



UNIVERSITÉ DE TECHNOLOGIE DE BELFORT  
MONTBÉLIARD

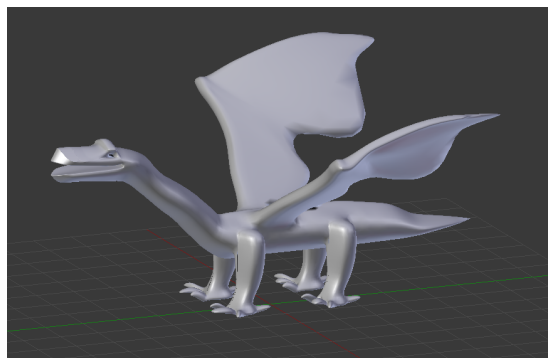
IN55

---

## Animation d'un personnage 3D avec OpenGL

---

Florent JACQUET  
Romain THIBAUD  
Antonin WALTZ  
Superviseur : Fabrice LAURI



Printemps 2016

# Table des matières

|          |                                      |           |
|----------|--------------------------------------|-----------|
| <b>1</b> | <b>Présentation du projet</b>        | <b>3</b>  |
| <b>2</b> | <b>Modélisation et armature</b>      | <b>4</b>  |
| <b>3</b> | <b>Diagramme de classe</b>           | <b>6</b>  |
| <b>4</b> | <b>Architecture du projet</b>        | <b>7</b>  |
| 4.1      | Choix technologiques . . . . .       | 7         |
| 4.2      | La librairie Asset Import . . . . .  | 7         |
| 4.3      | Nos structures de données . . . . .  | 8         |
| 4.3.1    | Les structures principales . . . . . | 8         |
| 4.3.2    | Caméra libre . . . . .               | 8         |
| <b>5</b> | <b>Bilan</b>                         | <b>10</b> |
| 5.1      | Guide d'utilisation . . . . .        | 10        |
| 5.2      | Difficultés rencontrées . . . . .    | 10        |
| 5.3      | Améliorations possibles . . . . .    | 10        |
| 5.4      | Conclusion . . . . .                 | 11        |
| <b>6</b> | <b>Annexes</b>                       | <b>12</b> |

# Table des figures

|     |                    |   |
|-----|--------------------|---|
| 2.1 | Armature . . . . . | 5 |
|-----|--------------------|---|

# Chapitre 1

## Présentation du projet

Durant ce semestre en IN55, nous avons choisi le projet *Animation d'un personnage 3D* parmi tout ceux proposés. Le personnage que nous avons choisi de modéliser et d'animer est un dragon. Les raisons de ce choix sont multiples.

Tout d'abord, étant tous plus ou moins proche des communautés fan d'heroic-fantasy, le dragon est pour nous une figure emblématique de notre imaginaire. Ce projet nous laisse donc l'opportunité de donner vie à cette créature mythique.

Dans un second temps, c'est l'architecture du squelette qui nous a donné envie. Basiquement, un dragon c'est : une tête, un cou, un buste, des ailes, des pattes et une queue. Cette structure nous a paru suffisamment complexe pour que l'on puisse faire des animations intéressantes, mais reste relativement simple n'ayant pas forcément trop d'éléments du squelette qui se suivent. Ainsi, nous avons voulu faire voler, marcher ou s'asseoir notre dragon.

Nous développerons dans ce rapport la structure de notre objet 3D. Nous parlerons aussi des technologies employées pour faire le rendu 3D et de l'architecture de notre programme. Enfin, nous ouvrirons des pistes d'évolution pour ce projet.

