

# Projet Logiciel Transversal

---

## Fodus

# *Table des Matières*

I	Objectif.....	4
I.A	Présentation générale .....	4
I.B	Règles du jeu.....	5
I.C	Conception Logiciel .....	5
II	Description et conception des états .....	5
II.A	Description des états .....	5
II.B	Conception logiciel.....	9
II.C	Conception logiciel : extension pour le rendu .....	11
II.D	Conception logiciel : extension pour le moteur de jeu.....	11
II.E	Ressources .....	11
III	Rendu : Stratégie et Conception.....	12
III.A	Stratégie de rendu d'un état.....	12
III.B	Conception logiciel.....	13
III.C	Conception logiciel : extension pour les animations.....	15
III.D	Ressources.....	15
III.E	Conception logiciel : éditeur.....	15
III.F	Exemple de rendu.....	16
IV	Règles de changement d'états et moteur de jeu.....	17
IV.A	Horloge globale .....	17
IV.B	Changements extérieurs .....	17
IV.C	Changements autonomes .....	17
IV.D	Conception logiciel.....	18
IV.E	Conception logiciel : extension pour l'IA .....	19
IV.F	Conception logiciel : extension pour la parallélisation.....	19
V	Intelligence Artificielle.....	20
V.A	Stratégies.....	20
V.A.1	Intelligence minimale .....	20

V.A.2	Intelligence basée sur des heuristiques.....	20
V.A.3	Intelligence basée sur les arbres de recherche .....	20
V.B	Conception logiciel.....	20
V.C	Conception logiciel : extension pour l'IA composée .....	20
V.D	Conception logiciel : extension pour IA avancée .....	20
V.E	Conception logiciel : extension pour la parallélisation.....	20
VI	Modularisation.....	20
VI.A	Organisation des modules .....	20
VI.A.1	Logger.....	20
VI.A.2	Amorceur du logiciel.....	21
VI.A.3	Répartition sur différents threads.....	21
VI.A.4	Répartition sur différentes machines.....	21
VI.B	Conception logiciel.....	21
VI.C	Conception logiciel : extension réseau .....	21
VI.D	Conception logiciel : client Android .....	21

## Table des Illustrations

Figure 1 : Dofus .....	4
Figure 2 : Machine à état décrivant le déroulement du jeu.....	9
Figure 3 : Diagramme de classe d'état pour la phase de combat .....	10
Figure 4: Diagramme de classe d'état pour la phase d'exploration.....	10
Figure 5 : Diagramme de classe du moteur de rendu .....	14
Figure 6 : Exemple de rendu.....	16
Figure 7: Diagramme des classes du moteur de jeu .....	18

# I Objectif

## I.A Présentation générale

L'objectif de ce projet est la réalisation d'un jeu type « tactical RPG » (système de combat similaire à Dofus).



Figure 1 : Dofus

*Dofus est doté de 2 mécanismes de jeu : la phase d'exploration, et la phase de combat. Nous allons nous inspirer de la phase de combat, avec une phase d'exploration propre à notre jeu et son univers.*

## *I.B Règles du jeu*

### Contexte

Le joueur incarne le stagiaire du nécromancien d'un donjon : il lui a confié la tâche de nettoyer les salles du donjon après le passage d'aventuriers.

Le joueur va donc affronter des monstres survivants, ainsi que potentiellement des aventuriers perdus. Mais étant un stagiaire, il ne peut combattre directement et il doit invoquer des serviteurs mort-vivants pour combattre à sa place ; Il peut également corrompre les monstres et les aventuriers, qui changeront de camp et combattront pour lui : mais certains aventuriers pourront également corrompre des monstres pour les rallier à leur camp.

Le jeu sera constitué d'une première phase dite d'exploration. Dans cette phase du jeu, le joueur sélectionne une zone de jeu sur laquelle combattre.

Lorsqu'une zone de combat est choisie, le jeu passe en mode combat : il s'agit là d'un combat au tour par tour, où le joueur affronte les monstres et/ou les aventuriers de la zone. Le joueur se déplace comme tout autre personnage (monstres et aventuriers), mais ne peut les attaquer (mais peut se faire attaquer) : il ne peut que corrompre les autres personnages pour les rallier à son camp et invoquer des minions pour l'aider. Un combat est gagné quand tous les monstres sont vaincus, un combat est perdu quand le personnage principal du joueur est mort.

Le jeu possède un système d'expérience où le joueur sera récompensé à la fin de ses combats victorieux ; il pourra gagner de niveau après un certain nombre de points d'expériences, et se verra gratifier d'amélioration de caractéristiques et de compétences.

## *I.C Conception Logiciel*

# **II Description et conception des états**

## *II.A Description des états*

Le jeu se divise en deux grandes parties : la partie exploration et la partie combat. La partie exploration consiste en une carte générale du donjon où l'on peut se déplacer de section en section. Une suite de mission demande au personnage de se rendre successivement dans différentes zones indiquées. Une fois arrivé dans ces zones le combat se lance, et l'on passe à la seconde phase du jeu.

Le combat se passe dans une zone divisée en cases sur laquelle se trouvent le personnage principal et un certain nombre d'ennemis. L'objectif de chaque combat est de tuer tous les ennemis présents, tandis qu'une défaite à lieu si le personnage du joueur meurt. Les commandes se font au tour par tour, d'abord le personnage du joueur, puis les ennemis. Chaque tour le joueur peut effectuer un déplacement puis une action, de même pour chaque adversaire.

