Compte Rendu des TP 3 & 4 de Moteurs de jeux

M2 IMAGINA

Jérémy DAFFIX
Arnault LEMMEL
Fatma MILADI

https://github.com/jeremydaffix/hmin317-tp3

Compte-Rendu incomplet à l'heure du rendu Moodle.
La version terminée sera sur le git d'ici demain.

Synchronisation des fenêtres

Nous avons repris le code du TP précédent qui créait 4 instances de MainWidget avec des fréquences de rafraîchissement différentes.

Ces instances sont ensuite passées au constructeur d'un objet de type Calendar (héritant de QObject, la classe des base des objets QT, qui implémente notamment le système de Slots / Signaux) :

```
MainWidget widget1(1, 0), widget10(10, 1), widget100(100, 2), widget1000(1000, 3); // 4 fenetres

Calendar calendar(&widget1, &widget10, &widget100, &widget1000); // timer pour les saisons

widget1.show();
widget10.show();
widget100.show();
widget1000.show();
```

A noter que nous n'avons pas créé nos propres Slots / Signaux, car cela ne nous semblait pas adapté à ce qui était demandé dans le sujet, c'est à dire passer à chaque scène un message contenant directement le numéro de saison à afficher.
En effet, le système de Slots de QT permet, pour simplifier, d'abonner des méthodes à un événement donné (-> Pattern Observer). Ensuite, à chaque fois que cet événement survient, toutes les méthodes abonnées sont automatiquement appelées, avec éventuellement un paramètre propre au type d'événement (touches de clavier pressées, position de la souris, etc).
En revanche, nous avons bien utilisé l'événement timerEvent exposé par un QBasicTimer contenu dans l'objet Calendar :

```
timerSeason.start(100, this); // 1j = 100ms
```

Cet événement s'occupe d'incrémenter le compteur de jours, et, lorsqu'il est temps de changer de saison, demande à chacun des MainWidget d'afficher la saison suivante, de manière "roulante" :

```
// un jour est passé
void Calendar::timerEvent(QTimerEvent *e)
{
    // changement de saison :
    // envoi d'un message à chaque fenêtre

    if(currentDay == 92) {

        widget1->setSeason(0);
        widget2->setSeason(1);
        widget3->setSeason(2);
        widget4->setSeason(3);
    }

    else if (currentDay == 183) {

        widget1->setSeason(1);
        widget2->setSeason(2);
        widget3->setSeason(3);
        widget4->setSeason(0);
    }

    else if (currentDay == 274) {

        widget1->setSeason(2);
        widget2->setSeason(3);
        widget3->setSeason(0);
        widget4->setSeason(1);
    }

    else if (currentDay == 0) {

        widget1->setSeason(3);
        widget2->setSeason(0);
        widget3->setSeason(1);
        widget4->setSeason(2);
    }

    currentDay = (currentDay + 1) % 365; // jour + 1
```

De cette manière, chaque fenêtre fait dérouler les saisons une à une, et à un instant T, les 4 saisons sont affichées.

Simulation des changements de saison

Nous avons réutilisé le shader de coloration de sommets du TP précédent, associant une couleur à la "hauteur" de la position du pixel.

Chaque saison a un shader qui lui est dédié, et qui reprend le même principe, en faisant varier simplement les couleurs (du orange pour l'automne, beaucoup de vert pour l'été, de la neige pour l'hiver, etc).

Par exemple, voici le shader utilisé par le terrain hiver :

```
// Calculate vertex position in screen space
gl_Position = mvp_matrix * a_position;


if (a_position.z > 1.1) // neige
{
   terrain_color = vec3(1.0, 1.0, 1.0);
}

else if (a_position.z > 0.8) // neige moins blanche
{
   terrain_color = vec3(0.9, 0.9, 0.9);
}

else if (a_position.z < 0.60) // eau gelee
{
   terrain_color = vec3(0.7, 0.7, 0.85);
}

else // végétation enneigee
{
    terrain_color = vec3(0.6, 0.9, 0.6);
}
```

