



École Polytechnique de l'Université de Tours
64, Avenue Jean Portalis
37200 TOURS, FRANCE
Tél. +33 (0)2 47 36 14 14
www.polytech.univ-tours.fr

Département Informatique
5^e année
2010 - 2011

Projet de réalité virtuelle

Construction en Kapla

Encadrant

Sebastien Aupetit
aupetit@univ-tours.fr
Emmanuel Néron
emmanuel.neron@univ-tours.fr

Université François-Rabelais, Tours

Étudiants

Guillaume Smaha
guillaume.smaha@etu.univ-tours.fr
Pierre Vittet
pierre.vittet@etu.univ-tours.fr

DI5 2010 - 2011

Version du 8 mai 2011

Table des matières

1	Introduction	6
1.1	Présentation du projet	6
1.2	Objectifs	6
1.3	Détail des attentes	7
2	Choix techniques	8
2.1	Contexte	8
2.2	Liste des outils	8
2.2.1	Librairie utilisée	8
2.2.2	Documentation technique	8
3	Réalisation	12
3.1	Gestion des évènements claviers/souris	12
3.2	Gestion de la caméra	12
3.3	Gestion de la physique des briquettes	12
3.4	Sélection des briquettes	12
3.5	Déplacement d'un briquette	13
3.6	Menus	14
4	Conclusion	17
5	Bibliographie	18

Table des figures

1.1	Un exemple typique de l'application en cours de fonctionnement	6
1.2	Les briquettes sont toutes orientées de la même façon suivant le même axe.	7
2.1	Légende du graphe	9
2.2	Le code permettant de générer le graphe de légende	9
2.3	Graphe de collaboration de la classe GestViewport	10
2.4	Graphe des dépendances par inclusion de la classe GestViewport	10
2.5	Graphe d'inclusion direct et indirect de la classe GestViewport	11
2.6	Graphe d'appels de la méthode addViewport de la classe GestViewport	11
3.1	Ici l'on voit que la caméra n'est plus centré autours du point central de la table mais sur une des briquettes de la structure, permettant d'étudier plus précisément celle-ci.	13
3.2	On peut voir explicitement sur cette image le plan de collision qui est nécessaire au déplacement de la briquette.	14
3.3	Le menus d'introduction au jeu	15
3.4	Le menus en cours de jeu	16

Liste des tableaux

Introduction

1.1 Présentation du projet

Ce projet se place dans le cadre de l'option Réalité Virtuelle pour les élèves de 5^{ème} année de l'école Polytech'Tours.

Ce projet a été proposé par Emmanuel Néron afin de répondre à la demande de concrétiser le problème d'ordonnancement pour un cas particulier du jeu de "Kapla". Le problème d'ordonnancement est, pour un nombre donné de briquettes, de trouver la meilleure architecture permettant d'avoir une structure stable et d'être éloigné le plus possible du support de départ.

1.2 Objectifs

L'objectif du projet est de proposer un environnement 3D dans lequel un utilisateur peut positionner un ensemble de briquettes afin de créer des structures. A partir d'une table, l'utilisateur doit essayer d'obtenir une structure qui est la flèche la plus grande possible (c'est à dire qui soit éloigné autant que possible du bord de la table). Bien sur, chaque briquette est soumise à la force de gravité rendant plus complexe l'élaboration de structures stables. Ce document décrit les technologies utilisé ainsi que le fonctionnement du logiciel.

