Projet Logiciel Transversal

ENSEA^i :
Evil Numeric System : Eldritch Artificial Intelligence

Khames Abdelmajid

Dia Mamadou

Le Guen de Kerneizon Paul

Chelki Adam

ENSEA 2021-2022

Table des matières

1 Présentation Générale

1.1 Archétype

Dans ce projet, nous réaliserons un jeu au tour par tour en C++. Nous avons donc décidé de nous inspirer des mécaniques du jeu mobile **Raid : Shadow Legends**, c'est-à-dire un jeu se basant exclusivement sur l'affrontement entre divers champions ou des boss, qu'ils soient contrôlés par l'IA ou par un autre joueur.

Illustration du système de combat du jeu **Raid : Shadow Legends**

La thématique du jeu aura lieu dans l'ENSEA, où le joueur incarnera des personnages représentants les Options disponibles en 3A, les attaques, statuts ainsi que les objets feront référence à des thématiques étudiées à l'ENSEA ou à des éléments de la vie étudiante. Réaliser un jeu ayant lieu dans l'ENSEA nous permettra d'ajouter une touche d'originalité à un système déjà bien connu, et d'apporter notre propre empreinte aux ressources visuelles.

Le jeu inclura une sélection de personnages avec des statistiques et des archétypes (tank, soutien, mage,...) ainsi qu'un élément appelé **Majeur** suivant une mécanique de Pierre-Feuille-Ciseaux.

1.2 Règles du jeu

1.2.1 Mécanique de Pierre-Feuilles-Ciseaux

Chaque personnage du notre jeu-vidéo est défini par une **Majeur** parmi une liste de 5 Majeurs :

— Majeur Elec
— Majeur Info
— Majeur Auto
— Majeur Signal
— Majeur Sciences-Humaines

Voici le tableau montrant les forces et faiblesses de chaque Majeur, chaque attaque sera amélioré ou réduite en fonction de la **Majeur** de la cible :

Attaquant / Cible	Elec	Info	Auto	Signal	Sciences-Humaines
Elec	$\times 1$	$\times 1$	$\times 0.5$	$\times 2$	$\times 1$
Info	$\times 1$	$\times 1$	$\times 2$	$\times 0.5$	$\times 1$
Auto	$\times 2$	$\times 0.5$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$
Signal	$\times 0.5$	$\times 2$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$
Sciencs-Humaines	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 1$	$\times 2$

1.2.2 Personnages

Avant chaque partie, le joueur devra choisir quatre champions parmi une sélection prédéfinis de 9 champions listés ci-dessous :

— Champion **IS** : Majeur Info
— Champion **SIA** : Majeur Signal
— Champion **RT** : Majeur Signal
— Champion **AEI** : Majeur Auto
— Champion **MSC** : Majeur Auto
— Champion **ESE** : Majeur Elec
— Champion **EVE** : Majeur Elec
— Champion **ESC** : Majeur Elec
— Champion **Audencia** : Majeur Sciences-Humaines

A la fin de la partie, le joueur sera amené à affronter un *boss final*, ce boss ne possède pas de **Majeur** fixe, en effet il possédera une ou plusieurs attaques pour chaque **Majeur** qui, une fois lancée, lui attribuera la **Majeur** correspondante. L'équipe du joueur devra donc être polyvalente pour pouvoir affronter le boss.

1.2.3 Déroulement d'une partie en solo

Une partie est composée de quatre arènes que l'on nommera *Arène 1*, *Arène 2*, *Arène 3* et *Arène 4*. Au début de la partie, le joueur choisit le champion avec lequel il veut commencer.

1. Dans l'*Arène 1*, le joueur affrontera successivement trois champions parmi les huit restants, une fois l'*Arène 1* complétée les trois champions rejoignent l'équipe du joueur.
2. L'*Arène 2* est elle aussi composée de trois combats successifs face à trois champions sur les cinq restants, mais une fois l'*Arène 2* complétée, le joueur pourra remplacer l'un de ses quatre champions parmi l'un des trois champions vaincus dans l'*Arène 2*.
3. L'*Arène 3* quand à elle est composée des deux derniers champions et le joueur pourra de même, remplacer un de ses quatre champions parmi les 2 vaincus.
4. Une fois les 3 premières *Arène* complétées, le joueur va désormais affronter le *boss final* dans l'*Arène 4* avec son équipe de 4 champions.

La suite de champions que le joueur va affronter est générée en début de partie. Elle peut être purement aléatoire, mais être aussi calculée intelligemment : par exemple, si le joueur choisit en début de partie un champion IS, le jeu peut décider de lui faire affronter en début de partie des champions avec des vulnérabilités de la majeure Info pour que le début de partie soit plus facile.

Entre chaque combat, des événements aléatoires peuvent se produire, comme l'apparition d'un coffre dont la condition pour l'ouvrir est de répondre à un QCM portant sur une majeure. Une bonne réponse donne un avantage au joueur (statistiques du joueur améliorées,objets, etc) mais à l'inverse une mauvaise réponse donne un malus au joueur (statistiques du joueur diminuées, etc).

Enfin, il est à noter que le jeu fonctionne sur la base d'une partie unique : si le personnage du joueur meurt, la partie recommence depuis le début.

