

Projet de Bachelor  
Solar System Simulation, visite en réalité virtuelle  
du système solaire pour le musée Jurassica

Florian Fasmeyer  
Software development  
HES-SO, He-Arc Neuchâtle, Suisse

May 2018

**Abstract**

Ce projet de Bachelor en collaboration avec le musée Jurassica à pour but de développer une visite guidée en réalité virtuelle. Cette visite est orientée vers un public divers et doit permettre au visiteurs de se représenter l'immensité des distances entre les astres. Cette visite met les utilisateurs dans un véhicule spatial, leur permettant d'observer l'environnement comme si ils y étaient. Le véhicule automatique, guide les spectateurs au travers de l'ISS, Mars, ses lune; Fobos et deimos, ainsi qu'au travers des anneaux de saturne.

# Contents

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
1.1	Contexte . . . . .	3
1.2	Objectif . . . . .	3
1.3	Environement . . . . .	3
<b>2</b>	<b>État de l’art</b>	<b>3</b>
2.1	Moteur de jeu . . . . .	3
2.2	Sound design . . . . .	4
2.3	Astres . . . . .	4
2.4	Application VR . . . . .	5
2.5	Rendu . . . . .	5
<b>3</b>	<b>Annexes</b>	<b>6</b>

# 1 Introduction

## 1.1 Contexte

Le musée Jurassica à Porrentruy possède un grand nombre d'expositions permanentes. Celles-ci parlent de la faune régionale, des fossiles jurassiques retrouvés dans le Jura ou encore des fossiles remarquables du Précambrien. Celui-ci possède également des expositions temporaires et itinérantes qui permettent de renouveler le contenu du musée. Ce projet est quand à lui orienté vers une exposition sur le système solaire.

## 1.2 Objectif

L'objectif de ce projet est de réaliser une expérience en réalité virtuelle d'un voyage dans le système solaire. Le visiteur sera assis dans un vaisseau spatial avec de grandes baies vitrées lui permettant d'observer les astres à la première personne. La visite virtuelle peut être décomposée en quatre étapes majeures:

- Sortie de l'ISS, voyage de la terre à Mars
- Visite de Déimos et de Fobos
- Visite du cratère Valles Marineris de Mars
- Visite des anneaux de Saturne

## 1.3 Environnement

Le projet est réalisé sur Unreal Engine 4. Les modèles 3D sont fournis par des sources externes. Chaque scénario cité ci-dessus est réalisé par une équipe à charge de l'étudiant responsable du projet pendant la phase initiale du dit projet.

# 2 État de l'art

## 2.1 Moteur de jeu

### Unreal Engine 4

Unreal Engine, moteur de choix pour les professionnels de l'industrie. Le moteur permet d'obtenir des résultats graphiques de très bonne qualité[4] mais dispose d'une moins grande communauté, notamment concernant la VR. Malgré cela, le moteur dispose d'un grand nombre d'outils accélérant grandement la rapidité de production[5]. De récents ajouts, notamment concernant le module de réalité virtuelle[8], font qu'Unreal Engine 4 est un moteur de développement des plus adaptés à notre projet. UE4 dispose d'une gestion de version "built-in" ce qui est un avantage important lors des travaux en équipe. Pour ses avantages, UE4 est notre moteur de choix, utilisé durant le projet.

## Unity

Unity dispose d'une grande communauté grâce à sa simplicité de prise en main. Le moteur permet de très rapidement prototyper des jeux en VR[2][7]. Malgré ces avantages de développement, beaucoup d'outils que l'on retrouve sur UE4 et CryEngine ne sont pas présent[1], ce qui peut induire des coûts de développement supplémentaire. L'on remarquera qu'il existe des solutions permettant une gestion de versions simplifiée, permettant un partage des ressources simplifiés entre les différents membres du projet.[3].

## CryEngine

CryEngine est un moteur puissant permettant de meilleurs résultats graphiques qu'UE4, celui-ci utilisant des shaders avancés[1], mais le moteur est très dur de prise en main et la VR n'ayant été que récemment ajouté à celui-ci, il risque d'être très difficile de développer dessus. De plus la licence commercial quand à elle coûte jusqu'à 1.2 Million\$.

## 2.2 Sound design

Le son ne peut pas se propager dans le vide. Ainsi, afin de ne pas laisser le visiteur dans un silence assourdissant, des musiques d'ambiance en thème avec l'espace et le vide seront utilisés. Les très populaires soundtrack libre de droit de Kevin MacLeod[26], seront alternés avec d'autre musiques comme "The sound of empty space"[25].

