

# Panic At Tortuga

## Rapport de projet

Juin 2021



# Table des matières

<b>1</b>	<b>Introduction</b>	<b>3</b>
<b>2</b>	<b>Présentation</b>	<b>4</b>
2.1	L'équipe de LifeInvaders . . . . .	4
<b>3</b>	<b>Développement</b>	<b>4</b>
3.1	Chronologie du projet . . . . .	4
3.2	Progression . . . . .	5
3.2.1	Première soutenance . . . . .	5
3.2.2	Deuxième soutenance . . . . .	6
3.2.3	Dernière soutenance . . . . .	6
3.3	Launcher . . . . .	6
3.3.1	Première soutenance . . . . .	6
3.3.2	Deuxième soutenance . . . . .	7
3.3.3	Dernière soutenance . . . . .	8
3.4	Intelligence Artificielle et NPC . . . . .	8
3.4.1	Première soutenance . . . . .	8
3.4.2	Seconde soutenance . . . . .	9
3.4.3	Dernière soutenance . . . . .	10
3.5	Carte du jeu . . . . .	11
3.5.1	Cahier des charges . . . . .	11
3.5.2	Première soutenance . . . . .	12
3.5.3	Deuxième soutenance . . . . .	14
3.5.4	Dernière soutenance . . . . .	14
3.6	Interface utilisateur . . . . .	15
3.6.1	Cahier des charges . . . . .	15
3.6.2	Première soutenance . . . . .	16
3.6.3	Deuxième soutenance . . . . .	17
3.6.4	Troisième soutenance . . . . .	17
3.7	Site Internet . . . . .	18
3.7.1	Première soutenance . . . . .	18
3.7.2	Deuxième soutenance . . . . .	19
3.7.3	Dernière soutenance . . . . .	21
3.8	Réseau . . . . .	21
3.8.1	Cahier des charges . . . . .	21
3.8.2	Première soutenance . . . . .	22
3.8.3	Deuxième soutenance . . . . .	23
3.8.4	Dernière soutenance . . . . .	24
3.9	Mécaniques de jeu . . . . .	24
3.9.1	Cahier des charges . . . . .	24
3.9.2	Première soutenance . . . . .	25
3.9.3	Deuxième soutenance . . . . .	29
3.9.4	Dernière soutenance . . . . .	31
3.10	Graphismes . . . . .	34
3.10.1	Première soutenance . . . . .	34
3.10.2	Deuxième soutenance . . . . .	34
3.10.3	Dernière soutenance . . . . .	37
3.11	Avancées et prévisions . . . . .	37
3.11.1	Cahier des charges . . . . .	37
3.11.2	Première soutenance . . . . .	37
3.11.3	Prévisions pour la deuxième soutenance . . . . .	37
3.11.4	Deuxième soutenance . . . . .	39
3.11.5	Prévisions pour la troisième soutenance . . . . .	39
3.11.6	Dernière soutenance . . . . .	41
3.12	Bibliographie et références . . . . .	41

3.12.1 Logiciels utilisés . . . . .	41
3.12.2 Assets Unity . . . . .	41
3.12.3 Médias . . . . .	42
<b>4 Conclusion</b>	<b>43</b>

## 1 Introduction

L'heure du rendu final a sonné. Cette dernière période de travail n'a pas été la plus calme, car rythmée par un TD de maths et les partiels de fin d'année. Cependant, le projet n'a pas cessé d'évoluer pour atteindre sa forme finale, plutôt aboutie.

## 2 Présentation

### 2.1 L'équipe de LifeInvaders

#### **DEVERS Renaud-Dov (Chef de Projet)**

J'adore l'informatique depuis des années, je suis tombé dans la marmite des vieux ordinateurs (Windows 2000 !) à disquette quand j'étais petit.

J'aime les travaux et les projets de groupe, en ayant trois à mon actif, dont le projet d'ISN et celui de SI. J'ai pu réaliser par exemple une application dynamique pour libraires avec une connexion à la database de Google Books. J'y ai appris le rôle d'un chef de groupe, de l'organisation à la responsabilité, je trouve les projets formateurs. Ce projet sera donc l'occasion de m'améliorer dans le travail de groupe, pour être prêt pour le monde professionnel.

#### **KEDJNANE Harrys**

Avant EPITA, je faisais une PACES et je n'avais jamais codé même si l'informatique est un sujet qui m'a toujours fortement intéressé. Depuis mon arrivé à cette école, j'ai découvert les joies de la programmation et ce projet me permettra d'approfondir ce sujet appliqué à un autre milieu qui m'intéresse tout autant : le jeu vidéo.

#### **DE LA PORTE DES VAUX Paul**

Ayant découvert le monde de l'informatique assez tard, je n'ai fait que des petits projets, comme des Hackintosh ou des projets python de cryptographie et de reconnaissance d'objets. La création d'un jeu en 3D m'enchantes donc, car elle va me permettre d'explorer de nouveaux horizons.

#### **COHEN-SCALI Julien**

Étant un gros joueur et passionné depuis mon enfance, ce projet est un moyen pour moi de m'exercer grâce aux différents cours de programmation en C#. Par ailleurs, ayant fait un stage à l'ISART, le C# et Unity ne me sont pas inconnus. De plus, ce projet est un bon moyen de s'exercer à la Programmation Orientée Objet vue lors derniers cours de programmation, ce qui permettra à notre groupe d'améliorer notre code et d'acquérir une méthode bien plus professionnelle, nous préparant à notre vie future. La collaboration autour du projet et l'importance de travailler en groupe grâce à git développe en chacun de nous un esprit d'équipe conséquent. Ce projet est donc, pour moi, un très bon entraînement pour le développement de projet dans ma vie futur. (mais aussi un très bon moyen de s'amuser).

## 3 Développement

### 3.1 Chronologie du projet



FIGURE 1 – Frise chronologique du développement du projet

### 3.2 Progression

#### 3.2.1 Première soutenance

Le système de progression, qui reste pour l'instant une tâche secondaire, a tout de même convenablement avancé. En effet même s'il n'y a pas encore de mécanique de jeu permettant à ce système de prendre sens, l'objectif principal pour cette première soutenance a été réalisé : le système de sauvegarde.

**Système de sauvegarde** Un système de sauvegarde complet a été implémenté. Une classe "PlayerDatabase" a été créée et permet de stocker l'ensemble des variables que nous souhaitons sauvegarder. Ce système est utilisé non seulement pour sauvegarder la progression du joueur, mais il se trouve qu'il a également une grande utilité pour sauvegarder d'autres paramètres, comme par exemple la persistance du changement des contrôles effectués par le joueur (cf. menu d'accueil). Il n'existe qu'une seule instance de cette classe pour tout le jeu (singleton). Cette instance est sérialisée(processus permettant de convertir l'information dans un autre format, ici dans le but de la stocker, permettant ainsi sa persistance) puis sauvegardée dans un fichier. Au lancement du jeu, ce fichier est déserialisé(processus inverse de la sérialisation) est l'instance récupérée remplace donc l'instance unique présente en jeu. Il est important de faire cette démarche le plus tôt possible, afin que le chargement de l'instance soit faite avant toute tentative d'accès à cette dernière. Il faut également faire attention à sauvegarder régulièrement, notamment lors de la modification de l'instance.

**Contenu débloquable** Même si le système de progression n'a pas encore été créé, nous avons déjà réfléchi sur la "récompense" de ce système de progression. Il serait donc intéressant d'explorer la possibilité de débloquer des effets "cosmétiques" qui seraient visibles dans le lobby<sup>1</sup>. Un système de customisation de personnage a été créé, et nous avons pour objectif de permettre au joueur de débloquer ces éléments de customisation.

**Système de customisation** Même si cette mécanique est encore basique, le joueur a la possibilité de choisir l'apparence de son personnage dans le menu d'accueil<sup>2</sup>. Cette dernière sera vue des autres joueurs du lobby. Le fonctionnement est le suivant : chaque caractéristique est associée à une variable. Ces variables composent un code unique associé à une combinaison spécifique qui sera alors affichée. De plus, ces variables sont sauvegardées et le choix est persistant (sauvegardé dans un fichier). Avant la fin du projet, l'objectif est de bloquer l'accès à certains éléments de customisation, et de permettre au joueur de les débloquer grâce à sa progression.

### 3.2.2 Deuxième soutenance

Le système de progression a peu avancé car nous l'avons trouvé d'une importance moindre que le multijoueur ou l'IA. Cependant, un système d'expérience, acquise à la fin de chaque partie en fonction du nombre de points obtenus, a été implémenté. Il y a également un système de niveau. Pour obtenir un niveau, il faut acquérir une certaine quantité d'expérience, calculé en fonction du niveau actuel. Plus le niveau est élevé, plus l'expérience demandé est élevée. Mais ce système n'a pas encore d'utilité dans le cadre de la progression.

### 3.2.3 Dernière soutenance

Le système de progression est fonctionnel, et inclue la sélection / sauvegarde des apparences, ainsi qu'un système de niveaux basé sur des points d'expérience gagnés à chaque fin de partie. Même si cela reste assez basique, il permet deux choses : permettre au joueur de choisir un skin qui lui correspond, et activer le système de récompense du cerveau après chaque partie gagnée, afin de rendre le jeu un peu addictif (oui, c'est mal).

## 3.3 Launcher

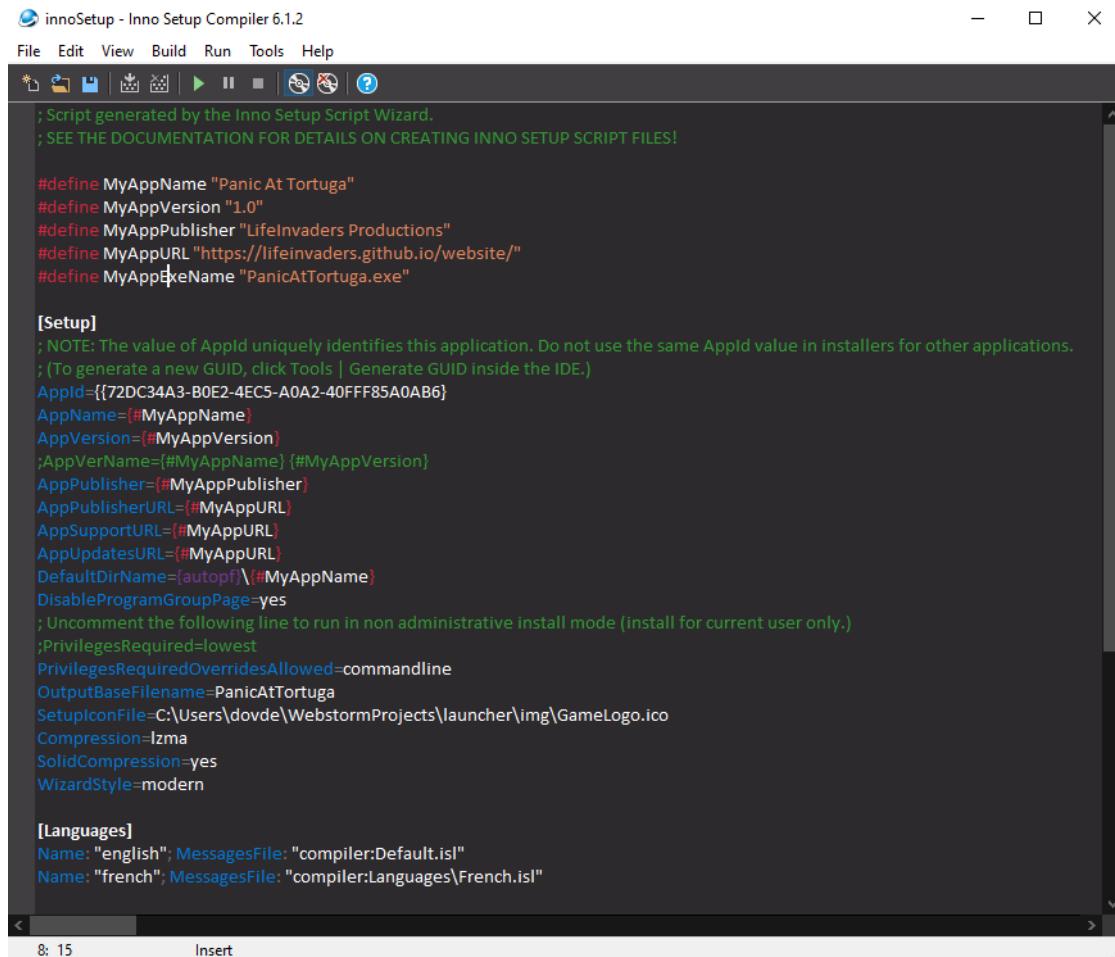
### 3.3.1 Première soutenance

Une première version du lanceur a été créée avec le Framework Avalonia, qui permet de développer en C#, mais utilise beaucoup de bibliothèques externes sous forme de fichiers dll qui alourdissent énormément le fichier d'installation (plus de 300 Mo). Pour créer l'installateur du launcher, nous avons utilisé le classique Inno Setup, qui est un logiciel permettant de packer un exécutable et toutes ses dépendances dans un fichier d'installation.

Le fichier de configuration permet d'indiquer la source (dossier contenant le launcher Avalonia), la destination, l'icône de l'installateur, et éventuellement des informations pour l'uninstaller.

