

Plateforme de création de "mini" jeux 3D sur le WEB

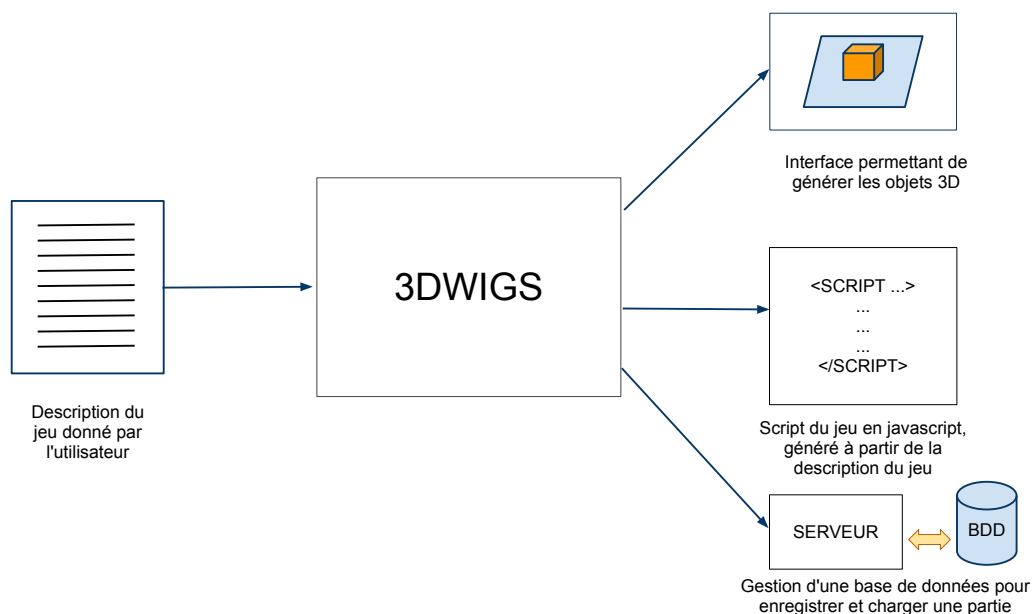
Rapport technique

A. Berlon B. Bouzillard W. Chegham T. Clergeau A. Faghihi
M. Guichaoua Q. Israël K. Kien G. Lamine T. Le Corron
B. Le Galludec E. Le Normand A. Lubecki D. Marginier
A. Sanvoisin A. Tolba Mohamed P. Weinzaepfel L. Zadith

9 décembre 2010

Ce projet consiste à créer un outil auteur de mini-jeux 3D destinés au Web. En effet, les récentes arrivées de HTML 5 et d'outils 3D comme WebGL permettent désormais l'affichage d'objets 3D directement intégrés dans les pages internet. Cependant, les contenus 3D dans les pages Web ne sont actuellement que très peu interactifs. Fort du succès des jeux flash, les contenus interactifs 3D comme les mini-jeux ont naturellement leur place sur le Web. Or s'il existe de nombreux outils tel que Google SketchUp pour créer et manipuler les objets 3D en eux-mêmes. Il reste tout de même un effort important à faire en ce qui concerne les interactions avec ceux-ci et en particulier la création de mini-jeux en 3D.

La conception d'un outil de création de mini-jeux 3D pour le Web nécessite, d'une part la description des objectifs, des règles, des interactions, du scénario du jeu qui permettra de générer le code du jeu, et d'autre part les éléments 3D constitutifs. Il peut également être souhaitable de pouvoir sauvegarder une partie : un jeu ne se finit pas nécessairement en quelques minutes, le fait de pouvoir reprendre une partie commencée un autre jour est alors nécessaire.



Le schéma général du projet est présenté sur la figure ci-dessus. La partie gauche représente un fichier écrit par l'utilisateur contenant les règles du jeu qu'il souhaite créer respectant une certaine syntaxe qu'il faut définir.

Il s'agit de créer un langage, à la fois suffisamment abstrait pour être accessible à n'importe quel utilisateur, mais également suffisamment riche pour pouvoir décrire un maximum de jeux. Le langage est défini par une grammaire. Cette dernière doit permettre de décrire à la fois :

- les objectifs ;
- les règles ;
- les interactions avec le(s) joueur(s).

La création de la grammaire est complexe, en effet, il existe de nombreuses catégories de jeux. Par exemple, un jeu de gestion n'a, à première vue, aucun point commun avec un jeu de volley ou un jeu de plateforme.

Il serait illusoire de vouloir décrire tous les jeux à l'aide d'une seule et unique grammaire, à cause de leurs différences.

Toutefois, de nombreuses similarités existent entre plusieurs jeux. Il s'agit donc de les exploiter afin de définir un langage général de description de jeux.

Le fichier définissant le jeu via la grammaire se fera à l'aide d'un éditeur spécial, créé à l'aide d'Eclipse par exemple.

La partie centrale du schéma correspond à un compilateur. Il permet de convertir le fichier de description du jeu en JavaScript exécutable dans une page Web. Le langage JavaScript a été choisi pour la génération du jeu. Il est actuellement le plus utilisé pour les interactions dans les pages Web. Il est également natif dans la majorité des navigateurs internet.

La création et l'édition des objets 3D se fera à l'aide d'outils déjà très complets tel que Google SketchUp. Leur affichage sera géré par WebGL, une spécification d'affichage 3D pour les navigateurs. Elle permet d'utiliser le standard OpenGL depuis le code JavaScript d'une page web, exploitant les accélérations matérielles 3D à l'aide des pilotes OpenGL de la carte graphique

Dans un premier temps, des exemples classiques de mini-jeux seront présentés et analysés afin de mieux identifier les différences et points communs entre plusieurs types de jeux. Cette analyse mettra en évidence des concepts présents dans la plupart des jeux existants. Dans une seconde partie, les concepts récurrents et présents dans les grammaires seront détaillés. Enfin, les langages proposés pour la description des jeux seront exposés en mettant en évidence leurs possibilités et leurs limites.

1 Les mini-jeux

Les mini-jeux ont des genres très variés comme les jeux de gestion, de plateforme, de course. L'analyse des différences et des ressemblances entre ceux-ci est d'autant plus complexe.

