Rapport

Moteur 3D - 7Physics

Équipe 3 : Noa AMMIRATI, Fanny DELNONDEDIEU, Quentin GENDARME, Pierre LOTTE, Théo PIROUELLE, Éléa TURC

ENSEEIHT
Département Sciences du Numérique
1APP SN 2020-2021

1. Introduction

L'idée de ce projet est de réaliser un moteur 3D permettant de réaliser des simulations de notions de physique élémentaires telles que la gravité, les collisions, etc.

Ce projet pourrait alors se séparer en 2 objectifs principaux qui sont aussi les 2 briques principales nécessaire à sa réalisation :

— Créer une bibliothèque de rendu des formes tri-dimensionnelles basiques telles que des cubes, sphères, pyramides, etc. Tout cela avec possibilité de changer le point de vue de l'utilisateur en se déplaçant dans l'espace (concept de caméra à la première personne). Ajouté à cela, il est possible de créer plusieurs fonctionnalités visuelles telles que la présence d'ombre et de lumière, de texture, etc. Afin de créer des objets 3D réalistes.

— Créer un moteur physique responsable de la simulation des concepts évoqués plus tôt (gravité, collisions, etc.). Tous ces concepts pourront alors être manipulés à souhait grâce à des notions de vélocité, de poids, etc. Qui sont autant de paramètre influant sur ces phénomènes physiques.

2. Principales fonctionnalités

2.1 Sprint 0

Puisque nous avions du temps après la mise en place du projet, nous avons pu mettre en place des fonctionnalités basiques permettant la compréhension de ce que nous allions développé par la suite. Nous avons donc cherché à pouvoir nous repérer dans l'espace.

2.1.1 Affichage d'une scène 3D

Une des premières fonctionnalités à implanter a été la création d'une scène 3D. Cette scène 3D est constituée d'un sol représentant une grille blanche sur fond gris et d'un ciel bleu. Cette scène a pour but de permettre à l'utilisateur de mieux comprendre l'orientation des objets,le placement de sa caméra, etc. Cela permettra alors, lors de simulation physiques, de mieux comprendre les résultats de celles-ci.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.1.2 Manipulation de la caméra

Par la suite, et dans l'objectif de pouvoir observer la scène sous plusieurs angles, nous avons implanté une première version de gestion de la caméra. Grâce à cela, il nous était alors possible de nous déplacer dans la scène grâce aux raccourcis clavier que nous avions définis.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.2 Sprint 1

L'objectif du sprint 1 a été de fournir une première version de l'interface utilisateur lui permettant d'ajouter des formes 3D prédéfinies à la scène et de les visualiser sous différents angles facilement et intuitivement.

2.2.1 Ajout d'un objet 3D

Tout d'abord, nous avons rendu possible l'ajout de 2 formes prédéfinies que sont le cube et la sphère.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.2.2 Amélioration de la caméra

Nous nous sommes aperçus que les raccourcis claviers mis en place lors du sprint 0 étaient difficilement utilisables. De plus, la première version ne consistait pas vraiment à faire bouger la caméra mais plutôt à faire tourner la scène sur elle-même. Nous avons donc décidé de changer de manière d'implanter la fonctionnalité et de permettre par la même occasion l'utilisation de la souris pour une meilleure expérience utilisateur.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.2.3 Création de l'interface graphique

Afin de pouvoir une première version utilisable de notre application, nous avons créé, avec l'appui d'une maquette créée lors du Sprint 0, la base de l'interface utilisateur. Pour commencer, nous avons mis en place la structure de la fenêtre. Puis, nous avons ajouté les composants nécessaire à l'utilisation des fonctionnalités développées jusqu'ici. La scène 3D a donc pu être intégrée à la fenêtre et des boutons et formulaires ont été ajoutés pour que l'utilisateur puisse facilement ajouter des formes ou manipuler la caméra.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.3 Sprint 2

L'objectif de ce sprint a été de faire bouger les objets en ajoutant les fonctionnalités liées au moteur physique. Pour cela, nous avons modéliser les concepts de force, d'objets et de monde physique.

2.3.1 Création des principes de base du moteur 3D

Afin de compléter les fonctionnalités voulues de notre projet, nous avons commencé à mettre en place les briques nécessaires à la simulation de la physique. Pour cela, nous avons modélisé le concept d'objet physique. Ce concept a pour but de représenter la physique d'une forme. Nous avons donc utilisé ce concept pour calculer la position d'un objet a tout moment d'une simulation ainsi que sa vitesse à partir de toutes les forces qui lui sont appliquées. Pour cela nous avons utilisé les équations de cinématique suivantes.

$$x(t) = x_0 + v_0.t + \frac{1}{2}.a.t^2$$

$$v(t) = v_0 + a.t$$

Grâce à ces équations et en mesurant le temps qui s'écoule au lancement d'une simulation, nous avons réussi à déplacer la position de tous les objets 3D en fonction du temps. Puisque nous réaffichons fréquemment les objets et que les calculs sont réalisés à partir de la position de l'objet, les objets peuvent désormais se déplacer selon les forces appliquées.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.3.2 Ajout d'une possibilité de sélection des objets

Afin de manipuler les objets plus facilement, nous avons ajouté, dans l'interface, une liste de boutons. Chacun de ces boutons est lié à un objet et nous permet de le sélectionner pour ensuite le manipuler.