1. Cf. Multijoueur

2. Cf. Menu d'accueil



The screenshot shows the Inno Setup Compiler 6.1.2 application window. The title bar reads "innoSetup - Inno Setup Compiler 6.1.2". The menu bar includes File, Edit, View, Build, Run, Tools, and Help. Below the menu is a toolbar with icons for opening files, saving, printing, and running scripts. The main area displays the INNO setup script code:

```

; Script generated by the Inno Setup Script Wizard.
; SEE THE DOCUMENTATION FOR DETAILS ON CREATING INNO SETUP SCRIPT FILES!

#define MyAppName "Panic At Tortuga"
#define MyAppVersion "1.0"
#define MyAppPublisher "LifeInvaders Productions"
#define MyAppURL "https://lifeinvaders.github.io/website/"
#define MyAppExeName "PanicAtTortuga.exe"

[Setup]
; NOTE: The value of AppId uniquely identifies this application. Do not use the same AppId value in installers for other applications.
; (To generate a new GUID, click Tools | Generate GUID inside the IDE.)
AppId={{72DC34A3-B0E2-4EC5-A0A2-40FFF85A0AB6}
AppName={#MyAppName}
AppVersion={#MyAppVersion}
;AppVerName={#MyAppName} {#MyAppVersion}
AppPublisher={#MyAppPublisher}
AppPublisherURL={#MyAppURL}
AppSupportURL={#MyAppURL}
AppUpdatesURL={#MyAppURL}
DefaultDirName={autopf}\{#MyAppName}
DisableProgramGroupPage=yes
; Uncomment the following line to run in non administrative install mode (install for current user only.)
;PrivilegesRequired=lowest
PrivilegesRequiredOverridesAllowed=commandline
OutputBaseFilename=PanicAtTortuga
SetupIconFile=C:\Users\dovde\WebstormProjects\launcher\img\GameLogo.ico
Compression=Lzma
SolidCompression=yes
WizardStyle=modern

[Languages]
Name: "english"; MessagesFile: "compiler:Default.isl"
Name: "french"; MessagesFile: "compiler:Languages\French.isl"

```

The status bar at the bottom shows "8: 15" and "Insert".

FIGURE 2 – Fichier de configuration de Inno Setup

### 3.3.2 Deuxième soutenance

Le lanceur du jeu est un élément crucial, car il permet d’installer le jeu et de le maintenir à jour. Une première version du launcher avait été créée avec Avalonia, un Framework C#. Cependant, il faisait appel à des librairies externes, ce qui l’alourdissait et rendait son fonctionnement instable. C’est pour cette raison que nous avons décidé, pour la deuxième soutenance, de nous tourner vers le Framework Electron, qui est parfaitement compatible avec toutes les plateformes car il repose sur du HTML.

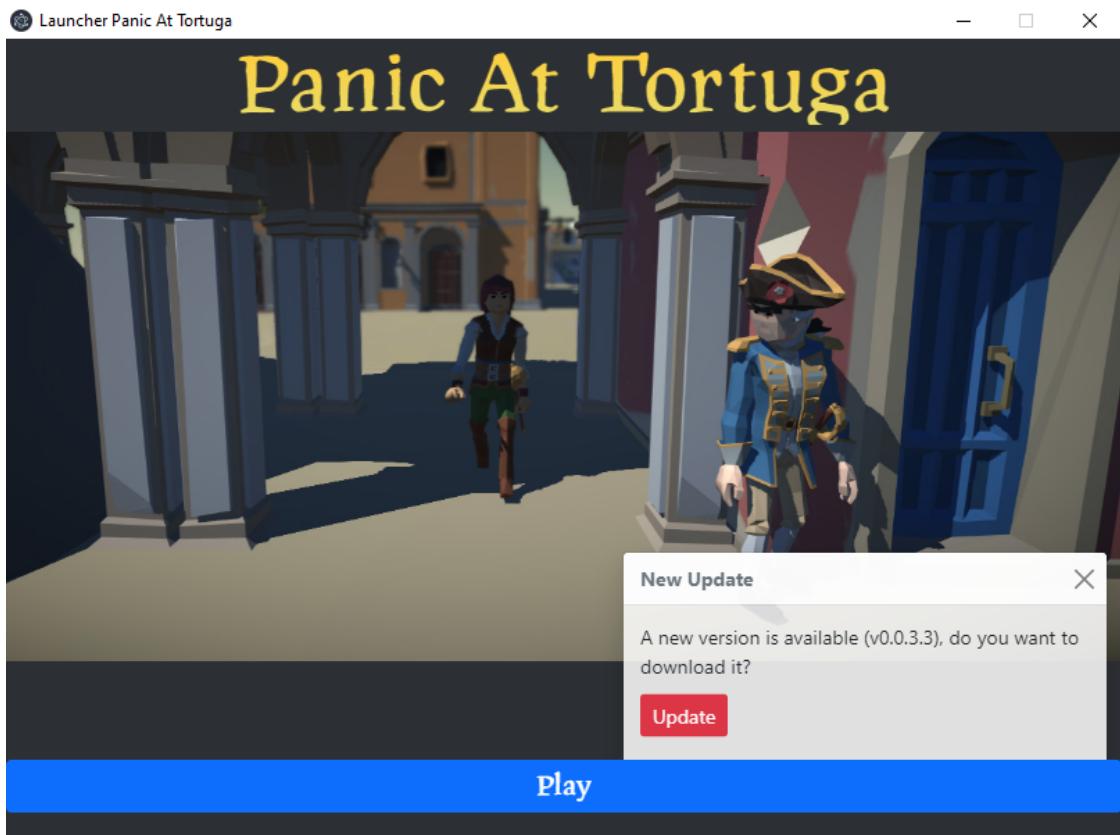


FIGURE 3 – Aperçu du Launcher

Le lanceur du jeu sous Electron est capable de se connecter au repo Github et de récupérer la dernière version du jeu afin de la comparer à la version actuelle pour proposer de télécharger les nouveautés. Cela permet de constamment maintenir le jeu à jour, pour éviter des conflits de versions ou toutes autres erreurs. Le html utilisé permet aussi de s'adapter parfaitement à toutes les formes de fenêtres sans problèmes d'échelles ou d'overlay.

### 3.3.3 Dernière soutenance

Du côté d'*Inno Setup*, nous avons dû faire quelques ajustements pour que l'uninstaller supprime le dossier contenant le jeu (en plus de celui du launcher), et nous avons utilisé Resource Hacker (ResHack) pour modifier l'icône du launcher, afin qu'elle apparaisse après installation au lieu de l'icône Electron.

Des bugs au lancement avaient également lieu, notamment concernant le fichier `version.json` qui enregistre la version actuelle du jeu, et au niveau du chemin de l'exécutable, que nous avons dû modifier.

## 3.4 Intelligence Artificielle et NPC

### 3.4.1 Première soutenance

Pour rendre notre jeu plus vivant et permettre aux joueurs de se mêler à la foule, il nous fallait créer des IA se déplaçant dans la ville. Pour cela, nous avons décidé d'utiliser des NavMesh pour créer des zones où les NPC peuvent se balader d'un point à un autre. Pour ne pas rendre leur comportement linéaire et trop prévisible, ce qui gâcherait inéluctablement le jeu, ils se déplacent de manière aléatoire vers un point quelconque défini dans une liste de coordonnées. Les NPC ont donc des comportements pseudo-aléatoires (même s'ils empruntent toujours le chemin le plus court entre deux objectifs) qui permettent aux joueurs de se fondre plus facilement dans la masse. En

d'autres termes, en faisait se comporter les IA comme des joueurs, on évite aux joueurs d'avoir à se comporter comme des robots.

L'outil de navigation est assez poussé, et permet de définir les dimensions des personnages, ainsi que la hauteur de laquelle ils peuvent sauter et les pentes qu'ils peuvent emprunter. Ici, la pente maximale est de 33.4°, mais si ce chiffre avait été plus élevé, les pentes seraient devenues praticables (bleues)<sup>3</sup>, et les personnages auraient pu monter sans utiliser les escaliers (ce qui n'est évidemment pas le but).

Pour rendre ces IA plus humaines, les joueurs peuvent les bousculer et les étourdir en courant vers eux. Ils reprennent leur trajet au bout de quelques secondes. Il faudra ainsi, dans les prochaines versions, améliorer la navigation afin que le chemin emprunté ne soit pas toujours le plus court.



FIGURE 4 – Problème rencontré lorsque de nombreuses IA vont au même endroit

### 3.4.2 Seconde soutenance

Nous avons essayé plusieurs types de déplacement pour les IA. Nous avons fait des NPC zones qui permettent de créer des quartiers où les NPC peuvent se balader librement dans la zone. Si un NPC est tué dans la zone, un nouveau apparaît avec un effet visuel approprié (shader d'apparition).

Pour le système de déplacement de l'IA, nous avons essayé plusieurs algorithmes différents :

- Le premier algorithme que nous avions montré lors de la première soutenance était un déplacement vers un élément aléatoire d'une liste de coordonnées prédéfinie. Le tracé était de ce fait trop prévisible et ne permettait pas de se déplacer librement en restant discret. De plus, si un personnage allait d'un point A vers un point B, et un autre de B vers A, alors prenant le chemin le plus court ils finissaient par se croiser (face à face) et finir coincés.
- Nous avons donc décidé de rajouter plus d'aléatoire dans leurs déplacements. Les IA cherchent une destination "accessible" dans un rayon proche. Le problème était que la librairie Unity AI intégrée cherche un chemin complet ou partiel. Le rendu final montrait des personnages qui finissaient toujours par être attirés par les bordures de la carte.
- Le dernier système intégré cherche une destination dans une certaine zone. Au lieu de chercher un point proche de lui, il cherche un chemin vers une destination aléatoire, et recommence lorsque ce point est atteint ou si aucun chemin complet n'a été trouvé.

Afin de rendre les IA moins scriptées, nous avons ajouté des événements aléatoires.

En outre, des zones de discussion ont été implémentées : ce sont des zones où les joueurs et le NPC peuvent interagir et se fondre dans la discussion pour se cacher. Les IA qui les traversent s'y arrêtent, parlent, avant de repartir au bout d'une durée de temps aléatoire.

3. Voir figure 3



FIGURE 5 – Représentation vectorielle des path des IA



FIGURE 6 – Zone de discussion

### 3.4.3 Dernière soutenance

**Optimisation de l'algorithme de déplacement** Avec l'algorithme de navigation des NPC précédent, ces derniers recherchaient un nouveau point après avoir atteint le leur, ce qui posait des problèmes car les IA s'arrêtaient quelques instants pour calculer leur destination. Cette dernière est maintenant calculée lorsqu'un avancement de deux tiers est atteint sur le trajet. Cela permet d'éviter ces moments d'inactivité. Le mode de recherche a aussi connu de très légères optimisations.

### 3.5 Carte du jeu

#### 3.5.1 Cahier des charges

**Taille et topologie de la carte** La carte du jeu doit être parfaite. En effet, toutes les mécaniques (saut, échelles, course) deviennent inutiles si elles sont implémentées sur une carte inadéquate (avoir la possibilité de grimper sur une carte plate est aussi inutile que frustrant). A l'inverse, une carte adaptée aux possibilités de déplacement du joueur donne à ce dernier l'impression de quelque chose de fini. Une carte spacieuse et assez verticale (accidentée et/ou avec des maisons escaladables) se présente donc comme la meilleure option, car elle est ainsi le moins restrictive possible.

**Univers et design** Le jeu se déroule dans un univers pirate, aux Caraïbes. Les bâtiments doivent donc être d'inspiration hispanique, mais paraître peu entretenus, signe d'une longue occupation pirate. La carte est une île, ce qui permet de justifier la limite de carte facilement (océan). En revanche, certaines incohérences (skin de squelette, peut être des armes futuristes) permettent d'inscrire le jeu dans un registre informel, et de rappeler que ce n'est qu'un jeu.



FIGURE 7 – Image de présentation de l'asset Polygon Pirate

**Assets** Tous ces éléments nous ont fait opter pour l'achat d'un asset graphique chez Synty Studios (POLYGON - Pirate Pack). Ce dernier possède de nombreux avantages, comme sa grande diversité de prefabs et textures, ou encore son aspect "Low Poly", c'est-à-dire en polygones, qui donne un aspect moderne au jeu tout en diminuant la complexité des mesh (réduisant ainsi la puissance de calcul nécessaire au jeu).



(a) Vue aérienne de la carte



(b) Vue rapprochée de la carte

FIGURE 8 – Avancement actuel de la carte

### 3.5.2 Première soutenance

La carte étant un élément crucial du jeu, au même titre que les mécaniques, il nous a semblé important de faire des schémas et que le groupe soit d'accord sur la direction artistique, afin que Paul, la personne en charge de la map, puisse être sûr de la vision de la carte du jeu avant de commencer. Ainsi, la carte finalement retenue devait avoir suffisamment de relief pour rendre les échelles intéressantes, et suffisamment spacieuse pour pouvoir la remplir avec au moins 150 personnages non-joueurs (afin de pimenter le jeu). Dans un premier temps, une forme ronde avait été retenue pour la carte, mais a ensuite évolué pour une forme en L, cette dernière rendant l'environnement plus naturel et augmentant les chances des personnages de se croiser.



FIGURE 9 – Vue aérienne de la carte

Ensuite, afin d'ajouter du relief à la carte, une colline a été créée. Cette dernière s'étend sur environ un quart de la carte, et possède quatre niveaux afin d'en permettre l'accès par de petits escaliers successifs. Une colline étant un terrain irrégulier, il a été décidé que les bâtiments placés sur cette dernière ne seraient pas parallèles, mais répartis afin de créer un imbroglio de maisons rappelant le style méditerranéen dont les îles comme celle-ci sont inspirées.