Les difficultés d'implémentation des mini-jeux sont elles aussi différentes. Huit exemples de jeux sont décrits par la suite. Cela permet d'appuyer l'analyse du contenu d'un mini-jeu. Ces jeux n'ont pas été choisis par hasard. Chacun possède un intérêt dans la description de ses règles et son implémentation.

| Jeu | Intérêt majeur |
|---------------|---------------------------|
| Pacman | Système de bonus |
| 1942 | Tirs |
| Volley | Logique de score |
| Course | Intelligence artificielle |
| Mario | Niveaux |
| Watch'N'Droid | Vague d'ennemis |
| Billard | Collisions |
| Gestion | Ressources |

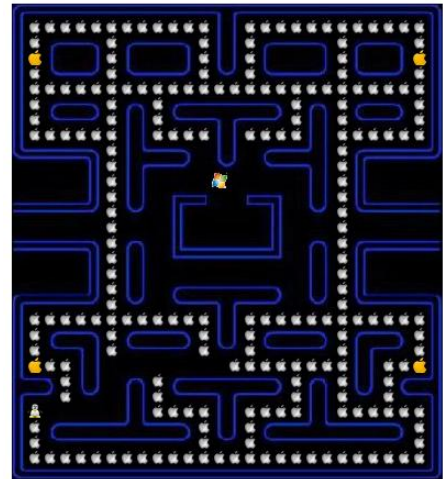
Tout d'abord, chaque jeu est présenté succinctement, illustré par la capture d'écran d'une implémentation effectuée. Dans un second temps, une analyse de leur contenu sera effectuée, appuyée par un tableau comparatif et les diagrammes UML de ces jeux.

1.1 Présentation des mini-jeux

Pacman

Ce jeu est une adaptation du jeu classique de Pacman. Le joueur contrôle le Tux via les touches du clavier. Son but est de manger toutes les pommes sur le terrain tout en évitant les Microsoft qui essaient de l'attraper. Pour arriver à cet objectif, le joueur dispose de 3 vies. Le Tux peut manger des pommes en or pour pouvoir détruire les Microsoft pendant une courte durée et marquer des points supplémentaires. Concernant l'affichage, le joueur voit le nombre de vies restantes, son score ainsi que le temps durant lequel les Microsoft restent vulnérables. Le jeu est adaptable car il est facile d'initialiser la carte à partir d'images et d'un fichier JSON.

Vies : 2 Score : 150 Durée : -



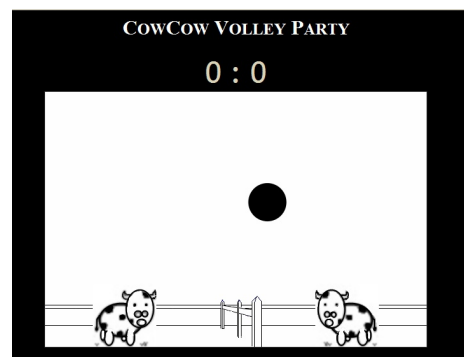
1942



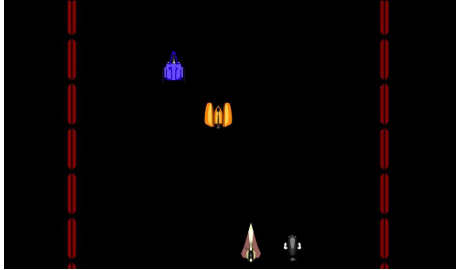
Dans ce shoot'em up (jeu d'action où le joueur fait face à une multitude d'ennemis), le joueur contrôle un vaisseau armé de deux canons pour détruire tous les véhicules adverses et ainsi gagner des points. Le joueur possède 3 vies et doit engranger le maximum de points. Lorsque le joueur perd une vie, il devient invulnérable durant une courte durée pour reprendre la main. Le vaisseau est contrôlé via le clavier. En ce qui concerne les ennemis, ils suivent des déplacements prédéfinis qui peuvent être paramétrés. Le joueur n'est pas obligé de tuer tous les ennemis mais le but est de faire le plus grand score.

Volley

CowCow Volley Party est un mini jeu humoristique mettant en scène deux vaches jouant au volley. On peut jouer à ce jeu en mode solo, contre une IA ou à deux joueurs. Le but est de remporter 2 sets, sachant que remporter un set revient à marquer 21 points. La vache dispose de 3 coups différents : passe courte, passe longue et un smash. Les règles de ce jeu sont les mêmes que celles du volley classique. La vache est contrôlée au clavier aussi bien en mode multijoueur qu'en mode solo.



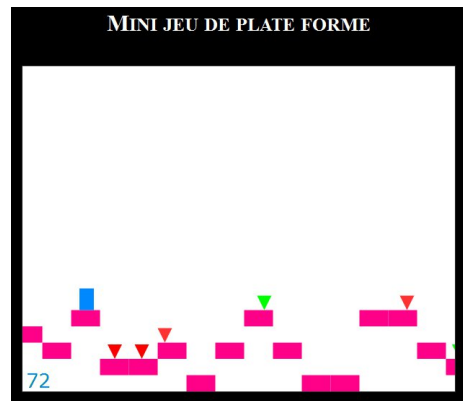
Course



Ce jeu de course futuriste pour le web permet au joueur de se frotter à des intelligences artificielles pour faire le meilleur temps. Ce n'est pas un jeu de course classique, des bonus se trouvent sur le circuit : un turbo, un bonus permettant d'augmenter le chrono des concurrents, un autre permettant l'échange de sa position avec celle d'un adversaire, etc. De plus, il existe différentes zones de circuit ayant des effets divers : inversion des commandes, réduction de vitesse, etc. Le joueur peut choisir son véhicule parmi une sélection de 12 vaisseaux différents contrôlés au clavier. Ce jeu est adaptable : en effet, de nouveaux bonus et de nouveaux circuits peuvent être ajoutés facilement. Il est aussi possible de mettre en place un système de lecture de fichier pour configurer les paramètres des différentes courses.

Mario

Ce mini-jeu de plateforme reprend le principe de jeux comme Mario Bros. Le personnage est représenté par un rectangle et contrôlé au clavier. Il peut se déplacer sur les côtés ou sauter. Il doit avancer au maximum sans tomber dans les trous ni être touché par des ennemis. Ces derniers sont symbolisés par des triangles. Le personnage peut faire perdre des points de vie aux ennemis en leur sautant dessus jusqu'à les tuer. S'il les touche sur les côtés, il meurt et la partie est terminée. La caméra avance lorsque le joueur avance suffisamment mais elle ne lui permet pas de revenir en arrière. Le terrain est généré aléatoirement et est infini. Le but du jeu est d'obtenir le plus grand score. Le score diminue avec le temps et augmente lorsqu'un ennemi est tué ou que le personnage avance. Il est facilement possible de changer le type de fonctionnement du jeu pour passer dans un mode où le but est de passer d'un niveau à un autre avec des niveaux prédéfinis au préalable.