## **Partie combat :**

### *Etat :*

Représente l'état du combat à un instant précis. On y trouve ainsi une liste de tous les éléments du combat, que ce soit des éléments fixes comme des cases ou des personnages mobiles. On y trouve également la taille de la zone de combat.

Les éléments "case" et "personnage" possèdent tous les deux les attributs "posX" et "posY" représentant leur position sur la grille de jeu.

### *Les cases :*

Les différentes cases constituent la zone de jeu. Chaque case possède des attributs indiquant si elle est : un mur ou une case libre, un attribut indiquant si elle est occupée ou non, et d'un attribut indiquant si elle est piégée.

Elles possèdent également l'attribut "départ", qui correspond au fait que la case soit ou non une case de départ pour le personnage ou un ennemi.

### *Les personnages :*

Regroupe tous les personnages du jeu, que ce soient les zombies, le personnage principal ou les ennemis. Tous ces personnages ont les mêmes propriétés, qui sont :

- "santeMax", représentant le total de points de vie.
- "sante", représentant la somme actuelle de points de vie.
- "deplacement", correspondant au nombre de case dont le personnage peut se déplacer chaque tour.
- "classe", représentant pour les aventuriers la classe à laquelle ils appartiennent. Les classes possibles sont : Guerrier, Magicien, Prêtre, Archer.

- “niveau”, représente le niveau et donc la puissance globale du personnage.
- “status”, qui correspond à l’état du personnage : bien, poison, étourdi, ralenti, ou une combinaison quelconque.
- “corruption”, qui indique combien de fois le personnage à été corrompu.
- “competences”, qui liste les compétences auxquelles le personnage a accès.
- “limiteZombie” qui indique quel est le nombre maximal de Morts-vivants pouvant être invoqué à la fois par le personnage.
- “defense”, “puissance” : représentant des caractéristiques du personnage influençant respectivement les dégâts reçus et infligés.
- “effets” liste les effets qui affectent en permanence le personnage.
- “direction” indique dans quelle direction le personnage est dirigé

Les compétences : utilisables par les personnages, les compétences possèdent un certain nombre d’attributs les définissant :

- “degats” correspond au dégâts infligés par la compétence (ou soin)
- “postee” indique à combien de case peut être utilisées la compétence
- “zone” représente la zone qui sera affectée par la compétence (0 pour une case unique par exemple)
- “cible” représente quel type de cible peut être affecté par la compétence : les ennemis, les alliés ou les deux.
- “effets” liste les effets supplémentaires de la compétence

## Partie exploration :

### *Carte :*

Représente la carte du jeu dans cette phase. Le personnage s’y déplace pour se rendre dans les différentes zones, ainsi que des groupes d’aventuriers qui peuvent être affrontés par le joueur. Cet élément liste les différentes zones du jeu, les différents groupes d’aventuriers et le personnage.

### *Zone :*

Correspond aux différentes zones où le joueur peut se rendre. Chacune d’entre elle peut potentiellement donner lieu à un combat contre les monstres du donjon, ou contre des

aventuriers si un groupe se trouve sur la même zone que le joueur. Chaque zone possède plusieurs attributs :

- "occupation" correspond au fait que la zone est occupée ou non, que ce soit pas un groupe d'aventurier ou par le joueur.
- "difficulte" représente la puissance des monstres présents dans la zone.
- "position" correspond à la position de la zone sur la carte.

#### *Personnage :*

Ne concerne ici que le personnage joueur. Ces différents attributs sont :

- "sante" qui est la sante totale du personnage
- "defense", "puissance" sont des caractéristiques du personnage comme précédemment
- "Déplacement" exprime le nombre de case que peut parcourir le personnage en combat.
- "niveau" correspondant au niveau du personnage, et donc à sa puissance totale
- "expérience" correspond au nombre de points d'expérience engrangé par le personnage et permettant de passer au niveau supérieur.
- "posX" et "posY" représentent les coordonnées du personnage sur la carte.
- "inventaire" correspond à l'inventaire du personnage
- "emplacement" représente l'endroit où se trouve le personnage dans la carte.

#### *Inventaire :*

Regroupe tous les objets que le personnage a pu obtenir et ceux qui sont en cours d'utilisation.

- "equipe" liste tous les objets actuellement équipés sur le personnage
- "sac" liste tous les objets en possession du joueur.
- "limite" fixe une limite au nombre d'objet transportables par le joueur
- "or" correspond à l'argent accumulé par le joueur au cours du jeu.

Objet : représente tous les objets pouvant être utilisés par le joueur. Ils sont définis selon les attributs suivants :

- "type" représente la catégorie de l'objet, et donc l'emplacement où il sera équipé.



- “modificateur” représente l’efficacité de l’objet, et donc son influence sur les caractéristiques du personnage.
- “prix” représente la quantité d’or que le personnage peut obtenir en revendant l’objet.

Aventuriers :

Chacun de ces objets correspond à un groupe d'aventuriers se déplaçant dans le donjon et risquant de rencontrer le personnage et donc de l'affronter. Ils sont visibles sur la carte par le joueur, et sont décrits de la manière suivante :

- "niveau" représente le niveau global des aventuriers du groupe, et donc de la difficulté du combat en cas d'affrontement.
- "emplacement" correspond à la zone dans laquelle se trouve le groupe à un instant donné.