Voici un schéma explicatif montrant le déroulé d'une partie :

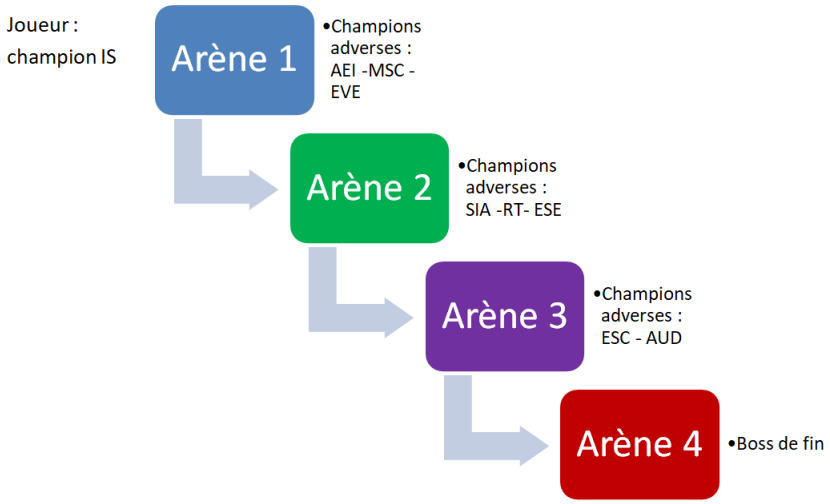


Schéma d'une partie type

1.2.4 Déroulement d'une partie multijoueur

Chaque joueur choisira 4 champions parmi les 9 proposés, ils s'affronteront ensuite directement dans un combat en 4v4.

1.3 Ressources

L'idée générale du rendu est d'avoir un aspect "rétro" 16 bits, dans le même genre que les RPG du début des années 1990 (Final Fantasy 5, Dragon Quest...). Pour cela, nous allons utiliser des ressources sous licences libres, dont la seule obligation est de mentionner les auteurs en crédits. La thématique du jeu étant centrée sur l'ENSEA, et le jeu prenant part dans ses locaux, on utilisera des sprites ayant une consonance moderne. De même, pour que nous ayons des décors fidèles à l'école, nous créerons des sprites spécifiques à l'école (logo...) en utilisant un filtre 16 bits, donnant ainsi aisément à une image un aspect "rétro".

L'interface utilisateur (IU) sera quant à elle rendue par la librairie graphique, et sera uniquement interfacée au moyens de la souris.

A gauche : Un exemple de l'aspect du rendu du jeu (Final Fantasy 5)
A droite : Une image de la rue filtré en 16 bits, qui pourrait être un décor d'arène

Pour le rendu des sprites du joueur et de ses coéquipiers, les sprites de personnage suivant seront utilisés (issus de la collection de sprites *Modern Interior* du créateur *LimeZu*)

Sprite du joueur et de ses coéquipiers

2 Description et conception des états

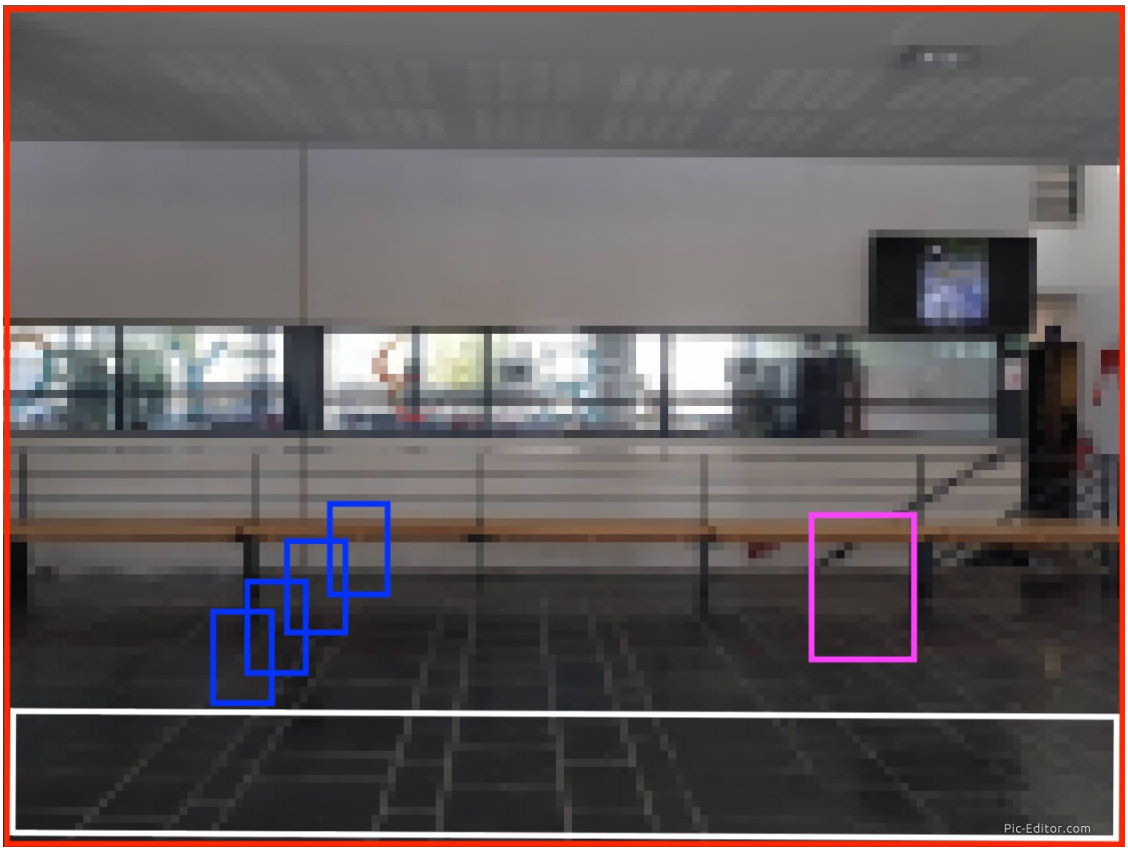
Maintenant que nous avons une description claire de notre jeu, nous pouvons passer à la partie **Unified Modeling Language**, pour modéliser plus formellement notre jeu.