Watch'N'Droid



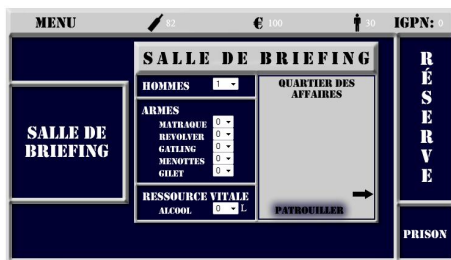
Watch'N'Droid est un mini-jeu du style Game & Watch. Le joueur doit chasser ses ennemis avant qu'ils ne l'atteignent. Ils apparaissent un par un en bas de l'écran et montent pour l'atteindre à une certaine vitesse. Cette dernière varie en fonction du niveau dans lequel le joueur se trouve. Le personnage est armé de deux marteaux pour détruire les ennemis et marquer des points. Lorsque l'ennemi atteint le joueur, ce dernier perd une vie. Lorsqu'il ne lui reste que deux vies, des vies bonus apparaissent sur l'écran et le joueur peut les ramasser. Lorsque le nombre de vie arrive à zéro, le joueur a la possibilité d'enregistrer son score s'il fait partie des cinq meilleurs qui sont actuellement enregistrés.

Billard

Ce mini-jeu de billard est un jeu multijoueurs en tour par tour. Il reprend les règles classiques du billard anglais : chaque joueur doit rentrer toutes les boules d'une couleur puis la noire. D'un point de vue gameplay, le joueur actif (désigné par une icône verte) contrôle la queue de billard avec la souris. Cette dernière pointe automatiquement vers la boule blanche. Il peut ainsi choisir l'angle avec lequel il compte frapper la boule blanche. En fonction du temps pendant lequel il laisse le bouton de la souris enfoncé, le tir est plus ou moins fort. Pour l'affichage, chaque joueur voit le nombre de boules rentrées ainsi que sa couleur. Enfin, le cadre bleu en bas de l'écran affiche la personne ayant gagné la partie.



Gestion



Commissariat est un jeu de gestion du style Farmville. Le but est de maintenir et améliorer le commissariat en fonction des ressources disponibles. Les ressources sont au nombre de quatre : le nombre de policiers, l'argent, l'indice IGPN et l'alcool. Il y a trois actions disponibles pour le joueur. Il peut envoyer des policiers en mission dans un quartier choisi pour ramener de l'argent ainsi qu'un prisonnier. Si un prisonnier est ramené, le joueur a la possibilité de libérer le prisonnier contre de l'argent ou de le tabasser (avec un fort risque de pénalité). Il peut aussi acheter des équipements ainsi que de l'alcool avec son argent. L'alcool est une ressource qui diminue constamment, le joueur doit veiller à toujours en avoir pour ne pas perdre. Il peut aussi perdre avec un indice d'IGPN trop élevé, cet indice monte avec toutes les mauvaises actions comme tabasser un prisonnier.

1.2 Analyse des mini-jeux

Ces mini-jeux ont été développés et leurs diagrammes UML sont disponibles en annexe. De plus, ils permettent d'appuyer l'analyse de la description d'un mini-jeu. Le tableau suivant récapitule les différents objectifs des jeux et leur style de terrain.

| Jeu | Niveaux | Fin de niveau | Victoire | Score | Terrain |
|---------------|---------|--------------------------|--------------|-------|-------------------------|
| Pacman | Oui | survie + tout ramassé | tous niveaux | Oui | Grille |
| 1942 | Oui | survie + ligne d'arrivée | tous niveaux | Oui | Progression verticale |
| Volley | Non | score | score | Oui | Plateau |
| Course | Oui | survie + ligne d'arrivée | tous niveaux | Oui | Ruban |
| Mario | Oui | survie + ligne d'arrivée | tous niveaux | Oui | Progression horizontale |
| Watch'N'Droid | Oui | tout tué | tous niveaux | Oui | Plateau et grille |
| Billard | Non | toute boule rentrée | score | Oui | Plateau |
| Gestion | Non | Non | Non | Oui | Grille |

Le second tableau permet de comparer les aspects concernant le contrôle et les personnages.

| Jeu | Personnage | Contrôle | Autres actions | PNJ ¹ |
|---------------|-----------------------|---------------------------|-------------------|------------------|
| Pacman | Oui | direct via clavier | Aucune | Oui |
| 1942 | Oui | direct via clavier | Tir | Oui |
| Volley | Oui | direct via clavier | Tir, Saut | Oui |
| Course | Oui | direct via clavier | Utilisation bonus | Oui |
| Mario | Oui | direct via clavier | Saut | Oui |
| Watch'N'Droid | Oui | direct via clavier | Frappe | Oui |
| Billard | Oui (si queue=joueur) | direct via clavier | Force | Oui |
| Gestion | Oui mais inutile | clic, sélection et action | Clic pour actions | Non |

Ces tableaux permettent de mieux identifier les différences et points communs entre les jeux proposés.

Par exemple, les objectifs au cours d'un niveau (ou pour un jeu sans niveau) se limitent souvent à atteindre une certaine zone appelée ligne d'arrivée, ou éventuellement à remplir des conditions de temps ou de ressources. En effet, la vie et le score peuvent être vus comme des ressources. Une condition sur celles-ci est nécessaire à la victoire. En faisant des conjonctions et des disjonctions de ces différentes possibilités, les conditions de victoire pour tous les jeux (sauf le jeu de gestion) peuvent être définies.

En revanche, si on observe la façon dont le monde est construit, il est très différent d'un jeu à l'autre. Pour certains comme Pacman, il est défini par une grille, pour d'autres comme le jeu de course, il est représenté via un ruban.

Le tableau permet de mettre en évidence le jeu de gestion par rapport aux autres jeux. En effet celui-ci ne dispose pas de niveau et de conditions de victoire. De plus, le personnage n'est pas directement contrôlé par l'utilisateur pour lui faire faire des actions. La grammaire proposée ne traitera pas le cas des jeux de gestions. Il serait possible de définir plusieurs grammaires, chacune couvrant une catégorie de jeux afin de pouvoir en créer plusieurs types. Ainsi, une autre grammaire pourrait spécialement être créée pour les jeux de gestion.

La comparaison se base donc sur les autres jeux, pour définir des concepts qui seront détaillés dans la partie suivante.

On remarque tout d'abord que tous les mini-jeux possèdent une boucle de rafraîchissement. Cette dernière permet à la fois d'effectuer les différentes actions telles que le déplacement des personnages non joueurs et de gérer les différents compteurs du jeu (durée d'une course, d'un bonus).

Ensuite, dans les mini-jeux se retrouvent souvent la notion d'avatar (personnage que le joueur peut déplacer). Différentes actions peuvent se greffer à cet avatar selon les jeux : souvent le déplacement, le saut, le tir. Cet avatar a des caractéristiques que l'on retrouve dans plusieurs jeux comme la vie, d'autres plus rares comme une quantité de points de magie. De même, dans de nombreux jeux se trouvent la notion d'ennemis. Ce sont des personnages non-joueurs dont le comportement est prédéfini et qui ont pour but d'empêcher le joueur de gagner.

De plus, la notion de ressources est très utile. Il s'agit d'une variable qui définit un état, par exemple, sur les entiers tel que le score. Celle-ci peut être modifiée selon les événements du jeu.