## II.B Conception logiciel

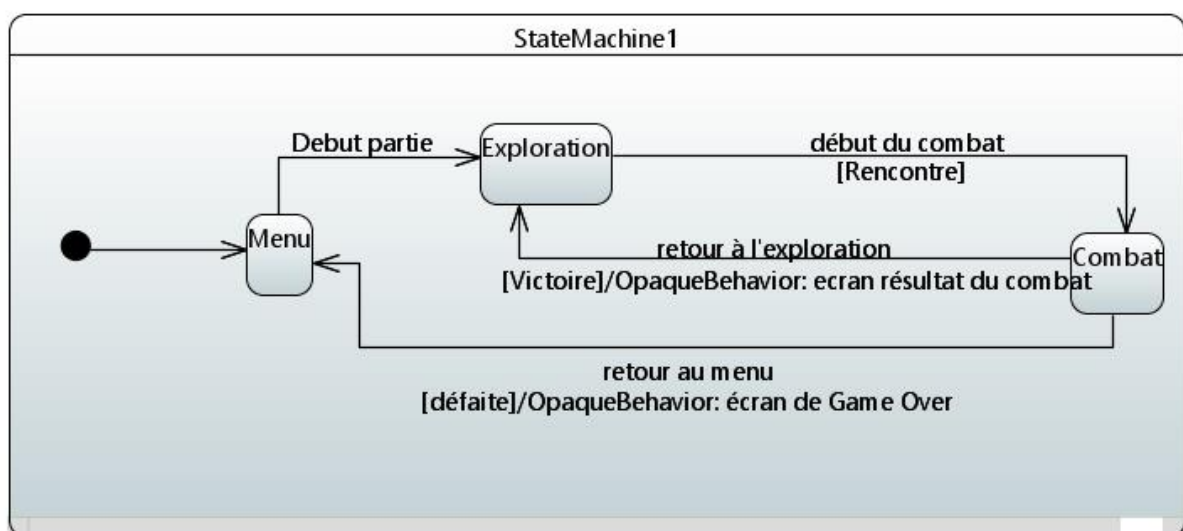


Figure 2 : Machine à état décrivant le déroulement du jeu

Représentation du workflow du jeu et des transitions entre différentes phases.

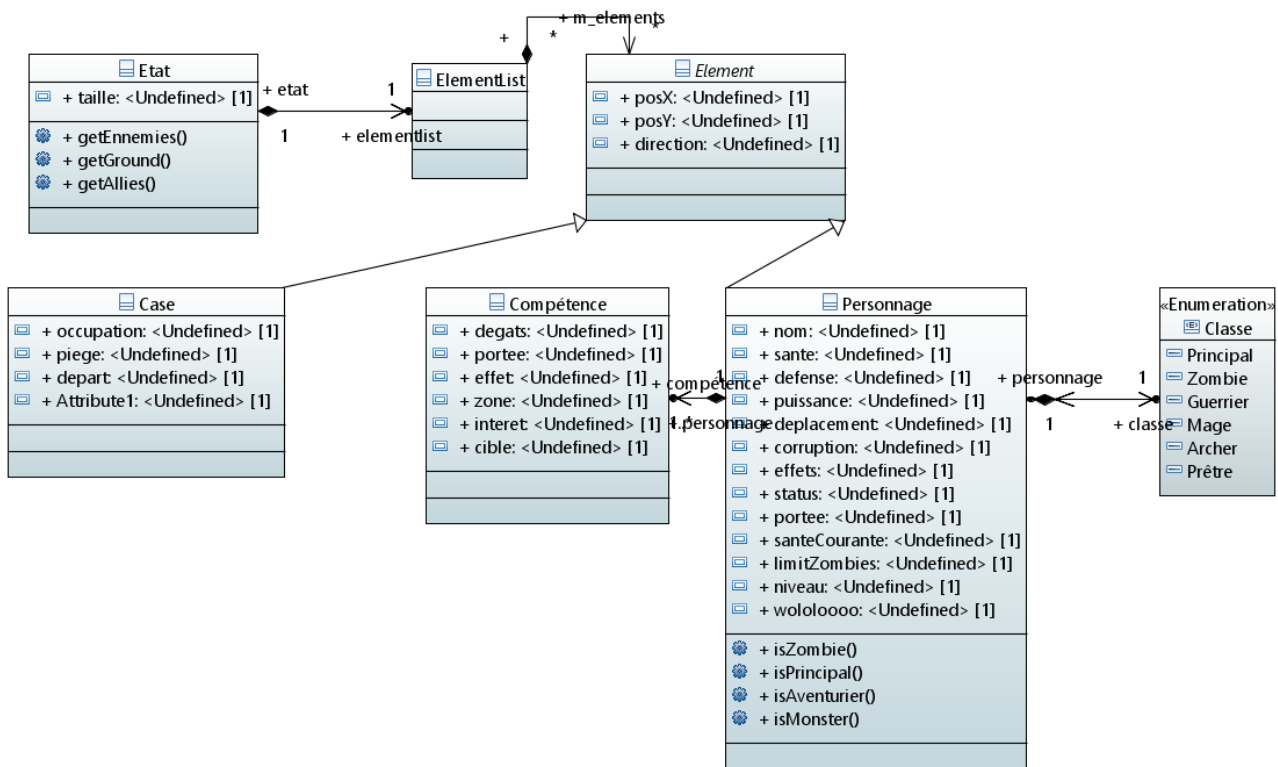


Figure 3 : Diagramme de classe d'état pour la phase de combat

Représentation des différentes classes utilisées lors de la phase de combat et des différents attributs de celles-ci, ainsi que des différents liens existants entre elles.