Puisque nous pouvons désormais sélectionner une table, il nous faut désormais rendre l'ajout des forces à un objet donné possible.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.3.3 Manipulation des forces dans l'interface graphique

Nous avons donc cherché à rendre la manipulation de forces (création et suppression notamment) possible depuis l'interface graphique de notre application. Ainsi, une fois l'objet sélectionné grâce à la fonctionnalité du point précédent, nous affichons les détails de la forme dans l'interface avec la possibilité d'ajouter une force sur l'objet sélectionné. Toutes les forces sont affichées et elles-mêmes sélectionnables, nous avons donc rajouté un bouton permettant la suppression de la force actuellement sélectionné.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.3.4 Possibilité de lancer la simulation

Pour finir, toujours dans le but de permettre aux objets de se déplacer, nous avons ajouté un bouton permettant de lancer la simulation. Une fois ce bouton pressé, nous demandons 60 fois par secondes à tous les objets physiques de mettre leurs positions à jour.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.4 Sprint 3

L'objectif de ce dernier sprint a été de finaliser le projet en ajoutant les dernières fonctionnalités réalisables dans le temps imparti : l'ajout de nouvelles formes prédéfinies, la prévisualisation d'un objet 3D, l'importation et l'exportation d'un projet **.obj* et la détection de collisions.

2.4.1 Ajout de nouvelles formes prédéfinies

Afin de proposer à l'utilisateur un panel un peu plus large de formes 3D, l'ajout de nouvelles formes a été réalisé. En plus du cube et de la sphère, il est maintenant possible d'ajouter une pyramide (à base carré ou triangulaire), un cône et un cylindre à la scène 3D.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.4.2 Prévisualisation d'un objet 3D

Nous avons ensuite voulu enrichir l'expérience utilisateur en mettant en place la prévisualisation d'un objet 3D avant de valider l'ajout ou non de l'objet à la scène.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.4.3 Importation et exportation d'un projet **.obj*

En prenant en compte toutes les fonctionnalités précédentes, le choix des formes était donc restreint aux formes prédéfinies présentes sur l'interface. Afin d'accroître le champ des possibles, nous avons ajouter la possibilité d'importer un projet **.obj*. Grâce à cette fonctionnalité, l'utilisateur a plus de liberté et peut ajouter de nouvelles formes qu'il a préalablement créé dans un logiciel de modélisation 3D.

Nous avons ensuite implanter la possibilité d'exporter un projet **.obj*. L'utilisateur peut donc à tout moment sauvegarder sont projet afin de le récupérer et de continuer ses expérimentations plus tard.

Cette fonctionalité a été complètement réalisée durant cette itération.

2.4.4 Détection des collisions

Une fonctionnalité importante d'un moteur 3D est la détection des collisions. Des recherches ont été éffectuées mais la complexité de cette fonctionnalité ne nous a pas permis de réaliser une version poussée, finalisée et stable. Toutefois, une première version simpliste a été implantée.

Cette v1 est basée sur *l'algorithme de détection AABB* (*Axis-Aligned Bounding Boxes*) qui est le plus rapide pour détecter si deux entités sont en collision. Cet algorithme consiste à vérifier si les boîtes englobant deux objets 3D sont alignées sur les trois axes X, Y et Z. Si c'est le cas on considère que les objets sont en collision.

Ce système de détection de collision n'est basée que sur la boîte englobant un objet 3D. Ainsi un cône, une sphère ou un cube auront tous une boîte de collision en forme de pavé droit. Leur forme réelle n'est donc pas prise en compte dans le calcul.

3. Découpage de l’application

Afin de séparer les rôles le plus possibles et permettre l’utilisation, à termes, de parties de l’application indépendamment, nous avons commencer par créer 4 répertoires git différents. Cela permet alors de n’utiliser que les fonctions de rendus dans une librairie minimaliste si besoin et de même pour la partie simulation physique.

Dans chaque répertoire était alors développée une des 4 briques de l’application finale :

— **7Physics** : Répertoire contenant le code de l’interface graphique. Ce répertoire se base sur les 3 autres et contient l’exécutable final. Son seul rôle est d’articuler les différentes fonctionnalités du moteur et ce dans une interface graphique agréable à utiliser.

— **Common** : Répertoire contenant tout le code commun est nécessaire au fonctionnement des autres. Dans ce répertoire, nous pouvons trouver la représentation des formes, la définition d’une classe représentant la position, un logger permettant de tracer les appels systèmes, etc.

— **Renderer** : Répertoire contenant uniquement les interactions avec le contexte OpenGL. Afin de fonctionner, ce répertoire ne nécessite que l’utilisation du répertoire Common. Il est alors tout à fait pensable de n’utiliser que cette partie de l’application et de lui demander de fournir un affichage en 3 dimensions à partir de classes créées par l’utilisateur.

— **Engine** : Répertoire permettant la simulation physique. Ce répertoire ne nécessite que l’utilsiation de Common pour fonctionner. En effet, tout comme Renderer, il est tout à fait pensable de n’utiliser que ce répertoire comme une librairie de calcul physique simple permettant les calculs de position, de vitesse et de collisions.

4. Architecture de l'application

Vous pourrez retrouver l'intégralité des diagrammes de classes dans l'annexe A.

4.1 7Physics

Ce répertoire est composé de deux packages : *gui* et *file* ainsi que de la classe *Main.java* permettant de lancer l'application.

4.1.1 GUI

Dans ce répertoire, on retrouve le package *gui* composé de la classe *GUI.java* qui représente la fenêtre principale de l'application. Elle hérite donc de *JFrame*, le composant *SWING* permettant la création d'une fenêtre principale avec une bordure et une barre de titre.

C'est donc dans cette classe que l'interface principale est définie avec les différents conteneurs (*JPanel*, *JMenu*) contenant d'autres composants (*JButton*, *ImageIcon*, *JMenuItem*, …).

Dans cette classe, le patron de conception *Singleton* a été implanté. En effet, nous souhaitions nous assurer qu'une seule fenêtre principale ne puisse exister et donc qu'un unique point d'accès soit possible.