2.1 Description des états

Nous commençons tout d'abord par la description de tous les états de notre jeu ainsi que de nos personnages.

2.1.1 État du terrain

Chaque élément est fixe à l'écran. A l'écran, on aura un ensemble d'emplacements fixe à l'écran. Chaque emplacement possède des coordonnées (x,y) et un numéro pour indexer les positions.



Rouge : Emplacement 0 : Image de fond du combat
Bleu : Emplacement 1.1 ;1.2 ;1.3 ;1.4 : Équipe du joueur
Rose : Emplacement 2 : Ennemi
Blanc : Emplacement 3 : Interface

La souris, ou curseur, est le seul élément mobile présent dans le jeu, elle a donc une position variable et possède deux états : *inactif* et textitactif, l'état *inactif* représente l'état par défaut de la souris et l'état *actif* représente un état ponctuel qui est activé lorsque le joueur appuie sur la souris

2.1.2 État en combat

Le jeu se compose de deux états : en combat ou hors-combat.

Tout d'abord, abordons la partie combat, en combat, le jeu étant un jeu au tour par tour, nous avons deux états :

— Au tour de l'IA
— Au tour du joueur

Lors de chaque tour, chaque *Character* (champions alliés ou ennemi) possède plusieurs états :
— Vivant
— Mort
— Sélectionné
— En attente

Les états *en attente* et *sélectionné* ne sont disponible que lorsque le *Character* est dans l'état vivant. Lorsqu'un *Character* est *en attente*, qu'il soit du joueur attendant/ayant passé son tour ou de l'IA attendant le tour de l'IA, il peut recevoir des dégâts et lorsque ses points de vie descendent à 0, le *Character* passe dans l'état *Mort*. Lorsqu'un *Character* est mort, il ne peut être *Sélectionné* et n'est plus *En attente*, de plus il ne peut plus recevoir de dégats mais peut toujours recevoir des actions spécifiques (objets ou sorts de résurrection).

Lorsque le *Character* est séléctionné, l'ordinateur ou le joueur choisit une action, elles sont :
— Choisir une attaque ou un sort
— Ne rien faire
— Utiliser un objet

Une fois l'action effectuée, on passe au champion suivant, et ainsi de suite.

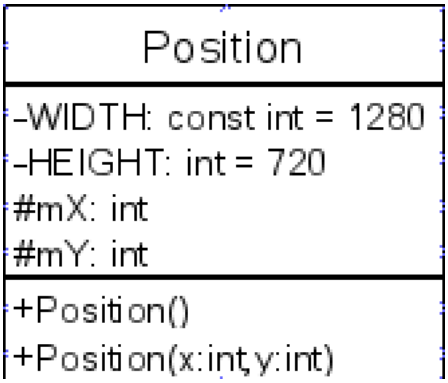
Une fois le combat terminé, il y a deux issues : le *game over* qui représente la défaite du joueur (une fois tout ses *Champions* morts) et va donc renvoyer le joueur au début du jeu pour qu'il puisse recommencer sa partie, ou le *fight win* qui représente la victoire du joueur(une fois l'adversaire mort), lui permettant de continuer ou, s'il s'agit du boss final, de retourner au menu principal pour recommencer une partie.

2.2 Conception Logiciel

2.2.1 Diagramme de classe des éléments du jeu

Abordons maintenant le diagramme de classe, indispensable à la bonne conception d'un programme. Tout d'abord, un point sur la syntaxe de nos futurs classes, attributs et fonctions. Les classes seront appelés "Classe", les attributs seront nommés sous la forme "mAttribut" et seront (sauf exception) privés et les méthodes seront appelés "Méthodes" et seront (sauf exception) public.

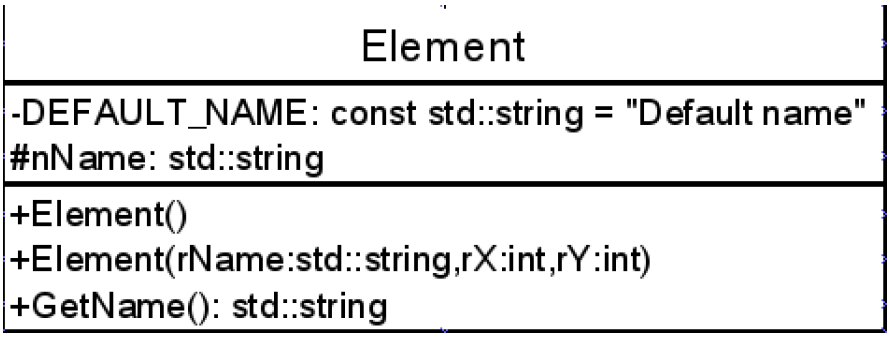
Nous commençons donc avec une classe générale qui sera la classe mère de tous les éléments affichés en jeu, la classe **Position** :