## Chapitre 2

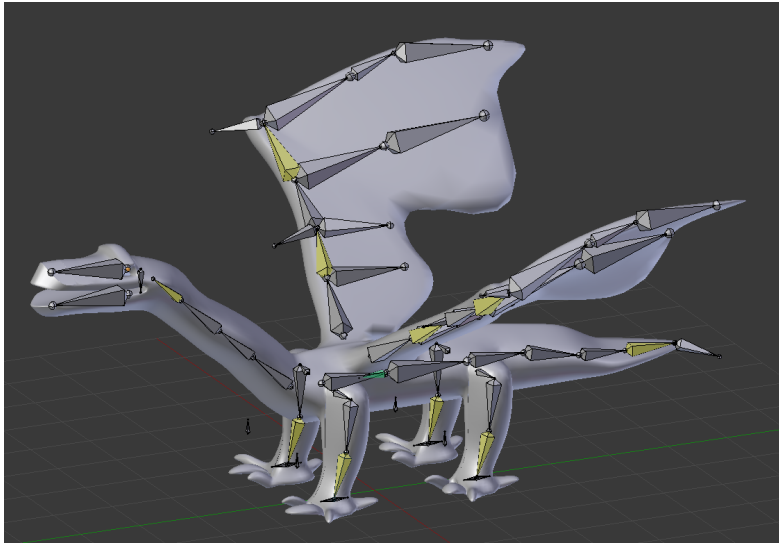
# Modélisation et armature

Nous avons effectué la modélisation du dragon sous Blender. Nous avons choisis ce logiciel pour plusieurs raisons. D'abord son accessibilité, il est plus intuitif qu'une grande partie de ses concurrents (Maya ou 3DsMax) et permet donc d'avoir des résultats convaincants plus rapidement. Ensuite il a l'avantage d'être libre et gratuit, nous n'avons donc pas eu besoin de pirater un logiciel ou d'utiliser des licences étudiantes contraignantes, et nous avons notamment le droit de montrer notre projet. Ceci est relativement important pour nous, étant donné que nous sommes en dernière année, il est primordial de pouvoir partager nos réalisations dans le cadre de recherche de stage ou d'emploi. Cependant, la suite d'Autodesk (Maya ou 3DsMax) étant majoritairement utilisée dans l'industrie et le divertissement, nous ne sommes pas formé sur ces logiciels en choisissant Blender.

Son armature se découpe en plusieurs parties indépendantes les unes des autres. Il y a :

- La mâchoire haute (1 os)
- La mâchoire (1 os)
- Le cou (6 os)
- Le corps allant de la base du cou jusqu'à la queue (8 os)
- Les ailes, indépendantes (13 os par aile)
- Les pattes, indépendantes également (6 os par patte)

Chaque partie est composée de plusieurs os reliés entre eux. Chaque os dispose d'une position et d'une orientation qui dépend de celle de son parent. Sous Blender nous avons utilisé des Inverse Kinematics Bones pour les pattes et les ailes en particulier. En procédant ainsi, un mouvement fluide est obtenu.



**FIGURE 2.1** – Armature

## Chapitre 3

# Diagramme de classe

## Chapitre 4

# Architecture du projet

### 4.1 Choix technologiques

De part le sujet du projet, nous devions effectuer le rendu 3D à l'aide d'un programme alliant C++ et OpenGL. Il était conseillé de le faire avec Qt, un framework C++ qui offre diverses bibliothèques et widgets pratique pour mettre en oeuvre des applications C++. Cependant, après de nombreux problèmes dus aux différentes plateformes de développement que nous possédions, nous avons temporairement utiliser la bibliothèque Assimp pour commencer à travailler. Elle s'est avérée très efficace, nous avons donc pris la décision de continuer avec elle et de s'affranchir de Qt.

### 4.2 La librairie Asset Import

Asset Import est une librairie libre sous licence BSD permettant d'importer dans une structure de données un très grand nombre de fichiers 3D. Elle offre plusieurs avantage, comme le fait d'avoir une API pour du C++ ou du C, ou encore de pouvoir exporter des modèles 3D. Elle est d'ailleurs la base d'une visionneuse 3D disponible sur windows : open3mod (qui est open source). Lors de la modélisation sous Blender, nous n'avions pas à nous préoccupé particulièrement de comment gérer les formes compliquées ou les normales de toutes les faces. Or, lors du passage du fichier exporté, nous devons nous en préoccuper.

L'utilisation de Asset Import a permis de s'affranchir des opérations bas-niveau de parsing de fichier, ainsi que de la vérification syntaxique du fichier 3D, tout en permettant de faire des tests avec un très grand nombre possible de fichiers comme le Collada, le FBX, le format 3DS, l'OBJ ou même si on le souhaite des format plus exotiques comme le BVH (un format de motion capture) ou le .3d (un format utilisé par le moteur de jeu Unreal).

Ces fichiers supportant différentes fonctionnalités, il n'est toutefois pas toujours possible de visualiser les animations.



## 4.3 Nos structures de données

Si la librairie *assimp* permet de charger le fichier en mémoire dans une structure de données, elle ne permet cependant pas de faire de l'animation squelettale directement. Il faut donc soit faire une fonction capable de parcourir la structure rapidement, afin d'extraire les bonnes informations pour ensuite les afficher, mais cette solution est très coûteuse en terme de temps de calcul, puisqu'en plus de faire les calculs d'interpolation, il faut aussi gérer le parcours de structure complexe.

Nous avons donc décidé de faire nos propres structures de données, plus simples, et donc moins exhaustives, mais suffisantes pour les besoins du projet, tout en nous donnant une maîtrise totale sur les options de rendus et d'animations.

Des fonctions de chargement sont donc appelées au lancement, récupérant les informations requises grâce à *assimp*, pour pouvoir ensuite y accéder rapidement et simplement.