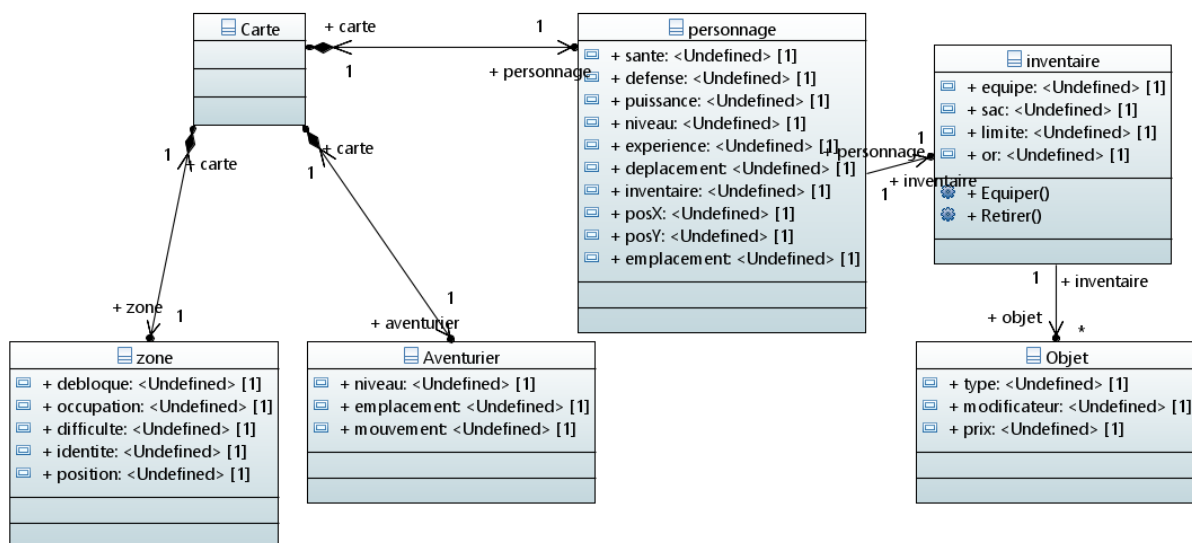


Figure 4 : Diagramme de classe d'état pour la phase d'exploration

Représentation des différentes classes utilisées lors de la phase d'exploration ainsi que leurs attributs et les liens entre elles.

### II.C Conception logiciel : extension pour le rendu

### II.D Conception logiciel : extension pour le moteur de jeu

### II.E Ressources

L'ensemble des ressources (autre que les fichiers images et sons) est codé en JSON, ce qui inclut le fichier de déclaration des tiles, et les fichiers de niveau (ainsi que tout fichier de configuration). Celle permet de n'avoir aucun élément (ou presque) hardcodé dans le code du jeu, et d'offrir une souplesse de développement.

Exemple : fichier de Tiles, qui permet de générer les tiles en fonction des éléments

```
"header": {  
  "version": "0.2",  
  "name": "Default Tileset"  
},  
  "tiles": {  
    "UNDEFINED": {  
      "y": 0,  
      "x": 0  
    },  
    "VOID": {  
      "y": 0,  
      "x": 2  
    }  
  }
```

Exemple : Fichier d'un niveau

```
{  
  "header": {  
    "version": "0.0",  
    "name": "My Little Level",  
    "desc": "Misc"  
  },  
  "level": [  
    [  
      [  
        {  
          "x": 0,  
          "y": 0,  
          "tile": "UNDEFINED"  
        },  
        {  
          "x": 1,  
          "y": 0,  
          "tile": "VOID"  
        },  
        {  
          "x": 2,  
          "y": 0,  
          "tile": "VOID"  
        },  
        {  
          "x": 0,  
          "y": 1,  
          "tile": "UNDEFINED"  
        },  
        {  
          "x": 1,  
          "y": 1,  
          "tile": "VOID"  
        },  
        {  
          "x": 2,  
          "y": 1,  
          "tile": "VOID"  
        },  
        {  
          "x": 0,  
          "y": 2,  
          "tile": "UNDEFINED"  
        },  
        {  
          "x": 1,  
          "y": 2,  
          "tile": "VOID"  
        },  
        {  
          "x": 2,  
          "y": 2,  
          "tile": "VOID"  
        }  
      ]  
    ]  
  ]  
}
```

```

        "key": "WALL_DUNGEON_TOP_LEFT"
    },
    {
        "key": "VOID"
    }
],
[
    {
        "key": "WALL_DUNGEON_TOP_MID"
    },
    {
        "key": "VOID"
    }
],
...
],
[...],
...
]
}

```

### III Rendu : Stratégie et Conception

#### *III.A Stratégie de rendu d'un état*

Pour rendre un état, nous avons regroupé tout le rendu en Scène, qui est l'image de l'état du jeu, et nous l'avons découpée en plans. Ces plans se répartissent différents types de données : un plan pour les informations, 2 plans pour les éléments fixes (2 niveaux de profondeur), un pour les éléments mobiles (personnages), et un plan de debug. Chaque plan contient une texture et une matrice donnant la position des éléments dans la fenêtre de jeu, et les coordonnées de sa partie de la texture. Ces 2 éléments sont envoyés à la carte graphique ce qui permet un affichage rapide et optimisé des éléments (plutôt que de tracer sprite par sprite)

Actuellement, seuls les éléments fixes ont été implémentés, pas les mobiles ni les informations.