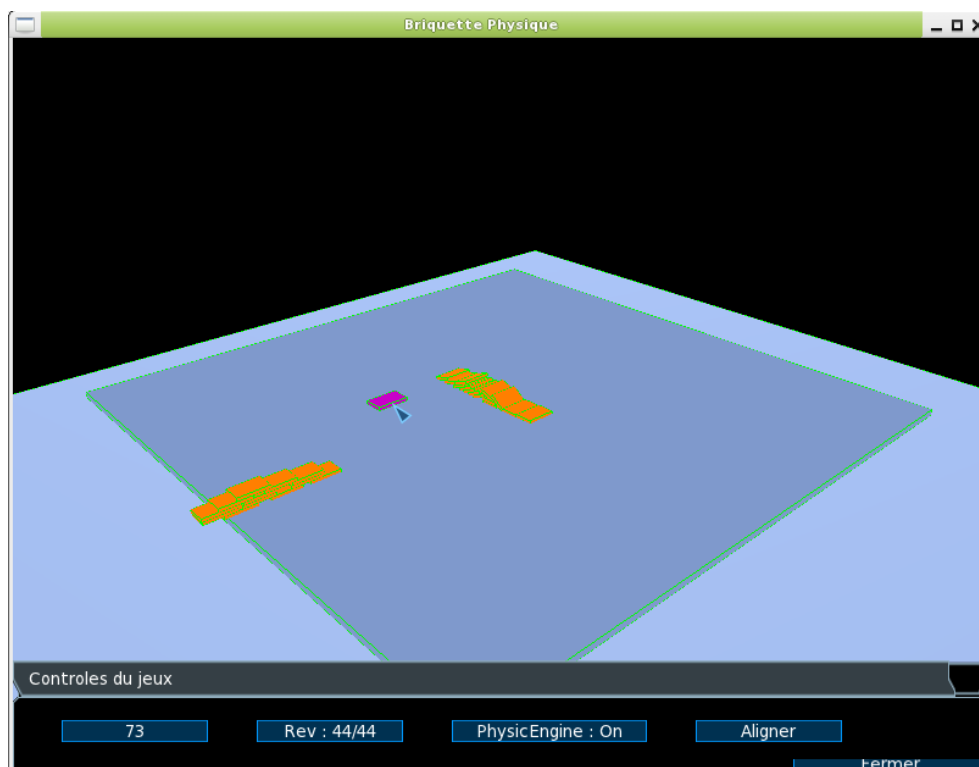


FIGURE 1.1 – Un exemple typique de l'application en cours de fonctionnement

1.3 Détail des attentes

Après avoir discuter avec notre encadrant, nous nous sommes données les objectifs suivants :

- Un menus permettant de gérer différents niveaux de difficulté. Dans un premier temps la seule différence viendra du nombre de briquettes disponibles, mais il est également possible de travailler sur le poids ou la taille des briquettes.
- Saisis des objets et déplacement des briquettes via la souris
- Possibilité de revenir à un état précédant ou successeur du jeu : Après chaque placement de briquette, l'état du jeu est mémorisé et on permet d'y revenir.
- Les briquettes ne doivent pas pouvoir être posés n'importe où mais seulement le long d'un axe. De même, leur orientation est verrouillée, l'utilisateur ne pouvant pas placer ces briquettes en travers. Cela permet de réduire la complexité du problème lorsque l'on recherche des solutions efficaces au problème. Le jeu n'est donc en réalité pas un jeu 3D mais 2D, seul la visualisation est en 3D.

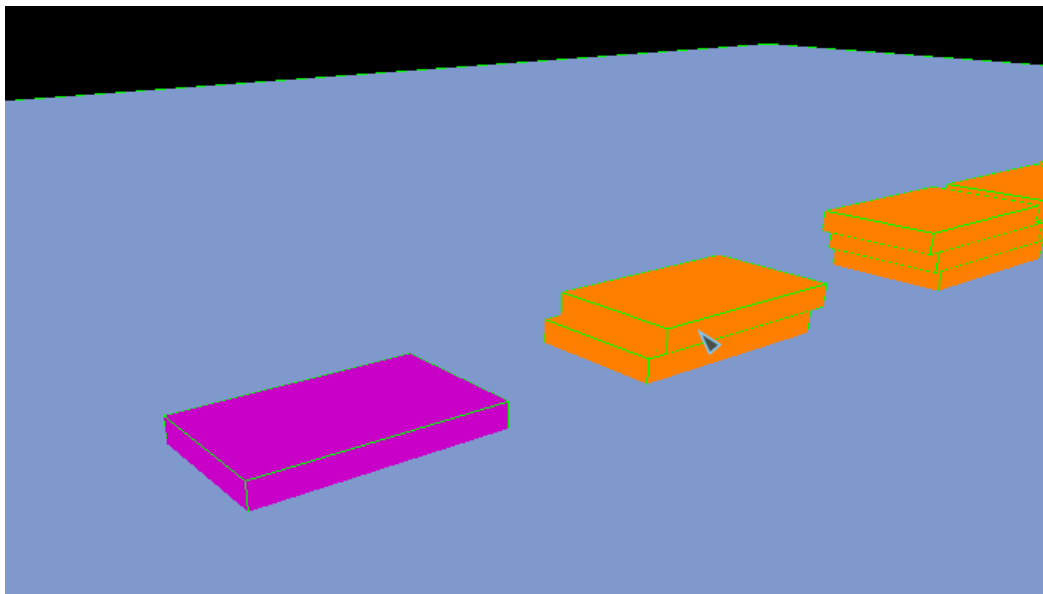


FIGURE 1.2 – Les briquettes sont toutes orientées de la même façon suivant le même axe.

Choix techniques

2.1 Contexte

L'encadrant de projet nous à laissé libre de choisir les technologies et les outils que l'on souhaitait utilisé pour le projet. Nos choix techniques ont été pris de manière à offrir un logiciel facilement utilisable sur différentes plateformes mais également en vue d'aller aussi loin que possible dans le projet en considérant le temps imparti. Nous avons fait le choix de réutiliser autant que possible les outils que nous connaissions déjà. Cela nous à permis d'avoir une vue d'ensemble et une maîtrise que nous n'aurions pas eu autrement. Et nous avons pu améliorer nos idées mises en place pour le projet collectif de Réalité Virtuelle^[8].

2.2 Liste des outils

2.2.1 Librairie utilisée

Afin de faciliter la mise en œuvre, il est nécessaire d'utiliser des bibliothèques. Nous avons donc d'utiliser les bibliothèques suivantes.

- Ogre^[2] : Moteur 3D open source (<http://www.ogre3d.org/>) supportant aussi bien OpenGL que Direct3D.
- CEGUI^[3] : Crazy Eddie's GUI System (<http://www.cegui.org.uk>) fournissant des outils de créations de menus et de fenetre dans un environnement 3D.
- Bullet^[4] : Librairie de simulation de la physique <http://bulletphysics.org/>

Notre expérience dans l'utilisation de ces bibliothèques ayant été facilité par leur utilisation dans le projet collectif^[8], il avons grandement amélioré la structure du programme.

