

# Projet Logiciel Transversal

Gaétan RAYNAUD – Mathis OUDIN



# Table des matières

1	Objectif.....	3
1.1	Présentation générale.....	3
1.2	Règles du jeu.....	3
1.3	Ressources.....	3
2	Description et conception des états.....	8
2.1	Description des états.....	8
2.1.1	Éléments statiques : Terrain.....	9
2.1.2	Éléments mobiles : Unit.....	9
2.1.3	Éléments complémentaires : Weapon et Team.....	10
2.2	Conception logiciel.....	10
2.3	Conception logiciel : extension pour le rendu.....	11
2.4	Conception logiciel : extension pour le moteur de jeu.....	11
2.5	Ressources.....	11
3	Rendu : Stratégie et Conception.....	13
3.1	Stratégie de rendu d'un état.....	13
3.2	Conception logiciel.....	13
3.3	Conception logiciel : extension pour les animations.....	13
3.4	Ressources.....	13
3.5	Exemple de rendu.....	13
4	Règles de changement d'états et moteur de jeu.....	15
4.1	Horloge globale.....	15
4.2	Changements extérieurs.....	15
4.3	Changements autonomes.....	15
4.4	Conception logiciel.....	15
4.5	Conception logiciel : extension pour l'IA.....	15
4.6	Conception logiciel : extension pour la parallélisation.....	15
5	Intelligence Artificielle.....	17
5.1	Stratégies.....	17
5.1.1	Intelligence minimale.....	17
5.1.2	Intelligence basée sur des heuristiques.....	17
5.1.3	Intelligence basée sur les arbres de recherche.....	17
5.2	Conception logiciel.....	17
5.3	Conception logiciel : extension pour l'IA composée.....	17
5.4	Conception logiciel : extension pour IA avancée.....	17
5.5	Conception logiciel : extension pour la parallélisation.....	17
6	Modularisation.....	18
6.1	Organisation des modules.....	18
6.1.1	Répartition sur différents threads.....	18
6.1.2	Répartition sur différentes machines.....	18
6.2	Conception logiciel.....	18
6.3	Conception logiciel : extension réseau.....	18
6.4	Conception logiciel : client Android.....	18

# 1 Objectif

## 1.1 Présentation générale

Ce projet a pour but de la réalisation d'un jeu de type Battle for Wesnoth, avec des règles simplifiées.

## 1.2 Règles du jeu

Le jeu voit s'affronter deux équipes. Le jeu se déroule sur une carte découpée en cases, les cases sont réparties selon plusieurs types, ayant chacun leurs caractéristiques propres. Le jeu est découpé en tour, les joueurs jouent chacun leur tour.

Chaque équipe dispose d'une unité principale, le général, qui est l'unité principale de l'équipe. Si le général meurt, l'équipe perd la partie.

Chaque équipe commence avec une quantité d'or et peut en gagner à chaque début de tour en revendiquant une case de type maison, en plaçant une unité dessus. Si le général est situé sur une case de type château, il peut recruter d'autres unités de type épéiste, sur les cases de type caserne adjacentes.

A chaque tour, toutes les unités disposent d'une distance maximale de déplacement qui leur sont propre. Si une unité est sur une case adjacente à une unité ennemie, elle peut l'attaquer. Si une unité n'a plus de vie, elle meurt et disparaît du plateau.

## 1.3 Ressources

Le projet utilise plusieurs ressources pour l'affichage. Chaque texture est découpée en image de 72x72pixels.

Il y a huit textures pour les différents types de cases :



*Figure 1: Texture des cases*

Il y a six types d'unités, avec plusieurs animation pour les différentes actions, toutes les textures sont regroupées dans un même fichier, mais que l'on a découpé pour le mettre dans le rapport :



Figure 2: Texture du général humain



Figure 3: Texture de l'épéiste humain



*Figure 4: Texture de l'archer humain*



Figure 5: Texture du général orc



Figure 6: Texture de l'épéiste orc



*Figure 7: Texture de l'archer orc*



## 2 Description et conception des états

### 2.1 Description des états

Le jeu est formé d'une grille divisée en cases hexagonales avec différentes textures pour chaque case de la grille.



Sur cette grille des personnages mobiles se déplacent sur les cases à chaque tour. Les coordonnées (x, y) de chaque personnage correspondent à sa position dans la grille.