Enfin, dans tous les mini-jeux, le concept de collision est nécessaire. Celle-ci déclenche, la plupart du temps, de nombreux événements comme la mort d'ennemis, de joueurs ou l'incapacité de passer un obstacle.

2 Définition de concepts

Certains concepts se retrouvent dans beaucoup de mini-jeux. Le but de cette partie est de les définir de manière précise.

Définition générale d'un jeu

Jeu : Activité de loisir soumise à des règles et ayant des objectifs (à la différence d'un jouet). Il s'agit ici d'un contenu numérique disponible via un site internet. *à remettre en contexte avec la notion de jouet.*

Règles du jeu : Ensemble de principes qui décrivent le fonctionnement du jeu et la façon dont les éléments qui le composent interagissent entre eux. Ces règles définissent également les conditions nécessaires à la victoire (objectifs).

Niveau : Sous-division d'un jeu. Elle permet de gérer la difficulté de jeu. Elle peut aussi être utilisée pour en définir la fin.

Élément d'un jeu

Environnement : Univers du jeu. Il s'agit des décors qui le composent, des entités et des objets qui s'y trouvent ainsi que des règles physiques qui s'y appliquent comme la gravitation.

Terrain : Socle de l'environnement.

Entité : Élément présent dans l'environnement pouvant changer d'état. Elle dispose de caractéristiques et d'un panel d'actions prédéfinies qui lui sont propres.

Décor : Élément inerte présent dans l'environnement.

Ressource : Élément virtuel d'un jeu exprimé sous forme numérique, pouvant servir de monnaie, de matière première, d'état ou autres.

Liste d'Entité définies

Personnage : Entité qui agit avec un comportement particulier. Un personnage peut être le joueur, un allié, un ennemi ou neutre. *Je ne suis pas sûr que ce qui suit soit à la bonne place*

Joueur : Le joueur est un personnage contrôlé par l'utilisateur grâce au clavier ou à la souris.

Allié : L'allié est un personnage contrôlé par l'IA. Il possède un comportement visant à aider le joueur à progresser dans le jeu.

Ennemi : L'ennemi est un personnage contrôlé par l'IA. Il possède un comportement visant à faire perdre le joueur.

Neutre : Le neutre est un personnage contrôlé par l'IA. Il possède un comportement précis qui ne tient pas compte du joueur.

Liste de Ressources

Surement incomplet

Inventaire : Ensemble des objets dont dispose une entité et qu'elle transporte avec elle.

Vie : Ressource particulière associée aux entités mortelles et aux objets destructibles du jeu.

Temps : Ressource particulière qui se calcule par rapport à la boucle de rafraîchissement et évolue de façon cyclique (+1 tous les 3 rafraîchissements par exemple)

Score : Ressource particulière qui se calcule par rapport aux actions du joueur et leurs conséquences sur la partie. Elle permet un classement de tous les utilisateurs en fin de partie.

Contrôle direct/indirect

Contrôle direct : Capacité du joueur à interagir sur l'environnement, limitée à une seule entité à un instant donné. Les actions dont il dispose sont celles dont l'entité dispose.

Contrôle indirect : Capacité du joueur à interagir sur l'environnement, plus complexe. Les actions dont il dispose sont définies à la création du jeu et ne se limitent pas au contrôle et aux actions d'une unique entité. Il faut souvent une sélection de ou des entités avant d'agir dessus (ex : sélection de plusieurs soldats dans un jeu de type stratégie en temps réel).

Environnement linéaire/non linéaire

Environnement linéaire : Environnement dans lequel le joueur doit suivre un cheminement prédéfini (ex : Tomb Raider).

Environnement non linéaire : Environnement dans lequel le joueur est libre d'évoluer comme il le souhaite (ex : World of Warcraft). Il n'y a donc pas d'obligation à accomplir les objectifs dans un ordre précis.

Autre ... à faire et à classer

Entité réactive/autonome

3 Grammaires

Trouver une grammaire riche, complète et accessible à n'importe quel utilisateur est difficile. C'est pourquoi, deux grammaires sont présentées. *il faut dire pourquoi on fait 2 grammaires.*

- La première est dite de 'haut-niveau'. Elle permet de décrire la majorité du contenu du jeu dans un langage simple et accessible pour les non-programmeurs.
- La seconde est dite de 'bas-niveau'. Elle permet de manipuler chaque attribut et est beaucoup plus proche de l'implémentation finale que la première grammaire. C'est par exemple elle qui permettra de définir le comportement de l'intelligence artificielle, chose très difficile à mettre en œuvre dans la grammaire de haut-niveau.

Le schéma de compilation se complexifie alors : un fichier décrivant le jeu dans la grammaire de haut-niveau est compilé afin de donner un fichier respectant la grammaire de bas-niveau. A ce niveau-là, l'utilisateur peut effectuer de nouveaux ajouts ou modifications. Le second compilateur produit alors le script final du jeu en JavaScript.

3.1 Grammaire haut-niveau

La description du jeu se déroule en plusieurs phases. On peut spécifier au début les attributs du jeu puis déclarer ses entités : personnages, véhicules... et leurs attributs. Viennent ensuite les définitions d'actions de base et des commandes. Enfin, les règles du jeu sont spécifiées. Il est possible d'ajouter une intelligence artificielle (IA) basique, utilisant les entités et les actions déjà définies.

3.1.1 Attributs du jeu

Les attributs du jeu sont gérés principalement par les entités dans la grammaire haut-niveau, ce n'est donc pas obligatoire de préciser cette partie lors de l'écriture du code. Cependant il peut être plus rapide d'en définir directement ici : `game has gravity at 9.81.`

3.1.2 Définition des entités du jeu et de leurs attributs

Il s'agit de lister les différents personnages ou objets qui apparaissent dans le jeu. Pour faciliter le travail de l'utilisateur, diverses classes sont déjà créées pour définir les entités. La classe de base est la classe Object avec des attributs de base comme la position, l'orientation, la taille, etc. De celle-ci héritent de nombreuses autres classes comme Character, Vehicle ou Weapon, chacune ayant de nouveaux attributs spécifiques. *INCLURE LE SCHEMA DES CLASSES, au moins en annexe*

La déclaration d'une nouvelle entité se fait alors via un identificateur et le mot-clef 'is'. Par exemple `Mario is Character` permet de déclarer Mario comme un personnage de classe Character, et peut donc posséder tous les attributs de cette classe. Ces derniers sont initialisés à des valeurs par défaut. L'utilisateur peut les modifier. Par exemple, pour changer l'attribut `lifeMax` de Mario, représentant le niveau le plus haut possible de son attribut `life` les mots-clés 'has' et 'at' sont utilisés : `Mario has lifeMax at 3.` De même, il est nécessaire de pouvoir rajouter de nouveaux attributs. La syntaxe est la même. Ainsi, `Mario has energie at 8` ajoute un attribut energie (qui n'existe pas déjà dans Character) à Mario, initialisé à 8. Les nouveaux attributs doivent obligatoirement être initialisés avec 'at'.