2.2.2 Documentation technique

Il est intéressant de concevoir une documentation technique, ce qui faciliterait son étude par une personne tierce dans le cas d'une reprise du projet.

Nous avons utilisé pour se faire le logiciel Doxygen^[7]. Ce logiciel permet à partir de commentaires spécifiques dans les fichiers d'en-tête de générer la documentation au format html et pdf. Le format html est intéressant puisqu'il permet d'être facilement diffusé sur Internet.

L'avantage majeur d'utilisé Doxygen et qu'il permet la génération de graphique :

- Graphe de collaboration
- Graphe des dépendances par inclusion
- Graphe d'inclusion direct et indirect
- Graphe d'appels d'une fonction

La légende est très simple à comprendre :

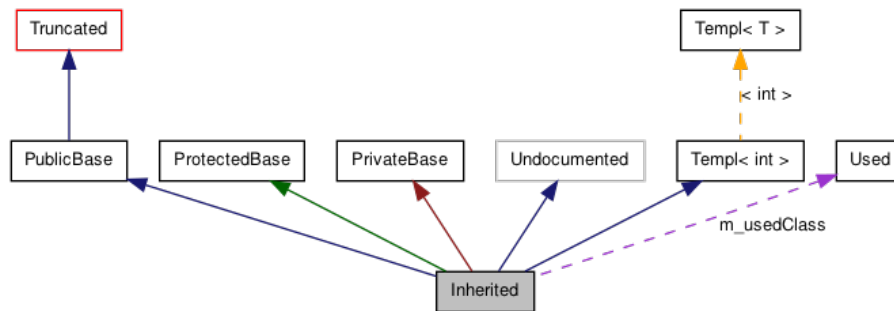


FIGURE 2.1 – Légende du graphe

Le code permettant de générer ce graphe :

```

/*! Invisible class because of truncation */
class Invisible { };

/*! Truncated class, inheritance relation is hidden */
class Truncated : public Invisible { };

/*! Class not documented with doxygen comments */
class Undocumented { };

/*! Class that is inherited using public inheritance */
class PublicBase : public Truncated { };

/*! A template class */
template<class T> class Templ { };

/*! Class that is inherited using protected inheritance */
class ProtectedBase { };

/*! Class that is inherited using private inheritance */
class PrivateBase { };

/*! Class that is used by the Inherited class */
class Used { };

/*! Super class that inherits a number of other classes */
class Inherited : public PublicBase,
                 protected ProtectedBase,
                 private PrivateBase,
                 public Undocumented,
                 public Templ<int>
{
private:
    Used *m_usedClass;
};

```

FIGURE 2.2 – Le code permettant de générer le graphe de légende

Pour présenter les différents, nous utiliserons la classe la moins utilisée dans le programme (GestViewport) car les graphes deviennent rapidement très grand et ils ne seraient pas correctement visible dans le rapport.

Graphe de collaboration

Le graphe de collaboration de la classe GestViewport.

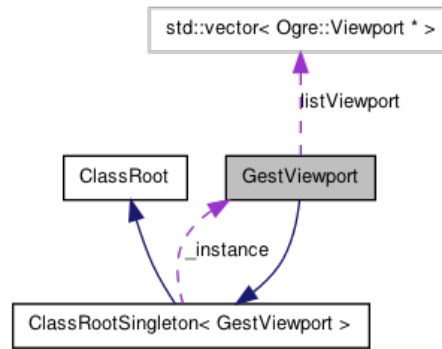


FIGURE 2.3 – Graphe de collaboration de la classe GestViewport

Graphe des dépendances par inclusion

Le graphe des dépendances par inclusion de la classe GestViewport.