### 2.1.1 Éléments statiques : Terrain

La grille est formée de cases hexagonales de taille fixe. La grille est construite à partir de différentes cases possédant chacune une texture. La grille est générée au démarrage du niveau. Chaque case possède des coordonnées (x, y) représentant sa position dans la grille notée comme l'illustration ci-dessus, il ne peut y avoir qu'un seul terrain sur une position précise. Chaque case possède un coup de déplacement pour les unités mobiles, spécifique à chaque type de case.

Les différents types de cases sont :

- **Les cases « Default »** : Les cases « Default » sont des éléments franchissables par les personnages et qui n'ont pas de propriétés particulières. Le choix du type change seulement le coût de déplacement du personnage ainsi que l'apparence de la case. Il existe plusieurs types de cases « Default » :
  - Les cases « Grass » classiques, avec un coût de déplacement de 1.
  - Les cases « Forest » avec une apparence de forêt et classiques, un coût de déplacement de 2.
  - Les cases « Water » qui représentent l'eau, classiques, avec un coût de déplacement de 5.
- **Les cases « House »** : Les cases « House » sont des éléments franchissables par les personnages. Lorsqu'un personnage termine son tour sur une case « House », celle-ci est revendiquée par l'équipe de l'unité. Chaque « House » revendiquée rapporte de l'or à l'équipe qui la possède, au début de son tour.
- **Les cases « Castle »** : Les cases « Castle » sont des éléments franchissables par les personnages. Si un personnage « Leader » se situe sur une case « Castle », il peut alors recruter d'autres personnages pour son équipe. Soit des « Swordman » soit des « Bowman », en contrepartie d'un prix en or.
- **Les cases « Wall »** : Les cases « Wall » sont des éléments franchissables par les personnages. Les cases « Wall » sont associées à une case « Castle ». Lorsqu'une case « Wall » est collée à une case « Castle », le personnage « Leader » qui se trouve sur la case « Castle », peut recruter un personnage pour son équipe sur les cases « Wall » vides. Le « Leader » ne peut recruter de personnage que sur les cases « Wall » ce qui permet de limiter le nombre de personnages recrutés à chaque tour.

### 2.1.2 Éléments mobiles : Unit

Les éléments mobiles possèdent des coordonnées qui correspondent à une position sur la grille, il ne peut y avoir qu'un seul élément mobile sur une position précise. Chaque unité possède également des points de vies, une vitesse correspondant au nombre de cases qu'il reste à l'unité pour se déplacer pendant son tour, un identifiant d'équipe, et une liste d'armes.

Les armes disponibles sont une épée et un arc.

Les différents types d'unités sont :

- **Les unités « Leader »** : Les unités « Leader » sont des unités spéciales, qui sont plus résistantes et puissantes que les unités « Swordman » et « Bowman ». Elles possèdent deux armes, un arc et une épée.
- **Les unités « Swordman »** : Les unités « Swordman » sont des unités basiques, qui possèdent uniquement une épée.
- **Les unités « Bowman »** : Les unités « Bowman » sont des unités plus avancées, qui possèdent un arc et une épée.

### 2.1.3 Éléments complémentaires : Weapon et Team

En plus des éléments statiques et mobiles, il existe encore deux types d'éléments.

- **Les « Team »** : Les éléments « Team » représentent les équipes du jeu, elles possèdent plusieurs attributs :
  - « gold » qui représente l'or que possède une équipe.
  - « nbHouse » qui indique le nombre de maisons revendiquées par l'équipe et permettra de savoir combien d'or l'équipe gagnera au début de son tour.
  - « race » qui définit la race à laquelle appartient l'équipe, humaine, ou orc, qui a pour but de différencier les deux équipes visuellement, avec des apparences différentes selon la race.
- **Les « Weapon »** : Les éléments « Weapon » sont les différents types d'armes disponibles, il en existe deux, l'arc et l'épée. Elles possèdent un unique attribut, « damage » qui représente les dégâts infligés par l'arme. Et une méthode « isCloseCombat » qui permet de savoir s'il s'agit d'une arme au corps-à-corps ou à distance.

### 2.1.4 Éléments généraux :

À tous les éléments déjà présents s'ajoute un élément global :

- **Le « Turn »** : L'élément « turn » est un compteur qui représente le numéro du tour de jeu en cours.
- **Le « Winner »** : L'élément « winner » contient l'id de l'équipe qui a gagné la partie (l'adversaire à perdu son « Leader »).

## 2.2 Conception logiciel

Pour ce jeu nous avons utilisé une structure présentée par la figure 8. Ce diagramme des classes, se découpe en plusieurs parties.