Afin de séparer le code, certains composants ont été séparés de la classe *GUI*. Les différents *JPanel* utilisés pour l'ajout des formes prédéfinies ont été créés dans des classes séparées. De même concernant certains *ActionListener*, les interfaces "auditrices" pour différents types d'évènements à traiter.

4.1.2 Files

Dans ce même répertoire, on retrouve aussi le package *file*. Ce package contient la classe *OBJFile.java* qui permet de manipuler des fichiers **.obj*. Elle permet de fournir une méthode permettant d'extraire le contenu d'un fichier **.obj* et de faire le traitement nécessaire afin de fournir les formes à afficher à la scène 3D. Elle permet aussi la création d'un fichier **.obj* à partir du contenu de la scène 3D courante.

4.1.3 Tests

Une classe de test a été réalisée afin de tester la classe *OBJFile* avec différents fichiers **.obj* (taille et contenu différent).

4.2 Common

Le répertoire *Common* est composé de deux packages : *logger* et *geom*. Ces deux packages ayant un but commun de définition des comportements communs à toutes les parties du code.

4.2.1 Logger

Dans le package *logger*, la classe *Logger* représente la classe utilitaire gérant les logs du projet. Elle est utilisée pour afficher et conserver les messages de log (type debug, info, warning, error) dans un fichier.

4.2.2 Types utilitaires

Dans le package *geom*, il y a différentes classes définissant des types utilitaires. Nous avons par exemple, la classe *Vec3* qui représente un vecteur à trois dimensions, la classe *Position* représentant une position et la classe *Shape* représentant une forme en trois dimensions. La classe *Positionable* représente un objet positionnable (possédant une position). Cette classe a pour but de simplifier la manipulation des objets. Elle permet de leur appliquer directement des méthodes de déplacement plutôt que de devoir passer par leur méthode *getPosition* à chaque fois. C'est du sucre syntaxique.

4.2.3 Formes prédéfinies

Dans le package *geom*, nous avons un nouveau package *shape* représentant les différentes formes prédéfinies tels que le cone, le cube, la pyramide, la sphere, etc. Chacune de ces classes hérite de *Shape* et contient le code nécessaire au calcul des coordonnées de chaque sommet utile au rendu 3D.

4.2.4 Tests

Dans l'objectif de tester le bon fonctionnement des collisions, une classe de test a été réalisée afin de tester avec différents formes 3D (cube et sphère), la classe *BoundingBox* qui représente la bôite englobant un objet 3D.

4.3 Engine

Ce répertoire de calcul physique est composé de deux classes : *PhysicObject* et *World*.

4.3.1 PhysicObject

La classe *PhysicObject* représente un objet 3D et plus particulièrement ses caractéristiques physiques (vitesse, position, accélération).

Un *PhysicObject* est créé à partir d'une *Shape*, d'une *Position* et d'une vitesse initiale. Nous pouvons lui ajouter/supprimer des forces, mettre à jour sa position et sa vitesse en fonction des forces appliquées. Ces fonctionnalités permettent l'application des équations cinématiques à un objet lui permettant ainsi de se déplacer dans l'espace.

4.3.2 World

La classe *World* représente un monde 3D composé d'un sol d'une certaine dimension. Il est possible d'ajouter un ou plusieurs *PhysicObject*, d'appliquer la gravité au monde 3D, de gérer les collisions entre plusieurs objets physiques.

4.3.3 Tests

Deux classes de test ont été définies :

— *TestCollisions* afin de vérifier l'effet des collisions

— *TestPhysicBody* dans l'objectif de valider les résultats obtenus après application de plusieurs forces sur un *PhysicObject*.

4.4 Renderer

Ce dernier répertoire est composé d'éléments permettant le rendu graphique 3D.

4.4.1 Scene3D

La *Scene3D* hérite de *GLCanvas* et est donc responsable du rendu graphique des objets dans le contexte OpenGL. Il est possible de lui ajouter tout type d'objets à afficher tant que ceux-ci implémente *Renderable*.

4.4.2 Camera

La classe *Camera* contient les informations indiquant comment la scène doit être vue. En ce sens elle contient la position depuis laquelle elle est regardée, ainsi qu'un angle horizontal et un angle vertical. Il est également possible de définir un facteur de zoom.

4.4.3 Object3D

Un *Object3D* correspond à une *Shape* affichable dans une *Scene3D*. On lui précise donc obligatoirement une *Shape* : la forme à afficher. On peut également lui donner une position pour préciser où elle doit être affichée dans la scène, ainsi que des couleurs. Un *Object3D* possède trois couleurs distinctes : une qui est appliquée au haut de la forme, une au bas de la forme et une qui est appliquée aux arêtes (celle-ci pouvant être *null*, auquel cas les arêtes ne seront pas affichées). A noter qu'OpenGL fait automatiquement un dégradé entre la couleur du haut et celle du bas.

4.4.4 Ground

Le *Ground* correspond au sol d'une *Scene3D*. Le sol est un quadrillage de forme carrée dont on peut préciser la longueur du côté. On peut également indiquer la distance qui sépare les lignes du quadrillage. Ce sol permet alors à l'utilisateur de se rendre compte de l'orientation de la caméra et des formes.

4.4.5 Tests

Des tests graphiques ont été réalisés afin de vérifier visuellement le bon fonctionnement de l'ajout et de la suppresion d'un objet de la scène par exemple.

4.4.6 Interaction avec OpenGL

Pour effectuer les rendus graphiques nous avons décidé d'utiliser la bibliothèque *OpenGL* car elle est très populaire, multi-plateforme et open source. De par la contrainte de temps qui nous a été imposée, nous avons décidé d'utiliser cette bilibothèque dans son mode immédiat (à l'opposé du mode utilisant les shaders) car c'est le plus simple d'utilisation. Il a cependant le défaut d'être peu performant et contre-indiqué par le groupe *Khronos*, créateur de la spécification *OpenGL*.