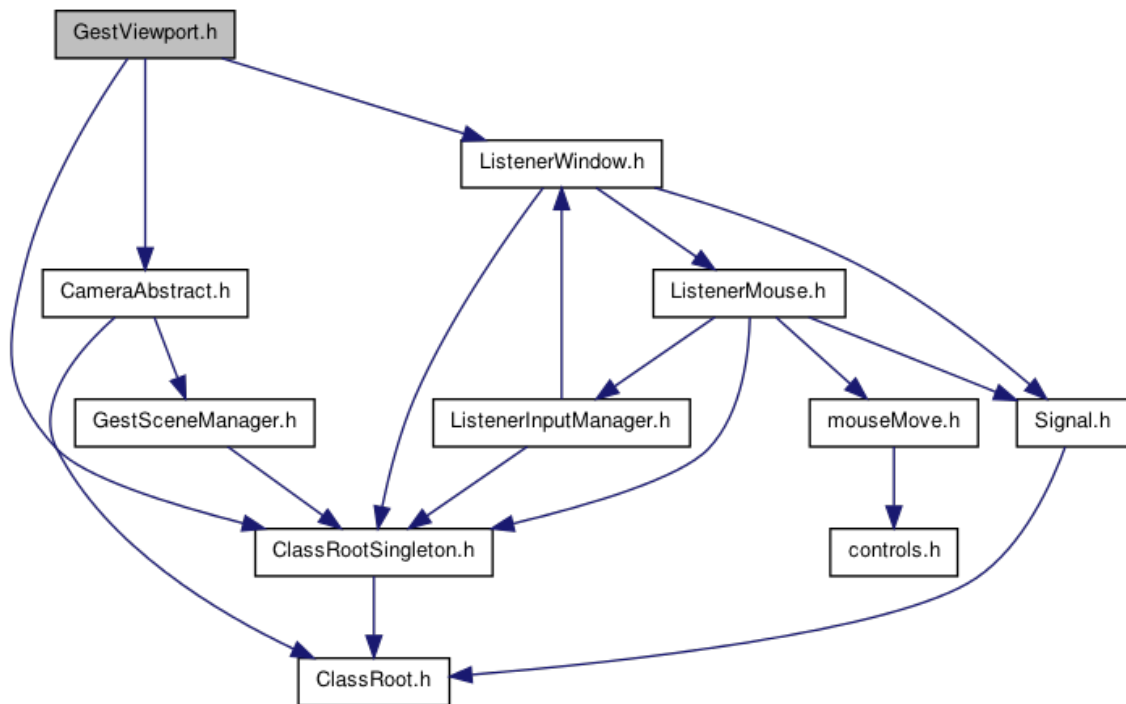


FIGURE 2.4 – Graphe des dépendances par inclusion de la classe GestViewport

Graphe d'inclusion direct et indirect

Le graphe d'inclusion direct et indirect de la classe GestViewport.

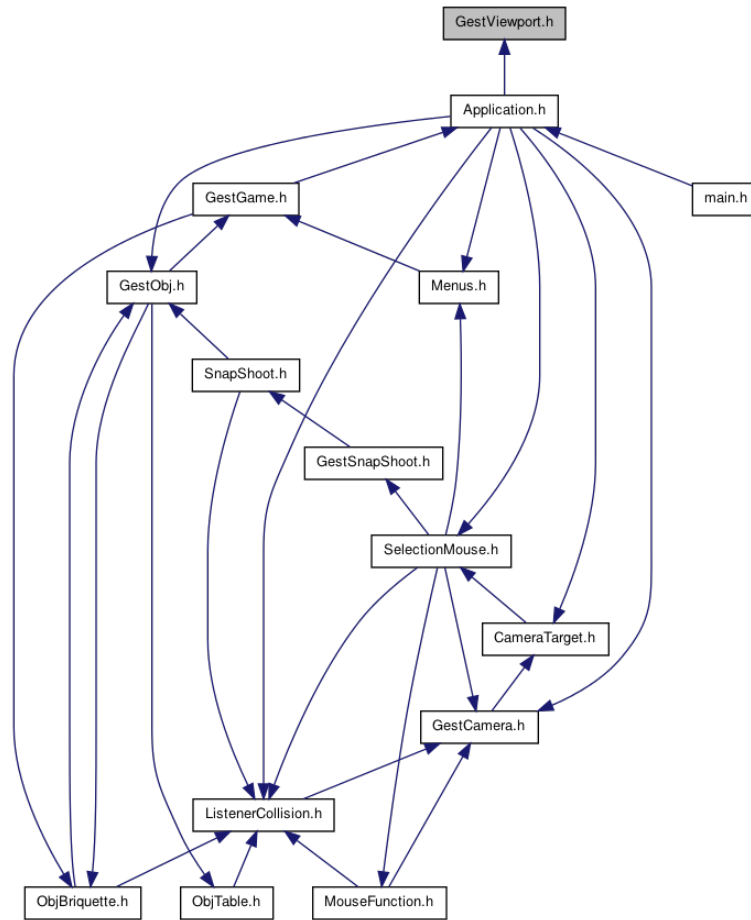


FIGURE 2.5 – Graphe d'inclusion direct et indirect de la classe GestViewport

Graphe d'appels d'une fonction

Le graphe d'appels de la méthode addViewport de la classe GestViewport.

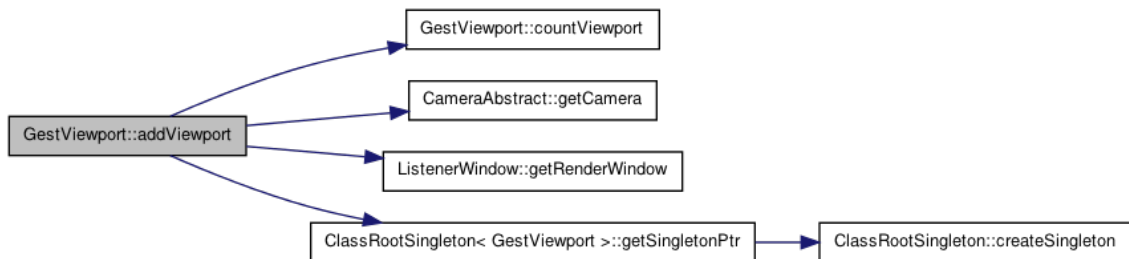


FIGURE 2.6 – Graphe d'appels de la méthode addViewport de la classe GestViewport

Réalisation

3.1 Gestion des évènements claviers/souris

Nous utilisons une classe `PlayerControl` qui redirige l'ensemble des évènements claviers et souris en des évènements logiques. C'est cette classe qui permet de lier les touches à des actions, permettant d'abstraire la configuration des touches par la suite.