- **Les classes de type d'objets « Unit », « Weapon », « Terrain » et « Team »** : Ces quatre classes sont les classes qui définissent les différents types d'objets présents dans le jeu. Il y a quatre types d'objets, les « Unit » qui représentent les personnages gérés par le joueur. Les « Weapon » sont les armes équipées sur les différents personnages, chaque personnage possède sa ou ses propres armes. Les objets du type « Terrains » sont les objets représentant les éléments statiques du décor. Enfin les « Team » représentent les équipes, et contiennent les informations relatives à celles-ci.
- **Les classes objets « Sword », « Swordman », « Castle »...** : Les classes d'objets sont des classes dérivées des types d'objets. Ce sont des types avec des éléments spécifiques, comme le « Swordman » qui est une « Unit » avec une épée du type « Weapon », qui est différent d'un arc lui aussi du type « Weapon ». On les crée grâce à un système d'héritage, qui permet de regrouper dans « Weapon » toutes les caractéristiques communes à toutes les armes. Pour ensuite faire les spécificités dans « Sword » pour la différencier de « Bow ».
- **Les classes de conteneurs « Board » et « State »** : La troisième partie contient la classe « Board » qui est une classe qui contient tous les éléments du jeu. Elle est composée, de trois listes, une pour la liste des équipes du jeu, une pour la liste des unités, et une de tous les terrains disposés sur le plateau. Ce « Board » est un tableau à doubles entrées, de taille imposée, et chaque case du tableau correspond à une case du plateau de jeu. Une case contient un terrain, et peut contenir un personnage. La classe « State » est une classe représentant un état du jeu, composé d'un plateau.
- **Clonage et comparaison** : Au sein des différentes classes qui constituent l'état, deux

méthodes ont été ajoutées :

- « clone » renvoie un pointeur vers une nouvelle instance de la classe identique à l'instance actuelle, sous-classes comprises.
- « equals » permet de comparer une instance d'une classe à une autre instance de la même classe, sous-classes comprises, et renvoie un booléen avec le résultat.

## 2.3 Conception logiciel : extension pour le moteur de jeu

- **Les classes d'observateurs :** Les classes d'observateurs permettent de générer des événements à partir des modifications des éléments d'un état. Les observateurs récupèrent ces événements et peuvent ainsi s'adapter aux modifications des états. Ces classes suivent la paterne « Observer ».

## 2.4 Chargement de la carte

Pour la génération d'un niveau du jeu, c'est à dire les différents types de cases, on a choisi de passer par un fichier. Cela permet de facilement modifier le niveau et d'en créer de nouveaux rapidement.

Pour cela, on a ajouté une méthode « LoadTerrainsFromFile » à notre class « Board », à la quelle on donne en paramètre le chemin du fichier, et va remplir sa liste de terrains en fonction du fichier et avec les bonnes coordonnées.

Pour remplir ce fichier, il faut savoir plusieurs choses. La première est la taille en nombre de tuile du niveau, que l'on retrouve dans le « board ». On remplit le fichier avec autant de caractères que l'on veut mais seul le nombre de tuile correspondant à la taille du niveau seront chargés. Le fichier se complète avec des caractères, chaque caractère correspondant à un type de terrain.

Les types de terrains sont :

- 'G' : Herbe
- 'F' : Forêt
- 'W' : Eau
- 'H' : Maison
- 'C' : Château
- 'L' : Mur gauche
- 'T' : Mur haut
- 'R' : Mur droit

## 2.5 Ressources

GGGGFFWWGGG  
GGGGFFFWFGG  
GTGGFFWFFFF  
GLRGGFWWFHF  
GCGGGFWFFFF  
GGGGGGWGFFF  
GGGGWWGGGGG  
GGGGWWGGGGG  
GGGGHWGGGGG  
FFGGWWGGGGG  
FFFFWGGGGGG  
FFFFWWFGGTG  
FHFFWFFGLRG  
GGFFWFFFGCG  
GGFWWFFGGGG  
GGGFWWFFFGG