De plus, s'il existe divers personnages qui possèdent aussi cette énergie, il est souhaitable de ne pas avoir à répéter cette ligne. Ainsi, de nouveaux types peuvent être créés grâce au mot-clef 'type' : `type Plombier is Character. Plombier has energie at 8. Mario is Plombier. Luigi is Plombier.` L'héritage multiple est possible ainsi que l'héritage de nouveaux types déclarés par l'utilisateur. Il suffira d'écrire : `type BillBall is Character and Projectile. type ennemiDangereux is BillBall` Si un nouveau type ou objet est fils de plusieurs classes ayant un même attribut, ils sont fusionnés en un seul.

Ensuite, en même temps que la déclaration de la classe d'une nouvelle identité, il est possible de la définir comme commandée par le joueur, ennemie, alliée ou neutre. Si rien n'est précisé, la valeur est mise à neutre par défaut. `Mario is Plombier player. Luigi is Plombier ally. type Boss is Character enemy. Bowser is Boss.` De plus, dans le cas où ce n'est pas un personnage joué, il peut être déclaré comme multiple. Cela signifie qu'il est possible d'en générer plusieurs avec la seule commande 'generate'. Par exemple `Koopa is Character enemy multiple. generate 5 Koopa in zone.` Permet de créer 5 Koopa dans zone qui aura été définie auparavant : `zone is Zone.` Outre 'in' qui est associé aux objets de type Zone, le mot-clef 'on' permet de placer des objets juste au-dessus de l'objet défini : `generate Mario on Luigi,` et le mot-clef 'at' génère le premier objet à l'endroit indiqué et les autres autour de celui-ci, en évitant les collisions.

Enfin, il est possible de manipuler des listes.

```
type humain is Character.
aragorn is humain player.
boromir is humain.
type elfe is Character.
legolas is elfe.
type nain is Character.
gimli is nain.
type hobbit is Character multiple.
type magicien is Character.
gandalf is magicien.
CommunauteDeLAnneau is list of aragorn with legolas with gimli with aragorn with boromir with gandalf with
4 hobbit.}
```

3.1.3 Autres classes prédéfinies

D'autres classes sont prédéfinies : une classe Game concernant l'ensemble général du jeu, une classe Camera contenant les informations sur les caméras : certains comportements classiques sont prédéfinies comme une caméra libre ou bien un suivi à la première ou troisième personne.

De plus, 2 classes permettent de gérer respectivement les compteurs et les ressources de type temporel.

Enfin, une dernière classe permet de gérer les fichiers multimédias tel que les sons ou les vidéos qui peuvent intervenir au cours d'un jeu avec la possibilité de les jouer, de les arrêter, de les mettre en pause, d'activer le mode muet ainsi que de définir s'ils seront joués une fois pour des sons (mot-clef 'once'), ou en boucle (mot-clef 'loop') pour des musiques par exemple.

3.1.4 Définition de nouvelles actions et assignation des commandes

Il est ensuite possible de définir de nouvelles actions via le mot-clef 'definition' et 'means'. Par exemple, en reprenant l'exemple de Mario : `Mario is Character player. definition sursautMario means mario jump.` Les commandes sont ensuite définies après le mot-clef 'command'. Elles sont générées soit par l'appui d'une touche X du clavier ('key X') soit par une action Y sur la souris ('mouse Y'). `command mouse rClick for sursautMario` permet par exemple de causer l'action nommée sursautMario lorsque le joueur clique sur le bouton droit de la souris.

De plus, de nombreuses actions sont prédéfinies (pour les personnages notamment) comme jump ou move left ; ou concernant le jeu en général comme pause, save ou victory. `command mario is key space for jump, key Z for move forward, key Y for move backward, key S for move left, key D for move right.`

Il est possible de désactiver (respectivement d'activer) certaines touches du clavier ou action de la souris au cours du jeu. Pour cela, il faut utiliser le mot-clef 'disable' (respectivement 'activate'). `disable key Z` désactive les actions lors de l'appui sur la touche Z. Il est également possible de désactiver toutes les commandes `disable commands,` seulement celles du clavier `disable keyboard` ou celles de la souris `disable mouse.`

3.1.5 Déclaration des règles du jeu

Les règles du jeu sont définies par le mot-clef 'rule' et 'then'. Par exemple `rule mario dies then defeat.` 'mario dies' est un déclencheur et 'defeat' est une conséquence. Il ne peut y avoir qu'un déclencheur dans la règle mais il peut y avoir plusieurs conséquences. La suite de conséquences s'exécute séquentiellement tandis que chaque règle est appelée en parallèle. *Problème lié au parallélisme, si on change 2 fois des variables en même temps ... faudrait préciser le concept du parallèle ou n'autoriser que certains trucs en parallèle comme les médias, mais dans ce cas autant trouver une syntaxe dans une seule règle*

Il est également possible de manipuler les attributs des différentes entités. Prenons le cas où un ennemi a été défini `bowser is Character enemy.` Si mario entre en collision avec lui, il perd un point de vie, réduit son score de 100 et provoque un saut : `rule mario touches bowser then sub 1 for life of mario, sub 100 for score of game, mario jump.`

Avec 'sub', d'autres mots-clés existent pour les autres opérations arithmétiques élémentaires, ainsi qu'un 'assign' qui change directement la valeur de l'attribut. Il est également possible d'exécuter des actions seulement sous certaines conditions avec un 'If ... then ... else ... endIf'.

Certains concepts sont déjà définis : ainsi 'touches' est causé par une entrée en collision entre les deux entités. 'dies' signifie l'arrivée de l'attribut 'life' à 0 pour un objet de type Character, 'kills' se produit lorsque le premier personnage tue le second.

