public int getMouseY() {
260     return mouseY;
261   }
262
263   /*_____________________________________________________________*/
264   /** Permet de fixer la valeur du champs mouseY
265    * @param mouseY
266    */
267   public void setMouseY(int mouseY) {
268     this.mouseY = mouseY;
269   }
270
271   /*_____________________________________________________________*/
272   /** Méthode appelée par le contrôleur lorsque la souris se déplace avec un
        boutton enfoncé
273    * @param newMouseX nouvelle coordonnée X de la souris
274    * @param newMouseY nouvelle coordonnée Y de la souris
275    * @param buttonPressed tableau indiquant l'état des bouttons
276    */
277   public void moveDragged(int newMouseX, int newMouseY, boolean buttonPressed[])
        {
278       if (buttonPressed[CtrlMouse3.LEFT_BTN] || buttonPressed[CtrlMouse3.
            MIDDLE_BTN])
279         {
280         System.err.println("Modif␣de␣elevation␣et␣azimuth");
281         camera.mouseDragged(newMouseX-mouseX, newMouseY-mouseY, buttonPressed);
282         }
283
284           if (buttonPressed[CtrlMouse3.LEFT_BTN]||buttonPressed[CtrlMouse3.
                MIDDLE_BTN])
285       {
286             mouseX = newMouseX;
287
288             mouseY = newMouseY;
```

```
289         }
290     }
291
292     /*-------------------------------------------------------------------*/
293     /** Constructeur initialisant les angles, distances, vitesse, etc...
294      */
295     public AppMdl3()
296     {
297       setAngleTwist(0.0f);
298       setAngleElevation(30.0f);
299       setAngleAzimuth(-60.0f);
300
301       setVitesse(1);
302       setDistance(30);
303
304       setMouseX(0);
305       setMouseY(0);
306
307
308     }
309
310     /*-------------------------------------------------------------------*/
311     /** Méthode faisant avancer l'animation et appelée régulièrement par la
            méthode run du TimerTask
312      */
313     public void stepForward() {
314       // TODO Auto-generated method stub
315       parametreAnimation += vitesse;
316       if (parametreAnimation >= 360)
317         parametreAnimation-=360;
318     }
319 }
```

exemplesLatex/CoursJOGL3/src/swingView/GLDisplayEx3.java

```
1  package swingView;
2
3  import geometry.Objet3D;
4  import geometry.Sphere;
5
6  import javax.media.opengl.*;
7  import javax.media.opengl.awt.GLCanvas;
8
9  import mdl.AppMdl3;
10
11 import shading.Material;
12 import shading.PointLightSource;
13 import view3D.CameraCentrale;
14 import view3D.Vector3D;
15
16 /**
17  * Classe gérant les évennements d'affichage OpenGL (mais pas la GLUT)
18  *
19  */
20 public class GLDisplayEx3 implements GLEventListener{
21
```

```
22  /** modèle de données à afficher */
23  AppMdl3 mdl;
24
25   /** référence du GLCanvas */
26   GLCanvas drawable;
27
28   /**
29    * Constructeur mémorisant le canvas
30    * @param glDrawable
31   * @param mdl le modèle à afficher
32    */
33   public GLDisplayEx3(GLAutoDrawable glDrawable, AppMdl3 mdl){
34     this.drawable=(GLCanvas)glDrawable;
35     this.mdl=mdl;
36   }
37
38  /** Méthode d'affichage (appelée lors d'un appel explicite au repaint() du
        canvas ou par l'animator)
39  * pour raffraichir la vue. Contient tout le code d'affichage
40  */
41  @Override
42  public void display(GLAutoDrawable glDrawable) {
43    // TODO Auto-generated method stub
44      final GL2 gl = glDrawable.getGL().getGL2();
45      gl.glClear(GL2.GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL2.GL_DEPTH_BUFFER_BIT);
46      gl.glMatrixMode(GL2.GL_MODELVIEW);
47      // On ne refait pas le changement de repère de la caméra à chaque fois
48      // elle est sélectionnée une fois pour toutes
49
50      mdl.getCamera().select();
51
52      // light2 dans le repère du monde
53      mdl.getLight2().resetPosition();
54
55      // rotation pour l'animation
56    gl.glRotatef(mdl.getVitesse()*mdl.getParametreAnimation(), 0,1,0);
57    // light1 sur l'axe des z du repère de la sphère texturée
58    mdl.getLight1().resetPosition();
59     // affichage de l'objet
60    mdl.getObjet().display();
61      gl.glFlush();
62  }
63
64  /** méthode appelée par le timer et faisant avancer l'animation */
65  public void stepForward() {
66    // TODO Auto-generated method stub
67    mdl.setParametreAnimation(mdl.getParametreAnimation()+1);
68    if (mdl.getVitesse()*mdl.getParametreAnimation()>=360)
69      mdl.setParametreAnimation(0);
70    drawable.repaint();
71  }
72
73  /** Appelé lors de l'initialisation de la vue. Définir le ViewPoint et la
        projection en perspective */
74  @Override
75  public void init(GLAutoDrawable glDrawable) {
```

