

UNIVERSITÉ DE MONTPELLIER
MASTER 2 - IMAGINE

Projet VR

Rapport
TrainVenture

Étudiants :

M. Roland BERTIN-JOHANNET

M. Aurélien BESNIER

M. Florentin DENIS

Année : 2022 - 2023



Table des matières

1	Description	2
2	Mode d'emploi	3
2.1	Contrôles Manettes	3
2.2	Menus	4
2.2.1	Menu Principal	4
2.2.2	Menu en jeu	4
2.3	Dessin d'un terrain de jeu	5
2.3.1	Dessin de la carte ferroviaire	5
2.3.2	Carte des élévations	5
2.4	Contrôles du jeu	7
2.4.1	Indicateurs	7
2.4.2	Contrôles du trains	8
2.4.3	Faire avancer le train	8
3	Description technique	9
3.1	Architecture	9
3.2	Dessin de cartes	9
3.3	Génération de terrain	11
4	Points en lien au cours	12
5	Fierté et difficultés	13
5.1	Éléments dont nous sommes fiers	13
5.2	Difficultés rencontrées	13
5.3	Ce que nous aurions aimé faire	13
6	Références	14

Chapitre 1

Description

- **Pitch :** *Devenez un conducteur de train à vapeur et parcourez le monde !*
- **Titre :** TrainVenture
- **Genre :** VR, "Simulation"
- **Rating :** (10+) ESRB
- **Support :** PC Windows
- **Technologies :** Unity, Casque VR Oculus
- **Date de sortie :** Avant la fin du semestre

TrainVenture est un jeu de création et d'exploration, permettant au joueur de créer son propre territoire, qui sera généré à grandeur nature, et dans lequel il pourra ensuite conduire son train avec des mécaniques intéressantes, et remplir diverses missions.

Chapitre 2

Mode d'emploi

2.1 Contrôles Manettes

Afin de pouvoir interagir avec le jeu et son environnement, le joueur peut utiliser ses manettes.



Il peut attraper un objet directement avec la touche "Grab", ou si celui-ci le permet, l'attraper à distance en activant le rayon en appuyant sur "Trigger" puis avec la touche "Grab".

Afin d'interagir avec les menus, le joueur peut pointer avec le rayon un bouton du menu et appuyer sur la touche "Trigger", dans le cas où le joueur n'a pas les rayons affichés directement, il peut viser le bouton avec le rayon de la touche "Trigger" puis relâcher et réappuyer rapidement sur cette même touche pour valider le bouton.

Il peut tourner sur lui-même de 45° avec l'utilisation du joystick de la manette droite.

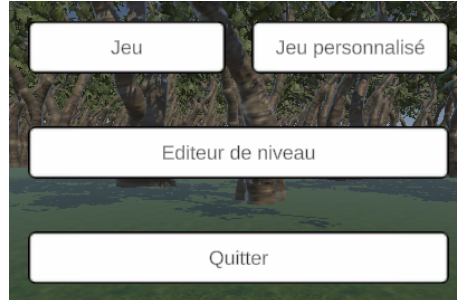
Et il peut se téléporter dans des zones limitées en maintenant le joystick gauche incliné puis appuyant sur la touche "Grab" quand le rayon vise l'endroit souhaité.

En jeu le joueur peut à tout moment ouvrir le menu pause à l'aide de la touche "menu" de sa manette gauche.