3.1.6 IA

Une IA basique peut être créée à partir des éléments déjà existants et définis lors des lignes de codes précédentes. La grammaire haut-niveau ne permet en aucun cas de créer une IA améliorée à moins d'écrire un nombre important de lignes de code. Mais là encore, les possibilités resteraient limitées. Voici un exemple :

```
ia superGoomba is
    move left during 2 sec
    jump
    move right during 2 sec
    jump
```

3.1.7 Exemple de mini-jeu décrit dans la grammaire 'haut-niveau'

Voici un exemple de code utilisant la grammaire haut-niveau. Supposons que l'utilisateur crée un mini-jeu avec les éléments suivants :

- des représentation en 3D d'un shériff 'sheriff.obj', d'un zombie 'zombie.obj', d'une pièce de monnaie 'piece.obj'
- d'un sol
- d'un volume englobant représentant une zone d'arrivée
- d'une musique nommée 'musiqueAngoissante.mp3' et de deux musiques de fin 'musiqueVictoire.mp3' et 'musiqueDefaite.mp3'

Le but est, pour un shériff contrôlé par le joueur, d'éviter tous les zombies et de récupérer toutes les pièces d'or sur la carte. Il gagne lorsque toutes les pièces d'or ont été ramassées et qu'il se place sur la zone d'arrivée. S'il parvient à la ligne d'arrivée avant d'avoir récupéré toutes les pièces, une nouvelle nuée de zombies affamés apparaît. Il perd lorsqu'un zombie parvient à le toucher.

```
game has score at 0.

caml is Camera free.           //free is not necessary because it is the default behavior for a camera

sol is Ground.

zombie is Character enemy multiple.
zombie has attack at 1.         //if a zombie touche the player, he loses one life

sheriff is Character player.
sheriff has life at 1.           //he has only 1 life, so, at the first shot, he dies
sheriff has position at 0 300 0.

piece is Bonus multiple.
piece has value at 10.
piece has collectors at sheriff. // the only character able to collect the bonus
```

```

arrivee is Zone.
arrivee has position at 300 500 0.

musiqueAngoissante is media loop.
musiqueVictoire is media once.
musiqueDefaite is media once.

definition generer10Zombies means
    generate 9 zombie on sol,      //10 new zombies are generated
    generate 1 zombie in zone.    //1 more in the zone where the player is

command sheriff is
    space for jump,
    key Z for move forward,
    key S for move backward,
    key Q for move left,
    key D for move right.

command key P for pause.

command key enter for generer10Zombies.    //for more challenge

rule game starts then
    generate sol,
    generate 30 zombie on sol,
    generate 10 piece on sol,
    generate sheriff,
    play musiqueAngoissante.

rule sheriff touches arrivee then
    if score of game = 100 then
        play musiqueVictoire,
        victory
    else generer10Zombies
    endif.

rule zombie touches sheriff then
    sheriff dies,
    play musiqueDefaite,
    defeat.

```

3.2 Grammaire bas-niveau

La grammaire bas-niveau est beaucoup plus proche de l'implémentation finale que la haut-niveau. Ainsi, toutes les ressources doivent avoir un identifiant unique. Les événements, qu'ils proviennent du joueur (clavier, souris) ou de la modification de l'état d'un personnage sont gérés par des signaux. La description d'un jeu est constituée de ressources, d'entités, de caméra, d'une boucle de rafraîchissement, d'un gestionnaire d'événements. Un moteur physique permettant de tester les collisions et contenant également les forces générales du jeu (gravitation, vent, etc) est également disponible.

3.2.1 Définition des ressources

Une ressource est une variable du jeu. Elle est identifiée par un nom unique.

`marioLife 1` permet de créer une ressource `marioLife` initialisée à 1.

Il existe un type spécial de ressource : les ressources temporelles. Celles-ci sont mises à jour via la boucle de rafraîchissement générale du jeu. Pour la définir, cette fois 2 valeurs sont données suite à la ressource : le pas du timer, et son initialisation : `timeStarBonus 10000 0` permet de créer une ressource de nom 'timerStarBonus' (pouvant correspondre à la durée du bonus donnée par une étoile) avec un pas de 10 secondes et initialisée à 0 millisecondes.

Il est également possible de faire des énumérations de ressources. *il faudrait un joli exemple*

3.2.2 Définition des entités et caméras

On considère que le terrain est représenté, par exemple, par une matrice de points dans l'espace sur laquelle est appliquée une texture. La matrice pourra être remplacée selon le type de terrain pour un certain jeu. *Ca veut un peut rien dire ça, non ?*

L'ensemble des entités d'un jeu est alors constitué d'un terrain et d'un ensemble d'objet. Chaque objet est identifié par un nom, ainsi que par deux fichiers créés par des outils de dessin d'objets 3D, un fichier .obj contenant l'ensemble des points de l'objet, et un fichier .mat contenant la texture appliquée sur les faces de l'objet. De plus chaque objet contient un ensemble de paramètre comme la vitesse, la position, etc. [vérifier le format de sortie de Sketchup](#)

Les caméras sont définies de manière similaire aux entités : chaque caméra est définie par un nom, une position et une orientation.

3.2.3 Boucle de rafraîchissement et gestionnaire d'évènements

Les divers évènements du jeu sont gérés via un système de signaux.

Le jeu dispose d'une boucle de rafraîchissement principale. Celle-ci génère un signal `signalUpdateCounter` émettant un signal régulièrement. De même, il permet de vérifier les touches enfoncées et actions de la souris à chaque tic du timer.

Enfin, chaque mise à jour de ressource nommée X émet un signal `updateX`.

Les actions lors de la réception d'un signal sont gérées par un gestionnaire d'évènements. Ce dernier est défini par un ensemble de signaux et d'instructions. Les instructions sont données comme dans un langage classique. Elles sont composées des mises à jours de variables en utilisant les opérateurs arithmétiques classiques, les constantes, les autres ressources et des nombres aléatoires. Des instructions conditionnelles sont également disponibles, les booléens étant générés via des comparaisons d'expressions.

Les instructions peuvent également reprendre des concepts classiques de mini-jeux : pause, nouvelle partie, fin de partie, sauvegarde de la partie. [insérer un petit exemple](#)

3.2.4 Exemple de mini-jeu dans la grammaire bas-niveau

[to do ...](#)

3.3 Avantages et limites de ces langages

[cherche inspiration ...](#)