```
76      // TODO Auto-generated method stub
77        final GL2 gl = glDrawable.getGL().getGL2();
78
79
80        gl.glColor3f(0.0f, 0.0f, 0.0f);
81        gl.glLineWidth(1);
82
83          ////////////////////////////////////////////////////////////////////
84           // créaion des sources lumineuses
85          // light0 sur l'axe des z du repère de la caméra
86          mdl.setLight0(new PointLightSource(0f, 0f, 300f,  // position
87                                     Material.getQuadruple(0.6f, 0.6f, 0.6f, 1f),
                                           // diffuse
88                                     Material.getQuadruple(0.5f, 0.5f, 0.5f, 1f)
                                           // specular
89                                     ));
90          // light0 dans le repère de la caméra
91          mdl.getLight0().activate(GL2.GL_LIGHT0, true);
92
93          // light1 sur l'axe des z du repère de la sphère texturée
94          mdl.setLight1(new PointLightSource(0f, 0f, -300f,  // position
95                         Material.getQuadruple(0.3f, 0.3f, 0.3f, 1f),  // diffuse
96                         Material.getQuadruple(0.5f, 0.5f, 0.5f, 1f) // specular
97                                     ));
98          mdl.getLight1().activate(GL2.GL_LIGHT1, true);
99          // light2 sur l'axe à 45 degrés entre l'axe des x et l'axe des y du
               repère du monde
100         mdl.setLight2(new PointLightSource(300f, -300f, 0f,  // position
101                        Material.getQuadruple(0.3f, 0.3f, 0.3f, 1f),  // diffuse
102                        Material.getQuadruple(0.5f, 0.5f, 0.5f, 1f) // specular
103                                    ));
104         mdl.getLight2().activate(GL2.GL_LIGHT2, true);
105
106         ////////////////////////////////////////////////////////////////////
107         // Création d'une sphère texturée
108         Vector3D axisRotation = new Vector3D(0f,0f,1f);
109         Vector3D vScale = new Vector3D(1f,1f,1f);
110         Vector3D vTranslate = new Vector3D(0f,0f,0f);
111         Objet3D objet = new Sphere(5, 65, 50, axisRotation, 0, vScale,
               vTranslate,
112             Material.getQuadruple(0.2f, 0.2f, 0.2f, 0.2f),
113             Material.getQuadruple(1f, 1f, 1f, 1f),
114             Material.getQuadruple(0.4f, 0.4f, 0.4f, 1f),
115             128f,
116             "fichiersTextures/textthe.png");
117         mdl.setObjet(objet);
118
119         initViewPortProjectionandLight(glDrawable, 0, 0, 500, 500);
120
121     }
122
123     /** Appelé lors d'un redimentionnement de la fenêtre.
124      * Définir le ViewPoint et la projection en perspective
125      */
126     @Override
127     public void reshape(GLAutoDrawable glDrawable, int x, int y, int width,
```