Le rendu d'une frame se fait en deux temps :

1. L'initialisation : effacement de la frame précédente avec une couleur prédéfinie, mise en place de la perspective et du point de vue de la caméra.

2. Le rendu des objets : itération sur tous les objets *Renderable* contenu dans la scène et invocation de leur méthode *render* avec le contexte *OpenGL* en paramètre. Ces *Renderable* gère ensuite leur propre rendu.

Tous les objets affichés sur l'écran (excepté le sol) sont des *Object3D*.
Le rendu d'un *Object3D* se fait en quatre étapes :

1. Puisque les *Object3D* sont créés de sorte à ce que leurs sommets forment des triangles, on démarre le rendu en appelant la procédure *glBegin* d'*OpenGL* avec le paramètre *GL_TRIANGLES*.
2. On récupère tous les sommets de la forme à afficher et pour chacun de ces sommets on définit une couleur en fonction de sa hauteur dans la forme. Par exemple, un sommet situé à mi-hauteur aura une couleur correspondant à 50% de la couleur attribuée au haut de la forme et 50% de la couleur attribuée au bas de celle-ci. Cela permet de donner de la profondeur à l'objet. La couleur est modifiée avec la procédure *glColor4d*.

   Le sommet est ensuite cloné puis translaté par la position de l'*Object3D* pour être à la bonne position. Il est ensuite affiché avec la procédure *glVertex3d*.
3. Puis on passe à un mode de rendu différent. *glBegin* est cette fois-ci appelé avec le paramètre *GL_LINES* car on souhaite dessiner des lignes. Nous pouvons noter que la couleur n'est attribuée qu'une seule fois (dès le départ) et ne changera pas en fonction de la hauteur d'un sommet.
4. Enfin, à l'aide d'un procédé semblable à la première étape, on affiche les arêtes de l'objet si la couleur des arêtes a été définie. Les sommets sont affichés un à un. Leur position diffère un peu de l'étape précédente car il est nécessaire de les afficher un peu décaler par rapport à la forme afin d'éviter le Z-fighting.

5. Principaux choix

5.1 Conception

5.1.1 Création de la maquette IHM

A l'aide de l'outil Figma, une maquette de l'interface graphique a été réalisée afin de concrétiser les idées des membres de l'équipe et de représenter concrètement le logiciel à construire. Nous avons choisi ce logiciel de design car il offrait la possibilité de collaborer sur un projet unique. En apportant tous nos avis sur cette maquette, nous avons pu obtenir une representation réaliste qui à été utile lors du développement de l'IHM.

5.1.2 Création d'un diagramme de classe

Après avoir défini les besoins auxquelles notre application devra répondre, nous avons réfléchi au découpage du projet (voir Découpage de l'application). A partir de ce découpage, nous avons créer un diagramme de classe initial qui nous a servi de base à nos développements. Au fur et à mesure de l'affinement de nos visions sur chaque partie de l'application nous avons adapté le diagramme de classe en conséquence. Nous avons utilisé l'outil plantuml pour créer ce diagramme ce qui nous a permis de ne pas perdre du temps de mise en page.

5.2 Réalisation

Comme nous l'avons évoqué dans la partie concernant le découpage de l'application, nous avons choisi de réaliser cette application au travers de 4 répertoires git différents. Cette décision a été prise dans l'objectif de fournir 2 librairies indépendantes tout en ayant le code commun nécessaire à ces 2 librairies non dupliqué.

5.3 Problèmes rencontrés et solutions apportées

5.3.1 Rafraîchissement du rendu graphique

Lors de la première version de notre projet, la caméra avait un déplacement sacadé rendant l'expérience utilisateur médiocre. Nous avons alors cherché à régler ce problème en augmentant le taux de rafraîchissement de la caméra à 60 images par seconde. De plus, nous avons diminué les valeurs utilisées pour déplacer la caméra afin de donner plus de contrôle et rendre l'animation plus fluide.

5.3.2 Caméra fixée sur la scène

Nous n'avions, au début du projet pas connaissance de la bonne utilisation et réalisation de la caméra dans un contexte OpenGL. Nous avions donc commencé par faire tourner la scène sur elle même sans bouger le point de vue. Cela donnait alors la possibilité de voir la scène sous tous les angles mais n'était en aucun cas une bonne utilisation de la caméra. Nous avons fini par trouver une solution dans une des classes fournies par la librairie nous permettant d'utiliser OpenGL. Cela nous a alors permis d'obtenir une réelle caméra augmentant ainsi l'expérience utilisateur car la visualisation était beaucoup plus intuitive.

5.3.3 Rendu pixelisé

Lors de l'utilisation d'OpenGL dans sa version brute, nous avons remarqué de gros problèmes de résolutions qui se traduisaient alors par des lignes d'avantages semblables à des escaliers qu'à de vraies lignes droites. Pour corriger cette effet, nous avons utilisé l'option d'anti-aliasing disponible. Cela a alors amélioré le rendu graphique des objets et de la scène en général.

5.3.4 Problèmes de simulation

Lorsque nous avons ajouté la possibilité d'ajouter des forces sur un objet, nous avons utilisé, afin de calculer la position et la vitesse, des référentiels de temps absolus. Nous avons donc utilisé, dans nos équations, la position et la vitesse de base et nous avons utilisé comme mesure de temps, le temps écoulé depuis le début de la simulation. Cependant, cela avait pour effet lors de la modification de forces lors d'une simulation, de téléporter les objets à la position obtenue si la force avait été présente depuis le début de la simulation.