2.2 Menus

2.2.1 Menu Principal

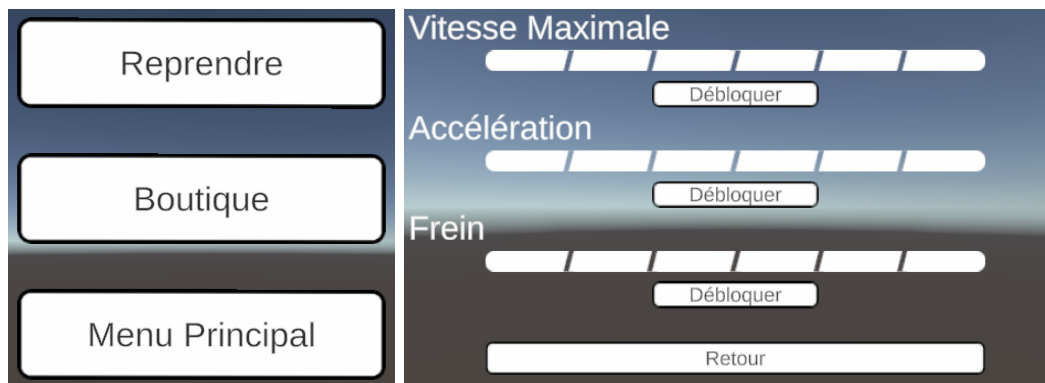
Dans le menu principal, nous avons plusieurs options qui s'offrent au joueur :



- Jeu : Lance le jeu avec un terrain généré procéduralement.
- Jeu personnalisé : Lance le jeu avec le niveau créé par le joueur.
- Éditeur de niveau : Permet au joueur de créer son propre niveau.
- Quitter : qui permet de quitter le jeu.

2.2.2 Menu en jeu

Le joueur peut à tout moment ouvrir le menu de pause avec la touche menu de sa manette gauche. Ce menu permet d'aller voir la boutique permettant les améliorations du train (visible à droite) ainsi que de retourner au menu principal.



Le menu de la boutique permet de débloquent et de sélectionner des améliorations sur le train :

- Vitesse Maximale : Améliore la vitesse maximale que peut atteindre le train.
- Accélération : Améliore le temps que le train met pour atteindre sa vitesse maximale.
- Frein : Améliore la force de freinage du train.

2.3 Dessin d'un terrain de jeu

La création du terrain de jeu se divise en deux étapes : La création d'une carte ferroviaire, et la création d'une carte des altitudes (*heightmap*).

2.3.1 Dessin de la carte ferroviaire

La création de la carte ferroviaire se fait avec deux actions :

1. Création d'une gare à l'aide d'un bouton sur le menu.
2. Dessin d'une ligne avec le pinceau qui est fourni au joueur.

Le joueur peut demander la sauvegarde de sa carte ferroviaire pour plus tard.



FIGURE 2.1 – Menu pour la création de carte ferroviaire. Quand le joueur clique sur "créer une gare", trois noms de ville aléatoires lui sont proposés.

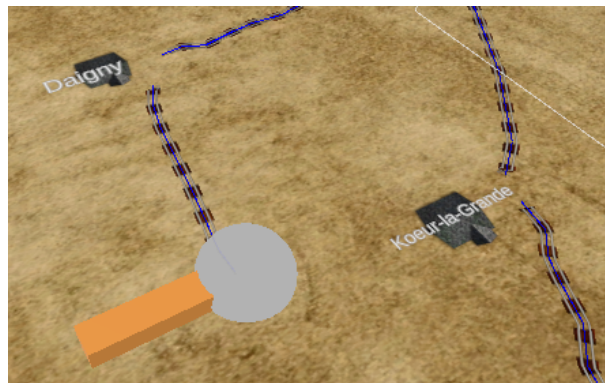


FIGURE 2.2 – Le joueur peut dessiner les rails entre les gares avec un pinceau qui lui est fourni.

2.3.2 Carte des élévations

Pour la création de la carte des élévations, il y a deux possibilités : soit le joueur la dessine lui-même d'une manière similaire au dessin de la carte ferroviaire, soit elles sont générées procéduralement.

Dessin de la carte des élévations

Comme pour le dessin de la carte ferroviaire, le joueur dispose d'un pinceau avec lequel, cette fois-ci, il dessine directement sur un plan. Il dispose aussi d'un menu.



FIGURE 2.3 – Menu pour la création de carte des élévations.

Puisque leur utilisation est moins facile à deviner que pour le menu des cartes ferroviaires, nous détaillons ici l'effet des boutons sur ce menu :

- **Changer l'altitude** : change la couleur du pinceau : plus la couleur est lumineuse, plus l'altitude est élevée.
- **Changer la taille du pinceau** : change la taille du pinceau : permet de remplir des détails ou de plus grosses zones avec plus de facilité.
- **Sauvegarder** : applique un floutage à la carte pour éviter les plateaux ou étages, puis l'enregistre pour plus tard.