```
128         int height) {
129       // TODO Auto-generated method stub
130       initViewPortProjectionandLight(glDrawable, x, y, width, height);
131     }
132
133     /** Méthode d'initialisation de la scène, création des objets, des sources
          lumineuses...
134      * @param glDrawable référence du GLCanvas
135      * @param x non utilisé
136      * @param y non utilisé
137      * @param width largeur de la fenêtre graphique
138      * @param height hauteur de la fenêtre graphique
139      */
140     private void initViewPortProjectionandLight(GLAutoDrawable glDrawable, int x,
          int y, int width,
141         int height){
142         final GL2 gl = drawable.getGL().getGL2();
143
144         ////////////////////////////////////////////////////////////////////
145         // initialisation des caractéristiques de la scène (limière ambiante,
              Shade Model,...
146         gl.glClearColor(1.0f, 1.0f, 1.0f, 0.0f);
147
148         float model_ambient[] =
149         { 0.2f, 0.2f, 0.2f, 1.0f };
150         gl.glLightModelfv(GL2.GL_LIGHT_MODEL_AMBIENT, model_ambient, 0);
151
152         gl.glEnable(GL2.GL_LIGHTING);
153         gl.glEnable(GL2.GL_DEPTH_TEST);
154         gl.glShadeModel(GL2.GL_SMOOTH);
155
156         ////////////////////////////////////////////////////////////////////
157         // réinitialisation du ModelView et du ViewPort
158         gl.glMatrixMode(GL2.GL_MODELVIEW);
159         gl.glLoadIdentity();
160
161         gl.glViewport(0,0,width,height);
162
163         ////////////////////////////////////////////////////////////////////
164         // Création d'une caméra
165         mdl.setCamera(new CameraCentrale(45.0, (double)width/(double)height, 0.1,
              5000.0,10,10,10,0,0,0,0,0,1));
166         //mdl.setCamera(new CameraNavigation(45.0, (double)width/(double)height,
              0.1, 5000.0,10,10,10,0,0,0,0,0,1));
167         mdl.getCamera().gluLookAt(10,10,20,0,0,0,0,1,0);
168
169
170     }
171
172     @Override
173     public void dispose(GLAutoDrawable arg0) {
174       // TODO Auto-generated method stub
175
176     }
177
178 }
```

Chapitre 4

Graphe de scène

4.1 Définition du graphe de scène

Le graphe de scène est une représentation hiérarchique des éléments d'une scène 3D virtuelle. Cette représentation est une arborescence où chaque noeud représente une transformation géométrique (à appliquer à tout le sous-arbre des descendants du noeud) et une liste de noeuds fils qui peuvent être soit des noeuds similaires, soit des feuilles, à savoir des objets 3D simples (boîtes, sphères, maillages, etc.). Cette structure permet de représenter commodément des ensembles d'objets dont la position est définie relativement aux autres objets. Voici la classe *Java* permettant de représenter le graphe de scène :

exemplesLatex/CoursJOGL4/src/mdl/SceneGraphNode.java

```
1  package mdl;
2
3  import geometry.Objet3D;
4
5  import java.util.LinkedList;
6  import java.util.List;
7
8  import javax.media.opengl.GL2;
9  import javax.media.opengl.GLContext;
10
11 import view3D.Vector3D;
12
13 /**
14  * @author remy
15  * Classe pour représenter une hiérarchie d'objets.
16  * Chaque noeud comprend une transformation géométrique (via l'héritage
17  * d'Objet3D), et une liste d'Objet3D fils, pouvant éventuellement être
18  * du même type SceneGraphNode ou des objets simples (boîte, sphere,
19  * maillage, etc.).
20  */
21 public class SceneGraphNode extends Objet3D {
22
23   /**
24    * Liste d'objets
25    */
26   protected List<Objet3D> listeObjets;
27
28   /**
```