### 4.3.1 Les structures principales

On trouve généralement dans un fichier une scène contenant plusieurs objets.

- *SceneHandler* : C'est la classe centrale qui contient toutes les informations.
- *Mesh* : Un *Mesh* est une structure qui contient principalement une liste de *vertex*, de *bones* et de *faces*. L'orientation de ces faces est définie par leur normale, comprise également dans le *mesh*.
- *Vertex* : Un *Vertices* contient un *vertex* avec deux tableaux de taille 4. Le premier détaille les *Bones* qui influent sur lui. Le second mesure le poids d'influence.
- *Bones* : Un *Bones* contient un *bone* et la liste des *vertex* sur lesquels il influe.
- *Face* : Une *Face* contient une liste d'indices qui forment une face.
- *Animation* : Une *Animation* contient une liste de *BoneAnim*. Il y a autant de liste que de *Bone*.
- *BoneAnim* : Une *BoneAnim* contient 3 listes qui correspondent aux clés pour la translation, la rotation et la mise à l'échelle.
- *BoneState* : Une *BoneState* contient l'état d'un *Bone*
- *VectInterpolation* et *RotInterpolation* : Ces deux classes s'occupent de l'interpolation des matrices de transformation entre deux *KeyFrame* (moment clé d'une animation)

### 4.3.2 Caméra libre

La caméra libre dispose de 5 degrés de liberté. Tout d'abord les 3 translations de l'espace sont possibles. Ainsi les flèches du haut et bas nous permette de se déplacer sur l'axe *y* (axe vertical) pendant que celle de droite et gauche nous translate selon *x* (axe horizontale) enfin la molette de la souris contrôle le mouvement suivant *z* (la profondeur). Ensuite 2 rotations sont disponibles. Un clique gauche souris maintenue suivi d'un déplacement permet de tourner autour de l'axe vertical tandis que la même manipulation avec un clique droit

permet une rotation autour de l'axe horizontal. La rotation autour de l'axe de profondeur n'ayant que peu d'intérêt, elle n'a pas été implémentée.

Le fonctionnement est relativement simple, il y a un *eventListener* qui écoute les commandes claviers, un autre pour celle de la souris et un dernier pour les mouvements de la souris. Si un de ces trois éléments reçoit un stimuli, il met à jour la position et ou l'orientation de la caméra, et le rendu de cette dernière sera effectué au prochain rafraîchissement de l'affichage.

# Chapitre 5

## Bilan

### 5.1 Guide d'utilisation

Voici les touches à utiliser pour manipuler le programme :

**1,2,3** : Sélectionne et lance une animation.

$\leftarrow, \uparrow, \downarrow, \rightarrow$  : Translate la caméra sur les axes  $X$  et  $Y$

**Souris** : Maintenir un clic et déplacer la souris déplacera la caméra libre sur l'axe en question.

**Molette souris** : Avancer ou reculer la molette déplacera la caméra de façon à zoomer/dézoomer.

### 5.2 Difficultés rencontrées

Durant ce projet, nous avons été confronté à plusieurs difficultés :

- La prise en main des Inverse Kinematics pour avoir un rendu acceptable des animations dans Blender a été laborieuse.
- Il nous a fallu un temps d'adaptation pour prendre en main et comprendre comment utiliser la librairie Assimp.
- Comprendre comment parcourir de grandes quantités de données à travers des structures complexes pleines de références croisées a également été un frein à l'avancé du projet.
- De manière générale, la gestion de la mémoire en C++.

### 5.3 Améliorations possibles

Nous aurions pu améliorer notre projet de la façon suivante :

- Nous pourrions ajouter des textures sur le modèle.
- Nous pourrions implémenter un système de gestion de la lumière avec des shaders.
- Nous pourrions améliorer les animations, qui restent rudes malgré tout.
- Nous pourrions optimiser les interpolations et applications des matrices de transformation via des shaders.
- Nous pourrions augmenter la fluidité de la caméra libre et simplifier son maniement par l'utilisateur.

## 5.4 Conclusion

Pour conclure, ce projet a été l'occasion de découvrir la programmation graphique avec OpenGL et l'utilisation de bibliothèques gravitant autour de la 3D. Travailler sur un dragon et le voir s'animer au fil du temps a rendu le projet particulièrement ludique. Nous avons pu appréhender le processus de modélisation et d'animation d'un personnage pour arriver à la représentation du rendu dans une scène. Nous avons pu constater comment appliquer les concepts vus en cours. Explorer les différentes possibilités offertes par des bibliothèques libres nous a aussi forcé à aller chercher ce qu'il est possible de faire et comment le réaliser avec ces outils mis à notre disposition.

## Chapitre 6

## Annexes