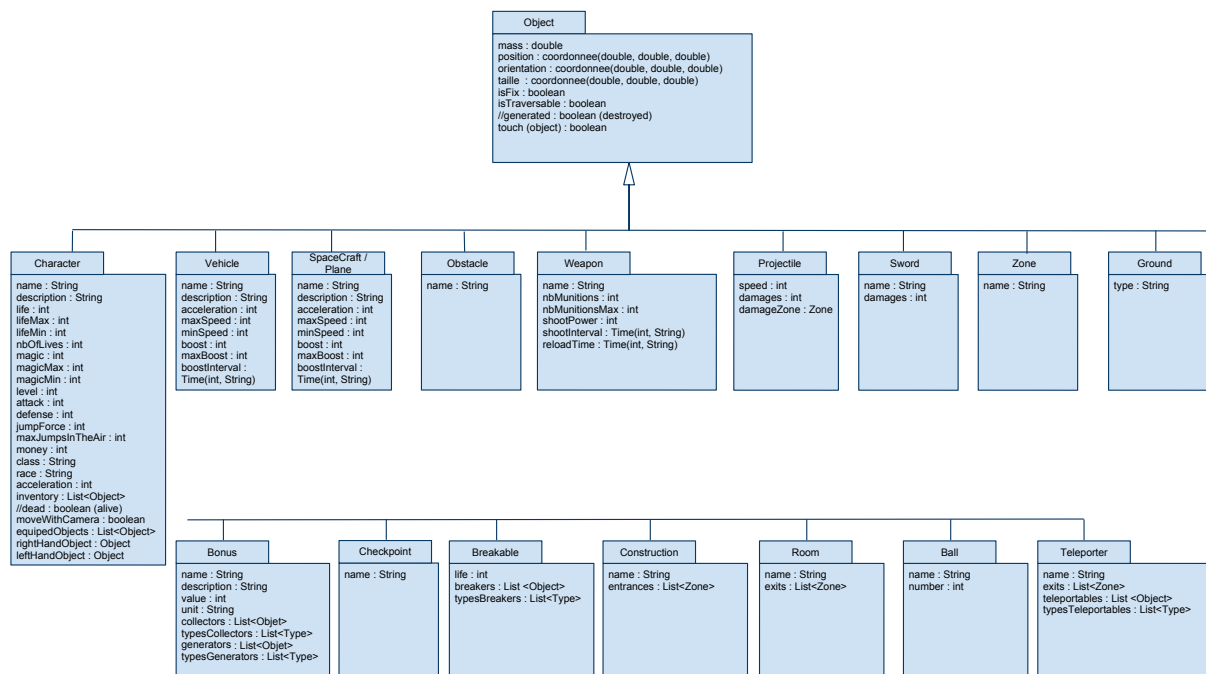
4 Stratégie de Développement

Bon courage Aurélien.

A Grammaire haut-niveau

A.1 La classe Object et ses fils

Pour rappel, la classe object permet de définir toutes les entités du jeu. Tout type définit par l'utilisateur hérite de cette classe ou de l'une de ces classes filles. Elles sont présentées dans le schéma ci-dessous :



Les divers attributs name pourront servir lors de l'affichage d'information. `gandalf is Character.`
`gandalf has name at 'Gandalf_Le_Blanc'.`

Pour la classe Character, si l'accélération est bien défini, c'est elle qui régit le déplacement et les touches pour se déplacer la modifie. Sinon le déplacement se fait directement lors de l'appui des touches.

Les classes Character, Vehicle et Plane ont des comportements différents concernant la caméra. Par exemple, pour un déplacement vers la droite, le personnage va à droite sur l'écran, le véhicule tourne à droite, l'avion fait une rotation dans le sens horaire.

Pour les obstacles, ils héritent des attributs isFix et isTraversable de Object qui sont mis respectivement à true et false.

Concernant les projectiles, ils se déplacent jusqu'à leur description ont ils font des dégâts.

Une zone correspond juste à un volume englobant invisible, et est donc traversable par tous.

La classe Ground peut avoir plusieurs types comme la neige, qui a donc un coefficient de frottement faible, ou l'eau qui est traversable.

Un bonus possède une liste d'objets qui peuvent le ramasser. Dès qu'une entité de ce type entre en contact avec le bonus, celui-ci disparaît et a un effet sur son collecteur.

Le Checkpoint est une Zone particulière : si le joueur meurt, il réapparaît à cet endroit.

Les objets de la classe Breakable correspond à un objet à 2 états, représenté par 2 fichiers 3D différents. Les deux états correspondent à une vie nulle ou une vie strictement positive.

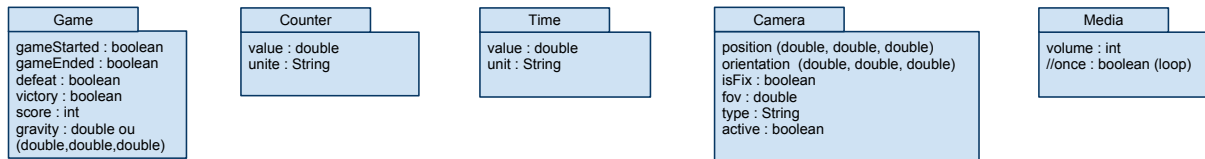
Une Construction correspond à la fois à une vue extérieure, et à l'intérieur d'une pièce lorsqu'on entre à l'intérieur.

Un objet de type Room reprend le principe de Construction mais les collisions sont gérés via des plans.

Un objet de type Ball a un volume englobant sphérique.

A.2 Les autres classes

Ci-dessous se trouvent les autres classes prédéfinies pour la grammaire haut-niveau.



La classe Game ne peut être instancié qu'une unique fois.

Les ressources temporelles peuvent avoir plusieurs unités telles que les secondes, les millisecondes ou les minutes.

Les caméras ont des types prédéfinis comme 'firstPerson' pour un suivi à la première personne, 'thirdPerson' pour un suivi à la troisième personne, ou 'free' pour une caméra libre.

Un media a des mots-clefs dédiés comme play, mute on, mute off, pause ou stop. Un attribut permet aussi de choisir entre un media répété en boucle ou lu une unique fois.

A.3 La grammaire

```

/*-----
*  PARSER RULES
*-----*/

game :
  (infosJeu '.')?
  (nouveauType '.')*
  (init '.')+
  (definition '.')*
  (commande '.')*
  (reglesJeu '.')*
  (iaBasique '.')*;

//////////////////////////////// ( information of the game ) //////////////////////////////////

infosJeu :
  'game' 'has' ('gravity' | 'score' /*| ...*/ ) 'at' (NUMBER | NUMBER NUMBER NUMBER)
  ;

//////////////////////////////// ( Inheritance ) //////////////////////////////////

nouveauType :
  'type' ident 'is' (ident | typeObjet) ('and' ident | typeObjet)* // to declare a new type
  ;

// ident | typeObjet : if it is an ident, verify that it is defined before by the user and is inherited
// Object.

//////////////////////////////// ( Initialization ) //////////////////////////////////

init :
  ident 'is' declarationObjet
  | accesClasse 'has' affectationObjet (',' affectationObjet)* // check the types and its attributes
  ;

declarationObjet :
  (ident | typeObjet3D) ('player' | interaction ('multiple')? )? // interaction is neutral by
  default //operation if it is multiple
  | 'list' ('of' (operation)? (ident) ('with' (operation)? (ident))* )? //operation if it is multiple
  | 'camera' (('first' | 'third') 'person' | 'free')
  | 'media' ('loop' | 'once')? // sounds played in loop or once
  | 'in' ident // ident of a list to add an
  element
  // | ...)
  ;

interaction :
  'ally' | 'enemy' | 'neutral'
  ;
  