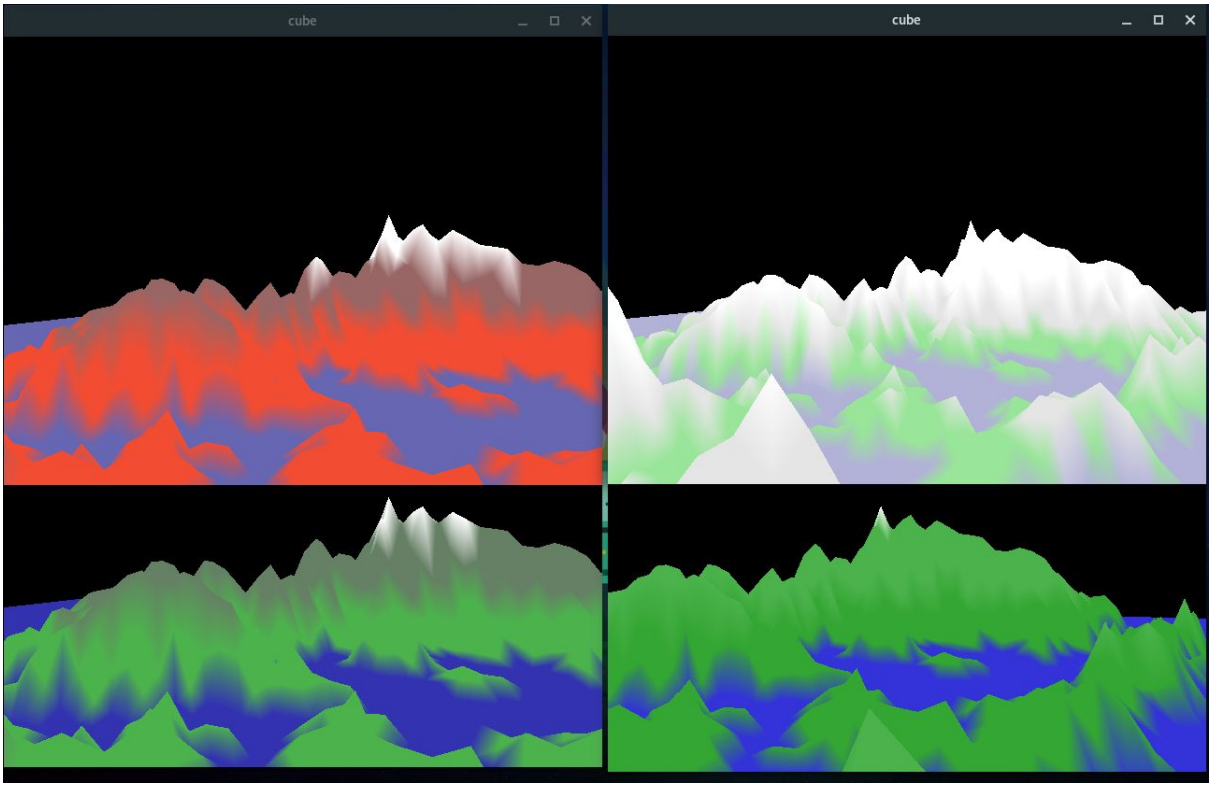
La méthode setSeason() de MainWidget se contente de changer le shader associé au terrain. Cela est rendu très simple par l'organisation de notre moteur et par son gestionnaire de scène : le terrain est un objet, et on appelle sa méthode setShader() pour définir le shader avec lequel le rendre :

```
void MainWidget::setSeason(int season)
{
    qDebug() << "Scene " << idScene << " : SEASON " << season;

    if(season == 0) terrain->setShader(&shaderTerrainWinter);
    else if(season == 1) terrain->setShader(&shaderTerrainSpring);
    else if(season == 2) terrain->setShader(&shaderTerrainSummer);
    else terrain->setShader(&shaderTerrainAutumn);

    update();
}
```

Un shader est chargé en une ligne, grâce à la méthode loadShader() :

```
// méthode pour simplifier le chargement d'un shader
 void MainWidget::loadShader(QOpenGLShaderProgram &shader, QString vpath, QString fpath)
 {
     // Compile vertex shader
     if (!shader.addShaderFromSourceFile(QOpenGLShader::Vertex, vpath))
         close();

     // Compile fragment shader
     if (!shader.addShaderFromSourceFile(QOpenGLShader::Fragment, fpath))
         close();
 }


// chargement de tous les shaders
void MainWidget::initShaders()
{
    GameScene::setCurrentNumInstance(idScene);


    loadShader(shaderDice, ":/vshader.glsl", ":/fshader.glsl");
    loadShader(shaderTerrain, ":/vshader_color.glsl", ":/fshader_color.glsl");

    loadShader(shaderTerrainWinter, ":/vshader_winter.glsl", ":/fshader_color.glsl");
    loadShader(shaderTerrainSpring, ":/vshader_spring.glsl", ":/fshader_color.glsl");
    loadShader(shaderTerrainSummer, ":/vshader_summer.glsl", ":/fshader_color.glsl");
    loadShader(shaderTerrainAutumn, ":/vshader_autumn.glsl", ":/fshader_color.glsl");


    GameScene::getInstance()->setDefaultShader(&shaderDice);
}
```

Cela nous donne le rendu suivant (dans l'ordre : automne / hiver / printemps / été) :



Intégration d'un QuadTree

-> Non réalisé, au profit du Graph de scène.

Gestionnaire de niveaux de détails (LOD)

Compte-Rendu incomplet à l'heure du rendu Moodle.
La version terminée sera sur le git d'ici demain.

Gestionnaire de scène

Concernant le graph de scène, nous avons structuré notre moteur afin de rendre la création, modification et manipulation des objets 3D la plus simple possible. Nous nous sommes notamment inspiré de ce que fait Unity3D.