3.2 Gestion de la caméra

Dans ce projet, il n'y a pas besoin de fournir de multiples caméras à l'utilisateur. Nous avons convenu que la caméra la plus adaptée serait une caméra capable de pivoter autour de la table. La caméra est toujours orientée vers un point central, qui au départ est le centre de la table, cela permet d'avoir une orientation correcte, de plus l'axe de lacet de la caméra est fixé sur l'axe Z de façon à ce que la table soit toujours vue droite. Les rotations se font à l'aide de la souris, il est également possible de zoomer à l'aide des touches du clavier ou de la touche centrale de la souris (molette). Au départ, nous avons permis avec les touches directionnelles du clavier de déplacer le point central qui sert de repère à la caméra, en pratique ce n'est pas très utile car peu maîtrisable pour l'utilisateur. Par contre, un système beaucoup plus intéressant consiste à déplacer ce point central à la position d'une brique en effectuant un clic droit sur celle-ci. La caméra se tourne alors vers la position de la brique et les rotations se font autour de celle-ci.

3.3 Gestion de la physique des briquettes

La physique est gérée avec la librairie `Bullet`. La technique consiste à lier à l'objet d'Ogre, un 'corps' particulier à `Bullet` sur lequel s'exerceront des forces et sur lequel on surveillera les possibles collisions. `Bullet` permet de rajouter une force d'attraction globale au monde et un poids à chacun des objets. Une des difficultés était de pouvoir outre-passer la gestion de la physique offerte par `Bullet` lors de la sélection des briquettes pour les replacer. Pour cela il a fallu désactiver l'ensemble des forces s'exerçant sur l'objet, permettre les déplacements de l'objet (lorsqu'un objet est stable, et qu'il n'y a pas de risque que celui-ci subisse de nouvelle collision, `Bullet` le bloque de façon à ne pas avoir à contrôler continuellement son état), et enfin empêcher la mise à jour de l'objet et l'application des nouvelles forces avant que l'utilisateur n'est fini de positionner l'objet.

On utilise en réalité `Bullet` via `OgreBullet` pour l'intégrer avec Ogre, cependant `OgreBullet` est limité dans ces possibilités et il nous a parfois fallu travailler directement sur l'objet `Bullet` pour pouvoir obtenir le comportement souhaité.

3.4 Sélection des briquettes

Pour sélectionner nos briquettes nous fournissons à l'utilisateur un curseur de souris. Lors du clic, un rayon est émis dans la direction de celui-ci et qui rapporte l'identifiant d'une brique éventuellement atteinte. C'est également la librairie `Bullet` qui nous fournit les primitives nécessaires. Lorsqu'une brique est sélectionnée, celle-ci prend une couleur violette pour avertir l'utilisateur.