Pour corriger ce problème, nous avons alors changé la façon de réaliser les calculs de cinématique en nous basant désormais sur un référentiel de temps relatif. Chaque position était alors calculée via la dernière position enregistrée et le temps écoulé depuis le calcul de celle-ci.

6. Organisation de l'équipe et mise en oeuvre des méthodes agiles

6.1 Mise en place du projet

L'objectif du sprint 0 à été de mettre en place le projet. Pour cela, il a tout d'abord fallu déterminer les différents objectifs et les différents besoins utilisateur au travers de User stories. Ensuite, l'équipe a défini les outils à utiliser concernant la gestion de projet, la gestion du code et la communication au sein de l'équipe. Pour finir, le projet a été structuré en différents répertoires au sein de l'organisation GitHub créée pour le projet long et l'environnement de travail a été configuré pour chaque membre de l'équipe.

Une fois cela fait, nous avons pu commencer à réaliser les premières User Stories après les avoir estimer en termes de points d'efforts et de valeur métier.

6.2 Estimation des points d'efforts et de valeur métier

6.2.1 Points d'efforts

Afin d'estimer au mieux les points d'efforts, nous nous sommes réunis et avons procédé à un planning poker. Le déroulement de ce planning poker était alors le suivant :

1. L'un d'entre nous lisait l'énoncé de la user story que nous devions estimer
2. Chacun d'entre nous réfléchissait alors de ce qu'il pensait de cette tâche et préparait alors une estimation
3. Pour finir, nous discutions de ces estimations et nous mettions d'accord sur la valeur finale à accorder à cette tâche.

6.2.2 Points de valeur métier

Une fois cela fait pour chaque User Story, nous nous sommes occupés des points de valeur métier. Pour cela, nous avons procédé d'une façon similaire. Nous avons commencé par attribuer un nombre total de valeur métier à obtenir puis avons partagé ce total et attribué des points de valeur métier en fonction de l'importance des fonctionnalités à nos yeux.

6.3 Utilisation des cérémonies agiles

Lors du déroulement du projet, nous avons mis en place 5 types de cérémonies des méthodes agiles.

6.3.1 Sprint planning

Au début de chaque sprint nous avons commencé par se réunir tous ensemble pour faire un point sur l'état d'esprit de tout le monde. Nous échangions alors sur le ressenti par rapport au projet et l'état d'avancement

de celui-ci ainsi que les difficultés eprouvées. Cette première étape nous permettait alors de s'assurer de la bonne entente entre les membres de l'équipe.

Une fois cela fait, nous continuions par choisir les prochaines User Stories à implémenter au sein de l'application en se basant sur la vélocité de l'équipe lors du sprint précédent.

Le sprint était alors prêt à commencer.

6.3.2 Daily scrum

Lors du déroulement de chaque Sprint, nous avions des réunions régulières. N'ayant pas forcément le temps d'avancer chaque jour sur le projet, nous avons donc décidé de nous réunir tous les 2 à 3 jours pour faire le point sur l'avancement de chacun depuis le dernier daily scrum, les choix de conception et d'implémentation que nous devions revoir en cours de projet, etc.

6.3.3 Sanity Check

Au milieu de chaque sprint, nous nous réunissions afin de discuter de l'état courant du sprint. Le but était alors, dans le cas où tout avait déjà été fait, d'ajouter de nouvelles User Stories à réaliser, ou, dans le cas contraire, d'alléger la charge de travail prévue.

Cette cérémonie nous permettait alors d'être sûr que notre charge de travail était réalisable lors du temps imparti et de s'assurer que tout se déroulait comme prévu.

6.3.4 Sprint Review

Pour clôturer le sprint, nous organisions une réunion ayant pour but de revenir sur les évènements du sprint. Cette cérémonie était importante car elle nous permettait notamment de discuter des difficultés rencontrées et calculer la vélocité à utiliser lors du prochain sprint planning.

6.3.5 Retrospective

Enfin, l'équipe se réunissait une dernière fois dans le sprint pour analyser le déroulement du sprint. Cette analyse permet d'avoir le ressenti réel de chaque membre de l'équipe sur le projet. Cette réunion faisait ressortir les défauts du sprint réalisé afin de tenter de les corriger lors du prochain.

6.4 Choix des tâches à réaliser

Afin de choisir au mieux les user stories à effectuer lors de chaque sprint, nous nous sommes basés sur les estimations de valeur métier et de points d'efforts ainsi que sur notre vélocité. N'ayant pas eu de vélocité représentative à l'issue du sprint 0, nous nous sommes mis d'accord sur une charge de travail qui nous semblait alors réalisable. Lors du sanity check du sprint 1, cette estimation nous a semblé réalisable, ce qui s'est confirmé lors de la sprint review. Cette vélocité s'est alors révélée être la vélocité de l'équipe tout au long du projet.

Dans l'objectif de sélectionner les tâches à réaliser lors d'un sprint donné, nous nous sommes appuyés sur les règles suivantes :

— La tâche doit être **réalisable** (pas de dépendances avec une tâche pas encore effectuée).
— La tâche doit avoir une **valeur métier** la plus élevée possible.
— La **somme des points d'efforts** doit être environ **égale à notre vélocité** calculée.

Grâce à cette ligne directrice, nous avons pu mettre en place les fonctionnalités clés du projet et n'avons pas eu de problèmes concernant l'organisation des tâches à effectuer.

7. Conclusion

En conclusion, nous avons, pendant ces trois semaines de projet, tenté de réaliser un moteur physique 3D simpliste qui permet à un utilisateur de modéliser des formes basiques (Pavé droit, Sphère, cylindre, Cône, etc.) par le biais de l'interface que nous avons créé ainsi que des projets plus complexes exportés au format *.obj*. Ces formes une fois placées dans une scène 3D peuvent alors être animées par le biais de forces qui leurs seront appliquées et de collisions avec leur environnement.