### III.B Conception logiciel

Le diagramme des classes pour le rendu est en [Figure 5 : Diagramme de classe du moteur de rendu].

Utilisant la bibliothèque SFML, nous avons choisi d'implémenter l'interface `sf::Drawable` à nos objets à rendre : `Scene` et ses `Layers`. Cette implémentation permet de simplifier les appels graphiques, puisqu'il nous suffira de faire un `App.draw(scene)` dans la boucle principale pour rendre l'intégralité des plans.

#### **Layer**

Un `Layer` (plan) est un objet réalisant le lien entre une liste d'éléments et leur position spatiale dans la fenêtre ainsi que leur représentation (texture). `Layer` hérite de `sf::Drawable` : un appel à `App.draw(layer)` permet de dessiner tout le `Layer`. Dans le cas de l'`ElementLayer` (fixe ou mobile), le `Layer` possède une propriété de profondeur (pour gérer plusieurs couches de `tiles`, ex. des décorations sur un mur), et une `TileFactory`, qui s'occupe de gérer la correspondance `Element` – `Texture`. Une fonction `update()` est déclenchée par l'`Observer` de l'état du jeu pour mettre à jour les éléments du plan.

#### **Scene**

Elle contient tous les plans, et son implémentation de `draw()` appelle les `draw()` de ses `Layers`.

Elle possède une fonction `update(ElementList)`, qui est appelée lors d'une modification de l'état (pattern `Observer`), et qui de façon analogue à `draw()` appelle les `update(ElementList)` de ses `Layers`.

Elle s'occupe également de la gestion des animations en affichant les `sprites` animés, et en s'occupant des `frames` et de leur horloge.

#### **TileFactory**

Cette `Factory` (pattern `Factory` donc) génère une `tile` à partir d'une clef d'identification. Ces clefs sont les identifiants des éléments (ex. `FLOOR_WOOD_1`), ce qui permet de trouver l'emplacement de leur texture via le chargement préalable du fichier `tiles.json`. Ce fichier est l'index de toutes les clefs d'éléments avec leurs coordonnées de texture associés : il n'y a pas de données en dur dans le code.

#### **Tile**

Cet objet est simplement une représentation de la clef et les informations de texture associée.