```
29      * Constructeur comportant la transformation géométrique et
30      * le contexte
31      * @param axisRotation vecteur directeur de l'axe de rotation
32      * @param angle angle de rotation
33      * @param vScale facteurs de changement d'échelle
34      * @param vTranslate vecteur de translation
35      * @param gl contexte opengl
36      */
37     public SceneGraphNode(Vector3D axisRotation, float angle, Vector3D vScale,
38         Vector3D vTranslate) {
39       super(axisRotation, angle, vScale, vTranslate, null);
40       // TODO Auto-generated constructor stub
41       listeObjets = new LinkedList<Objet3D>();
42     }
43
44     /**
45      * Ajout d'un objet dans la liste des fils
46      * @param obj
47      */
48     public void addChild(Objet3D obj){
49       listeObjets.add(obj);
50     }
51
52     /**
53      * Méthode d'affichage par un parcours récursif de l'arbre
54      */
55     @Override
56     public void display() {
57       // TODO Auto-generated method stub
58       GL2 gl = GLContext.getCurrentGL().getGL2();
59       gl.glPushMatrix();
60       super.display();
61       for (Objet3D obj : listeObjets){
62         obj.display();
63       }
64       gl.glPopMatrix();
65     }
66 }
```

4.2 L'exemple d'un robot

Considérons le robot représenté sur la figure 4.1. La hiérarchie d'objets correspondant à ce robot peut être représentée (en simplifiant) comme sur la figure 4.2

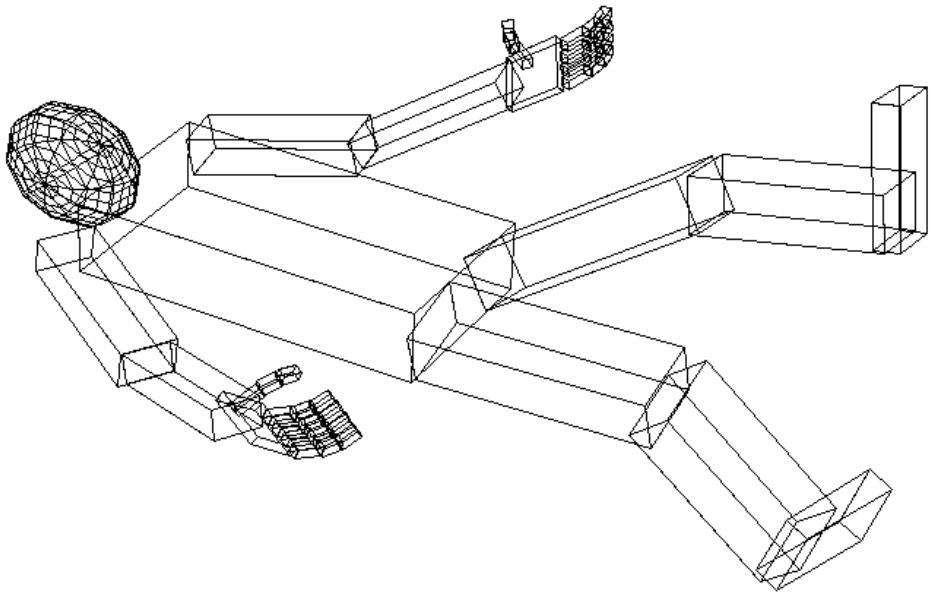


FIGURE 4.1 : Exemple de robot construit et dessiné avec *OpenGL*

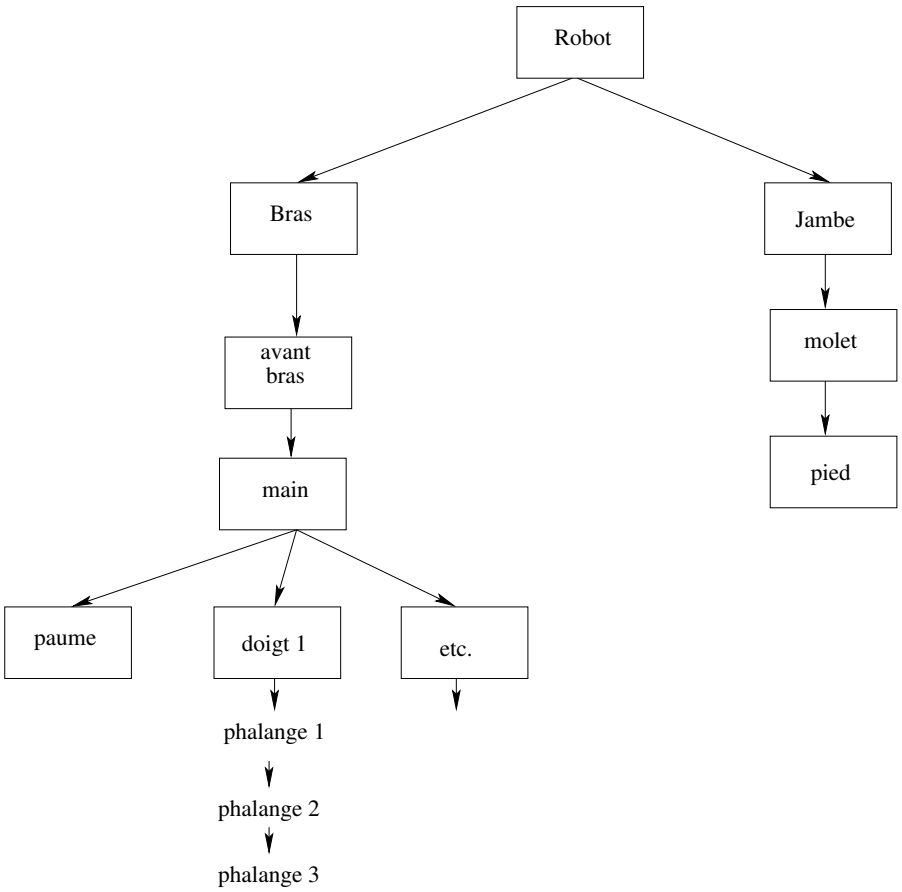


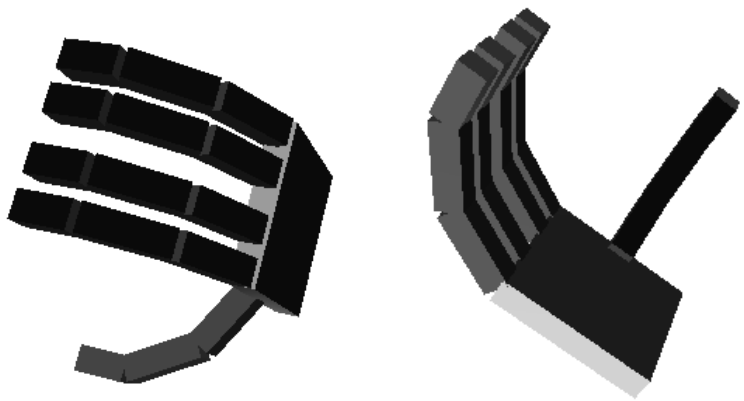
FIGURE 4.2 : Exemple de robot construit et dessiné avec *OpenGL*

Voyons maintenant le code de construction du sous-arbre de cette hiérarchie correspondant à une main (voir la figure 4.2). Tous les angles sont paramétrables.

Voyons tout d'abord comment représenter une phalange.

exemplesLatex/CoursJOGL4/src/robot/Phalange.java