FIGURE 10 – Colline de la carte, organisée par étages

Enfin, l'architecture de la ville elle-même devait aussi avoir une influence ibérique, les maisons ont été dessinées basses et organisées autour de places et marchés animés. Les tonnelles et les nombreuses lanternes rendent l'environnement plus chaleureux, et les arcades, dotées de portes

qui se ferment lorsqu'un joueur les passe en courant, ajoutent une mécanique de fuite au jeu<sup>4</sup>. L'organisation du village se fait autour de la place de l'église, qui fait office de place du marché.

### 3.5.3 Deuxième soutenance

La carte est désormais finie, et de nouveaux éléments ont été ajoutés, comme un shader animé (créé avec l'outil Shader Graph) pour l'eau, faite par Dov, ou encore de nouvelles lumières dynamiques. Elle est aussi dotée de nombreuses échelles, qui permettent de fuir ses poursuivants de façon discrète, ainsi que de venelles reliant les avenues. En outre, les nombreux NPC ainsi que les marchandises exposées au milieu des rues font aussi de bonnes diversions. Enfin, l'ajout d'escaliers offrant un second accès à la colline permettent non seulement de désengorger la butte, envahie par les NPC, mais aussi de redynamiser la digue qui était jusque là exempte de tout intérêt : pas de bâtiments, pas de cachettes..

Mais la principale nouveauté est le mode nuit : en effet, il est désormais possible de passer du jour à la nuit grâce à de simples boutons-radios. Le mode nuit applique des effets de post-processing à toutes les textures de la carte, et assombrissant les couleurs et en appliquant certains effets visuels se traduisant en jeu par un environnement plus sombre (deonc nocturne). Ce mode nuit permet de faire ressortir la beauté de la ville endormie, tout en ajoutant un côté angoissant aux parties, qui deviennent *de facto* beaucoup plus animées. Il reste à peaufiner les détails, comme l'ajout de hautes herbes dans les rues, le placement de torches utilisant la lumière dynamique (mode jour / nuit) ou encore le réajustement de petites erreurs de placements.

### 3.5.4 Dernière soutenance

**Nouvelle carte** Une deuxième carte a été commencée, afin d'ajouter de l'intérêt au jeu. Cette dernière utilise le fort de la carte de démonstration de l'Asset (faite par Synty), que nous avons modifié, en ajoutant de nombreuses rampes d'accès ainsi qu'une tyrolienne<sup>5</sup>, le nouveau mode de déplacement du jeu. Le quartier de pêcheurs sur la plage permet de créer une zone "urbaine", pour se cacher dans la foule, alors que le fort permet de prendre de la hauteur pour repérer sa cible. Une grande difficulté rencontrée sur cette carte est sa verticalité, qui requiert un nombre important d'escalier et de rampes d'accès, pour permettre la circulation des joueurs mais surtout des NPC dont les règles de circulation sont très strictes (restrictions sur l'inclinaison du sol, sur la hauteur de saut et sur les objets de sol). L'accès au fort a dû être fortement restreint afin de ne garder que les parties les plus accessibles (parvis et cour intérieur).



FIGURE 11 – Vue aérienne du fort de la seconde carte

4. Cf. Gameplay/Environnement

5. Cf. Mécaniques de jeu

**Finition de la première carte** Une nouvelle tyrolienne ayant été créée, il nous a semblé impératif de l'ajouter à la carte. Il est donc maintenant possible de grimper en haut de la grande tour, pour ensuite se laisser glisser sur une centaine de mètres. Des props ont aussi été ajoutées, afin de rajouter du détail et donc du réalisme au jeu. Ces props consistent en des objets naturels (feuilles, pierres, hautes herbes...) et en des petits objets, posés sur les tables du marché ou devant des maisons (tonneaux, pièces, boussoles...) Des murs invisibles, dont le franchissement est impossible autant aux joueurs qu'aux NPC, délimitent maintenant la limite jouable de la carte, pour éviter toute forme d'antijeu de la part des joueurs et tout déplacement hasardeux des NPC.

**Ambiance sonore** Une grande nouveauté du jeu est l'ajout de sons d'ambiance, qui représentent une grande avancée. En effet, bien que cela soit simple à implémenter grâce au composant *source audio* d'Unity, les sons sont très importants pour casser la monotonie du jeu. En effet, un joueur qui n'a pour sons que ses clics de souris a tendance à se lasser très vite, alors que l'ajout de sons, même désactivables, dynamise le jeu.

Des sons de vagues et de perroquets ont été téléchargés sur une bibliothèque de sons libres de droits, et ont été associés à des objets de la carte. Dans le cas des bruits d'océan, ils ont dû être ajoutés à des objets invisibles situés près des plages, afin d'éviter que toutes les tuiles d'océan jouent le son, ce qui serait aussi coûteux que désagréable.

### 3.6 Interface utilisateur

#### 3.6.1 Cahier des charges

Afin de faire l'UI, nous avons majoritairement utilisé l'outil canvas de Unity. Pour la direction artistique, compte tenu du thème de notre jeu portant sur les pirates, nous avons décidé de nous inspirer du menu principal du jeu Sea Of Thieves.

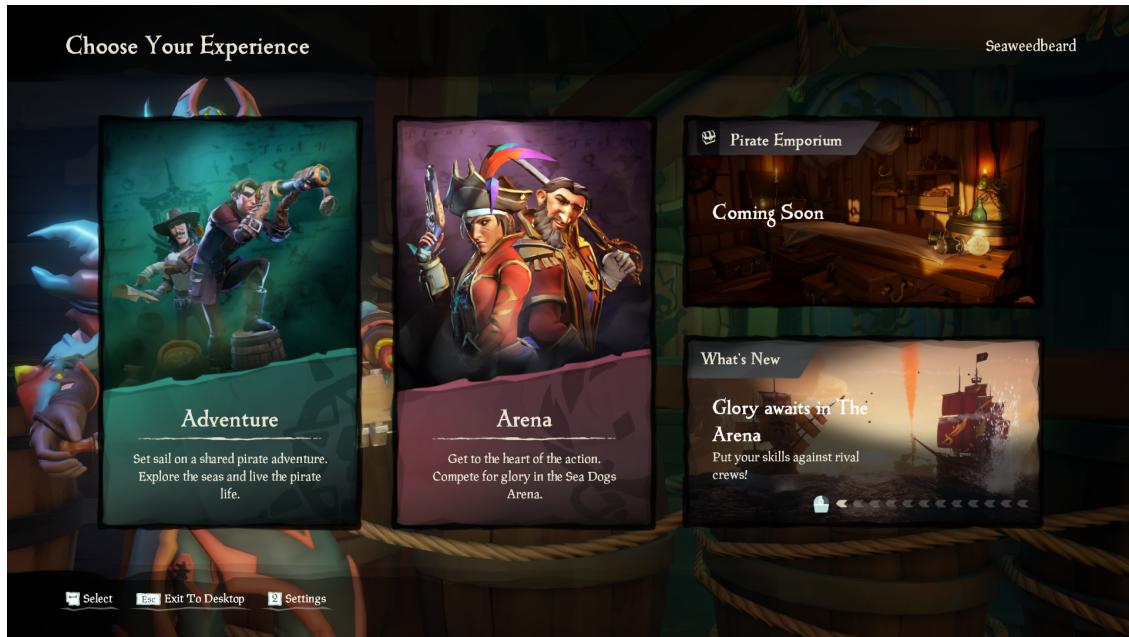


FIGURE 12 – Menu principal du jeu Sea of Thieves



FIGURE 13 – Préversion de notre menu

Afin de rendre le menu plus vivant, nous pourrions utiliser des animations sur les boutons ainsi que sur l’arrière-plan du menu. Notre menu intégrera 4 boutons et un champ. Le champ permettra au joueur d’entrer son nom dans le jeu. Les 4 autres boutons serviront à :

- Se connecter à une partie
- Quitter le jeu
- Régler les paramètres du jeu
- Personnaliser son personnage

### 3.6.2 Première soutenance

**Tableau des scores** Pendant le déroulement du jeu, le joueur a besoin de connaître certaines informations concernant son personnage, la partie et les autres joueurs. Pour fournir ces informations, nous avons opté pour un tableau des scores disponible à n’importe quel moment de la partie. Ce tableau permet également un classement simple, clair et rapide des joueurs en fonction de leurs points. La difficulté principale de ce tableau des scores est la synchronisation entre un script côté client qui doit actualiser à chaque pression de la touche TAB le score ainsi que la présence de chaque joueur et la récupération des données de chaque Player, mises à jour en temps réel sur le serveur.



FIGURE 14 – Première version du tableau des scores

### 3.6.3 Deuxième soutenance

**Menu principal** Le menu principal a été amélioré, afin d'y ajouter des paramètres comme la sélection du mode de fenêtre (fenêtré ou plein-écran) ou le format de la fenêtre (compatible avec des formats 16 :9, 4 :3 et 16 :10). Il comporte maintenant les quatre options annoncées dans le cahier des charges, à savoir jouer, modifier le personnage, régler les paramètres et quitter.

Un début de boussole a aussi été implémenté, mais n'est pas accessible en jeu car encore au stade de développement. Cette dernière, présente en bas à droite de l'écran, permet de localiser sa cible (avec une précision proportionnelle à la distance à la cible).

### 3.6.4 Troisième soutenance

**Menu Principal** Le menu principal a encore été amélioré, et est maintenant très semblable à celui de Sea of Thieves, avec des boutons recouverts par des images pour donner du cachet au jeu. Des danses de victoire ayant également été ajoutées au jeu, un menu de sélection est maintenant disponible dans les options de configuration du joueur, au même endroit que le choix de l'apparence.

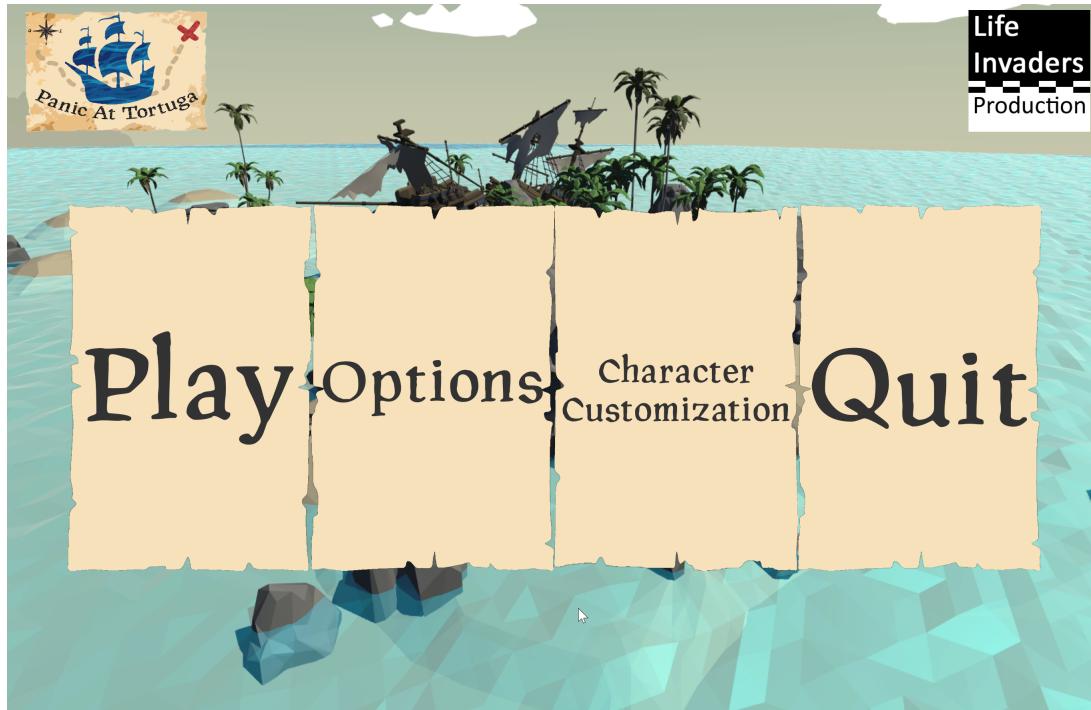


FIGURE 15 – Version antérieure du menu principal



FIGURE 16 – Dernière version du menu

### 3.7 Site Internet

#### 3.7.1 Première soutenance

Au moment de la première soutenance, seule une page HTML de démo était disponible sur le site, afin de vérifier que la mise en place de GitHub Pages avait bien marché. Un template HTML, plus abouti, était également hébergé en local, mais nous avons finalement décidé d'utiliser GitHub Pages, premièrement pour son accessibilité rendant le site modifiable plus rapidement par n'importe quel membre de l'équipe, et aussi pour des raisons évidentes de sécurité et de disponibilité (pas terrible d'ouvrir un port de sa box, et je n'allais pas ouvrir un port à chaque fois lors de mes

déplacements).

### 3.7.2 Deuxième soutenance

**Réalisation** La réalisation d'un site internet pour le projet était un objectif programmé pour la deuxième soutenance, ce qui est maintenant chose faite. Pour ce dernier, nous avons retenu Bootstrap, qui est une collection d'outils HTML, CSS et Javascript apportant des éléments de site esthétiques et simples à utiliser, comme c'est un thème très communément utilisé, nous changerons à terme certains éléments afin d'y apposer notre signature. Bootstrap Studio nous a aidés à réaliser un site dynamique, mais ne s'est pas montré à la hauteur de nos espérances en matière de personnalisation. En effet, on ne peut pas modifier le code HTML (seulement ajouter / supprimer des blocs ou éditer les attributs), et les styles CSS ne sont modifiables qu'en créant une copie du fichier CSS d'origine.