Pour ajouter à la musique d'ambiance, des effets spéciaux[27] sont ajoutés. Par exemple: Les bruits du réacteur, du fuselage qui se tord et des respirations du voyageur. Étant dans le vide, les sons se propagent par des solides, étouffant les bruits, laissant passer les basses fréquences[24].

## 2.3 Astres

### Mars

Le canyon Valles Marineris[16][19][22] fait approximativement un tiers de la planète en sa longueur. Le canyon[14], bien qu'étant profond de 10km[13][15], paraît être une plaine. La largeur outrepassant la profondeur.

### Ceres

Ceres ne dispose pas que d'une seul faculae (point "brillant")[9][11] comme il a été porté à croire pendant le début de ce projet. L'astre est en fait recouvert de zones en lesquelles se fait de la sublimation[10], réfléchissant le soleil en fonction de l'angle. La partie à laquelle nous nous intéressons tout particulièrement est le cratère Occator, possédant les faculae les plus intenses[35] de la planète naine.

### **Phobos**

Phobos possède des cratères faits de plusieurs matériaux différents[12][21], laissant des tracés blancs sur sa surface. Ces tracés sont la raison de l'intérêt porté à la planète.

### **Deimos**

Deimos[20] est la seconde lune de mars. Beaucoup plus petite et plus éloignée.

### **Saturne**

Les anneaux de saturne[23][18] sont composés d'eau à 95-99%. Leur brillant les rend visible depuis la terre avec des jumelles.

## **2.4 Application VR**

Il est important de noter que l'utilisation de casque de réalité virtuelle est connue pour rendre les utilisateurs malades. De manière générale le malaise se crée lors que l'accélération ressentie par le système vestibulaire (oreille interne) ne correspond pas à celle perçue par le système visuel[6][34].

### **Mission:ISS[29]**

Une visite de la station spatiale internationale en réalité virtuelle. Ce projet est l'un de ceux se rapprochant le plus du notre. Les auteurs de ce programme ont créé un "Breakdown" de la réalisation de Mission:ISS. Ce breakdown comprend des informations importantes sur l'illumination de la station spatiale afin que celle-ci soit réaliste tout en permettant à l'utilisateur de pouvoir profiter des détails.

### **Visualizing planetary data by using 3D engines[30]**

Le projet en question détail l'utilisation de LoDs et le split de terrain (chargement de mesh optimisé). Ces implémentations sont nécessaires afin de pouvoir afficher un rendu de qualité à l'utilisateur, les données étant trop volumineuses pour être chargées simultanément sur le GPU.

### **Flexible Basilisk Astrodynamics Visualization Software Using the Unity Rendering Engine[31]**

Basilisk est un software de visualisation astrodynamique utilisant le moteur Unity. Le projet étant, à l'exception de la VR, très proche du notre, les problèmes rencontrés sont probablement très proches des nôtres.

## **2.5 Rendu**

Le monde de la réalité virtuelle permet à l'utilisateur de regarder autour de lui dans un rayon de 365 degrés. Le problème survient lorsque l'on essaie de guider

la visite de cet utilisateur. Une solution serait de jouer sur la distance focale des objets[28]. En rendant légèrement flou les objets de basse importance, l'on peut guider le regard de l'utilisateur, permettant de contrôler l'expérience de celui-ci, assurant ainsi sa la qualité.

### 3 Annexes

Cahier des charges  
Gantt

### References

- [1] Zarrad, Anis. "Game Engine Solutions." Simulation and Gaming (2018).
- [2] Nguyen, Vinh T., and Tommy Dang. "Setting up virtual reality and augmented reality learning environment in Unity." Mixed and Augmented Reality (ISMAR-Adjunct), 2017 IEEE International Symposium on. IEEE, 2017.
- [3] Friston, Sebastian, et al. "3DRepo4Unity: dynamic loading of version controlled 3D assets into the unity game engine." Proceedings of the 22nd International Conference on 3D Web Technology. ACM, 2017.
- [4] Karis, B., Games, E. (2013). Real shading in unreal engine 4. Proc. Physically Based Shading Theory Practice.
- [5] Boyken, Marii Elizabeth, Martin Clayton Coleman, and Casey Kendrick Albert-Hall. "Dreamkeeper: 3D Game Using Unreal Engine 4." (2017).
- [6] Bovet, Sidney, and Ronan Boulic. "Ensuring Self-Haptic Consistency for Immersive Amplified Embodiment." (2017).
- [7] Gawade, Akshata, et al. "RESEARCH OF GAME DEVELOPMENT-BASED ON VIRTUAL REALITY." International Journal 9.1 (2018).
- [8] Bergmann, Till, et al. "Inspiration from VR Gaming Technology: Deep Immersion and Realistic Interaction for Scientific Visualization." VISIGRAPP (3: IVAPP) (2017): 330-334.
- [9] Palomba, Ernesto, et al. "Compositional differences among Bright Spots on the Ceres surface." Icarus (2017).
- [10] Ruesch, O., et al. "Faculae on Ceres: Possible Formation Mechanisms." (2017).
- [11] Scully, Jennifer EC, et al. "Ceres' Occator crater and its faculae explored through geologic mapping." Icarus (2018).