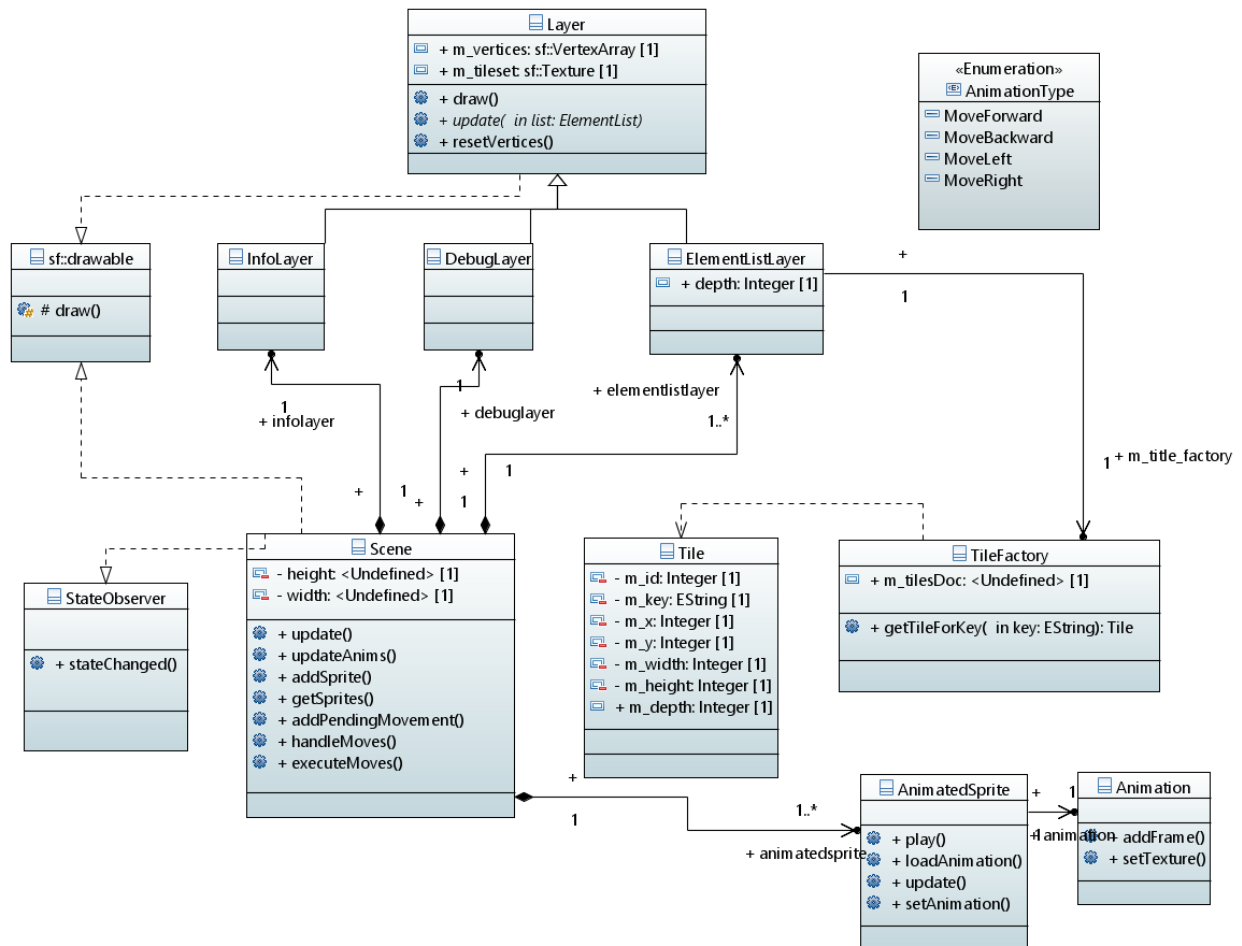


Figure 5 : Diagramme de classe du moteur de rendu

### III.C Conception logiciel : extension pour les animations

Les animations sont pour le moment gérées dans la classe Scene, mais seront encapsulés dans une classe dédiée dans une prochaine version.

Lors du parcours de l'ElementList si un Mobile Element (Perso) est détecté, un sprite correspondant est alors ajouté. Ensuite, lors des update, le moteur de rendu analyse la liste des mouvements des éléments mobiles, et ajoute une liste de déplacements le cas échéant dans la scène. Celle-ci prend alors en compte l'intégralité du cycle de l'animation du sprite : direction, vitesse, frame, horloge, etc. Les mouvements d'une case à une case sont coupés en 8 frames pour avoir un déplacement fluide tout en n'updatant pas trop régulièrement le sprite. La gestion des animations est un Work in Progress, mais un POC est disponible.

### III.D Ressources

Afin de gérer les ressources JSON, 2 programmes ont été réalisés : un script Python 3 permettant d'ajouter des tiles à l'index, et un éditeur graphique de niveau.

### III.E Conception logiciel : éditeur

L'éditeur est pleinement intégré au jeu et peut être choisi au démarrage du programme.

Il contient 2 fenêtres : celle de droite permet de sélectionner une tile à appliquer, et celle à gauche est une vue du niveau en cours de modification, et est géré par une unique classe Editeur qui regroupe l'ensemble des fonctions, et ne déborde donc pas dans les fichiers « classiques » du reste du jeu.

Il contient la liste des éléments du niveau en cours (chargée depuis son JSON), la liste des tiles possibles (chargées depuis l'index des tiles), et permet de modifier les tiles du niveau (une par une ou plusieurs par drag and drop). La sauvegarde est faite automatiquement à la sortie de l'éditeur.

### III.F Exemple de rendu

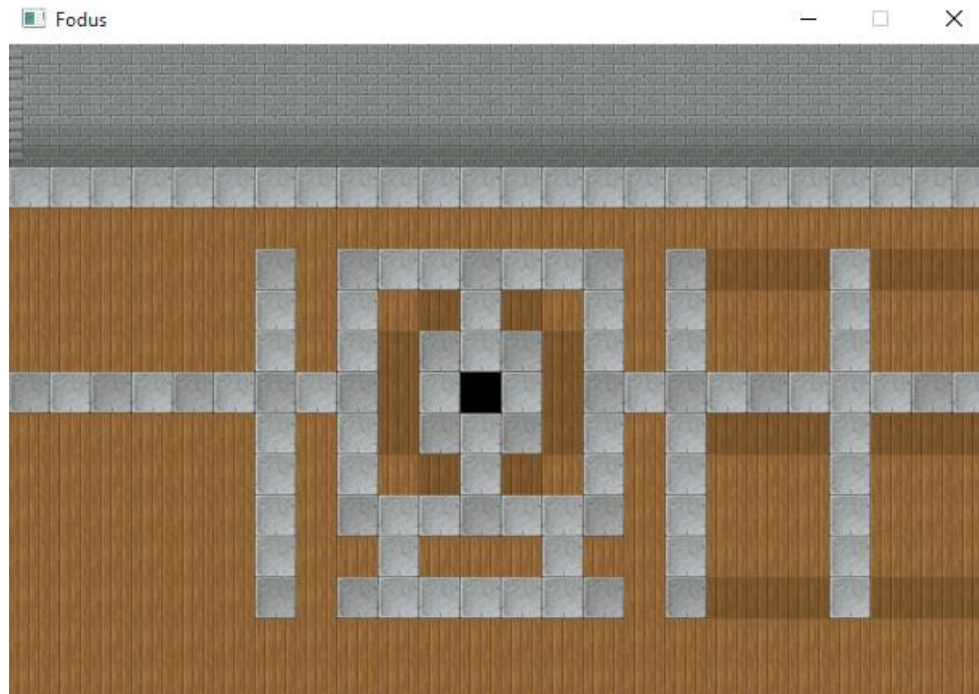


Figure 6 : Exemple de rendu



## **IV Règles de changement d'états et moteur de jeu**

### *IV.A Horloge globale*

Le jeu est un jeu à états finis : le jeu est rythmé par une horloge globale qui cadence l'exécution des actions et donc les mises à jour de l'état.