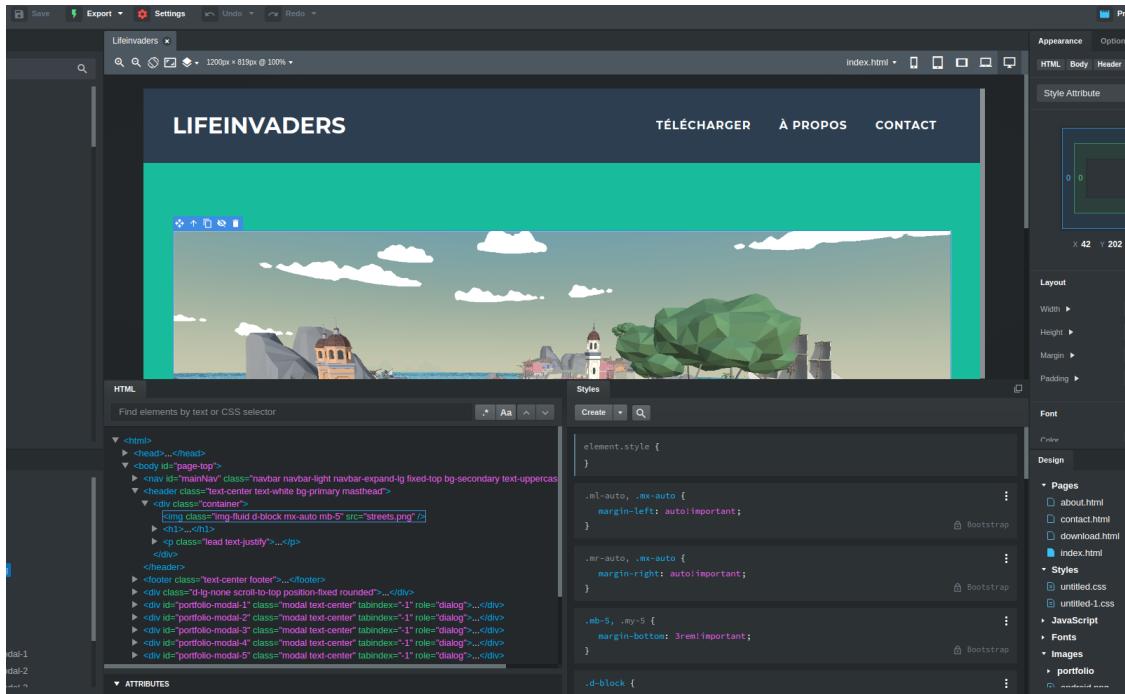


FIGURE 17 – Le logiciel Bootstrap Studio

La conception du site s'est donc déroulée en deux parties. En premier, la création d'une base grâce à Bootstrap Studio, en modifiant les images, textes et titres présents, ainsi que d'autres choses un peu plus minutieuses, comme la modification de tableaux et des encarts personnalisés. Ensuite, la modification plus poussée des options proposées par Bootstrap Studio, comme l'ajout de liens sur les images, ou encore la modification des titres et favicons.



FIGURE 18 – Aperçu de notre site

**Hébergement** L'hébergement de petits sites comme celui-ci n'étant pas très contraignant, nous avons décidé d'utiliser un hébergeur gratuit, car ces derniers sont généralement largement suffisants. Après avoir cherché parmi les solutions proposées, nous avons décidé d'utiliser la solution *Github Pages*, qui permettait d'avoir une extension "sérieuse" (nous préférions une site qui finit par `github.io` que par `wix.com`), ainsi qu'une gestion de ce dernier très simplifiée, grâce au gestionnaire de versions. Ainsi, tout comme pour le projet, les versions sont gérées en trois commandes (`git add`, `git commit`, `git push`), et la limite de taille de 1 Go est plus que suffisante pour quatre pages `html`.

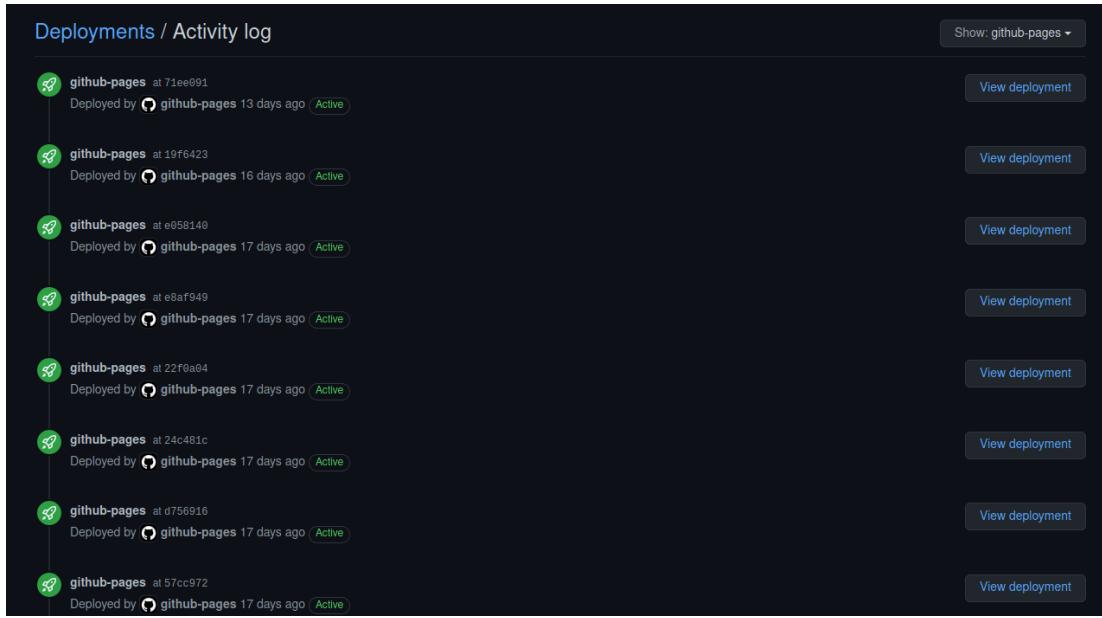


FIGURE 19 – Liste des différentes versions du site

**Améliorations futures** La création et la maintenance d'un page recensant les nouveautés apportées par chaque version est un des principaux points prévus pour la dernière soutenance, afin de pouvoir voir l'évolution du projet au fil des mois et d'être informé des dernières mises à jour du jeu. Un autre aspect important à développer est l'indentité visuelle du site, afin de le rendre unique. Pour cela, nous comptons utiliser de polices de caractères originales et de couleurs vives et attrayantes. Des éléments dynamiques seront également nécessaires à rendre le site agréable à consulter.

### 3.7.3 Dernière soutenance

Maintenant que le site est fonctionnel, la dernière période consiste simplement à le maintenir à jour. Ainsi, deux cases ont été ajoutées à la chronologie et des liens ont été mis à jour. Nous avons également rajouté des boutons de téléchargement des rapports de soutenance, et amélioré la description du jeu.

## 3.8 Réseau

### 3.8.1 Cahier des charges

**Réalisation du multijoueur** Afin de développer le cœur de notre jeu, le système permettant de connecter les joueurs ensemble, nous avons utilisé la framework Photon, et plus précisément sa version la plus aboutie, Photon Unity Network 2 (PUN2).

Photon est un outil pour Unity qui joue le rôle de framework dans la création d'environnements multijoueurs. Il offre de nombreuses fonctionnalités comme :

- Des serveurs dédiés à couverture mondiale
- La création de lobbies permettant aux joueurs de facilement se connecter à une partie
- Un système RPC permettant la communication joueur-joueur.

Photon fonctionne grâce à un système de méthodes RPCs. Un joueur génère un message RPC qui est distribué par un serveur Photon aux autres joueurs selon un filtre. On peut donc facilement synchroniser divers paramètres essentiels à la réalisation d'un jeu multijoueur.

Dans le cadre de notre jeu, ce framework est nécessaire pour connecter les joueurs entre eux et synchroniser les déplacements des joueurs et de l'IA ainsi que certains événements tels que le commencement d'une partie ou le partage des cibles, mais également pour communiquer les actions réalisées par les joueurs (tel que l'exécution d'une cible) à tout le lobby.

### 3.8.2 Première soutenance

**Connexion aux serveurs Photon** Avant toute chose, il est essentiel de pouvoir connecter le joueur à un serveur de jeu. Grâce à Photon, qui fournit non seulement un serveur gratuit d'une capacité de 20 joueurs simultanés, mais également un accès facile à ce dernier grâce à son API, connecter les joueurs au serveur est chose aisée. Il suffit d'un appel de méthode pour connecter et déconnecter le joueur. Simple et efficace.

**Création d'une salle** Photon se base sur un système de salle. Ces dernières permettent aux joueurs présent à l'intérieur de communiquer entre eux. Il est actuellement possible de créer ainsi que de rejoindre une salle. Ces deux processus se font automatiquement, sans effort du joueur, mais il est prévu de donner un plus grand contrôle sur ce système aux clients. En effet, il suffit d'appuyer sur un bouton pour tenter de rejoindre une salle. Si aucune salle est disponible, alors le client en crée une qui se rend disponible aux autres joueurs. Ce système a été implémenté par Julien et Harrys.

**Instantiation et synchronisation** C'est Harrys qui s'est occupé de cette partie. Une fois que le joueur accède à une salle, celui-ci charge une scène, la même que tous les autres joueurs. Photon permet alors d'instancier son personnage, qui sera visible par tout les autres joueurs présent dans la salle. Cependant cela ne suffit pas, car il faut ensuite permettre la synchronisation des mouvements des joueurs. Pour cela, on utilise un composant appelé PhotonView. Ce dernier permet de synchroniser diverses variables spécifiques à un objet comme sa position ou ses animations. De plus ce composant est nécessaire pour la communication par "RPC" qui est essentiel à la réalisation du multijoueur. Certains éléments, tels que ceux permettant de contrôler le personnage grâce à l'utilisation du clavier ou bien d'une manette, doivent cependant être pris en compte lors de ce processus. Chaque client doit désactiver les composants problématiques des personnages qu'il ne "possède" pas. On utilise le système d'appartenance d'objet qui, tout comme la synchronisation de mouvement, se fait grâce au composant PhotonView. La scène actuel d'instantiation servant de lobby, divers ajouts "cosmétiques" ont été effectués comme l'apparition des pseudos au dessus de chaque joueur ou bien l'implémentation du choix de l'apparence. Un système de "timer", synchronisé pour tous les joueurs d'une salle est actuellement en cours de développement. Par la suite, les différentes actions pouvant être réalisées par les joueurs devront également être synchronisées. Cependant le travail effectué jusqu'à présent facilitera grandement cette tâche.



FIGURE 20 – Photo de groupe en multijoueur

**Transition du Lobby vers le jeu** Un système a été mis en place permettant le passage de la scène de lobby vers la scène de jeu. Ce système fonctionne à l'aide d'un timer, qui est synchronisé entre tout les joueurs, y compris ceux rejoignant le lobby après son lancement. La synchronisation se fait grâce à une fonctionnalité des salles Photon permettant de créer des propriétés spécifiques, couplé à la propriété PhotonNetwork.Time qui est identique pour tous les clients d'une salle au même moment, permettant une synchronisation "parfaite" des timers. Ce timer ne se lance uniquement après que le serveur soit à moitié rempli et dure 3 minutes. Si le nombre de joueurs descend en dessous de ce seuil, le timer s'arrête. De plus, quand le serveur est complet, le temps

d'attente est réduit à 30 secondes. A la fin du timer, le Master Client charge la map de jeu, qui est synchronisé avec tout les joueurs.

### 3.8.3 Deuxième soutenance

**Synchronisation du lancement de partie** Une fois la transition effectué, il est nécessaire de synchroniser l'initialisation des différents composants permettant le fonctionnement d'une partie. Par exemple, il faut attendre que tout les joueurs finissent de charger la nouvelle scène avant d'instancier les joueurs sur la carte. Pour cela, un script s'occupe d'activer les différentes phases du lancement de partie suivant certaines conditions. Dans le cas de l'instantiation des joueurs, le script observe une propriété des joueurs déterminant si ces derniers ont chargés la map. Ainsi, le script de spawn des joueurs ne débute qu'une fois que tout les joueurs ont indiqué avoir chargé la carte.

**Synchronisation des joueurs** Tout comme sur le lobby, les mouvements des joueurs ainsi que leurs animations sont synchronisés. Cependant, un deuxième élément s'ajoute à cela : l'apparition (spawn) des joueurs. Pour cela, des points d'apparitions (spawpoints) sont répartis sur la map. Le Master Client distribue ces points aux joueurs qui apparaîtront à l'endroit reçu. cela permet de faire apparaître chaque joueur à une position unique sur la carte : un point = un joueur, pas plus. Une fois cela fait, il faut également synchroniser la réapparition des joueurs, pour cela on applique le même système, en ne prenant en compte que les joueurs morts.

**Synchronisation de l'IA** La grande difficulté du système multijoueur est la synchronisation des PNJs. En effet, c'est une tâche important dû à la nature du jeu, mais également difficile dû au grand nombre d'IA présentes sur la map.