La classe Position

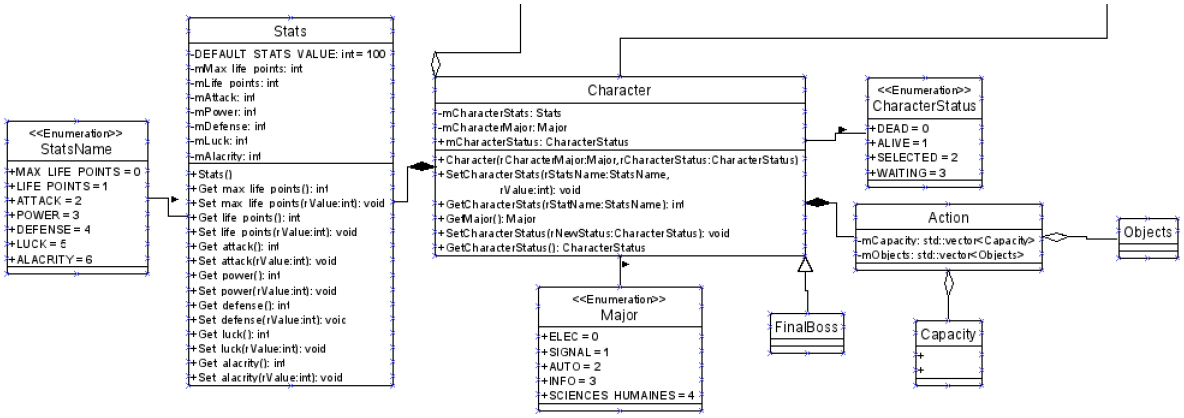
Cette classe dispose donc de deux attributs *protected*, l'attribut mX et mY qui désigne la position de chaque objet **Position**. Ainsi que la taille maximale d'un objet en longueur et en largeur. On a, pour l'instant, les méthodes classiques permettant de construire l'objet et d'obtenir ses attributs.

On peut maintenant écrire une classe qui va permettre de modéliser tous les éléments affichés à l'écran. On appellera de manière naïve cette classe **Element**.



Cette classe définit pour chaque **Element** un nom (en plus de la position héritée par la classe mère), si un nom n'est pas défini un nom par défaut est accordé.

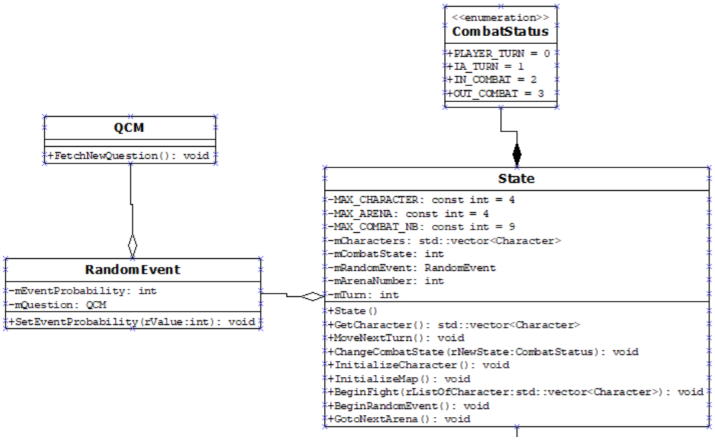
Passons désormais à la classe la plus importante de notre jeu, la classe **Character** qui représentera tous les personnages impliqués dans le jeu (y compris les champions), cette classe hérite de la classe **Element** et est composé des classes **Stats**,**Action**,**CharacterStatuts** et **Major**. Cette classe engendre la classe fille **Final Boss** qui est un champion spécial pouvant changer de majeur.



La classe **Action** utilise une liste d'objets et de capacités (liste qu'il nous reste à définir).

2.2.2 Diagramme de classe des états

Nous avons maintenant décrit tous les éléments affichables du jeu, il reste maintenant à décrire une classe **State**, qui décrit les états du jeu.

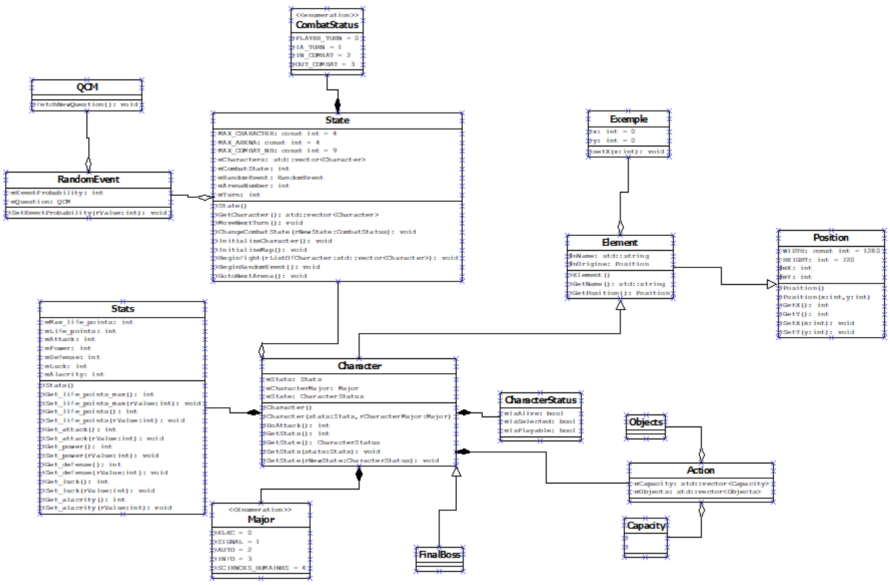


Dans un premier temps, on y retrouve les informations fixes. Il y a le nombre maximum de joueurs jouables par l'utilisateur, le nombre maximal d'arènes, et le nombre maximum de combats. En plus de la liste des éléments et informations fixes établie, on y trouve des attributs qui nous permettent de savoir dans quel état le jeu se situe comme l'état du combat, l'arène en cours ou encore le joueur en train de jouer. Bien évidemment, on trouve aussi les méthodes permettant de connaître les valeurs des attributs, et donc l'état du jeu, mais aussi les méthodes permettant de changer l'état du jeu. On y trouve par exemple la méthode permettant de commencer un combat, ou celle permettant de changer d'arène.