Afin de réaliser ce projet nous avons utilisé les méthodes agiles au travers de 3 sprints distincts d'une durée d'une semaine. Sprints durant lesquels nous avons mis en place plusieurs cérémonies permettant d'avancer efficacement tout en maintenant une bonne cohésion d'équipe.

Cependant, ce projet possède encore de nombreuses perspectives d'améliorations. Il serait par exemple possible d'améliorer le système de collision afin de permettre des interactions plus réalistes et plus naturelles (rebonds, propulsions, rotations,…) ou bien encore d'améliorer le rendu visuel en ajoutant des ombres ou textures aux formes présentes dans la scène.

8. Annexe A : Diagrammes de classe

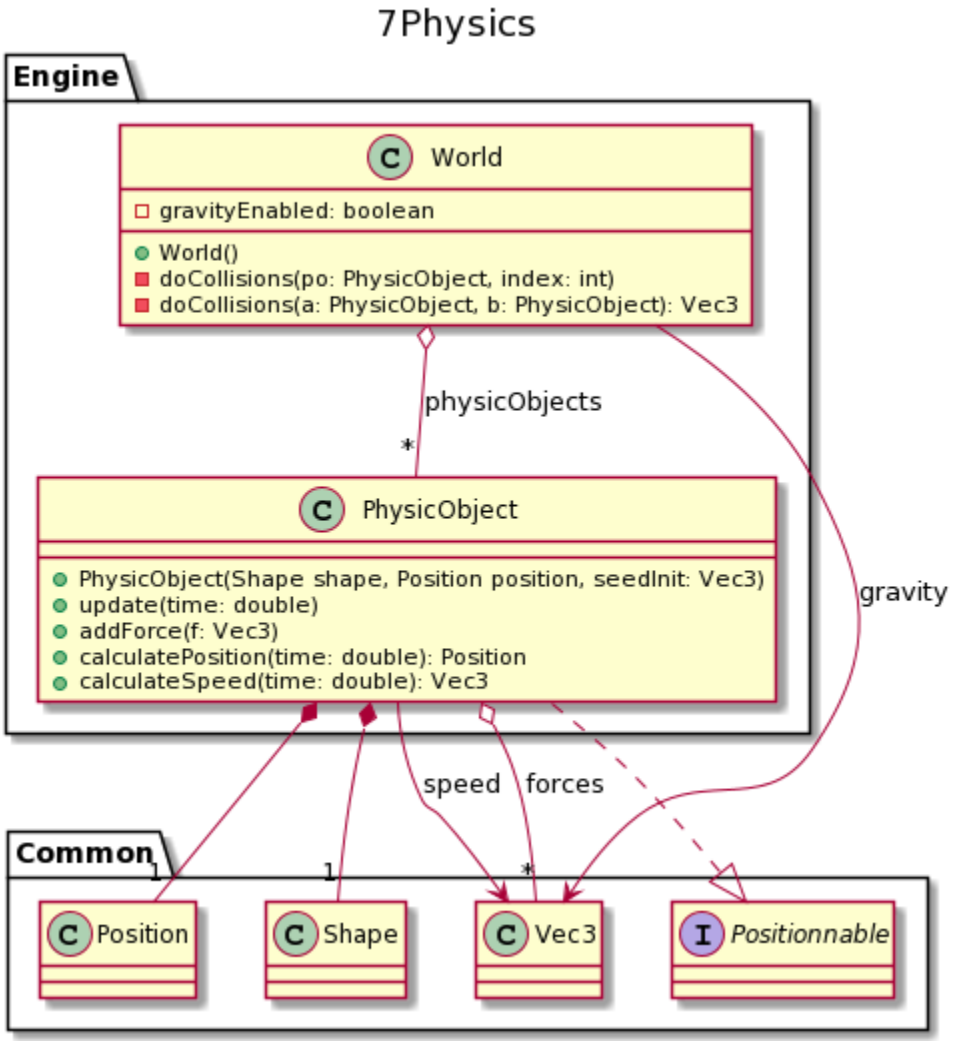


Figure 8.1 – Diagramme de classe Engine

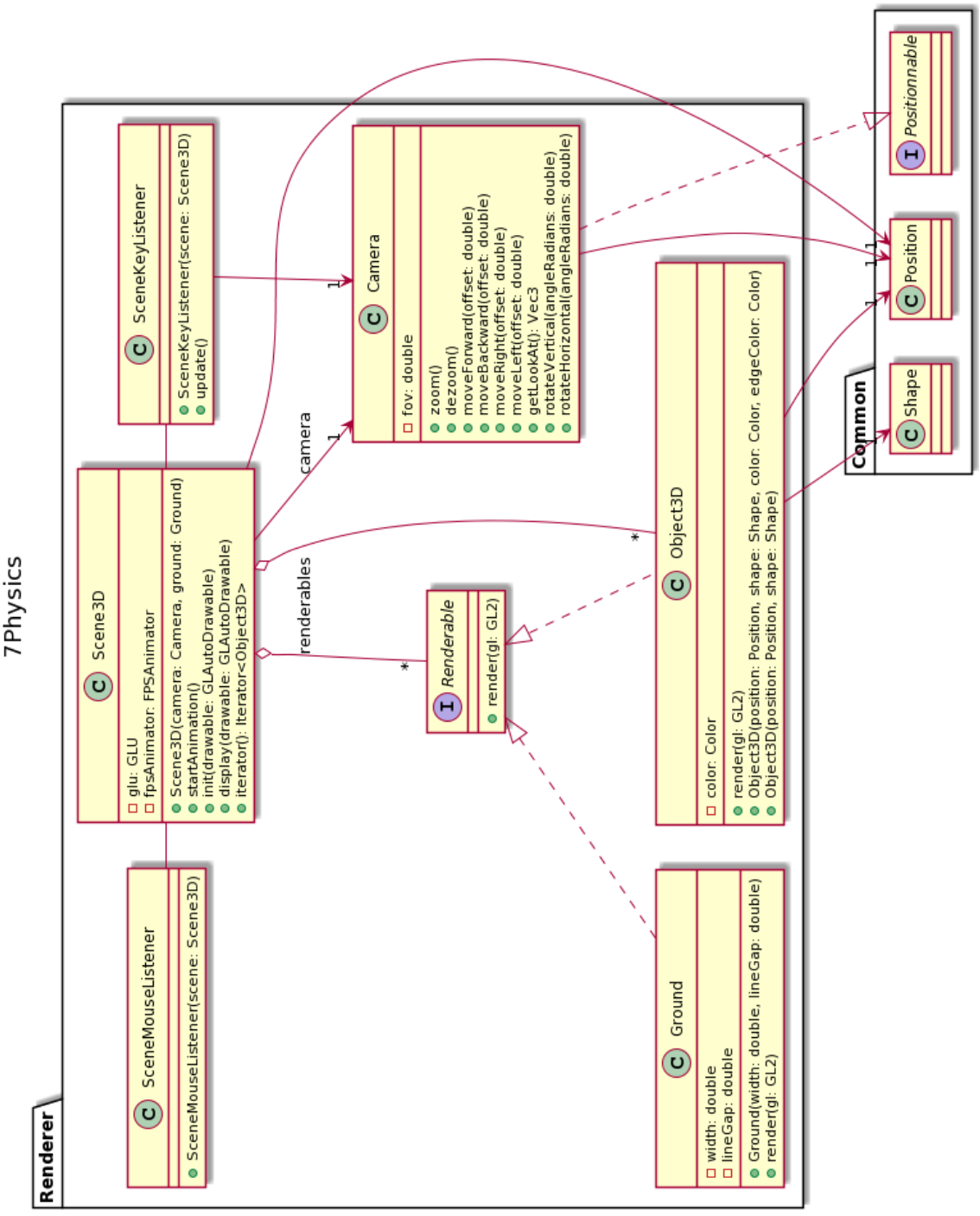


Figure 8.2 – Diagramme de classe Renderer

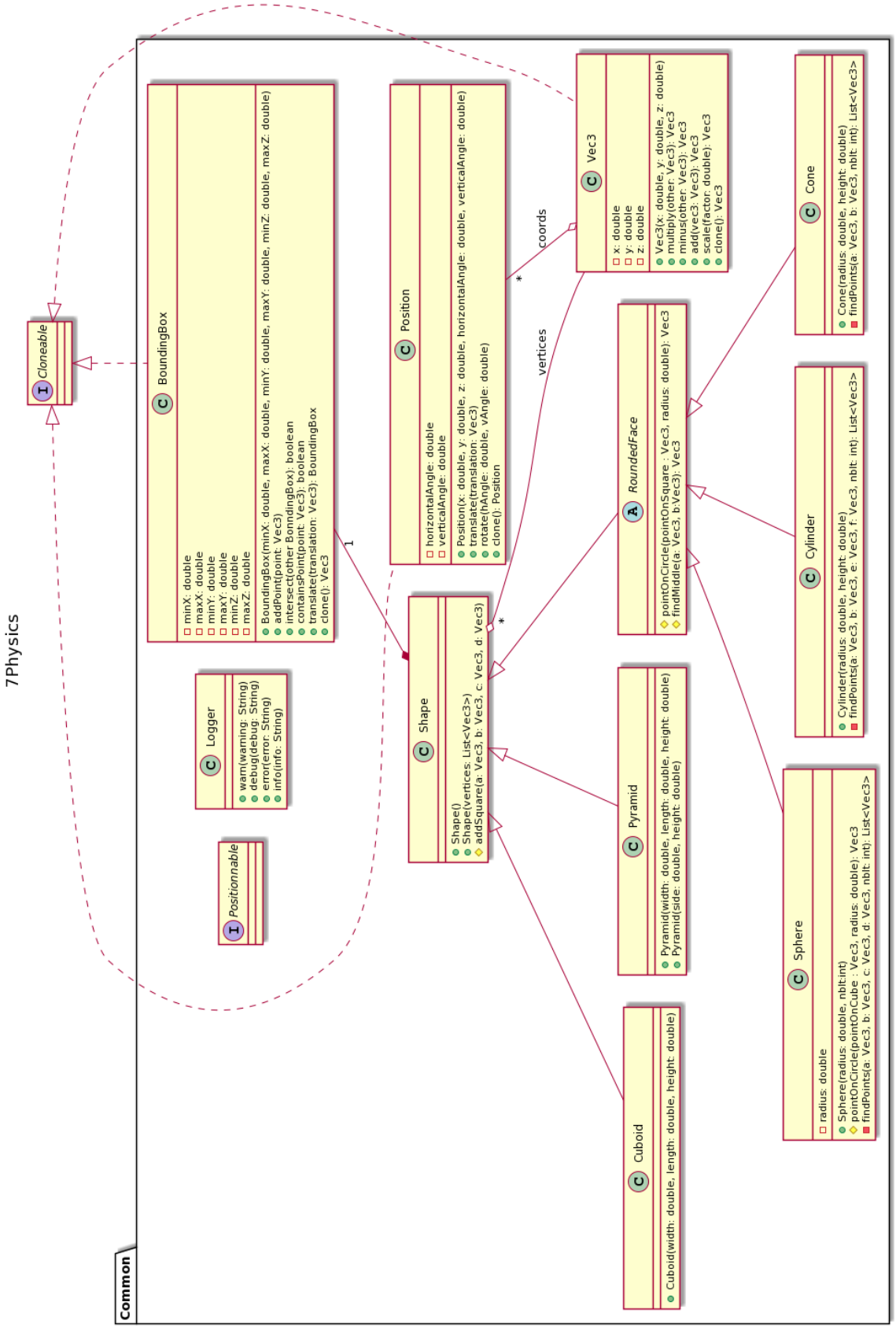
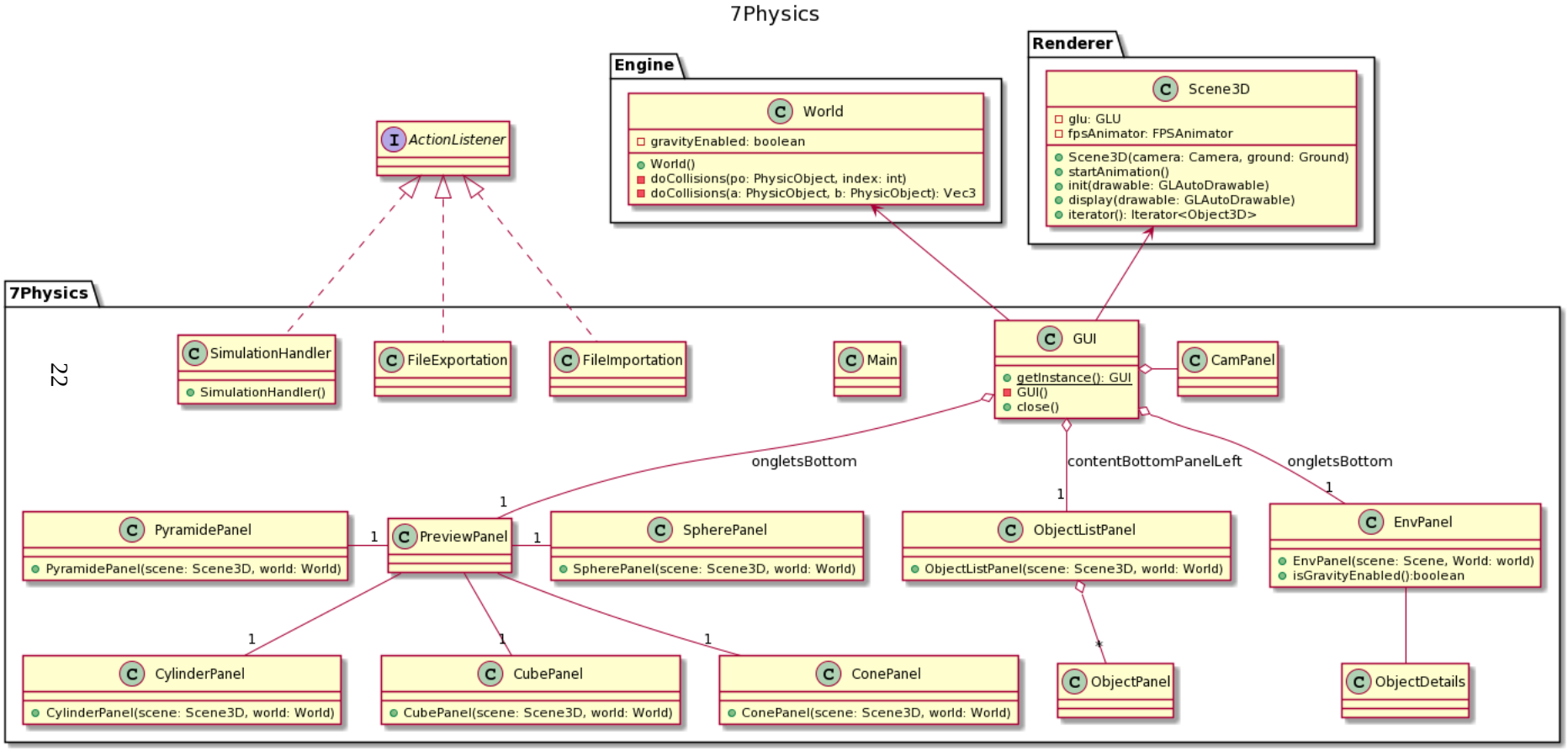


Figure 8.3 – Diagramme de classe Common


7Physics
Engine
World
gravityEnabled: boolean
World()
doCollisions(po: PhysicObject, index: int)
doCollisions(a: PhysicObject, b: PhysicObject): Vec3
Renderer
Scene3D
glu: GLU
fpsAnimator: FPSAnimator
Scene3D(camera: Camera, ground: Ground)
startAnimation()
init(drawable: GLAutoDrawable)
display(drawable: GLAutoDrawable)
iterator(): Iterator<Object3D>
ActionListener
7Physics
SimulationHandler
SimulationHandler()
FileExportation
FileImportation
Main
GUI
getInstance(): GUI
GUI()
close()
CamPanel
ongletsBottom
contentBottomPanelLeft
ongletsBottom
PyramidePanel
PyramidePanel(scene: Scene3D, world: World)
PreviewPanel
SpherePanel
SpherePanel(scene: Scene3D, world: World)
ObjectListPanel
ObjectListPanel(scene: Scene3D, world: World)
EnvPanel
EnvPanel(scene: Scene, World: world)
isGravityEnabled():boolean
CylinderPanel
CylinderPanel(scene: Scene3D, world: World)
CubePanel
CubePanel(scene: Scene3D, world: World)
ConePanel
ConePanel(scene: Scene3D, world: World)
ObjectPanel
ObjectDetails

22