Tout d'abord, il faut synchroniser l'apparition des PNJs. Le Master Client instancie les personnages grâce à Photon ; ils sont donc au départ placés et visibles de la même façon pour tout les joueurs.

Tout d'abord, il faut synchroniser l'apparition des PNJs. Encore une fois, c'est le Master Client qui instancie les personnages grâce à Photon. Ils sont donc au départ placé de la même façon pour tout les joueurs. Il faut également synchroniser leur apparence. Encore une fois, cette dernière est déterminé par le Master Client puis partagé aux autres joueurs grâce à une méthode RPC.

Mais les problèmes commencent au moment de synchroniser le mouvement des IA. Le système qui a été créé par Dov permet à l'IA de se déplacer sur la map, il faut maintenant que ce mouvement soit propagé de façon quasi-identique à tout les joueurs. Pour cela, plusieurs méthodes ont été envisagées :

- L'utilisation de Photon Transform View, comme pour les joueurs. Ce système a vite montré ses limites, car inadapté à la synchronisation d'un grand nombre d'objets, fonctionnant sur la base d'un envoi pseudo-continu d'informations. Ainsi de nombreux problèmes apparaissaient, et la synchronisation des mouvement en a souffert.

- Calcul de chemin client-side à partir du même point. L'idée est la suivante : le master client calcule un point, qui est la destination de l'IA, et la partage aux autres joueurs. Puis chaque joueur calcule le chemin pris par l'IA pour y arriver. Cela réduit considérablement la quantité d'information échangée, mais un autre problème se pose : le calcul de chemin pour les NavMesh Agents n'est pas déterministe. Ainsi le chemin calculé par chaque client à partir du même point n'est pas le même, ce qui entraîne également une désynchronisation de la position.

- Enfin, le choix retenu est le calcul d'un chemin entier par le Master Client, qui envoie ensuite l'intégralité de ce chemin aux autres joueurs. Ainsi le chemin est le même pour tout le monde, mais l'envoi des points se fait de façon discrète : on envoie uniquement l'array de positions générée par le Master Client. Ce système permet d'avoir une synchronisation satisfaisante des déplacement et une utilisation minimale de la bande passante.

De plus, une fois le premier chemin créé et partagé aux joueurs de la salle, il est nécessaire d'activer le mouvement des PNJ de façon la plus simultanée possible. Le processus est le même que celui permettant de synchroniser les timers : on crée une propriété de la salle qui indique le moment exact où les IAs sont activés, une fonctionnalité de Photon permettant l'accès à une valeur identique sur tout les clients au même instant (PhotonNetwork.Time).

**Synchronisation des assassinats et des morts** Une dernière partie de la synchronisation inclue celle des évènement de mort, pour les joueurs ainsi que les IA. Pour cela, il a été décidé d'utiliser le système d'Event Photon. Auparavant, la synchronisation de méthodes passait par l'utilisation de Photon View et de RPC. Mais le système de kill/death demande une propagation plus importante de l'évènement, car plusieurs systèmes différents doivent y réagir. C'est là que Photon rentre en jeu.

En effet, ce dernier permet de synchroniser le déclenchement d'évènements. Pour cela, on utilise la méthode RaiseEvent ainsi qu'un code représentant notre évènement. Cette action appelle la méthode callback OnEvent, dans laquel il suffit d'associer le code de l'évènement à une méthode. Ainsi, à la mort d'un joueur, le tueur déclenche l'évènement mort en indiquant l'identité du joueur tué. Chaque joueur reçoit cet évènement et peut déterminer, par exemple, si le joueur mort est lui-même, ou bien si un autre joueur a tué sa cible... En bref, chaque client prend une décision en fonction de l'information reçue. Les détails du système de morts sont dans la partie gameplay.

Une dernière partie de la synchronisation inclue celle des évènement de mort, pour les joueurs ainsi que les IA. Pour cela, il a été décidé d'utiliser le système d'Event Photon. Auparavant, la synchronisation de méthodes passait par l'utilisation de Photon View et de RPC. Mais le système de kill/death demande une propagation plus importante de l'évènement, car plusieurs systèmes différents doivent y réagir. C'est là que Photon rentre en jeu.

En effet, ce dernier permet de synchroniser le déclenchement d'évènement. Pour cela, on utilise la méthode RaiseEvent ainsi qu'un code représentant notre évènement. Cette action appelle la méthode callback OnEvent, dans laquel il suffit d'associer le code de l'évènement à une méthode. Ainsi, à la mort d'un joueur, le tueur déclenche l'évènement mort en indiquant l'identité du joueur tué. Chaque joueur reçoit cette évènement et peut déterminer, par exemple, si le joueur mort est lui-même, ou bien si un autre joueur a tué sa cible... En bref, chaque client prend une décision en fonction de l'information reçue. Les détails du système de morts sont dans la partie gameplay.

**Synchronisation du déroulé de partie** De la même manière, un système d'event a été mis en place permettant de synchroniser les différentes étapes du jeu, avec une période de synchronisation des IA en début de partie, différentes manches et enfin une phase de fin avec les stats.

**Chat Photon** Enfin, un chat a été implémenté grâce à une librairie de Photon. Ce chat permet aux joueurs d'une salle de communiquer entre eux, dans le lobby et en jeu.

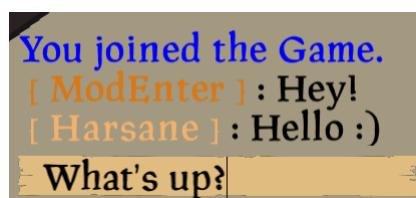


FIGURE 21 – Démonstration du chat Photon

### 3.8.4 Dernière soutenance

## 3.9 Mécaniques de jeu

### 3.9.1 Cahier des charges

**Objectif du jeu** Chaque joueur se voit attribuer une cible et est lui-même la cible d'un autre joueur. Nous intégrerons donc un système de sélection de cibles, et un moyen pour le joueur de sélectionner un personnage (joueur ou non) à proximité de lui.

Le but est de tuer le plus de joueurs cibles dans le temps imparti. Chaque assassinat rapporte X points aux joueurs.

À l'aide de classes de personnage, nos personnages **pourraient** avoir des pouvoirs spécifiques, tel que se déguiser en quelqu'un d'autre pendant une durée limitée, pouvoir tuer à moyenne distance, ralentir et affaiblir un joueur (l'empêcher de courir, d'utiliser des capacités par exemple), avoir une boussole plus précise...

Nous avons également rajouté des objets pouvant être utilisés par les joueurs (Echelles<sup>6</sup>, Portes) et comptons en rajouter d'autres.



(a) Portes ouvertes



(b) Porte fermée avec arche

FIGURE 22 – Exemple des portes que nous avons réalisé

**Organisation de partie** L'organisation de partie concerne la création des scripts et ressources permettant à chaque partie multijoueur de se dérouler suivant un schéma prédéterminé. Cela comprend le début et la fin de manche (choix du gagnant, présentation du classement de fin de partie par exemple), le placement des éléments dynamiques de la scène, les timers, le comptage des points, l'assignation des cibles...

Pour offrir la meilleure expérience de jeu possible, cette organisation doit permettre à chaque manche d'être unique et imprévisible. Pour cela, nous introduirons de la complexité dans les différentes mécaniques de jeu. Par exemple, on peut attribuer plus de points au premier joueur ayant abattu sa cible ou à un joueur ayant survécu un certain temps sans se faire tuer.

### 3.9.2 Première soutenance

**Environnement** Nous nous sommes beaucoup inspirés du mode multijoueur des premiers Assassin's Creed. Le système de grimpe s'étant montré trop complexe à mettre en place, nous avons réutilisé quelques idées de gameplay pour l'environnement, comme les échelles et les portes.

---

6. Voir Figure 4



FIGURE 23 – Joueur grimpant sur l'échelle

Les échelles permettent de créer un peu de verticalité dans nos niveaux. Elles ne peuvent être utilisées que par les joueurs, mais ont leurs avantages comme leurs inconvénients : ainsi, prendre de la hauteur permet d'emprunter des raccourcis, mais retire la discrétion (car personne de civilisé devrait être sur les toits !)

Les portes permettent de barrer le passage pour échapper à son agresseur. Elles se ferment quand le joueur passe dessus en courant et se rouvrent au bout de quelques secondes.



FIGURE 24 – Porte fermée après le passage d'un joueur

**Déplacement du personnage** Tout jeu est très rapidement limité par la capacité de déplacement du personnage et sa vitesse. Nous avons donc réalisé un script de déplacement qui permet au joueur de marcher, courir, sauter et grimper aux échelles.

Pour le côté technique, nous avons dans un premier temps utilisé l'Input System de base proposé par Unity. Mais plusieurs problèmes se sont posés :

- Les configurations des keymaps sont assez limitées
- Paramétrier des périphériques autre que le clavier/souris est compliqué. Il faudrait avoir des scripts différents pour chaque périphérique, et donc des prefabs différents

C'est pour cette raison que nous avons migré vers le New Input System. Celui ci est ergonomique, multiplateforme et permet l'utilisation de périphériques divers, comme la manette ou le clavier par exemple. Certains scripts ont dû être modifiés pour devenir compatibles avec ce système.

Il est donc actuellement possible de jouer au clavier/souris ou à la manette (pas les deux à fois).

**Attribution des cibles** Harrys a réalisé le script permettant l'attribution des cibles, qui utilise des méthodes RPC (communication inter-clients par l'intermédiaire d'un serveur). Le "Master-Client", un client qui est désigné dans chaque salle pour faire office de maître de jeu, est celui qui sélectionne la cible de chaque joueur. Il communique ensuite à chacun des clients présents dans la salle sa cible désignée. Cette attribution se fait de façon aléatoire, mais selon certaines règles :

- Un joueur ne peut (évidemment) pas être sa propre cible
- Deux joueurs ne peuvent pas être la cible l'un de l'autre (Cela permet une plus grande interaction entre les joueurs et pas simplement des scénarios en "1 contre 1").
- Plusieurs joueurs ne peuvent pas avoir la même cible.

Cependant même si ce script est fonctionnel, il n'a pas encore été implémenté. Le système d'élimination de la cible fera l'objet d'un travail important pour la prochaine soutenance.

**Système de verrouillage** Le système qui attribue des cibles à chaque joueur n'est pas entièrement implémenté, mais le joueur peut déjà tuer une cible, qu'elle soit la bonne ou non. Pour cela, il passe en mode verrouillage, et les personnages pointés par le viseur surbrillent. Pour les sélectionner, un coup de molette suffit, et le contour devient alors jaune, pour indiquer que la cible

est verouillée. Il suffit alors d'être à moins d'un mètre pour l'éliminer<sup>7</sup>.

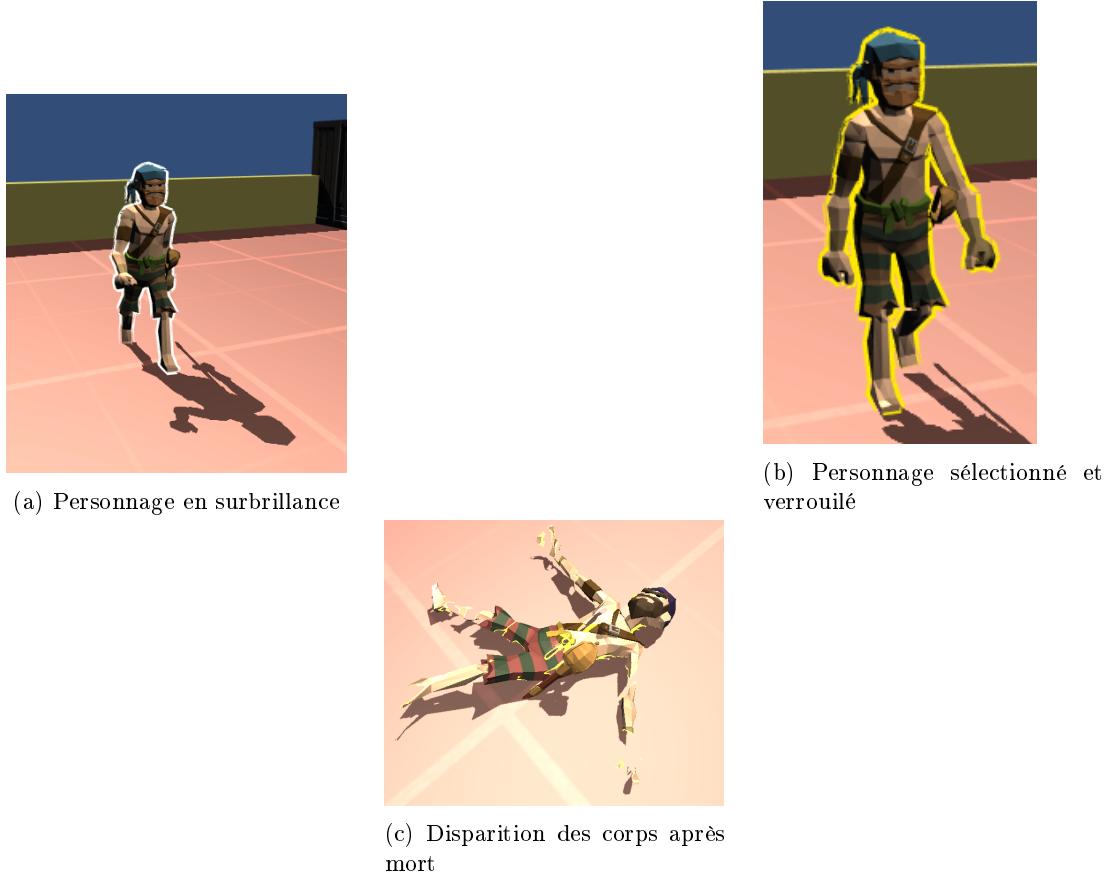


FIGURE 25 – Système de verrouillage

Pour le material qui fait disparaître les corps, nous avons créé manuellement un shader avec l'outil Shader Graph de Unity<sup>8</sup>. Nous pouvons donc créer des shaders personnalisés et dynamiques (avec comme exemple l'utilisation du temps).