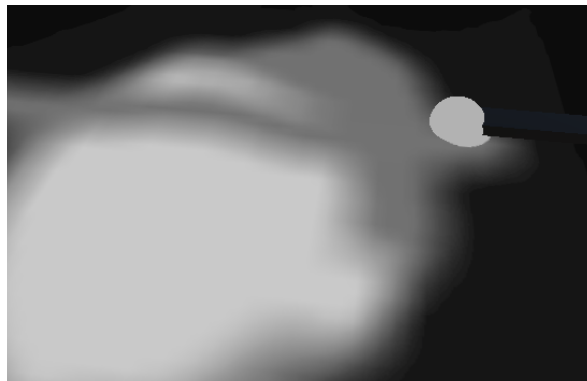


FIGURE 2.4 – Le joueur peut dessiner sa propre carte des élévations avec un pinceau qui lui est fourni.

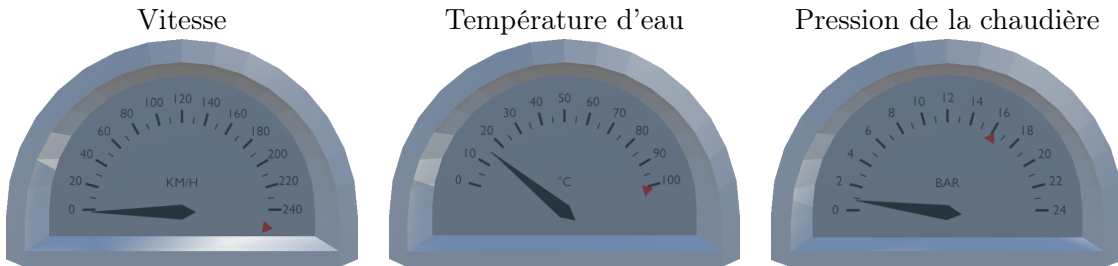
Il est à noter que le joueur a accès aux deux menus dans la même scène, ainsi il peut revenir au menu principal même quand il dessine la heightmap.

2.4 Contrôles du jeu

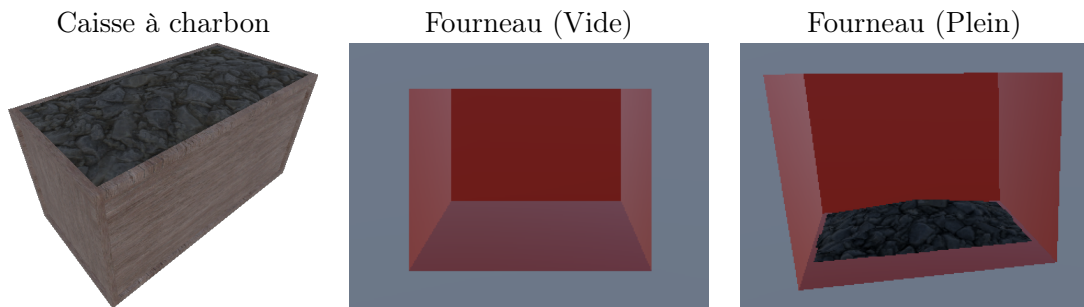
Lors du jeu, le joueur a accès à plusieurs contrôles et indicateurs.

2.4.1 Indicateurs

Nous avons 3 indicateurs sous la forme de compteurs :



La flèche rouge permet de savoir la limite maximum du train pour chaque élément. Ainsi que 2 indicateurs visuels concernant la caisse à charbon et le fourneau.