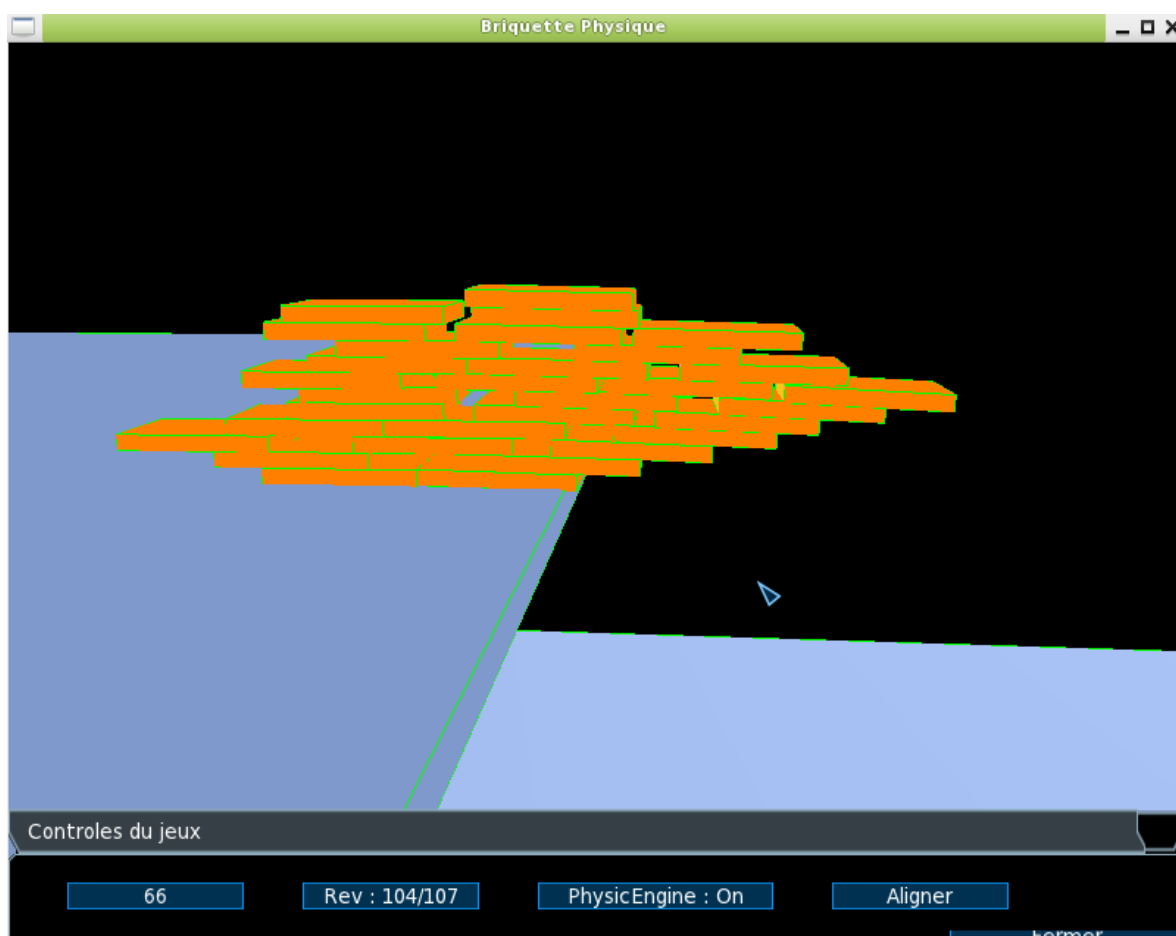


FIGURE 3.1 – Ici l'on voit que la caméra n'est plus centrée autour du point central de la table mais sur une des briques de la structure, permettant d'étudier plus précisément celle-ci.

3.5 Déplacement d'une brique

Pour le déplacement d'une brique, nous avons tout d'abord voulu utiliser la distance parcourue par la souris sur l'écran, puis de directement déplacer la brique en fonction de cette distance en X et Y. Le problème est que selon l'orientation de la caméra, la distance en X peut s'inverser et donc un déplacement de la souris vers la droite déplacerait la brique vers la gauche.

Nous avons donc utilisé une autre méthode. Lors de la saisie d'une brique, on crée un plan sur l'axe de positionnement des briques, puis nous effectuons un lancer de rayon depuis la position de la souris à l'écran. Ce plan possède la même largeur que celle d'une brique. Le plan doit absolument être détruit après le lancer de rayon, sinon celui-ci interagirait avec les briques comme s'il y avait une collision, et les briques seraient alors projetées en dehors de leur axe commun Y. Lors du déplacement de la souris, le rayon lancé percute alors un point du plan, il nous suffit alors de récupérer ce point et de déplacer la brique aux mêmes coordonnées en X et Z que le point de collision (Y étant l'axe commun à toutes les briques). C'est pour cela, que le centre de la face latérale de la brique est toujours situé à la même position que la souris. De plus le plan ayant une taille limitée, il limite alors le déplacement de la brique dans la scène.