```
1  package robot;
2
3  import shading.Material;
4  import view3D.Vector3D;
5  import geometry.Boite;
6  import geometry.Objet3D;
7  import mdl.SceneGraphNode;
8
9  /**
10  *
11  * @author remy
12  * Classe représentant une phalange de la main d'un robot comme Objet3D.
13  */
14 public class Phalange extends SceneGraphNode {
15   float angleDoigt;
16
17   public Phalange(float angleDoigt, Vector3D vTranslate, float longueur) {
18     super(new Vector3D(0f, 1f, 0f), angleDoigt, new Vector3D(1f, 1f, 1f),
         vTranslate);
19     this.angleDoigt=angleDoigt;
20
21     Objet3D phal = new Boite(-0.0f, longueur, -0.5f, 0.5f, -0.5f, 0.5f,
22           new Vector3D(0f, 0f, 1f), 0f, new Vector3D(1f,1f,1f),
23           new Vector3D(), Material.getQuadruple(0.2f, 0.2f, 0.2f, 1f),
24             Material.getQuadruple(0.4f, 0.4f, 0.4f, 1f),
25             Material.getQuadruple(0.2f, 0.2f, 0.2f, 1f),
26             10f,null);
27
28     addChild(phal);
29   }
30 }
```



(a) vue 1 (b) vue 2

FIGURE 4.3 : La main d'un robot construite par le code ci-dessous

Voyons maintenant comment représenter un doigt constitué de trois phalanges.

exemplesLatex/CoursJOGL4/src/robot/Doigt.java