On peut voir que cette classe est composé d'autres classes. En effet, étant donné que le nombre d'état d'un combat est fini et facilement énumérable, faire une classe d'énumération permet de simplifier plusieurs étapes dans le développement du jeu. Concernant les évènements aléatoires, ils ne peuvent être déclenchés durant une phase de combat, donc à l'instar de la classe **CombatStatus**, une classe dédié facilite le développement et les déclenchements des phases aléatoires.

2.2.3 Diagramme complet

Ainsi, en regroupant les deux diagrammes on obtient le diagramme final et complet de notre futur jeu vidéo.



3 Rendu : Stratégie et Conception

Dans cette partie, nous allons expliquer comment nous avons créé notre rendu, et comment passer d'un état à un autre.

3.1 Stratégie de rendu d'un état

Tout d'abord, le rendu est effectué selon deux états :

— En combat : les personnages du joueur et de l'ennemi sont affichés selon une animation dites "repos"

— Hors combat : C'est l'état lorsque l'on passe d'un combat au suivant. La caméra défile vers la droite pour donner une illusion de déplacement. Les personnages du joueur sont affichés selon une animation de course.

Pour calculer les rendus, notre stratégie est assez simple. Grâce à l'utilisation de *SFML*, nous pouvons découper les étapes et les éléments afin d'optimiser les calculs.
La méthode que nous avons choisi consiste à découper un plan en plusieurs *layers* (couches). Le rendu du jeu se base sur trois layers :

— Le background (l'image de fond)

— Les sprites des différents personnages du joueur ou de l'adversaire

— Et enfin l'interface utilisateur (UI) qui affiche différents éléments d'interaction (texte, fenêtre...).

Pour chaque image, le principe repose sur le calcul de l'élément du layer à afficher. Par exemple, le sprite d'un character est animé par le défilement de plusieurs images du personnages successifs.

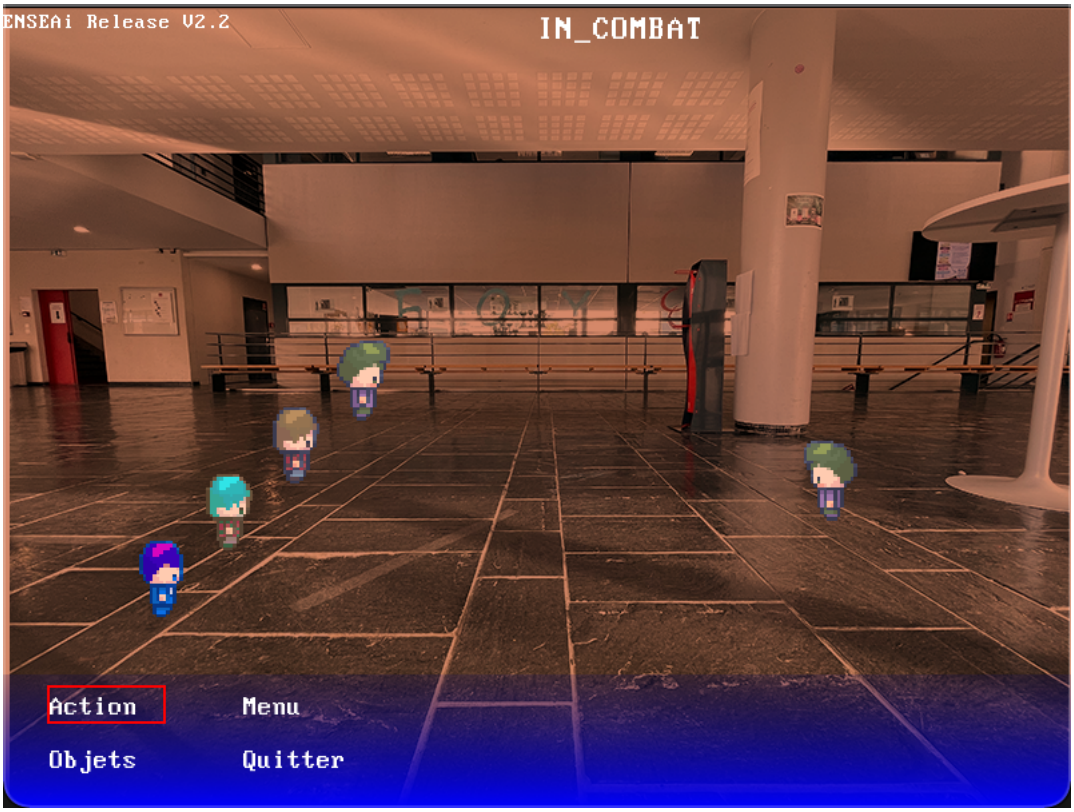
Exemple d'un sprite utilisé. La partie du haut représente les différentes images de l'animation au repos du personnage Celle du bas représente l'animation de course du personnage.

Exemple de background utilisé. Ce background constitue une autre couche à calculer pour le rendu.

Nous avons vu que dans l'état hors combat la caméra défile vers la droite pour donner une illusion de mouvement vers le prochain combat. Pour réaliser cela, on utilise la classe *View* de *SFML* qui permet de déplacer la fenêtre de rendu du jeu. Comme la fenêtre du jeu est d'une dimension de 800x600 pixels, l'idée est d'avoir une image de fond d'une image de dimension 3200x600 (pour quatre combats), dont on déplacera la fenêtre de rendu au fil des combats.

Principe du glissement de la fenêtre de rendu.

On obtient ainsi le rendu suivant :



Le rendu du jeu en combat.

Le rendu du jeu hors combat.

3.2 Conception logiciel

La conception logiciel du rendu est basée sur l'utilisation de trois classes pour chaque layer :

— Une première classe *Surface* permet la gestion du chargement d'un sprite en mémoire, mais aussi leur animation.
— Une seconde classe *UI* gère l'interface utilisateur et l'affichage de texte et de fenêtre à l'écran.
— Une dernière classe *RenderLayer* gère la mise en lien de ces deux classes avec le *namespace* state, et donc la modification du rendu en fonction des états du jeu.