---

7. Voir fig 6

8. Voir fig 7

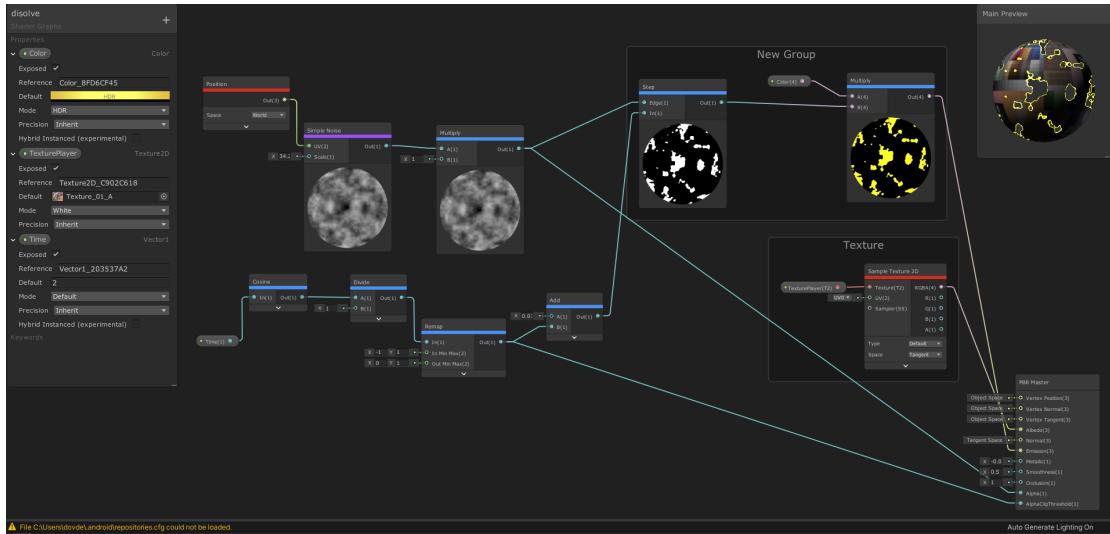


FIGURE 26 – Vue du shader créé depuis Shader Graph

### 3.9.3 Deuxième soutenance

**Système de verrouillage** Pour tuer un personnage (joueur ou NPC), nous avons ajouté un système de verrouillage. Celui-ci est assez pratique : lorsque l'on passe dans ce mode, l'écran change et un effet réalisé grâce au post processing de Unity permet de donner un effet sépia/vieux films<sup>9</sup>. Un contour blanc autour des personnages visés au centre de l'écran permettent voir quel personnage va être sélectionné.

Une fois sa cible sélectionnée, le joueur peut l'éliminer à condition d'en être suffisamment proche.

L'effet a demandé de créer plusieurs overlays de caméra, afin d'avoir un effet graphique appliqué uniquement sur certains layers, et de les surposer les uns sur les autres.

**Finishers** Nous avons fourni un vrai travail sur les différentes animations de mort des personnages. Lors de sa réalisation, un problème s'est posé : Il fallait que les animations de deux GameObject (ici le joueur qui tue et le NPC/joueur tué) soient parfaitement synchronisées. Après avoir regardé plusieurs types de solutions, nous nous sommes tournés vers un outil préintgré appélé Timeline. Ce dernier permet de réaliser des clips vidéos.

Voici donc comment nous avons intégré les timelines :

Des faux personnages jouant les animations sont ajoutés sur la carte à la position et rotation du tueur. On masque le tueur et la victime de la carte. On change le mesh et le matériau de chaque personnage de la timeline pour qu'il corresponde au tueur et au personnage tué.

Une fois l'animation terminée, un signal est envoyé à un script qui réaffiche alors le joueur qui était masqué. Si le personnage tué était un joueur, alors il réapparait discrètement ailleurs sur la map lors de sa réapparition. Le personnage tué disparaît de la carte au bout d'une dizaine de secondes avec un shader fait avec Shader Graph.

Voici quelques finishers que nous avons réalisé :

9. voir Effets Graphiques



FIGURE 27 – Quelques finishers

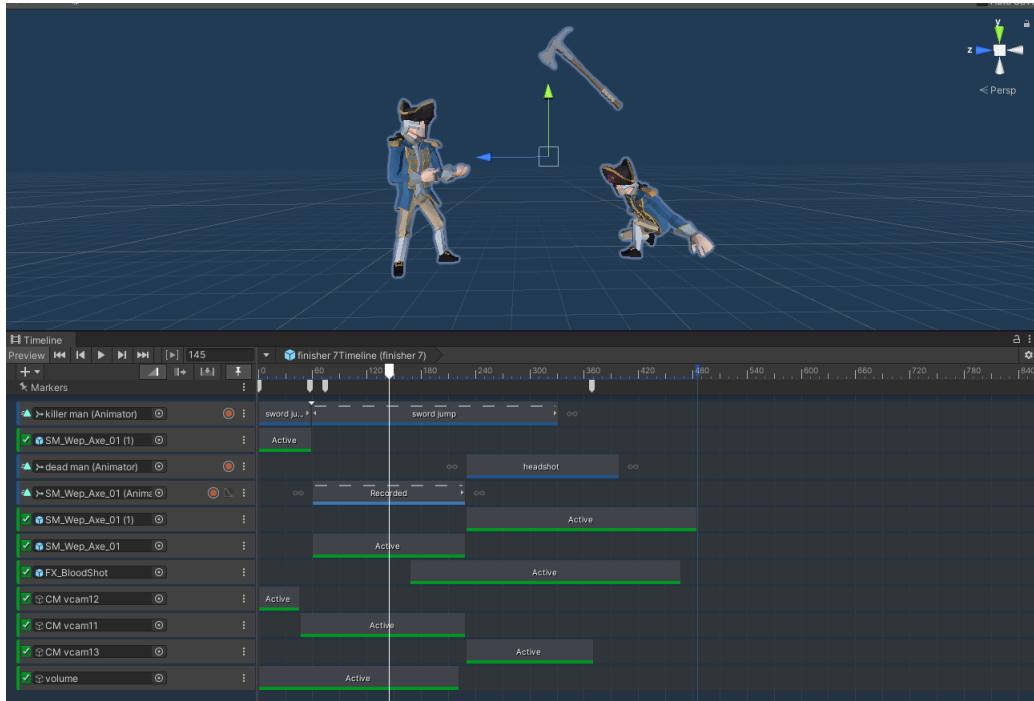


FIGURE 28 – Timeline du lancer de hache

**Système de manche** Le système actuellement utilisé pour le déroulement d'une partie se base sur des manches. Le jeu se fait en deux phases :

- Une période de 'grâce' de 30 secondes où les joueurs attendent l'assignation d'une cible. Ils sont libres de se déplacer, pour se cacher par exemple.

- Une période de 'chasse'. Les cibles sont assignées et le combat peut commencer. Elle est au départ de 3 minutes, mais ce temps diminue à chaque mort de joueur pour pousser les participants au meurtre.

**Système de mort** Joueurs comme IA peuvent être tués. Dans le cas d'un joueur, un système de mort a été mis en place. Ainsi, quand le joueur se fait tuer, son personnage est désactivé temporairement et il rentre en mode "spectateur". Il peut se balader sur la map, mais il ne peut en aucun cas interagir avec l'environnement, et il n'est pas visible des autres joueurs. Une fois la manche terminée, le joueur réapparaît aléatoirement sur la map.

**Système de point** Un système de point a également été implémenté. Il fonctionne de la façon suivante : -Tuer sa cible rapporte des points. le premier joueur tuant sa cible gagne plus de point, les autres en gagnent moins en moins. -Tuer une IA fait perdre des points ! Il faut donc faire attention à ne pas tuer n'importe qui. Celà encourage la réflexion et pas simplement un carnage afin de trouver sa cible. -Tuer la cible de quelqu'un d'autre ne fait pas perdre de points, mais un système de compensation a été mis en place. Ainsi, se faire voler sa cible par un autre joueur apporte des points de compensation. Encore une fois, il n'est donc pas dans l'intérêt des joueurs de tuer le premier venu -Une autre façon de gagner des points et d'être encore en vie à la fin d'une manche. Tous ces éléments permettent de déterminer le classement de la partie.

**Système de fin de partie** Finir une partie est tout un processus. Il faut d'abord désactiver le mouvement des joueurs. On présente ensuite plusieurs informations comme le rang final, le nombre d'assassinats et de mort, ainsi que l'expérience acquise. Il y a également une sauvegarde de ses statistiques et une mise à jour du système de niveau dans le but de permettre leur utilisation éventuel par le système de progression. Ensuite, on propose au joueur de rejouer. S'il refuse, il quitte la salle et peut fermer le jeu ou rejoindre une autre salle. Sinon, quand tout les joueurs ont décidé de redémarrer ou de partir, les joueurs retournent sur le lobby dans l'attente d'une nouvelle partie.

**Cinemachine** Cinemachine est un suite modulaire d'outils de caméras pour Unity, qui offre une qualité de contrôle de la caméra digne de jeux AAA. Cinemachine est conçu pour être utilisé avec toutes les caméras d'un projet, mais peut aussi être utilisé en parallèle des caméras existantes. Les Dolly track (rails de caméras) permettent de créer des animations de début de jeu ou des vidéos de présentation beaucoup plus facilement qu'avec le système de caméras intégrées.

A l'échelle du jeu, Cinemachine est utilisé sur la quasi-totalité des caméras, afin de permettre une transition douce entre la première et la troisième personne et pour proposer des cinématiques plus vivantes, avec des déplacements et des focus.

### 3.9.4 Dernière soutenance

**Correction de bugs** Lors de cette dernière période, nous avons cherché et supprimé certains bugs qui avaient notamment lieu au niveau des objets comme les échelles ou les bancs. Certains étaient liés à des erreurs de code, et d'autres à une utilisation de certains objets à des endroits inadaptés. Les échelles ont été améliorées, ainsi que les lumières (qui reconnaissaient de gros problèmes) et le système de sélection, dont le fonctionnement était un peu aléatoire.

**Ajout des tyroliennes** Cependant, il nous manquait un élément présent dans beaucoup de jeux : une tyrolienne, permettant de laisser la gravité faire son travail pour se déplacer d'un point à un autre. Nous avons donc rajouté un asset permettant de créer des cordes, et avons créé un objet tyrolienne comprenant tous les prefabs et scripts nécessaires.



FIGURE 29 – Vue de la tyrolienne de l'île de Tortuga

Ces dernières téléportent le joueur au point de départ, désactivent sa gravité et son contrôleur, puis lui appliquent des transformations successives dans la direction du point d'arrivée. Il est également possible de s'en extraire en sautant, ce qui provoque une chute suivie d'une animation d'amortie à l'arrivée.

**Déguisement** Le mode déguisement est un pouvoir qui permet au joueur de prendre pendant une dizaine de secondes l'apparence d'un personnage (joueur ou non) à proximité. Ce pouvoir permet de fuir son agresseur, et se montre très pratique en particulier lorsque ce dernier vous a aperçu et est trop proche de vous pour avoir accès à la boussole. Le jeu caste aux alentours les personnages, et retourne l'apparence (matériau/texture + mesh) du personnage le plus proche s'il existe, et d'un personnage au hasard sinon.

**Pouvoirs** La nouveauté majeure de cette troisième soutenance est la possibilité d'utiliser des pouvoirs, actuellement au nombre de quatre, afin de choisir un avantage majeur au cours de la partie. Les pouvoirs permettent de diversifier le jeu et de proposer une expérience de jeux adaptée à tous en fonction de leurs compétences.

**Bombe de fumée** La bombe de fumée est, comme son nom tend à l'indiquer, un objet qui active des particules autour d'un joueur lui permettant de créer une confusion afin de se retirer ou d'attaquer discrètement. Son grand intérêt réside dans le fait qu'elle paralyse tous les personnages, NPC comme joueurs (sauf le lanceur, bien évidemment) jusqu'à dissipation de la fumée. C'est donc un atout majeur de fuite plus que d'attaque.

**Poison** Le poison n'est pas vraiment un atout en jeu, car il nécessite de suivre sa victime et de la tuer comme pour une élimination classique. Cependant, lors de l'élimination de la cible, cette dernière donne plus de points, car son élimination est discrète.



FIGURE 30 – Agonie d'un personnage empoisonné

**Lancer de couteaux** Le pouvoir du lancer de couteaux est de loin celui ayant été le plus long à mettre en oeuvre. Lorsque l'assassin verrouille sa cible, il peut lui lancer un couteau jusqu'à 15 mètres (contre 2 mètres pour les attaques classiques). La cible touchée se met à boiter, voit sa vitesse réduite et ne peut ni courir, ni emprunter d'échelles pendant une certaine période donnant à son assaillant le temps de l'achever. D'un point de vue technique, une refonte totale des animations \* a eu lieu, afin que les personnages boiteux aient une animation spécifique. De nombreux nouveaux cas pour la course, les échelles et les tyroliennes ont également dû être gérés.