*Figure 8: Exemple de fichier pour la génération d'un niveau*

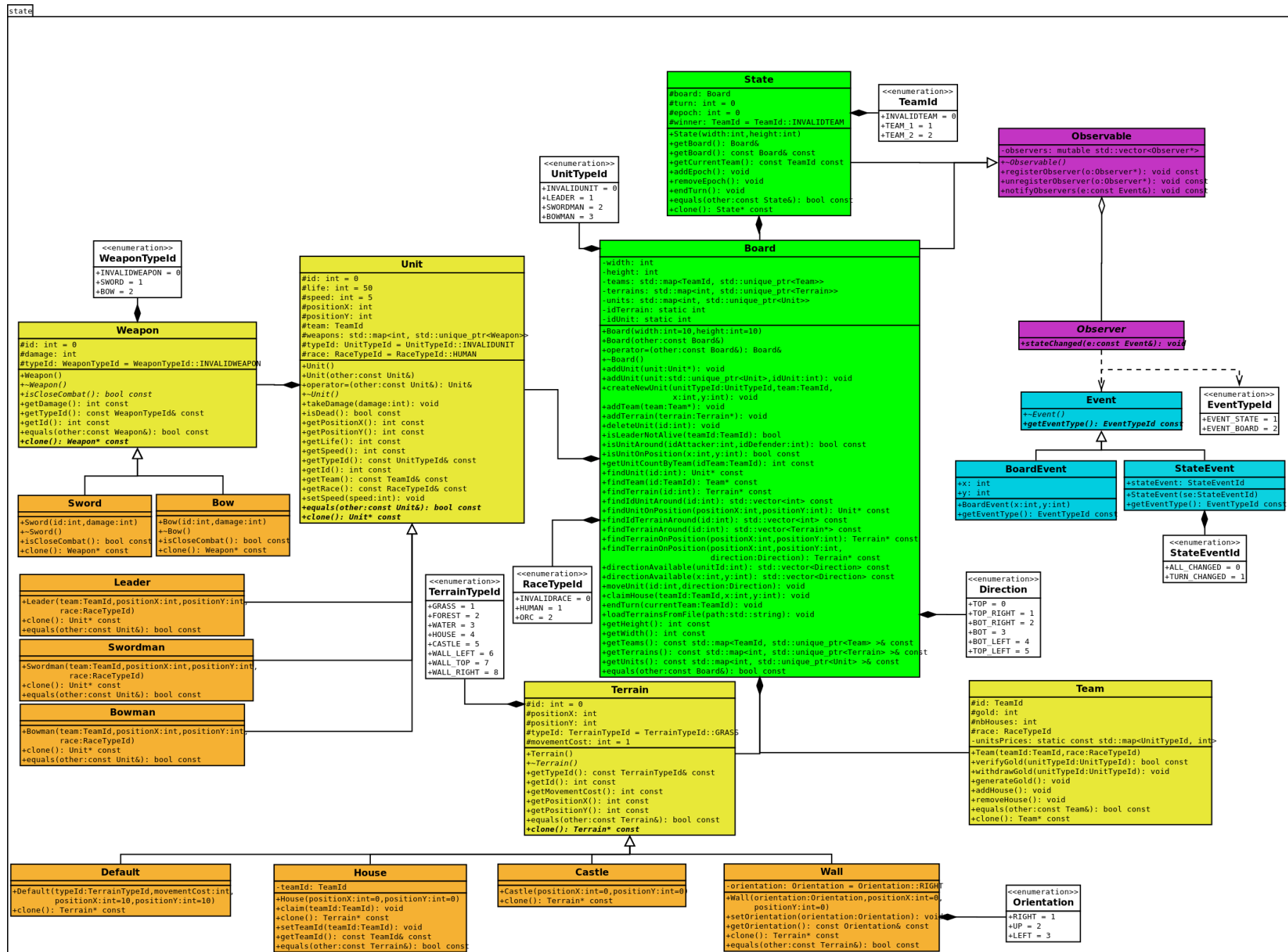


Figure 9: Diagramme des classes de l'état

## 3 Rendu : Stratégie et Conception

### 3.1 Stratégie de rendu d'un état

Pour notre projet nous avons opté pour un rendu d'état, le rendu se fait à partir d'un état fixe calculé à l'avance. À chaque changement d'état le rendu est mis à jour.

Pour le rendu, nous découpons le jeu en quatre plans (layers) :

- Un plan pour le terrain avec les différentes cases (forêt, eau, château ...),
- un plan pour les unités des deux équipes,
- un plan pour les menus,
- un plan pour le « debug ».

Chaque plan est composé d'une unique texture. On récupère la texture de l'élément à afficher dans la texture du plan grâce à une tuile contenant sa taille et sa position dans l'image du plan.