On peut remarquer que chaque classe possède une fonction *draw()*, qui permet le rendu de la layer respective.

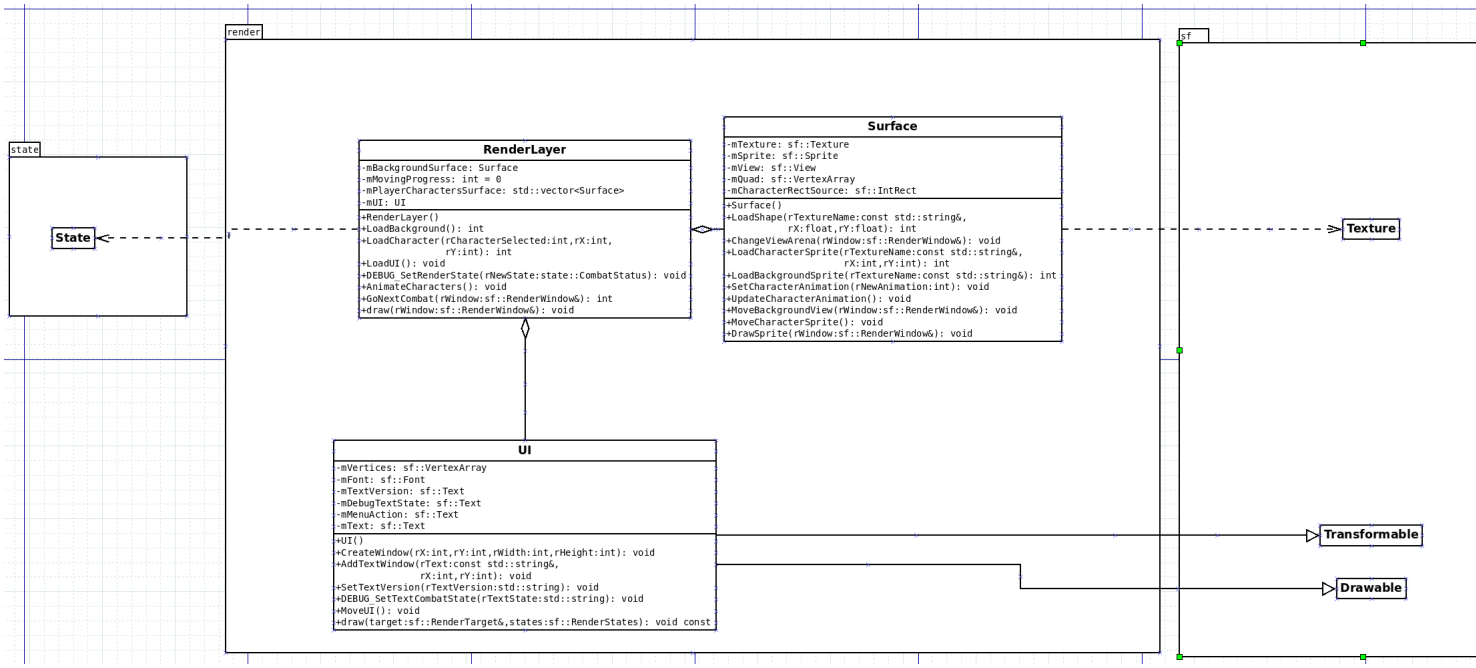


Diagramme de classe du rendu.

4 Règles de changement d'états et moteur de jeu

4.1 Règles

4.1.1 Déroulement d'un combat

Intéressons maintenant aux détails des règles du jeu et à leur implémentation. Le joueur commence la partie avec un personnage dans son équipe. Il affronte ensuite un personnage adverse selon le déroulement suivant :

1. Si le joueur a un personnage vivant et que l'ennemi est toujours vivant, on commence un tour :
   (a) Le joueur choisit une action pour un personnage de son équipe. Une action peut être une attaque ou un sort du personnage.
   (b) L'ennemi effectue son action en faisant de même pour son personnage.
   (c) C'est de nouveau au joueur avec un autre personnage de son équipe.
2. Le combat se termine lorsque tous les personnages du joueur ont leur PV à 0 (dans ce cas le jeu passe en état Game Over) ou que l'ennemi a ses PV à 0. (le jeu passe dans ce cas au combat suivant).

Une fois un combat terminé, le joueur passe au suivant sans checkpoint et ses personnages restent dans l'état dans lequel il a finit le combat.

4.1.2 Mathématiques du jeu

Chaque personnage possède 6 caractéristiques :
— PVmax : Les points de vie maximum du personnage.
— Attack : La statistique d'attaque qui va impacter les ATTACKs du personnage.
— Power : La statistique de puissance qui va impacter les SPELLs du personnage.
— Defense : La statistique de défense du personnage, va impacter sa résistance aux dégâts.
— Luck : La statistique de chance, qui va impacter les coups critiques du personnage.
Avec ces statistiques, le calcul des PV perdus se fera comme suit.

$$PV_{Perdus} = 0.44 * \frac{CC*CM*Deg*Stats}{Defense}$$

— PV_{Perdus} : Le nombre de PV que la cible perd
— CC : 2 si c'est un coup critique, 1 sinon.
— CM : Coefficient Majeur, 2 si l'attaquant a une majeur avantageuse, 0.5 si l'attaquant a une majeur désavantageuse, 1 s'il n'y a aucune relation. (cf 1.2.1).
— Def : Dégats de l'ATTACK ou du SPELL.
— Stats : Prend la caractéristique d'Attak(resp Power) de l'attaquant si c'est une ATTACK (resp SPELL).
— Defense : Prend la caractéristique de défense de la cible.