```
1  package robot;
2
3  import view3D.Vector3D;
4  import geometry.Objet3D;
5  import mdl.SceneGraphNode;
6  /**
7   *
8   * @author remy
9   * Classe représentant un doigt d'un Robot comme un Objet3D.
10  */
11 public class Doigt extends SceneGraphNode {
12
13
14   public Doigt(float angleDoigt, Vector3D axisRotation, float angle,
15       Vector3D vTranslate)
16   {
17     super(axisRotation, angle, new Vector3D(1f, 1f, 1f), vTranslate);
18     // TODO Auto-generated method stub
19     Objet3D phal1 = new Phalange(angleDoigt, new Vector3D(3f, 0f, 0f), 2f);
20     SceneGraphNode phal2 =  new Phalange(angleDoigt, new Vector3D(3f, 0f, 0f), 3
         f);
21     phal2.addChild(phal1);
22     SceneGraphNode phal3 =  new Phalange(angleDoigt, new Vector3D(0f, 0f, 0f),3f
         );
23     phal3.addChild(phal2);
24     addChild(phal3);
25   }
26
27
28 }
```

Voyons enfin comment représenter la main complète.

exemplesLatex/CoursJOGL4/src/robot/Main.java

```
1  package robot;
2
3  import shading.Material;
4  import view3D.Vector3D;
5  import geometry.Boite;
6  import geometry.Objet3D;
7  import mdl.SceneGraphNode;
8
9  /**
10  *
11  * @author remy
12  * Classe représentant la main d'un Robot comme un Objet3D.
13  */
14 public class Main extends SceneGraphNode {
15
16   float anglePoignet;
17
18   public Main(float anglePoignet, float angleTwistMain, float angleDoigt,
19       Vector3D vTranslate)
```

```
20    {
21      super(new Vector3D(1f, 0f, 0f), angleTwistMain+90, new Vector3D(1f, 1f, 1f),
            vTranslate);
22      // TODO Auto-generated method stub
23      Objet3D doigt1 =  new Doigt(angleDoigt, new Vector3D(0f, 1f, 0f), 0f,
24          new Vector3D(6f, -2.5f, 0f));
25      Objet3D doigt2 = new Doigt(angleDoigt, new Vector3D(0f, 1f, 0f), 0f,
26          new Vector3D(6f, -1f, 0f));
27      Objet3D doigt3 = new Doigt(angleDoigt, new Vector3D(0f, 1f, 0f), 0f,
28          new Vector3D(6f, 1f, 0f));
29      Objet3D doigt4 = new Doigt(angleDoigt, new Vector3D(0f, 1f, 0f), 0f,
30          new Vector3D(6f, 2.5f, 0f));
31      SceneGraphNode pouce = new SceneGraphNode(new Vector3D(0f, 1f, 0f),
32          0f, new Vector3D(1f,1f,1f),
33          new Vector3D(3f, 2.5f, -0.5f));
34      Objet3D doigtPouce = new Doigt(angleDoigt, new Vector3D(0f, 0f, 1f),90f,
35          new Vector3D(0f, 0f, 0f));
36      pouce.addChild(doigtPouce);
37      Objet3D paume =  new Boite(-0f, 6f, -3f, 3f, -0.5f, 0.5f,
38          new Vector3D(0f, 0f, 1f), 0f, new Vector3D(1f,1f,1f),
39          new Vector3D(), Material.getQuadruple(0.2f, 0.2f, 0.2f, 0.2f),
40            Material.getQuadruple(1f, 1f, 1f, 1f),
41            Material.getQuadruple(0.3f, 0.3f, 0.3f, 1.0f),
42            10f,null);
43      SceneGraphNode main = new SceneGraphNode(new Vector3D(0f, 1f, 0f),
44          anglePoignet, new Vector3D(1f,1f,1f),
45          vTranslate);
46      main.addChild(paume);
47      main.addChild(doigt1);
48      main.addChild(doigt2);
49      main.addChild(doigt3);
50      main.addChild(doigt4);
51      main.addChild(pouce);
52      addChild(main);
53    }
54
55  }
```