**Sprint** Le pouvoir de sprint permet au joueur de se déplacer très rapidement et d'être invulnérable face aux attaques au couteau. En revanche, le joueur ne peut pas emprunter d'échelles ou de tyroliennes en même temps que ce pouvoir, afin de ne pas déséquilibrer le jeu. Il laisse également une longue traînée de fumée derrière lui, qui lui fait perdre tout semblant de discrétion. D'un point de vue technique, l'attribut vitesse du joueur est temporairement accru, et des effets de post-processing sont appliqués à la caméra du joueur pour des raisons purement esthétiques (aberration chromatique, modification des tons de lumière...). Des particules de fumée sont placées sur la position du joueur, et disparaissent au bout de cinq secondes.

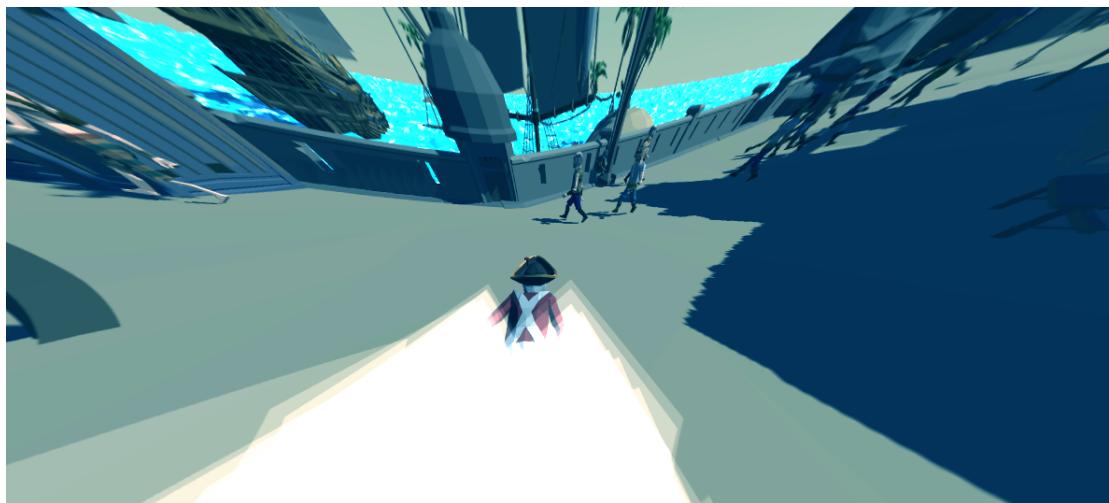


FIGURE 31 – Agonie d'un personnage empoisonné

### 3.10 Graphismes

#### 3.10.1 Première soutenance

Pour rendre le jeu plus beau, nous avons intégré plusieurs effets. Afin de les créer, nous avons utilisé plusieurs outils de Unity : Shader Graph, TimeLine, Visual Effect FX Graph, Cinemachine.

Voici plusieurs exemples des éléments graphiques que nous avons pu réaliser :

#### 3.10.2 Deuxième soutenance

**Shader Eau** L'eau que nous avions était plate mais surtout n'était pas animée. Plutôt que d'acheter un asset permettant d'avoir de l'eau animée, nous avons opté pour une réalisation manuelle à l'aide de l'outil Shader Graph.

Il y a trois blocs pour les vagues (les petites, les moyennes et les grandes), ainsi que des blocs sinusoïdaux pour que chaque bloc d'eau soit aligné et synchronisé avec les autres.

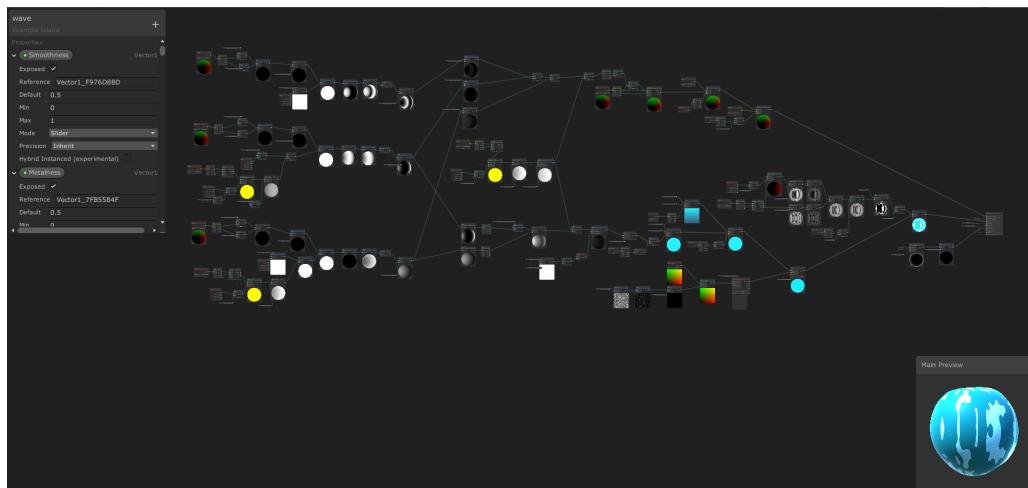


FIGURE 32 – Shader Graph de l'eau

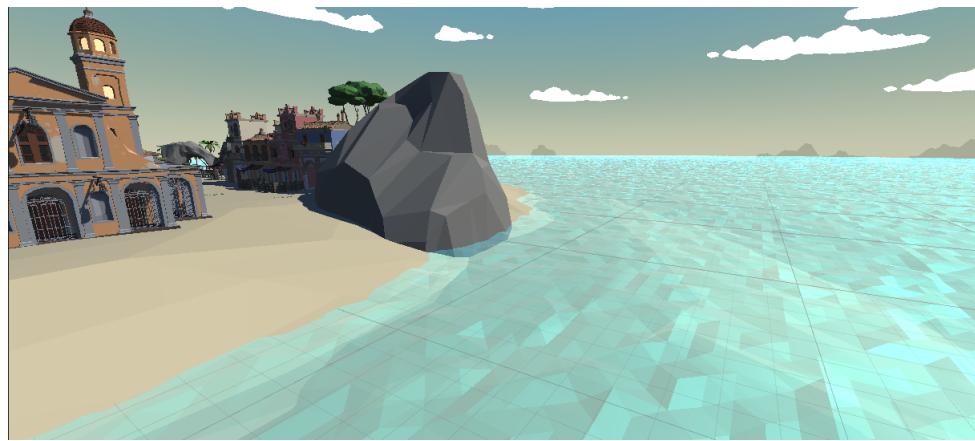


FIGURE 33 – L'eau avant

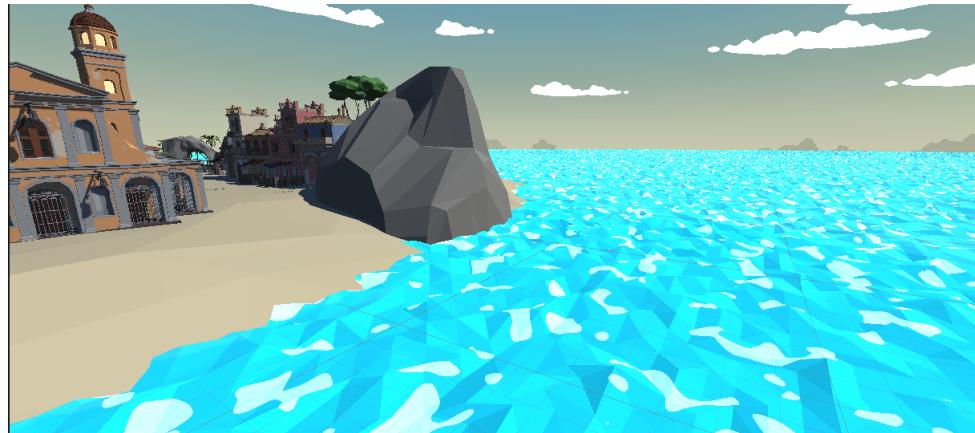


FIGURE 34 – L'eau après

**Mode Jour/Nuit** Le mode jour/nuit permet, au lancement de la partie, de choisir soit le jour soit la nuit. Si l'on choisit le mode nuit, un script désactive la lampe de jour, pour la remplacer par une autre plus sombre. Des effets de pluie ont été rajoutés en plus d'effets de post processing. Mais l'effet le plus important est d'activer toutes les lampes de la carte.



FIGURE 35 – La carte de jour...

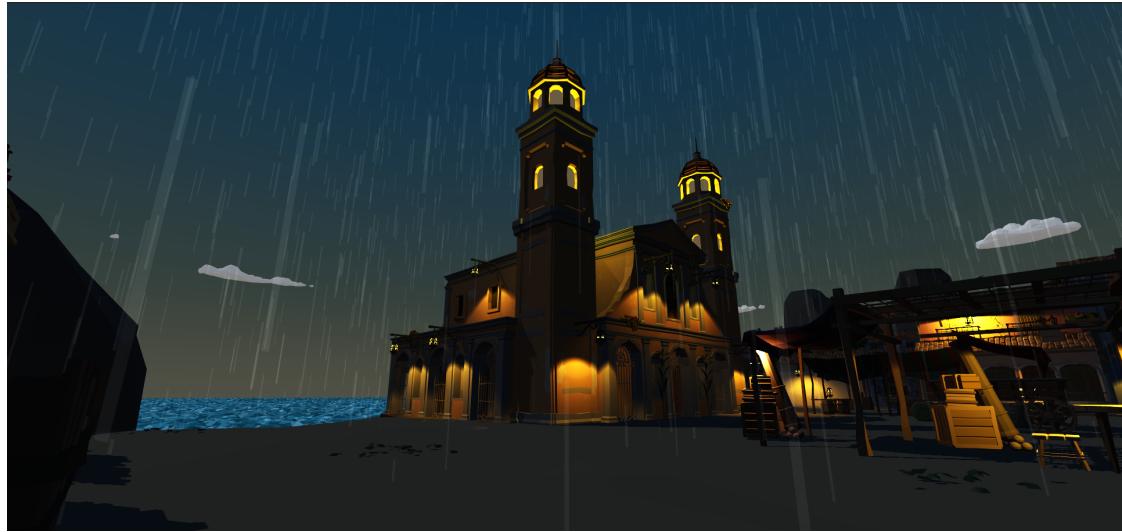


FIGURE 36 – ...et de nuit.

**Shader de disparition/apparition** Pour éviter de faire apparaître ou faire disparaître en un instant les personnages, nous avons décidé de créer un shader qui selon un matériau en paramètre, fait une transition de l'état initial vers l'état final.



FIGURE 37 – Application du shader sur un personnage

Nous avons rencontré un problème lorsque nous appliquions le matériau avec le shader, les paramètres de l'instance du shader sur le matériau étant communs. Ainsi, lorsqu'un premier personnage mourrait juste après un autre, le premier mort recommençait l'animation de transition en plus de changer de couleur de vêtements et de peau. La solution trouvée, toute simple, consiste à créer un nouveau matériau et d'appliquer ses paramètres dans le script.

**Radar** Le radar fonctionne de manière très simple : une fois la cible attribuée au joueur, la boussole va pointer vers cette dernière, de plus en plus approximativement lorsque le joueur s'en rapproche. Elle est affichée en bas à droite de l'écran, pour ne pas réduire la visibilité, et est le meilleur ami du joueur au cours de sa traque, car elle s'avère très précise à longue distance. D'un point de vue technique, la variable *distance* du shader est mise à jour constamment, et un shader modifié en conséquence est appliqué à une sphère affichée en bas de l'écran, ce qui paraît assez peu intuitif comme méthode mais donne un rendu très correct.

**Post Processing** Nous avons ajouté le package Post Processing de Unity qui avec l'URP (Universal Render Pipeline) nous a permis de créer des ambiances et effets visuels agréables. Nous avons créé des volumes qui activent les effets de caméra. Cela nous a permis notamment d'avoir un effet vieux film/sépia lorsque le joueur passe en mode verrouillage.



FIGURE 38 – Mode verrouillage

Si l'on s'attarde sur cette figure, nous voyons que l'effet "sépia" n'est pas visible sur certains objets. C'est là toute la difficulté d'avoir des effets de Post Processing différents sur chaque couche. Nous avons donc ajouté plusieurs caméras *Overlay* superposées sur la caméra principale qui affichent chacune une partie de l'image. Après avoir réglé des soucis de profondeur sur les caméras, nous avons obtenu l'effet précédent.

### 3.10.3 Dernière soutenance

**Trailer du projet** Pour la soutenance finale, nous avons réalisé un trailer d'une minute montrant les deux cartes. Cette vidéo nous a pris 20 heures à réaliser sous Première Pro, car nous avons dû réaliser de nombreuses prises et avons utilisé des calques pour les transitions. Ces transitions ont été réalisées image par image sur une vidéo à 60 images/s, en modifiant légèrement le calque à la main. Le rendu final montre donc des animations très travaillées et abouties.

## 3.11 Avancées et prévisions

### 3.11.1 Cahier des charges

**Répartition des tâches** Les tâches étaient à l'origine, réparties comme suit, mais certaines modifications ont dû y être apportées à cause de certains contremorts.

### 3.11.2 Première soutenance

### 3.11.3 Prévisions pour la deuxième soutenance

**Map** Afin d'améliorer l'expérience des joueurs, nous réfléchissons actuellement à la création d'une seconde map, une fois la première peaufinée.