Pour les statistiques de chaque personnage, on aura plusieurs archétypes :
— Mage : Un personnage orienté dégats via la statistiques Power
— Attaquant : Un personnage orienté dégats via la statistiques Attack
— Tank : Un personnage qui va pouvoir encaisser beaucoup de dégats.
— Soutien : Un personnage qui va pouvoir buff/soigner ses alliés.
— Polyvalent : Un personnage qui va pouvoir faire des dégats via ses statistiques Power et Attack.

Chaque personnage aura au maximum 4 actions, 2 SPELLs et 2 ATTACKs maximum. un Mage aura par exemple 2 SPELLs et une ATTACK et ce sera l'inverse pour un Attaquant. Chaque ATTACK ou SPELL fera un nombre défini de dégats et pourra appliquer un buff (effet bénéfique pour une compétence du personnage) ou un débuff (effet négatif sur une compétence du personnage adverse).

4.1.3 Exemple : Champion IS

Prenons par exemple le champion IS qui est un personnage de type Polyvalent, voici ses statistiques :

PV	80
Attack	140
Power	140
Defense	80
Luck	5

Et ses ATTACKs et SPELLs sont :

- ATTACK :
  - Fais 80 de dégats.
  - Fais 60 de dégats et augmente sa Power de 20.
- SPELL :
  - Fais 80 de dégats.
  - Fais 60 de dégats et augmente son Attack de 20.

4.2 Conception logiciel

L'implémentation du moteur de jeu est basée sur une vérification de conditions des paramètres du jeu selon son état.

— En combat, le jeu est dans l'état *IN COMBAT*.

1. Le moteur de jeu se met en attente d'une commande à exécuter selon si c'est au joueur ou à l'IA de jouer.
2. Lorsqu'une commande est reçue, le moteur l'interprète et l'exécute.
3. Enfin, il passe la main à l'autre joueur.

— Le moteur vérifie ensuite si un des personnages du joueur ou de l'ennemi est mort.

1. Si tous les personnages du joueur sont morts alors le jeu passe à l'état *GAME OVER*
2. Si tous les personnages de l'ennemi sont morts alors le jeu passe à l'état *OUT COMBAT* pour passer au combat suivant.

Cette conception nous donne le diagramme de classes suivant :