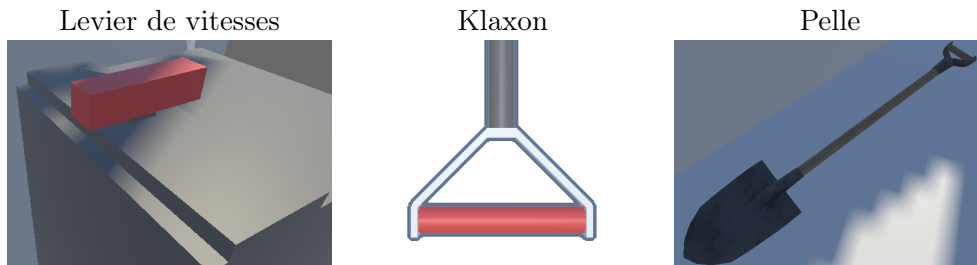
Les niveaux de la caisse et du fourneau changent de niveau respectivement à leurs quantités de charbon. La caisse de charbon est automatiquement rechargée quand nous passons dans une gare.

Le four consomme 1 charbon toute les deux secondes.

2.4.2 Contrôles du train

Pour contrôler le train, le joueur a à sa disposition plusieurs éléments :

- Levier de vitesses : Vers l'avant pour accélérer, vers l'arrière pour freiner
- Klaxon : Sert à faire du bruit, ainsi que de système pour baisser la pression.
- Pelle : Permet de transporter du charbon de la caisse à charbon vers le four.



Chacun de ces objets est attrapable par le joueur directement à l'aide du maintien de la touche "Grab".

Le joueur peut aussi récupérer la pelle à distance à l'aide du système de rayon. Pour cela, il doit maintenir la touche "Trigger" puis quand le rayon est blanc en passant sur la pelle, maintenir le bouton "Grab", il saisira automatiquement la pelle dans sa main, qu'importe la distance.

2.4.3 Faire avancer le train

Afin de pouvoir faire avancer le train, vous devez vous assurer que vous avez assez de pression de la bouilloire est suffisamment élevé, plus la pression est haute plus le train aura de puissance pour avancer.

Pour cela vous devez maintenir une température d'eau au-delà de 80°C à l'aide du charbon et du fourneau.

Enfin vous devrez pousser le levier de vitesse vers l'avant, proportionnellement à l'accélération que vous désirez.

Chapitre 3

Description technique

3.1 Architecture

Au début de notre projet, nous avons réfléchi à une architecture qui permettrait de plus facilement pouvoir implémenter certaines choses comme la sauvegarde des cartes ferroviaires ou encore l'ajout d'intersections sur les gares ou même sur la voie.

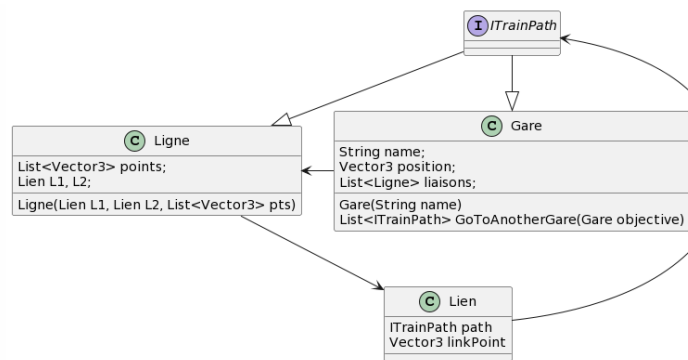


FIGURE 3.1 – Diagramme de l’architecture que nous avons conçue pour gérer plus élégamment les cartes ferroviaires.

3.2 Dessin de cartes

Dessin de la carte ferroviaire :

Pour afficher les rails dessinés par le joueur, nous créons en temps réel un maillage qui suit une spline, dont les points de contrôle sont les positions prises par son pinceau. Ces positions sont échantillonnées à chaque fois qu’il a parcouru une certaine distance sur la surface du dessin.

Dessin de la carte d’altitude :

Pour permettre au joueur de dessiner sur un plan, nous avons introduit une seconde caméra qui ne voit que le bout de son pinceau. Les rendus de cette caméra sont cumulés et redirigés comme texture sur la surface de dessin. Cela donne l’impression que le joueur est **entrain** d’y dessiner.

Nettoyage des chemins :

Il est possible que le joueur dessine n’importe quoi.