Tâche	Responsable	Suppléant
<b>Carte</b>		
Création de la carte	Paul	Renaud-Dov
Création du lobby	Renaud-Dov	Paul
<b>Réseau</b>		
Implémentation du multijoueur	Julien	Harrys
<b>IA</b>		
Réalisation des différents types d'IA	Renaud-Dov	Paul
<b>Menus</b>		
Interface	Julien	Harrys
HUD	Harrys	Julien
<b>Game Core</b>		
Contrôle du personnage	Renaud-Dov	Harrys
Animations	Renaud-Dov	
Objets dynamiques	Renaud-Dov	Harrys
Déroulé d'une partie	Harrys	Paul
<b>Autre</b>		
Système de progression	Harrys	
Réalisation et maintenance du site Web	Paul	-

TABLE 1 – Tableau de répartition des tâches du cahier des charges

Tâche \ Soutenance	Soutenance 1	Soutenance 2	Soutenance 3
Mouvement	50%	70%	100%
Interfaces/HUD	40%	60%	100%
Cartes	40%	80%	100%
Réseau	20%	50%	100%
IA	30%	60%	100%
Mécaniques de jeu	50%	70%	100%
Progression	20%	60%	100%
Site internet	0%	100%	100%

TABLE 2 – Tableau des prévisions du cahier des charges

Tâche \ Partie	Prévu	Réalisé
Mouvement	50%	80%
Interface/HUD	40%	40%
Cartes	40%	40%
Réseau	20%	50%
IA	30%	40%
Mécaniques de jeu	50%	40%
Progression	20%	30%

TABLE 3 – Tableau des avances et retards dans les différentes parties

**Interface** Sur l'interface, nous prévoyons d'intégrer la catégorie « Liste des serveurs » au menu Multijoueur. Les joueurs pourront ainsi choisir librement le serveur qu'ils souhaitent rejoindre. Ce menu permettrait aussi aux joueurs souhaitant s'amuser en petit comité de créer des parties privées grâce à un onglet "Créer un serveur" à partir de paramètres personnalisables. Il sera également possible de connaître les noms des joueurs connectés à la partie en pressant la touche TAB grâce à un menu présent en jeu.

**Réseau** Nous souhaitons ajouter un chat textuel dans le lobby et au sein des parties mêmes afin d'augmenter la sociabilité et l'adversité entre les joueurs.

**Intelligence Artificielle** Pour la seconde période, notre objectif serait de pouvoir avoir une IA plus autonome et intelligente, qui n'emprunte plus forcément le chemin le plus court. De plus, les joueurs peuvent actuellement bousculer les NPC qui s'arrêtent alors de marcher, mais ils ne peuvent jamais les pousser ; ceci sera donc à parafiner.

**Mécaniques de jeu** Nous prévoyons d'intégrer pour la deuxième soutenance des pouvoirs comme un écran de fumée ou encore des couteaux, pour rendre le jeu plus intéressant et dynamique. Nous comptons également implémenter le script de choix de la cible. Même si celui-ci a été réalisé il n'est pas encore utilisé en jeu. Il faudra principalement donner un sens à l'attribution des cibles, sous la forme de points octroyés au joueur.

**Autres** Pour tester le multijoueur avec des invités, nous avons réalisé un début de launcher qui télécharge les dernières mises à jour et les installe. Nous aimerais continuer à le développer pour avoir un lanceur qui se mette à jour automatiquement sans à avoir à le réinstaller.

### 3.11.4 Deuxième soutenance

Partie \ Tâche	Prévu	Réalisé
<b>Mouvement</b>	70%	70%
<b>Interface/HUD</b>	60%	50%
<b>Cartes</b>	80%	90%
<b>Réseau</b>	50%	70%
<b>IA</b>	60%	80%
<b>Mécaniques de jeu</b>	70%	80%
<b>Progression</b>	60%	50%

TABLE 4 – Tableau des avancées et prévisions

### Avancées

#### 3.11.5 Prévisions pour la troisième soutenance

Le jeu est à présent dans un état "jouable". Cependant, il faut encore implémenter de nombreux systèmes pour finaliser notre vision pour le projet.

**Multiplayer** Certains systèmes ont été créés, comme les finishers ou les pouvoirs, mais n'ont pas encore été implémentés en multijoueur. L'objectif pour la prochaine soutenance sera donc d'intégrer les mécaniques de jeu qui ne l'ont pas encore été au réseau Photon pour permettre aux joueurs d'y accéder. De plus, le travail continue sur la synchronisation ie. des personnages joueurs et non-joueurs, notamment il est question d'optimisation pour le mouvement des IA qui génère encore une utilisation de bande passante importante. Il serait intéressant de tenter l'utilisation d'une méthode de compression pour les vecteurs afin de diminuer la quantité d'information envoyée.

**Progression** Bien qu'un système d'expérience et de niveau ait été implémenté, celui-ci n'a pour l'instant pour l'instant pas d'utilité. Mais de nombreuses opportunités de progression se sont ouvertes, notamment grâce au travail de Dov. Par exemple, nous comptons permettre le déblocage des finishers grâce à ce système de progression. Nous pourrons également modifier le système actuel de customisation de personnage et restreindre l'utilisation de certaines options d'apparence à un certain niveau.

**Tableau des scores** Le scoreboard reste très simple et manque d'informations. Nous souhaiterions donner au tableau des scores un affichage plus épuré et plus simple. Une mise en tableau des différentes informations permettrait d'éviter au texte de dépasser les bordures du canvas. Elle facilitera grandement l'ajout, la suppression ou la modification d'une valeur ou d'un joueur pendant la partie ainsi que l'alignement des valeurs appartenant à la même catégorie. Cette nouvelle version du tableau comprendrait l'affichage des points, du nombre de fois où le joueur est mort, le nombre de fois où il a tué un joueur, le nombre de fois où il a tué une IA et son PING avec le serveur. Ce formatage sous forme de tableau permet aussi de faire une sauvegarde rapide et temporaire du tableau dans les fichiers du jeu. Il serait ainsi beaucoup plus simple pour le logiciel d'y accéder et de l'éditer.



FIGURE 39 – Seconde version du tableau des scores

**HUD** Certaines informations sont essentielles pour le joueur. Elles lui permettent de savoir en cours de partie et à n'importe quel moment quel pouvoir il peut utiliser, combien de temps il lui reste avant de pouvoir l'utiliser (si son pouvoir nécessite un temps de recharge), la cible qui lui a été désigné par le jeu ou encore de pouvoir lire le chat général en direct.

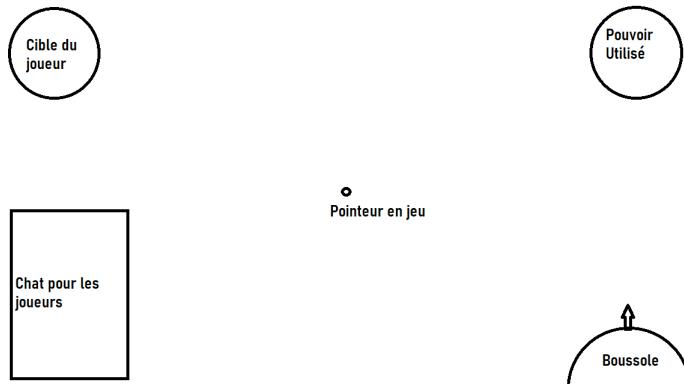


FIGURE 40 – Schéma du futur HUD

**Carte** Pour la prochaine soutenance, l'objectif est d'avoir une map terminée dans les moindres détails. Comme cet objectif semble raisonnable, un seconde carte est aussi une possibilité envisagée pour l'ultime soutenance.

### 3.11.6 Dernière soutenance

Partie \ Tâche	Prévu	Réalisé
Mouvement	100%	100%
Interface/HUD	100%	90%
Cartes	100%	100%
Réseau	100%	100%
IA	100%	100%
Mécaniques de jeu	100%	100%
Progression	100%	80%

TABLE 5 – Tableau des avancées et prévisions

## 3.12 Bibliographie et références

### 3.12.1 Logiciels utilisés

**Github** Nous avons utilisé GitHub pour centraliser nos sources, et utilisé les outils Pages et CI respectivement pour l'hébergement du site web et pour notre usine à logiciel.

**Electron** Cela nous a semblé une option fiable, et déployable facilement sur de multiples plateformes. De plus, un framework beaucoup utilisé, ce qui nous permet d'obtenir des réponses à nos questions rapidement grâce à une communauté importante.

**Inno Setup** Ce logiciel permet de créer assez rapidement un installer / uninstalleur fonctionnel ; bien que très classique (pas d'options pour le personnaliser), il est efficace et bien documenté.

**LaTeX Workshop** Cette extension pour Visual Studio Code permet d'écrire et de compiler les fichiers LaTeX (cahier des charges, rapports de soutenance, manuels).

### 3.12.2 Assets Unity

**Polygon Pirate Pack** Cet asset nous a permis de nous concentrer plus sur le rendu final du jeu (notamment les animations et les mécaniques) que sur la modélisation 3D, qui est longue et rébarbative. Cet asset nous a coûté 19,99€ et nous a fait économiser de nombreuses heures de recherche d'assets sur Unity Store et de modélisation sur Blender. Nous tenons à rappeler que c'est l'unique dépense du jeu, et que tout le reste de la partie graphique (effets, shaders, post-processing, conception de la carte...).

**Mixamo** Librairie d'animations en ligne, Mixamo est un référence en matière d'animations de personnages. La grande majorité des animations du jeu proviennent de Mixamo, et certaines ont été remodifiées.

**Real-time procedural cable** Asset permettant de générer des câbles dans le jeu, statiques ou dynamiques et soumis à la gravité ou non. Cet asset nous a servi à faire les tyroliennes de façon plus simple qu'avec un parallélépipède allongé.

### 3.12.3 Médias

Les médias, audio ou vidéo, utilisés dans le jeu ou dans toute autre production du groupe, sont les suivants :

- Musique du trailer : Blackbeard - Derek Fletcher
- Musique du jeu : The buccaneer's Haul - Silverman Sound Studios
- Ecran de chargement : Malchev @ Getty Images
- Animations : Banque de données Mixamo
- Sons : bibliothèque ZapSplat

## 4 Conclusion

Le projet Panic at Tortuga aura été un réel défi technique, et nous aura demandé beaucoup d'investissement pour arriver à sa forme finale. Tous les éléments, des mécaniques de jeu au multi-joueur, auront représenté des dizaines d'heures de travail, pendant lesquelles nous avons gagné en compétences et appris à utiliser Unity, ce que nous serons peut-être amenés à refaire dans notre vie professionnelle. Certaines tâches, comme la carte, nous auront enseigné la patience, et d'autres comme la synchronisation Photon, nous auront appris à nous dépasser. Les rapports de soutenance, par la régularité qu'ils imposent, ont permis un avancement constant du jeu, sans périodes d'inactivité prolongée.

## Table des figures

1	Frise chronologique du développement du projet . . . . .	5
2	Fichier de configuration de Inno Setup . . . . .	7
3	Aperçu du Launcher . . . . .	8
4	Problème rencontré lorsque de nombreuses IA vont au même endroit . . . . .	9
5	Représentation vectorielle des path des IA . . . . .	10
6	Zone de discussion . . . . .	10
7	Image de présentation de l'asset Polygon Pirate . . . . .	11
8	Avancement actuel de la carte . . . . .	12
9	Vue aérienne de la carte . . . . .	13
10	Colline de la carte, organisée par étages . . . . .	13
11	Vue aérienne du fort de la seconde carte . . . . .	14
12	Menu principal du jeu Sea of Thieves . . . . .	15
13	Préversion de notre menu . . . . .	16
14	Première version du tableau des scores . . . . .	17
15	Version antérieure du menu principal . . . . .	18
16	Dernière version du menu . . . . .	18
17	Le logiciel Bootstrap Studio . . . . .	19
18	Aperçu de notre site . . . . .	20
19	Liste des différentes versions du site . . . . .	21
20	Photo de groupe en multijoueur . . . . .	22
21	Démonstration du chat Photon . . . . .	24
22	Exemple des portes que nous avons réalisé . . . . .	25
23	Joueur grimpant sur l'échelle . . . . .	26
24	Porte fermée après le passage d'un joueur . . . . .	27
25	Système de verrouillage . . . . .	28
26	Vue du shader créé depuis Shader Graph . . . . .	29
27	Quelques finishers . . . . .	30
28	Timeline du lancer de hache . . . . .	30
29	Vue de la tyrolienne de l'île de Tortuga . . . . .	32
30	Agonie d'un personnage empoisonné . . . . .	33
31	Agonie d'un personnage empoisonné . . . . .	33
32	Shader Graph de l'eau . . . . .	34
33	L'eau avant . . . . .	34
34	L'eau après . . . . .	35
35	La carte de jour... . . . . .	35
36	...et de nuit. . . . .	36
37	Application du shader sur un personnage . . . . .	36
38	Mode verrouillage . . . . .	37
39	Seconde version du tableau des scores . . . . .	40
40	Schéma du futur HUD . . . . .	40

## Liste des tableaux

1	Tableau de répartition des tâches du cahier des charges . . . . .	38
2	Tableau des prévisions du cahier des charges . . . . .	38
3	Tableau des avances et retards dans les différentes parties . . . . .	38
4	Tableau des avancées et prévisions . . . . .	39
5	Tableau des avancées et prévisions . . . . .	41