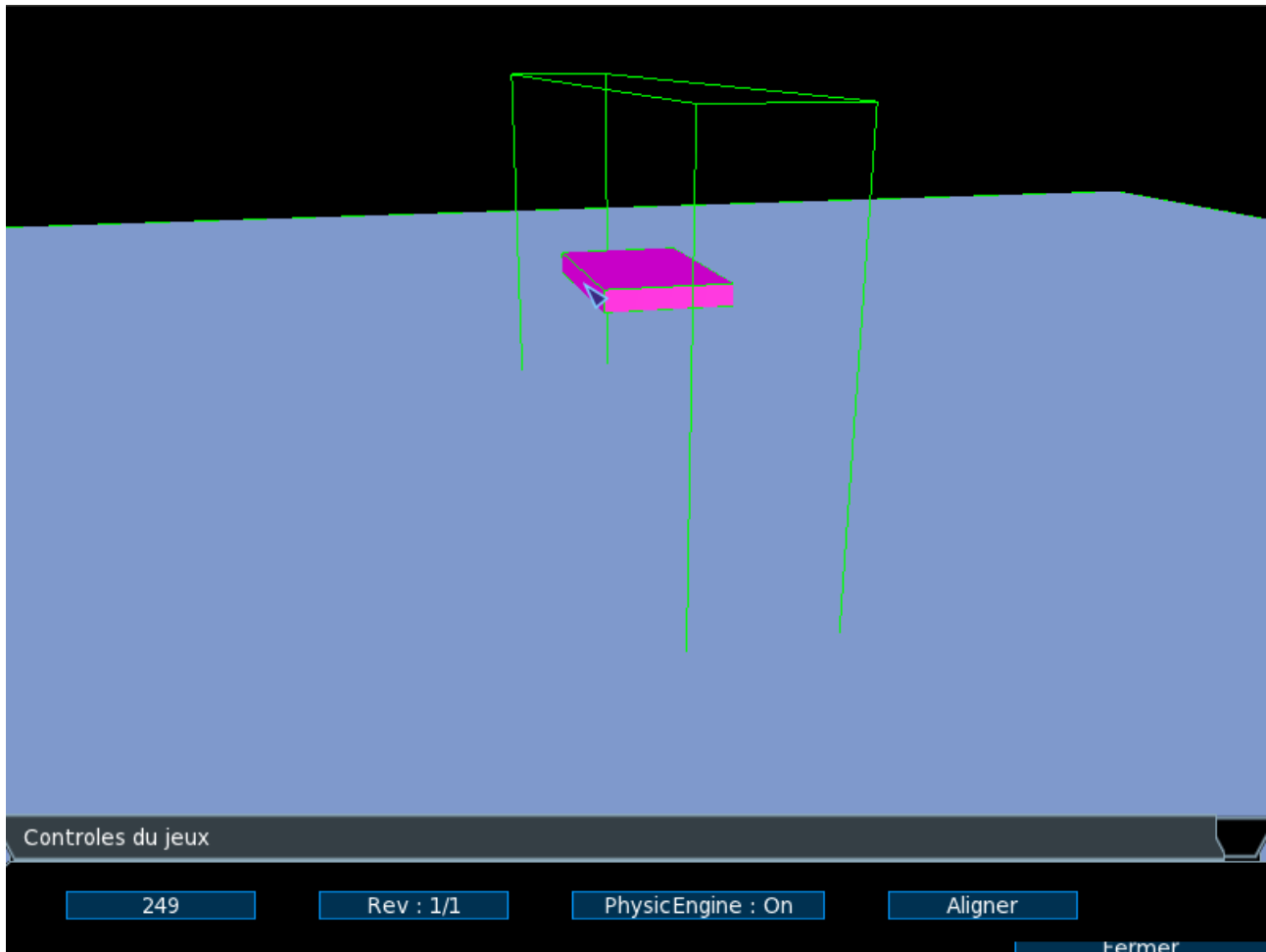


FIGURE 3.2 – On peut voir explicitement sur cette image le plan de collision qui est nécessaire au déplacement de la brique.

3.6 Menus

Le menu a été réalisé en utilisant la bibliothèque CEGUI. Une classe virtuelle Fenetre a été utilisée pour permettre de créer différents types de Fenetre. Elle permet en particulier de mettre en place des mécanismes en gardant la même apparence graphique pour les différentes fenêtres que l'on crée, en offrant des méthodes pour les créer simplement. Il suffit d'insérer les boutons ou les éléments graphiques sur une fenetre créée automatiquement. La charte graphique provient de deux "skins" CEGUI pré-existants et placés sous licence libre. Il s'agit de "TaharezLook" qui est le thème par défaut de CEGUI et le thème "Sleekspace" que l'on peut télécharger sur le site. Ce thème est élégant mais n'est ni complet ni à jour. Je l'ai légèrement modifié pour le faire fonctionner (par exemple les labels n'apparaissent plus correctement). Les thèmes utilisent un document xml pour décrire l'apparence qui est appelé le "Falagard looknfeel system". J'ai donc travaillé dans le fichier xml présent dans media/CEGUI/looknfeel/TaharezLook.looknfeel. Le logiciel dispose d'un menu d'introduction, simple qui permet de choisir le niveau de difficulté via 3 boutons : facile, intermédiaire, difficile. Pendant le jeu, un menu est disponible en bas de l'écran. Il est également très simple. Il dispose de 4 boutons, le premier affiche le nombre de briques dont l'utilisateur peut disposer (qui ne sont pas encore en jeu). Un clic sur ce bouton permet de faire apparaître une brique sur le plateau de jeu. Le second bouton permet de suivre la révision (voir la partie sur les Snapshots). Celui-ci est composé de 2 numéros, le premier annonce la révision actuelle sur laquelle on se trouve, le deuxième,