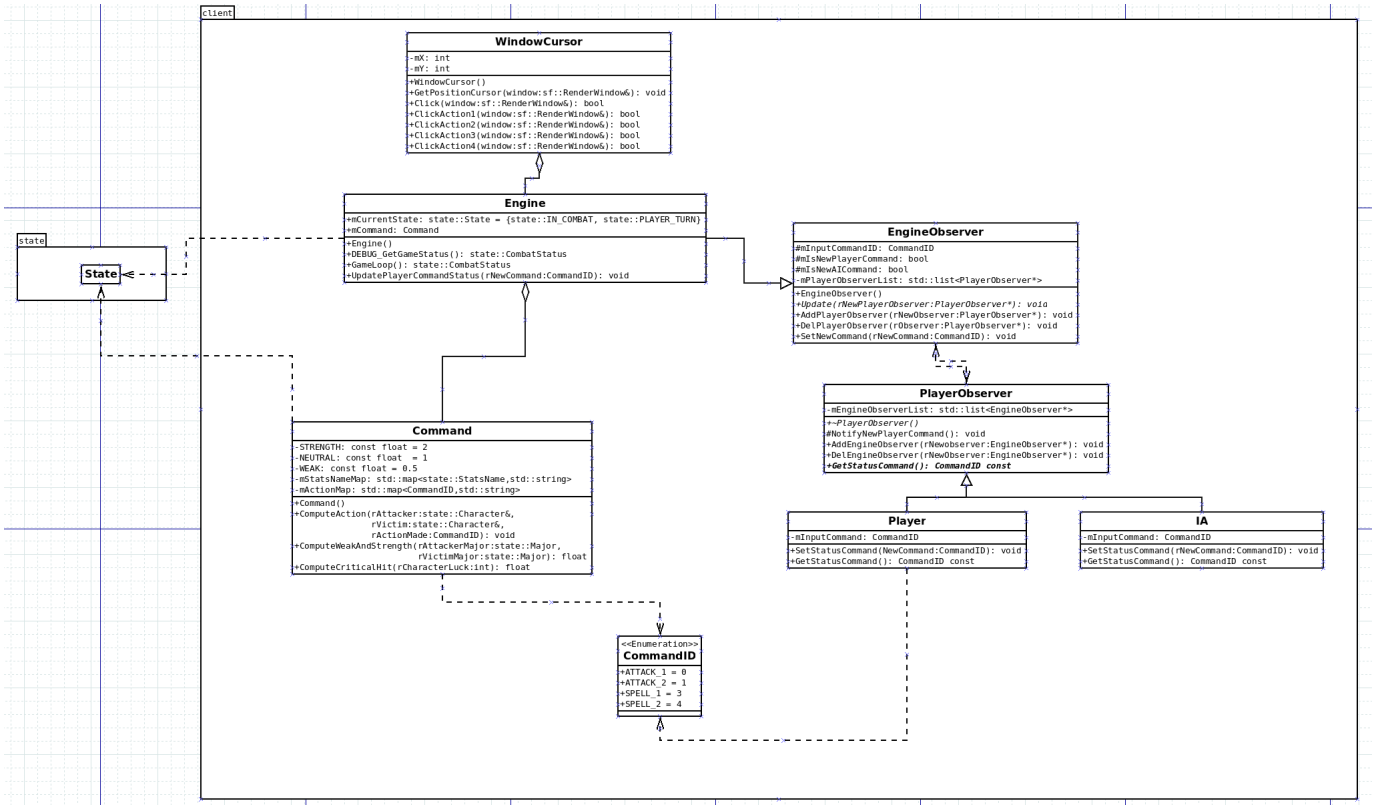
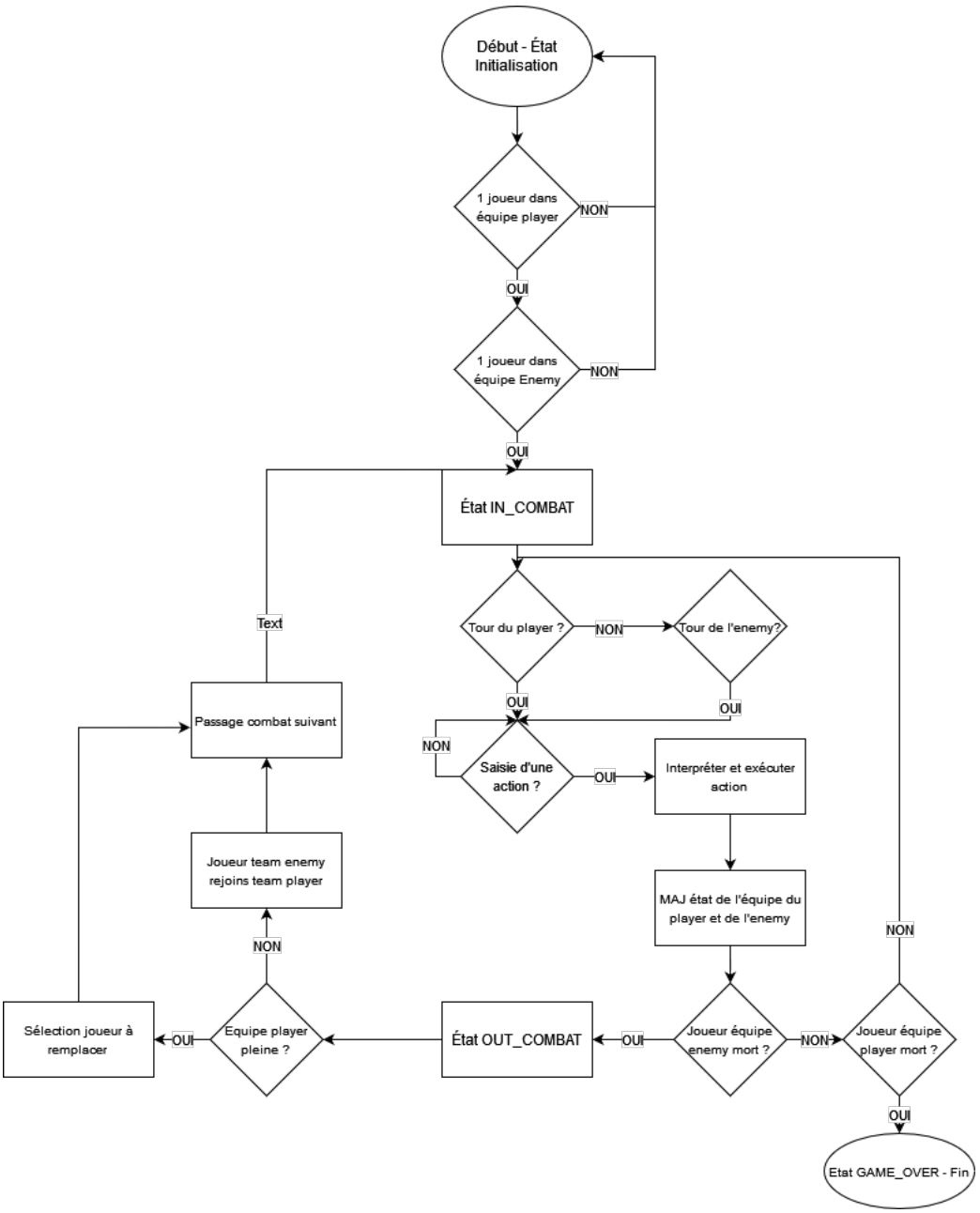


Diagramme de classe du moteur de jeu.

On utilise ici le pattern *observateur* permettant de notifier le moteur de jeu lorsqu'une commande est saisie par le joueur ou l'IA. La classe *Command* permet l'exécution de celle-ci selon les règles du jeu établi.

Le fonctionnement du moteur de jeu peut ainsi se résumer par le diagramme suivant :



Algorithme du moteur de jeu.

5 Intelligence Artificielle

5.1 Stratégies

5.1.1 Stratégie aléatoire

Le principe de cette intelligence artificielle est relativement simple, car il ne repose sur aucune logique particulière.

— Au début d'une partie, une liste aléatoire d'ennemis pour chaque combat est générée. Le joueur peut donc avoir de la chance et avoir un premier combat en sa faveur si la majeur du personnage qu'il choisit est forte contre celle générée aléatoirement pour le personnage ennemi, tout comme l'inverse dans le cas opposé.

— Lorsque c'est à l'IA de jouer, elle décide aléatoirement une action (attaque 1, attaque 2...) parmis celles disponibles pour son personnage. Ce choix n'a donc pas de logique particulière (exemple : IA qui choisit une action qui redonne des PV à son personnage si ils sont bas).

5.1.2 Conception logiciel

L'implémentation de cette stratégie n'a pas de conception particulière au vue de sa simplicité. Les choix aléatoires de l'IA sont ici gérés dans une instance de la classe IA (cf. Diagramme de classe du moteur de jeu p.15).

6 Modularisation

6.1 Organisation des modules

6.2 Conception logiciel