Concernant la synchronisation on a une horloge pour le rendu qui est synchronisé à 30Hz. Pour l'instant, on met à jour le rendu en fonction de l'état à chaque coup d'horloge du rendu. Le but étant, lorsque l'on aura les événements de changement d'état, de ne mettre à jour le rendu qu'à chaque changement d'état. Le plan du terrain lui, n'est pas mis à jour. On le calcule au lancement du jeu, et ensuite il est toujours affiché de la même manière, car le terrain ne change pas au cours de la partie.

### 3.2 Conception logiciel

#### 3.2.1 Génération des plans

La génération du rendu est découpée en plusieurs parties. La première, en jaune sur le diagramme en Figure 10, est la partie qui gère les plans.

**La classe « Layer »** est la classe mère qui regroupe les informations générales d'un plan. De cette classe dérivent trois autres classes, une pour chaque plan du rendu. La surface associée à chaque classe, correspond au plan qui sera affiché. La méthode « `initSurface` » présente dans toutes les classes « Layer » est la méthode qui permet de créer la surface qui sera affichée en fonction soit de l'état, soit du « board ».

**La classe Surface**, contient plusieurs méthodes, qui permettent de charger le fichier de texture du plan concerné et ensuite de faire le lien entre les coordonnées des textures dans le fichier et les positions des différents éléments à l'écran. Pour cela on appelle la méthode « `setSpriteLocation` » avec la position d'origine (le coin supérieur gauche) ainsi que la taille de la texture pour la surface la place à l'écran.

**Les classes « TileSet »** sont les classes qui contiennent, les coordonnées des différentes textures dans l'image des plans, par exemple dans la map terrains de « TerrainTileSet », il y a les coordonnées de toutes les textures des différents types de terrains. Pour justement que la surface puisse savoir où se trouve la texture à afficher dans le fichier d'image du plan, en ne connaissant que le type d'élément à afficher la surface fait appel aux « TileSet », elle envoie l'élément à afficher à la méthode « `getTile` ». Qui va lui renvoyer une « Tile » qui est un objet qui contient la position dans l'image de l'élément ainsi que sa taille, ce qui permettra à la surface de « copier » depuis le fichier à l'écran la partie de la texture correspondant à l'élément à afficher.



### 3.3 Exemple de rendu



*Figure 10: Exemple de rendu*

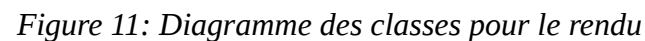


Figure 11: Diagramme des classes pour le rendu

## 4 Règles de changement d'états et moteur de jeu

### 4.1 Horloge globale

Les changements d'état suivent une horloge globale : de manière régulière, on passe directement d'un état à un autre.

### 4.2 Changements extérieurs

Les changements extérieurs sont provoqués par des commandes extérieures, comme la pression sur une touche ou un ordre provenant du réseau, toutes les commandes extérieures sont :

- « **Charger un niveau** » : On fabrique un état initial à partir d'un fichier
- « **Déplacer un personnage** » : Elle prend en paramètre l'id du personnage à déplacer ainsi que les positions de la destination, et déplace le personnage vers la position indiquée
- « **Attaquer avec un personnage** » : Elle prend en paramètre l'id du personnage qui attaque et de celui attaqué, ainsi que l'arme avec laquelle le personnage attaque, et inflige les dégâts de l'arme au personnage attaqué
- « **Recruter un personnage** » : Elle prend en paramètre la position du personnage qui recrute ainsi que le type de personnage à recruter. Si le recruteur est un « Leader » et est sur une case de type « Castle », et que l'équipe a assez d'or, il instancie un nouveau personnage pour son équipe sur une case adjacente de type « Wall ».

### 4.3 Conception logiciel

Le moteur du jeu, est basé sur le paterne « Command », et permet d'exécuter une série d'action de manière différée.

- **Les classes « Command »** : Le rôle de ces classes est de représenter une commande, chaque classe fille représente une commande différente, que l'on repère grâce à leur « CommandTypeld » :
  - **LOAD** : Charger un niveau,
  - **MOVE** : Déplacer un personnage,
  - **ATTACK** : Attaquer avec un personnage,
  - **SPAWN** : Recruter un personnage,
  - **END\_TURN** : Termine le tour du joueur,
  - **HANDLE\_WIN** : Vérifie si un joueur a gagné la partie.

La commande « HandleWin » n'est pas exécutée par un joueur, mais est effectuée à chaque mise à jour après l'exécution des autres commandes.

Les commandes peuvent être exportées au format JSON, à l'aide de la méthode serialize, et peuvent être recrées à partir d'un JSON, à l'aide de la méthode deserialize.