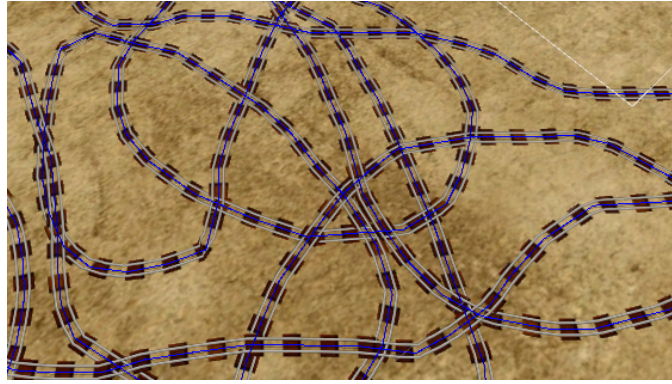


FIGURE 3.2 – Dans ce cas, le joueur a fait n'importe quoi.

Le cas échéant, nous aimerions corriger la courbe qu'il a dessinée pour qu'elle se soumette aux critères suivants :

1. Pas de boucles.
2. Pas de virages à plus de 30 degrés d'angle (pour que le voyage soit confortable).

Nous cherchons à construire un chemin respectant ces deux conditions, et qui soit aussi proche que possible du chemin dessiné. Nous modélisons cela comme un problème d'**optimisation combinatoire**. Il s'agit d'introduire un nombre fini de "morceaux de chemin" : des courbes de quelques mètres contenant différentes courbures entre -30° et 30° . Alors, la solution optimale est pour nous la combinaison de "morceaux de chemin" qui respecte les cinq conditions suivantes :

1. Ne contient pas de boucles
2. Minimise la *fonction de coût 1* : la distance euclidienne moyenne entre les points de la courbe générée, et le point plus proche sur la courbe dessinée.
3. Minimise la *fonction de coût 2* : la différence entre la longueur du chemin généré, et la longueur du chemin dessiné.
4. Minimise la *fonction de coût 3* : la distance euclidienne entre la position de fin du chemin généré, et celle du chemin dessiné.

Nous mettons les critères 1 et 2 au carré pour être plus laxistes sur les petites erreurs mais pénaliser les grosses.

Nous appliquons au critère 3 la fonction $e^{|x|} - 1$ pour être beaucoup plus sévères même sur les courtes erreurs : il est crucial que le chemin atteigne la position finale désirée.

L'espace des chemins possibles est trop grand pour être exploré totalement. Pour approximer la meilleure solution en un temps raisonnable, nous générons 2000 chemins, et choisissons le meilleur, sur les trois critères, parmi ceux qui n'ont pas de boucles.

note 1 :

Pour gagner en performances, notre détection de boucles se fait à deux niveaux. Le premier est rapide en calcul et garantit qu'il n'y a pas de boucles. Le second est plus lourd et détecte les boucles. Si la première condition n'est pas remplie, pas la peine de vérifier la seconde.

- Niveau 1 (*condition nécessaire*) : a-t-on tourné de manière cumulative de plus de 270° (ou -270°) depuis le début de la courbe ?
- Niveau 2 (*condition suffisante*) : Y a-t-il une intersection entre deux "morceaux de courbe" ?

note 2 :

Lors de la génération des chemins, à chaque pioche d'un nouveau "morceau de courbe", nous piochons avec une plus grande probabilité les morceaux qui mènent au plus proche de la courbe dessinée. Cela

permet de générer des chemins plus pertinents tout en laissant ouverte la possibilité de chemins plus créatifs qui pourraient résoudre des problèmes.

note 3 :

Une fois un chemin choisi, nous en modifions la fin pour qu'il arrive pile sur la gare.

Remarque : *Nous avons implémenté cet algorithme mais n'avons pas fini de le mettre en place dans notre jeu sans bug. En conséquence, il ne figure pas, ni dans le build, ni dans la démonstration.*

3.3 Génération de terrain

La génération procédurale du terrain se fait à l'aide d'un bruit de Perlin¹ en deux dimensions permettant de générer une carte de hauteurs.