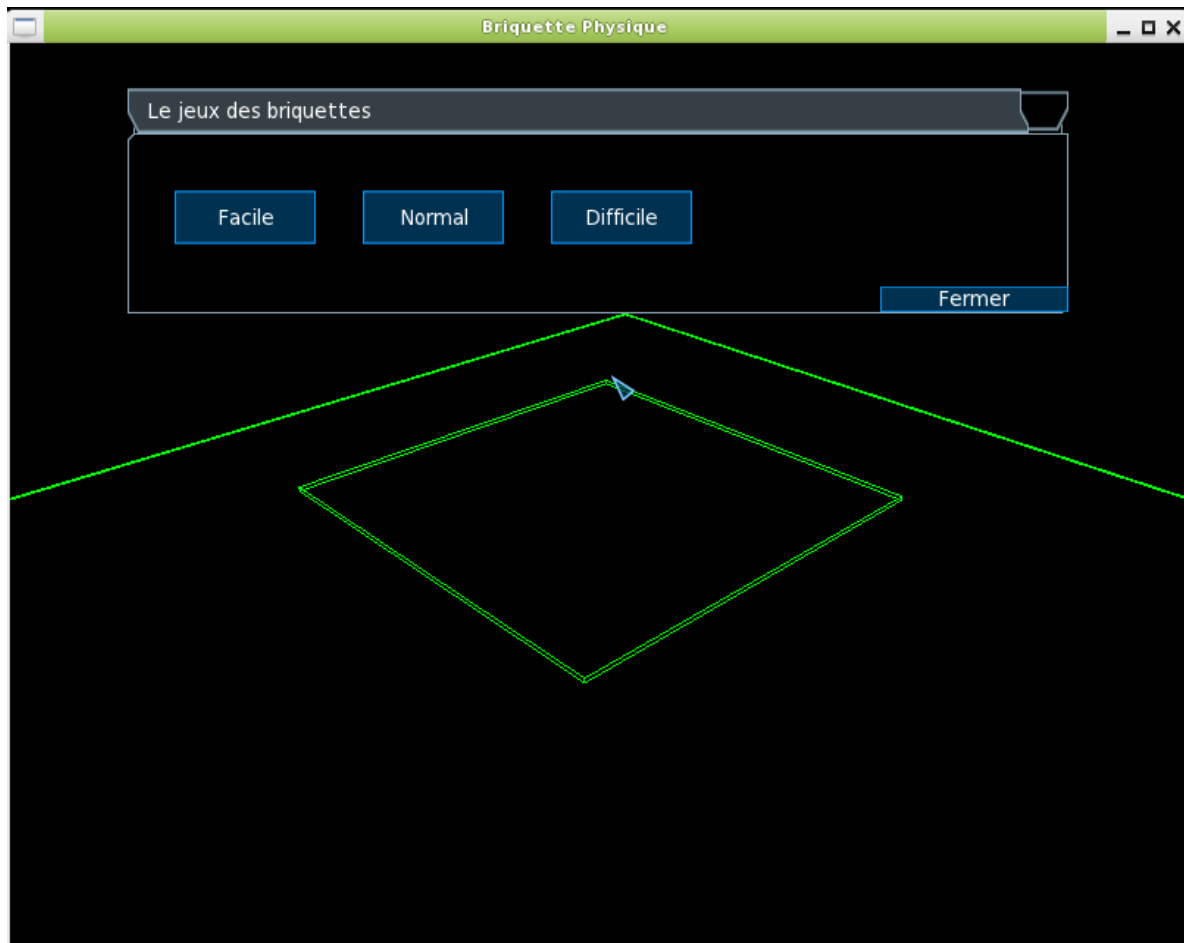


FIGURE 3.3 – Le menus d'introduction au jeu

le nombre de révisions accessibles. Les deux derniers boutons permettent respectivement d'activer ou de désactiver le moteur physique et d'aligner les briquettes sur l'axes de construction.

Au départ, nous avions une souris gérée par Ogre (avec un overlay) qui permettait à l'utilisateur de viser les briquettes. CEGUI apporte sa propre souris. Le plus simple à été de ne conservé visible que la souris de CEGUI tout au long du jeu. En pratique, l'on a conservé de l'ancienne souris d'ogre qu'un jeu de coordonnées mis à jour à chaque déplacement de la souris de CEGUI afin de garder la synchronisation entre les deux.

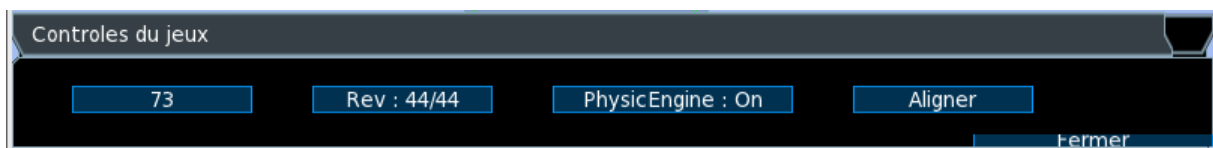


FIGURE 3.4 – Le menus en cours de jeu

Conclusion

Bibliographie

- [1] Ogre Wiki, *Utilisation des quaternions dans Ogre*, <http://www.ogre3d.org/tikiwiki/Quaternion+and+Rotation+Primer>
- [2] Ogre Documentation, *Documentation Doxygen d'Ogre*, <http://www.ogre3d.org/docs/api/html/index.html>
- [3] CEGUI Wiki, *Utilisation de CEGUI*, http://www.cegui.org.uk/wiki/index.php/Main_Page
- [4] Bullet Wiki, *Utilisation de Bullet*, <http://bulletphysics.org/wordpress/>
- [5] Ogre Wiki, *Tutorial d'utilisation d'OgreBullet*, <http://www.ogre3d.org/tikiwiki/OgreBullet>
- [6] Site du Zéro, *Signaux avec QT*, <http://www.siteduzero.com/tutoriel-3-11268-les-signaux-et-les-slots.html>
- [7] Doxygen, *Génération de documentation*, <http://www.stack.nl/~dimitri/doxygen/>
- [8] Simulation Spatiale, *Projet Polytech'Tours de Réalité Virtuelle, 2011*, <http://code.google.com/p/rv-simulation-interactive-ba>

Construction en Kapla

Département Informatique
5^e année
2010 - 2011

Projet de réalité virtuelle

Résumé : Ce rapport présentera notre projet de logiciel 3D de construction de Kapla. L'objectif de ce projet était de développer une simulation physique d'un jeu de Kapla. Nous y expliquerons les différentes techniques utilisées (signaux, déplacements, ...) pour obtenir le résultat le plus réaliste possible.

Mots clefs : Ogre3D, Bullet, Kapla, simulation

Abstract: This report will describe our project of a 3D software for building with Kapla. The main goal of this project was to develop a physic simulation of a Kapla game. We will describe the different techniques (signals, movement, ...) used to obtain the most realistic result.

Keywords: Ogre3D, Bullet, Kapla, simulation

Encadrant

Sebastien Aupetit

aupetit@univ-tours.fr

Emmanuel Néron

emmanuel.neron@univ-tours.fr

Étudiants

Guillaume Smaha

guillaume.smaha@etu.univ-tours.fr

Pierre Vittet

pierre.vittet@etu.univ-tours.fr