- **Les classes « Action »** : Les classes d'action représentent des actions à effectuer pour modifier l'état. Les commandes n'affectent pas l'état mais font appel à des actions, qui elles modifieront l'état. Cela permet d'isoler les actions qui modifient un état pour pouvoir ensuite faire l'action inverse (méthode undo). Cela va notamment être utilisé dans l'IA avancée, qui va pouvoir parcourir son arbre d'issue sans avoir à sauvegarder l'état entier à chaque fois, mais uniquement les actions effectuées, pour ensuite en appliquer l'inverse.

- **Engine** : C'est la classe qui va contenir toutes les commandes dans sa « map », la « map » permet de donner un indice de priorité à chaque commande. A chaque coup de l'horloge globale, on appelle la méthode « update » du moteur, qui fait elle-même appelle à la méthode « execute » de chaque commande enregistrée, puis vide la liste.

## 4.4 Conception logiciel : extension pour la parallélisation

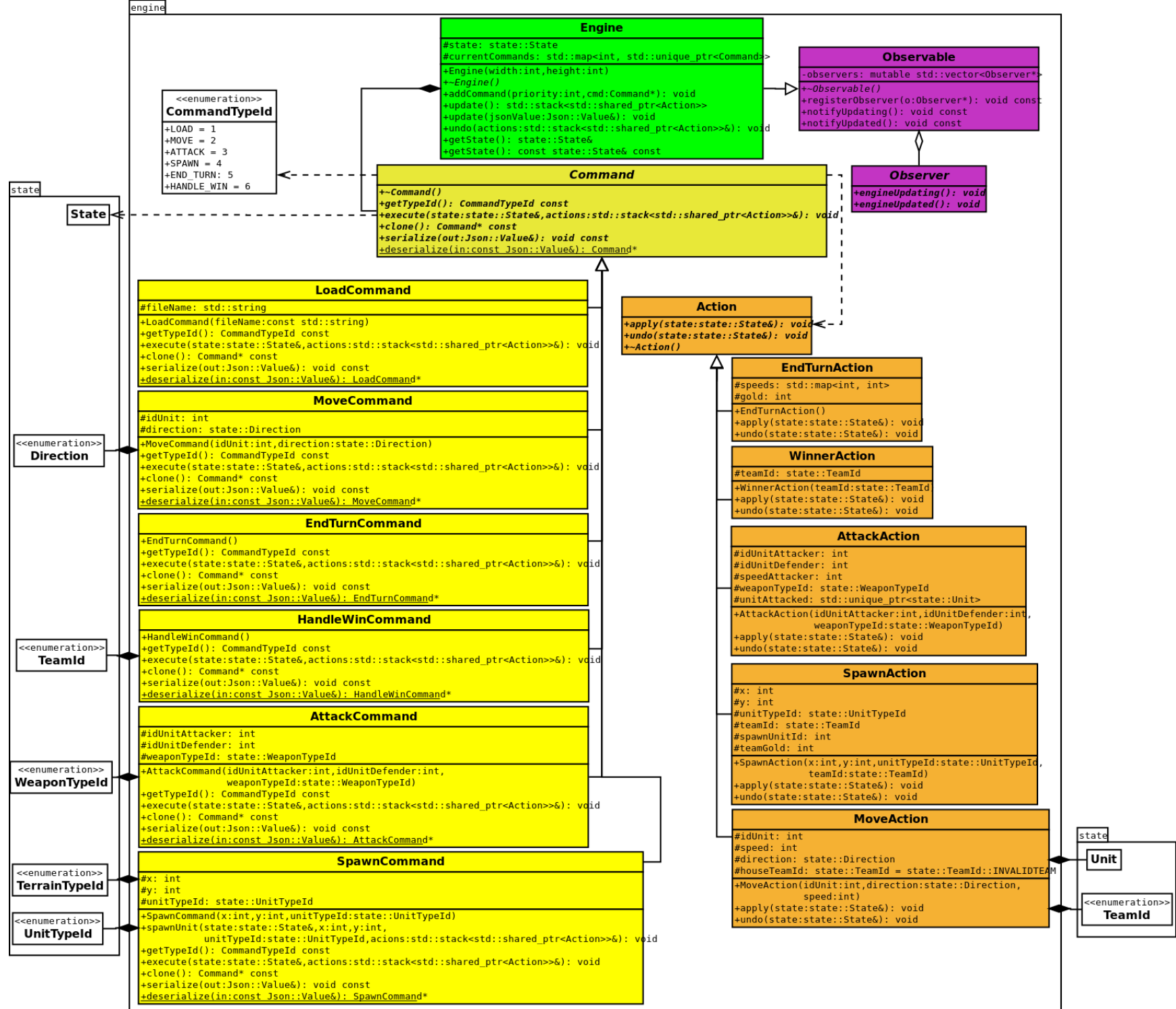


Figure 12: Diagramme des classes du moteur de jeu

# 5 Intelligence Artificielle

## 5.1 Stratégies

### 5.1.1 Intelligence aléatoire

Cette stratégie consiste à récupérer toutes les unités du joueur en cours et lister toutes les commandes possibles. Alors on choisit au hasard une commande dans la liste et l'exécute.

### 5.1.2 Intelligence basée sur des heuristiques

Nous implémentons une nouvelle stratégie plus avancée que le comportement aléatoire. Cette stratégie est basée sur une fonction heuristique.

- Chaque unité se dirige vers la case « House » non revendiquée ou l'unité ennemis la plus proche.
- Si une unité se trouve à coté d'une unité ennemis, elle l'attaque.
- Si un « Leader » se trouve sur une case « Castle », il recrute de nouvelles unités.

Les calculs de distance sont effectués à chaque action grâce à l'algorithme de Dijkstra.

On calcul une carte de Dijkstra pour les unités de chaque équipe et deux autres pour les cases « Houses » non revendiquées ou ennemis.

### 5.1.3 Intelligence basée sur les arbres de recherche

Pour une troisième intelligence artificielle, nous ajoutons, une stratégie basée sur l'exploration et la recherche dans un arbre. Un état de l'arbre de recherche, est un état du jeu à un moment donné. Les arcs entre les différents état de l'arbre sont les changements d'états générés par les commandes. Pour passer d'un état à un autre, on applique les commandes stockées par l'engine, en appelant la méthode apply de celui-ci.