Une fois les hauteurs générées (soit procéduralement, soit par l'utilisateur) celle-ci permettent de générer des détails. Les arbres du terrain sont placés sur les hauteurs entre la hauteur maximale divisée par deux et la hauteur maximale divisée par un demi. Pour ce qui est de la végétation elle sera présente sur les hauteurs inférieures à la hauteur maximale divisée par un huitième.

Les textures du terrain sont générées en premier temps selon les hauteurs, puis une fois le chemin du train dessiné on applique une texture particulière le long de ce chemin.

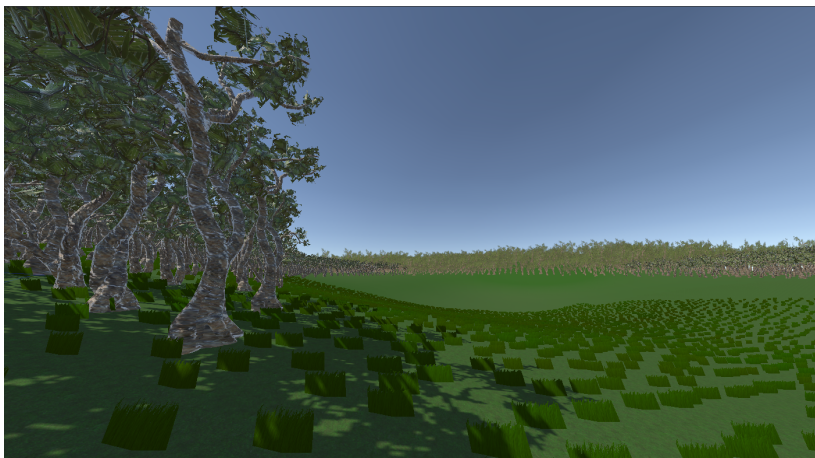


FIGURE 3.3 – Terrain généré procéduralement

1. https://fr.wikipedia.org/wiki/Bruit_de_Perlin

Chapitre 4

Points en lien au cours

Nous avons pu utiliser la pratique d'Unity développée pendant les cours et TPs de VR pour réaliser une application VR avec des éléments interactifs tels que des boutons, leviers, interfaces de dessin, etc...

Chapitre 5

Fierté et difficultés

5.1 Éléments dont nous sommes fiers

1. L'expérience à l'intérieur du train ; nous avons passé un certain temps à mettre en place un système de charbon fonctionnel avec l'affichage en direct des stocks et des compteurs, ainsi que de fumée.
2. Le système de sauvegarde : nous avons été prévoyants et avons conçu une architecture pour le stockage des informations qui est souple et nous permettrait de nombreuses autres choses (intersections au milieu des voies, etc...).
3. Les interfaces de dessin : il a été très intéressant de créer en temps réel un maillage qui suive les lignes de l'utilisateur.
4. Le nettoyage des courbes tracées par l'utilisateur : même si notre implémentation demanderait un peu de débogage et ne figure pas sur le build final, nous trouvons l'idée assez élégante et prometteuse.

5.2 Difficultés rencontrées

1. Le dessin en VR : pour la scène de dessin de HeightMap, le dessin sur une texture a demandé que nous trouvions des astuces et utilisions des fonctionnalités de Unity un peu plus avancées.
2. Déplacer le train et ses wagons sur différentes courbes en même temps.
3. Déplacer le joueur avec le train.
4. Interagir avec l'API Terrain de Unity via script (très peu de documentation en ligne).

5.3 Ce que nous aurions aimé faire

1. La mise en place de bifurcations.
2. Un système de mission.
3. Plus de biomes et de décor.

Chapitre 6

Références

- <https://ambientcg.com/> (Pour les textures)
- <https://polyhaven.com/> (Pour les textures)
- <https://opengameart.org/> (Pour les textures)
- <https://www.3dmodelscc0.com/> (Pour le modèle de la pelle)
- <https://www.sbbcargo.com/fr/> (Pour les dimensions type d'un Wagon)
- <https://forum.unity.com/threads/adding-terrain-textures-procedurally.374327/> (Pour les textures procédurales sur le terrain)
- <https://learn.unity.com/course/create-with-vr> (Pour la création d'un projet VR)
- <https://github.com/Flare00/TrainVenture> (Git du projet)