Le principe est simple. Tous les éléments de la scène sont des instances de GameObject, ou de classes en descendant. Cette classe contient tout ce qui est commun à ces différents objets du graph de scène : changements de repères, calcul des positions / rotations / tailles, modification de l'arbre du graphe de scène (ajout / suppression d'enfants,...), déplacements dans le bon repère,...

L'arbre du graph de scène est implémenté par l'intermédiaire d'un Pattern Composite : chaque GameObject a un parent, et une liste d'enfants, de type GameObject eux aussi.

La classe GameScene représente la scène / caméra du jeu, et est la racine du graph.
Elle hérite de GameObject, mais est un peu particulière : puisque nous n'avons besoin que d'une seule scène dans un jeu, et que nous avons besoin d'y accéder à divers endroits du code, nous lui avons joint un Pattern Singleton. (à noter que nous avons un peu "bidouillé" celui-ci pour les besoins très précis de ce TP, qui nécessite l'affichage de 4 scènes différentes en même temps -> il est possible d'accéder à 4 instances de la classe avec la méthode de classe GameScene::getInstance(idScene)).

Une autre spécificité de cette classe GameScene est que nous avons redéfini ses méthodes de calcul de la matrice de transformation, afin de simuler l'utilisation d'une caméra.
En effet, en OpenGL, c'est la scène qui bouge, et non la caméra, mais il est plus intuitif de faire "comme si" on bougeait une caméra -> on inverse juste la translation et la rotation par rapport au getProjection() du GameObject "normal".

La classe Model3D, héritant elle-aussi de GameObject, n'a pas vocation à être instanciée directement, mais à être dérivée. Elle représente un GameObject affichable, et ajoute notamment des méthodes pour gérer le shader et des variables utilisées par OpenGL (par exemple les "buffers").

Les différentes classes d'objets 3D (Cube, Plane, Terrain,...) héritent de cette classe Model3D. Elles ont à redéfinir 2 méthodes :

* createGeometry(), qui crée les sommets nécessaires et spécifiques à la forme.

* draw(), qui s'occupe d'afficher l'objet, à la bonne position / rotation / scale, dans le bon repère en prenant en compte la hiérarchie / l'arbre du graphe de scène.

Autrement dit, pour gérer un nouveau type d'objet 3D, il suffit de dériver Model3D, et d'adapter le contenu de ces 2 méthodes.

Grâce à cette architecture du code et à l'arbre du graph de scène, un appel à la méthode draw() de l'instance de GameScene appelle les méthodes draw() de tous les objets de la scène (pareil pour createGeometry()) :

```
void MainWidget::paintGL()
{
    GameScene::setCurrentNumInstance(idScene);


    // Clear color and depth buffer
    glClear(GL_COLOR_BUFFER_BIT | GL_DEPTH_BUFFER_BIT);

    texture->bind();


    // à chaque rafraîchissement :
    // on parse l'arbre du graphe de scène pour appeler les draw() de tous les objets (GameObject) à afficher

    GameScene::getInstance()->update(); // pour les components, EN COURS DE DEV
    GameScene::getInstance()->draw();
}
```

Il est également très facile d'ajouter de nouveaux objets 3D à la scène. Il suffit d'instancier la classe voulue (Cube, Plane, etc), de configurer cette instance, et de l'ajouter au gestionnaire de scène, soit à la racine, soit en tant qu'enfant d'un autre objet 3D :

```
// CREATION DU GRAPHE DE SCENE ET DES OBJETS 3D

Cube *cube = new Cube(QVector3D(-0.5, 5, -5.), QQuaternion::fromEulerAngles(0, 20, 0), QVector3D(1.5, 2.0, 1.0));
Cube *cube2 = new Cube(QVector3D(0.5, 5, -5));
Cube *cube3 = new Cube(QVector3D(2, 2, 0), QQuaternion(), QVector3D(1, 1, 1));

GameScene::getInstance()->addChild(cube);
GameScene::getInstance()->addChild(cube2);
cube2->addChild(cube3);

cube2->addComponent(new MovingCubeComponent());

terrain = new Terrain(":/island_heightmap.png",
                      128, QVector3D(0, -3, 0), QQuaternion::fromEulerAngles(-90, 0, 0), QVector3D(2, 2, 2));
terrain->setShader(&shaderTerrain);
GameScene::getInstance()->addChild(terrain);

GameScene::getInstance()->createGeometry();

GameScene::getInstance()->setLocalRotation(QQuaternion::fromEulerAngles(0, 0, 0));
```

Nous avons commenté les fichiers .h de chaque classe pour que tout cela soit clair en lisant le code.

Questions Bonus

Compte-Rendu incomplet à l'heure du rendu Moodle.
La version terminée sera sur le git d'ici demain.

- **Une particule contient une texture avec de grandes parties du sprite transparentes. Lorsqu'on rassemble centaine particules, voire des milliers de ces particules, on peut créer des effets étonnants.**
- **Les particules se déplacent, apparaissent et meurent et sont semi-transparentes.**
- **Il existe généralement un générateur de particules qui génère en permanence de nouvelles particules qui se désintègrent avec le temps.**