Le score associé à un état du jeu, est représenté par la différence entre la somme de la vie de toutes les unités alliées, moins la somme de la vie des unités ennemies. Le but recherché est de maximiser cette valeur. Le meilleur choix est donc le chemin amenant à la plus grande différence entre la vie des alliés, moins celle des ennemies.

Pour réaliser cela, nous utilisons donc la recherche dans un arbre. Mais pour ne pas se retrouver, du fait du fort nombre de sommets possibles, à un dépassement de mémoire, on ne copie pas l'état en entier. On utilise les actions effectuées, si l'on souhaite descendre dans l'arbre, on applique les actions générées par les commandes pour passer à l'état suivant. Si l'on souhaite remonter dans l'arbre, on « undo » les actions qui ont permit d'arriver à cet état.



## 5.2 Conception logiciel

**La classe « AI » :** Les classes filles de la classe « AI » implante différentes stratégies d'IA, que l'on peut appliquer pour chaque joueur :

- **RandomAI** : Intelligence aléatoire
- **HeuristicAI** : Intelligence heuristique
- **DeepAI** : Intelligence avancée

**La classe « PathMap » :** La classe « PathMap » permet de calculer une carte des distances à un ou plusieurs objectifs. Pour chaque case sans unité du niveau, on obtient un poids qui représente la distance de l'objectif le plus proche. Pour s'approcher d'un objectif lorsqu'on est sur une case, il suffit de choisir la case adjacente qui a un plus petit poids. On a donc les différentes cartes de distance :

- **unitTeam1PathMap** : Distance par rapport aux unités de l'équipe 1.
- **unitTeam2PathMap** : Distance par rapport aux unités de l'équipe 2.
- **houseTeam1PathMap** : Distance par rapport aux maisons de l'équipe 1 et non revendiquées.
- **houseTeam2PathMap** : Distance par rapport aux maisons de l'équipe 2 et non revendiquées.

**La classe « DeepAI » :** La classe « DeepAi » représente l'IA avancée. Pour la résolution du problème, on utilise l'algorithme Alpha/Beta, une amélioration du minimax. Le but étant pour le joueur de maximiser la différence entre la somme de la vie de ses unités et la somme de la vie des unités adverses, et l'adversaire doit lui minimiser cette différence. Le jeu étant assez complexe, et permettant à chaque état jusqu'à 6 actions par unité alliée sur le plateau, il est indispensable de limiter le nombre de recherches possibles. Pour cela, nous avons limité le nombre de commandes testées à un état ainsi que la recherche de profondeur dans l'arbre.