### *IV.B Changements extérieurs*

Les changements extérieurs sont des commandes exécutées par le moteur de jeu et provenant d'entrées utilisateur (ou du module IA par la suite) :

Commandes globales :

- Mode de démarrage : Editeur ou jeu
- Nouvelle partie, charger niveau, quitter
- ...

Commandes d'action :

- Déplacement
- Attaque
- Magie
- ...

### *IV.C Changements autonomes*

Les changements autonomes sont un jeu de commandes automatiques exécutées lors de la mise à jour de l'état. Elles ne requièrent pas de commande d'entrée.

Il s'agit typiquement :

- Conditions de défaite : le personnage joueur n'a plus de vie (santé = 0)
- Vérifier la santé d'un personnage : si la santé est à 0, le détruire
- Conditions de victoire : il n'y a plus d'ennemis
- Appliquer la liste d'actions en attente
- ...

## IV.D Conception logiciel

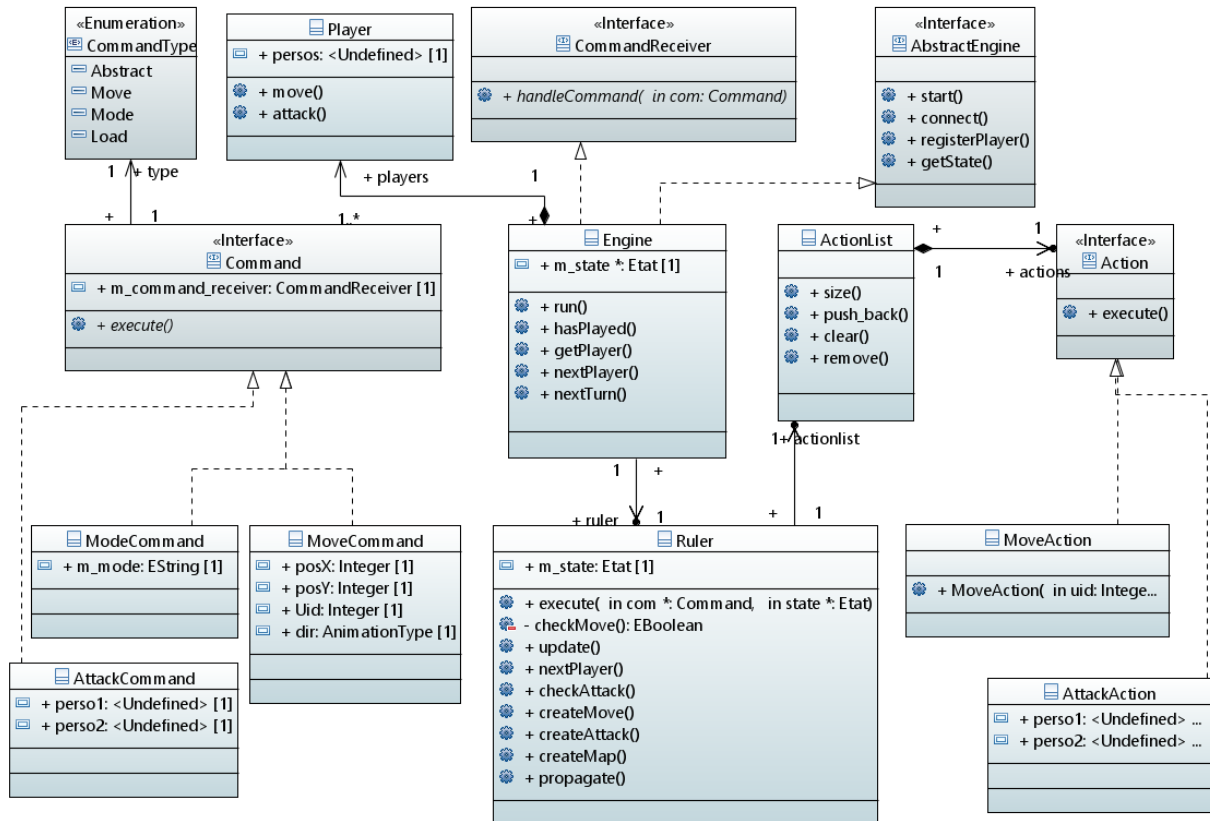


Figure 7: Diagramme des classes du moteur de jeu

Le moteur du jeu repose sur le Pattern Command et sur l'exécution des commandes en différé, grâce à leur stockage dans une liste de commandes. *Attention, pour cette première version, toute commande est directement exécutée par le moteur et non mise dans la liste de commande. Par conséquent, le moteur de jeu n'obéit pas encore à une mise à jour cadencée par une horloge temporelle, mais par événements. Le diagramme UML n'inclus donc pas la classe CommandList.*

### Classes Command :

Interface de commande suivant le Pattern Command. Elle implémente un attribut (objet de classe CommandReceiver), un attribut CommandType (enum) et une méthode abstraite execute(), qui appelle la fonction handleCommand(Command\*) de l'objet Receiver.