- [12] Willner, Konrad, et al. "Geodetic Framework for Martian Satellite Exploration II: Astrometry; Phobos Geodetic Control and Maps." EPSC Abstracts 11 (2017).
- [13] Vargas, L., et al. "Detailed Study of Spur and Gully Topography Within Eastern Valles Marineris, Mars." LPI Contribution 1964 (2017): 1085.
- [14] Brož, Petr, et al. "Amazonian volcanism inside Valles Marineris on Mars." Earth and Planetary Science Letters 473 (2017): 122-130.
- [15] Foss, Frederick J., et al. "3D imaging of Mars' polar ice caps using orbital radar data." The Leading Edge 36.1 (2017): 43-57.
- [16] Edgett, K. S., R. A. Yingst, and D. M. Fey. "Curiosity's Mars Hand Lens Imager (MAHLI) Mars Science Laboratory Principal Investigator's Notebook: Sols 1515–1648." (2018): 2.
- [17] Farkas-Takács, A., et al. "Properties of the irregular satellite system around Uranus inferred from K2, Herschel, and Spitzer observations." The Astronomical Journal 154.3 (2017): 119.
- [18] Coates, Andrew. "Cassini-Huygens: Saturn, rings and moons." Astronomy and Geophysics 58.4 (2017): 4-20.
- [19] Valles Marineris: The Grand Canyon of Mars, 23 mars 2008, [https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image\\_feature\\_83.html](https://www.nasa.gov/multimedia/imagegallery/image_feature_83.html)
- [20] NASA Official: Kristen Erickson, Producer/Editor: Phillips Davis. "Deimos", <https://solarsystem.nasa.gov/moons/mars-moons/deimos/in-depth/>.
- [21] NASA Official: Kristen Erickson, Producer/Editor: Phillips Davis. "Phobos", <https://solarsystem.nasa.gov/moons/mars-moons/phobos/in-depth/>
- [22] NASA Official: Kristen Erickson, Producer/Editor: Phillips Davis. "Phobos", <https://solarsystem.nasa.gov/planets/mars/overview/>
- [23] NASA Official: Kristen Erickson, Producer/Editor: Phillips Davis. "Saturn", <https://solarsystem.nasa.gov/planets/saturn/in-depth/>
- [24] London, A., et al. "Propagation of Sound through Solids." The Journal of the Acoustical Society of America 24.4 (1952): 453-453.
- [25] Adam Basanta, "The sound of empty space", <http://www.everydaylistening.com/articles/2015/3/9/the-sound-of-empty-space.html>
- [26] Kevin MacLeod, "Dreamy Flashback"
- [27] NASA Audio Collection, <https://archive.org/details/nasaaudiocollection>

- [28] Cholewiak, Steven A., et al. "ChromaBlur: rendering chromatic eye aberration improves accommodation and realism." *ACM transactions on graphics*. 36.6 (2017): 210.
- [29] Mission:ISS, <http://missioniss.magnopus.com/iss-breakdown.html>
- [30] Elgner, Stephan, et al. "Visualizing planetary data by using 3D engines." (2017).
- [31] Wood, Jennifer, et al. "Flexible Basilisk Astrodynamics Visualization Software Using the Unity Rendering Engine." *AAS Guidance and Control Conference*, Breckenridge, CO. 2018.
- [32] Kersten, Thomas P., F. Tschirschwitz, and S. Deggim. "Development of a virtual museum including a 4D presentation of building history in virtual reality." *The International Archives of Photogrammetry, Remote Sensing and Spatial Information Sciences* 42 (2017): 361.
- [33] Eerland, Willem, Simon Box, and András Sóbester. "Cambridge Rocketry Simulator—A Stochastic Six-Degrees-of-Freedom Rocket Flight Simulator." *Journal of Open Research Software* 5.1 (2017).
- [34] Su Ming Jun & Taeg-kuen Whangbo "Study on inspecting VR motion sickness inducing factors" , 22 March 2018
- [35] NASA "Dawn Takes a Closer Look at Occator" NASA/JPL-Caltech/UCLA/MPS/DLR/IDA