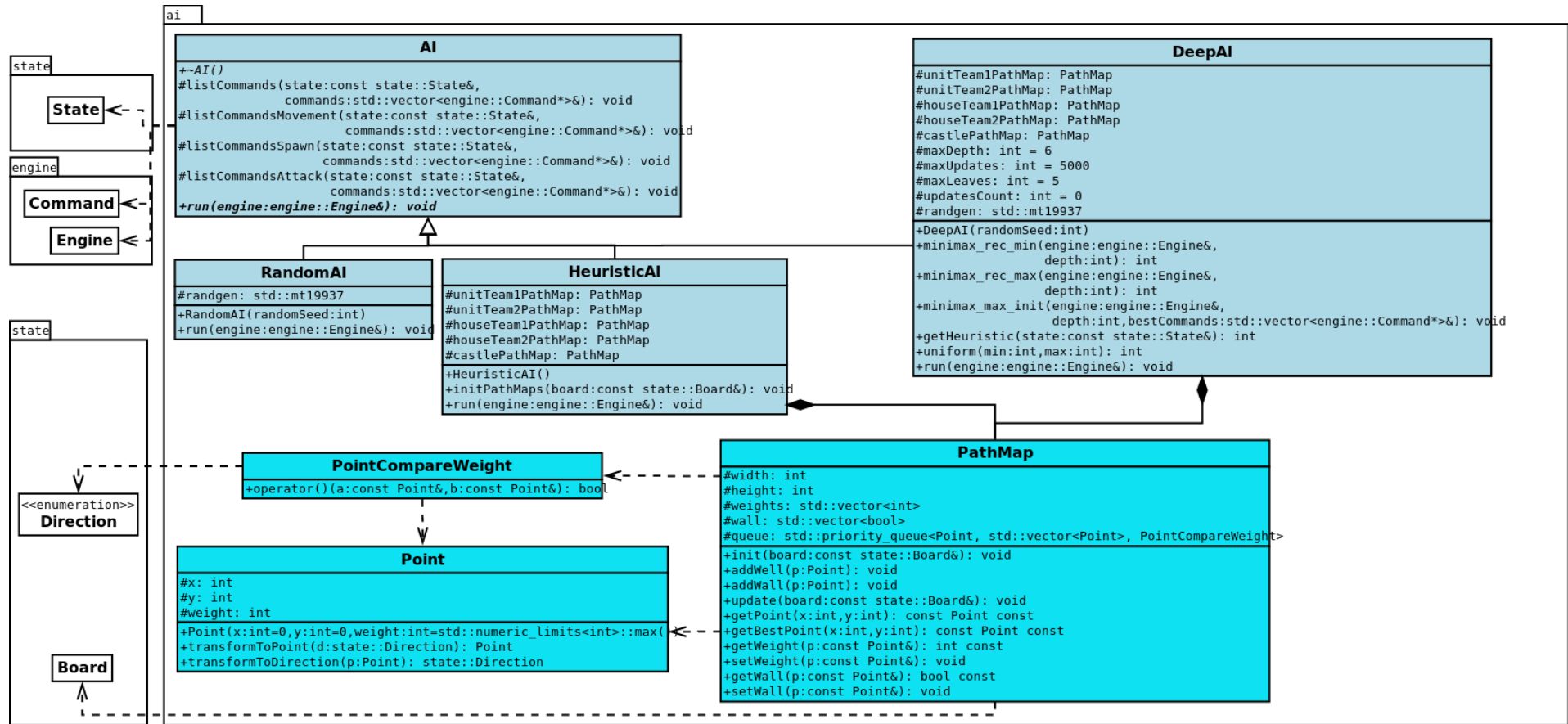


Figure 13: Diagramme des classes d'intelligence artificielle.

## **6 Modularisation**

### **6.1 Organisation des modules**

#### **6.1.1 Répartition sur différents threads**

Notre objectif ici est de placer le moteur de jeu sur un thread, puis le moteur de rendu sur un autre thread. Le moteur de rendu est nécessairement sur le thread principale (contraire matérielle), et le moteur du jeu est sur un thread secondaire. La modification de l'état du jeu est protégée à l'aide d'un mutex, pour ne pas modifier, et lire l'état en même temps. Une variable de condition transite entre les deux threads, pour les synchroniser.

#### **6.1.2 Répartition sur différentes machines**

### **6.2 Conception logiciel**

#### **6.3 Conception logiciel : extension réseau**

#### **6.4 Conception logiciel : client Android**

*Illustration 1: Diagramme de classes pour la modularisation*