Les différentes implémentations (ModeCommand, MoveCommand...) sont les différents types de commandes, avec leurs attributs associés.

Exemples :

MoveCommand : position X, position Y, UID (identifiant de l'objet se déplaçant), direction

ModeCommand : type de mode (editor / game)

### **Classe CommandReceiver :**

Interface de receveur suivant le Pattern Command. Elle implémente une méthode abstraite `handleCommand(Command*)` qui est appelé pour le traitement des commandes.

### **Classe Engine :**

Classe au cœur du moteur du jeu. Son rôle est de stocker les commandes dans la `CommandList` qui seront exécutées lorsqu'une mise à jour de l'état sera lancée (ie quand `update()` sera appelé à un rythme régulier). *Ce fonctionnement est encore non implémenté dans cette première version : pour l'instant lorsque le moteur reçoit une commande, il l'exécute aussitôt.*

Les commandes donnant lieu à des actions en jeu sont envoyées au Ruler pour traitement, tandis que les autres peuvent donner lieu à des actions directes dans le moteur (ex. pause, quitter, chargement...) et ne sont pas soumises aux règles du jeu.

Afin de préparer la suite du projet, une interface `AbstractEngine` commence à être implémentée.

### **Classe Ruler :**

Cette classe vérifie les commandes en fonction des règles du jeu qu'elle reçoit et en réalise un dynamiccast en fonction de leur type. Elle vérifie alors la faisabilité de la commande, et le cas échéant crée une `Action` qui sera appliquée sur l'état pour le modifier. C'est également elle qui gère les commandes autonomes.

### **Classe Action :**

Cette interface représente une action validée par le Ruler, issue d'une commande externe ou de changements autonomes.

*Exemple :*

`MoveAction` : position X, position Y, UID (identifiant de l'objet se déplaçant), direction

## IV.E Conception logiciel : extension pour l'IA

## IV.F Conception logiciel : extension pour la parallélisation

## **V Intelligence Artificielle**

### *V.A Stratégies*

#### *V.A.1 **Intelligence minimale***

L'objectif de cette première intelligence artificielle très simple consiste à avoir une simulation d'un joueur qui ne joue pas de manière aléatoire, mais rien de plus. Les règles retenues sont très simples :

-Dans le cas où un ennemi est suffisamment proche pour pouvoir être attaqué, on se déplace à portée et on attaque. Cela permet de tenter de gagner la partie en éliminant tous les adversaires. Dans le cas de plusieurs ennemis présents, on en choisit un au hasard.

-Si aucun ennemi n'est à portée, alors on se rapproche (si possible au plus près) d'un ennemi au hasard.

Cela devrait permettre d'avoir un comportement plus cohérent que le hasard pur (sans mouvement erratique), mais ne permet pas encore de "jouer" de manière efficace.

#### *V.A.2 **Intelligence basée sur des heuristiques***

#### *V.A.3 **Intelligence basée sur les arbres de recherche***

### *V.B Conception logiciel*

#### *V.C Conception logiciel : extension pour l'IA composée*

#### *V.D Conception logiciel : extension pour IA avancée*

#### *V.E Conception logiciel : extension pour la parallélisation*

## **VI Modularisation**

### *VI.A Organisation des modules*

#### *VI.A.1 **Logger***

Afin d'avoir un débogage plus efficace et une meilleure traçabilité des bugs et exécutions, le logiciel implémente la LibraryEasyLogging++, qui met à dispositions des macros permettant d'afficher dans la console et simultanément d'enregistrer dans le fichier global.log (même dossier que l'exécutable).

### ***VI.A.2 Amorceur du logiciel***

Afin d'obtenir une organisation robuste et efficace, une classe d'amorce Bootstrap a été conçue. Lors de l'exécution du main(), celle-ci instancie le Bootstrap, l'initialise avec la fonction start() puis la lance avec run().

Cette fonction run() permet de choisir le type de mode à lancer : éditeur ou jeu, ce qui instancie un objet Game ou Editor selon le choix et le lance.

Le Bootstrap réalise une couche d'abstraction entre les autres classes et par exemple les fichiers de configurations et de ressources, ceci afin de découpler au maximum toutes les classes du programme. Les classes ne savent même pas qu'ils manipulent des fichiers et ont directement accès au contenu (parsé si fichier JSON) ou au lien du fichier ressource : aucune configuration n'est écrite en dur dans le code. *Sauf pour les sprites qui n'utilisent pas encore le Bootstrap dans cette version.*

*Exemple :*

Game : chargement du niveau « test » : appelle de bootstrap ::loadLevel(« test ») =>  
Bootstrap : chargement depuis le disque de « res/levels/ »+ «test»+ « .json » , puis parsing du document JSON chargé, stockage dans une std ::map [« test »] et renvoie un shared\_ptr sur ce membre de la map.

### ***VI.A.3 Répartition sur différents threads***

### ***VI.A.4 Répartition sur différentes machines***

## ***VI.B Conception logiciel***

### ***VI.C Conception logiciel : extension réseau***

### ***VI.D Conception logiciel : client Android***