```

```

affectationObjet :
  ident ('at' (operation (uniteTps)? | ident) )?           //aggregation
  | attribut 'at' (operation | STRING | BOOL)             //life at 5, name at "Gandalf Le Gris"
  | typeCoordonnees 'at' coordonnees                     //size at 20 30 40
  | attributListeOuObjet 'at' ident                       //inventory at listeArmesJoueur
  | attributTps 'at' operation uniteTps                  //
;

// has ident at ... : to declare a new attribute
// Attributes of predefined class have default initialized
// it is not necessary to initialize not used attribute

typeObjet :
  'camera'
  | 'media'
  | 'counter'
  | 'time'
  | typeObjet3D
;

// all the predefined classes
typeObjet3D:
  'object'                // -> position(x,y,z), orientation(x,y,z), taille(x,y,z)
  | 'character'            // -> life, lifeMax, mana, manaMax , level, experience, attack, defense
  | 'vehicle'              // -> acceleration, speedMax,
  | 'plane' | 'spaceCraft'
  | 'obstacle'            // a fixed entity, used for collision
  | 'weapon'               // -> nbMunitions, nbMaxMunitions, intervalleTirs, timeRecharge
  | 'sword'                // -> damages, level
  | 'projectile'           // -> vitesse, damages, level(pourquoi pas)
  | 'zone'                 // an invisible and traversable entity
  | 'ground'               // -> type of ground (water, snow ...)
  | 'bonus'                // an object which disappears when something touches it-> valeur(entier),
                          nomObjet(type),listeObjets
  | 'checkPoint'
  | 'breakable'
  | 'construction'
  | 'room'
  | 'ball'
  | 'teleporter'
// | ...
;

// all the attributes of predefined classes
attribut :
  'mass'                  // attributes of object :
  | 'isFix'
  | 'isTraversable'
  | 'fov'                  // attributes of "camera"
  | 'type'
  | 'active'
  | 'name'                 // attributes of "personnage" :
  | 'description'
  | 'life'
  | 'lifeMax'
  | 'lifeMin'
  | 'nbOfLives'
  | 'magic'
  | 'magicMax'
  | 'magicMin'
  | 'level'
  | 'attack'
  | 'defense'
  | 'jumpForce'
  | 'maxJumpsInTheAir'
  | 'money'
  | 'class'
  | 'race'
  | 'acceleration'
  | 'speed'                // attributes of "vehicle" :
  | 'maxSpeed'
  | 'minSpeed'
  | 'boost'
  | 'maxBoost'
  | 'nbMunitions'          // attributes of "weapon" :
  | 'nbMunitionsMax'
  | 'shootPower'
  | 'damages'              //attributes of "projectile"
  | 'value'                // attributes of "bonus" :
  | 'unit'
  | 'objectname'
  | 'attributName'
  | 'volume'               //attributes of "media"

```

```

| 'number' //attributes of "ball"
| 'moveWithCamera'
// | ...
;

attributListeOuObjet :
'inventory'
| 'equipedObjects'
| 'entrances'
| 'exits'
| 'damageZone'
| 'collectors'
| 'typesCollectors'
| 'generators'
| 'typeGenerators'
| 'breakers'
| 'typesBreakers'
| 'teleportables'
| 'typesTeleportables'
;

attributTps :
'boostInterval'
| 'shootInterval' //attributes of "weapon" :
| 'reloadTime'
// | ...
;

//////////////// ( new definitions of actions ) //////////////////

definition : 'definition' ident 'means' consequences;

consequences :
consequ (',' consequ)*
;

consequ :
siAlors
| action
| affectation
| activCommande
| appelDef
| 'victory'
| 'defeat'
// | ...
;

appelDef :
ident //ident of a definition of an action (means)
;

activCommande :
('activate' | 'disable') ('commands' | 'mouse' (souris (',' souris)*)? | 'key' clavier (',' clavier)* | '
keyboard' )
;
//disable commands // all the commands
//disable key // all the key commands
//disable mouse up, down // only move up or down with the mouse

//////////////// ( Initialization of commands ) //////////////////

commande :
'command' (ident 'is' actionCommande (',' actionCommande)* | actionCommande)
;

actionCommande :
('mouse' souris | 'key' clavier) 'for' (ident | actionCommandePressee | actionCommandeMaintenue) // ident
: what is defined with means
;

souris :
'up' | 'down' | 'left' | 'right' | 'lClick' | 'cClick' | 'rClick' | 'scrollUp' | 'scrollDown'
;

clavier :
CHAR | 'up' | 'down' | 'left' | 'right' | 'space' | 'echap' | 'enter' //CHAR : Z,Q,S,D,...
;

actionCommandePressee :
'jump'
| 'pause'

```



```

    | 'stop'
// | ...
;
actionCommandeMaintenance :
    'move_left'
    | 'move_right'
    | 'move_forward'
    | 'move_backward'
    | 'accelerate'
    | 'brake'
;

////////// ( Rules of game + victory condition / defeat ) //////////

reglesJeu :
    'rule' (ident 'is')? declencheur 'then' consequences ','
;
conditions :
    conditionEt ('or' conditionEt)*
;

conditionEt :
    cond ('and' cond)*
;

cond :
    etat
    | operation comparaison operation
;

etat :
    accesClasse 'is' ('not')? ('dead' | 'alive' | 'effaced' | 'generated' | 'touching' (('other')?
        accesGlobal | accesLocal)) // for an object
    | (ident | 'game') 'is' ('not')? ('finished' | 'started' | 'paused' | 'muted' ('on' | 'off') | 'played' |
        'stopped') // game,counter,media
    | 'true'
    | 'victory'
    | 'defeat'
// | ...
;

declencheur :
    accesClasse ('dies' | ('touches' | 'kills') (('other')? accesGlobal | accesLocal) | ('killed' | 'touched'
        ) ('by' (('other')? accesGlobal | accesLocal))?)
    | (ident | 'game') ('ends' | 'starts')
    | variable 'becomes' varOuNb
    | ident 'becomes' ('player' | interaction)
// | ... //ident if it is a counter
;

siAlors :
    'if' conditions 'then' consequences ('else' consequences)? 'end'
;

action :
    accesClasse actionObjet
    | (ident | 'game') ('ends' | 'starts')
    | ('pause' | 'mute' ('on' | 'off') | 'play' | 'stop' ) ident
    | 'block' transformation 'of' accesClasse coordonnees
    | ('efface' | 'generate') (accesClasse | operation accesClasse ('in' accesLocal | 'on' accesLocal | 'at'
        coordonnees)?)
    | 'wait' operation uniteTps 'then' consequences 'endWait'
    | 'save'
// | ...
;

actionObjet :
    'dies'
    | actionCommandePressee
    | actionCommandeMaintenance ('during' operation uniteTps | 'until' conditions)
    | 'equip' (accesLocal | 'next' | 'previous')
// | ...
;

affectation :
    (('assign' | 'add' | 'sub') operation) 'for' variable | 'invert' variable 'with' variable
;
/*
add : a += b, remove : a -= b, assign : a = b, invert : tmp=a; a=b; b=tmp;
*/
coordonnees :
    operation operation operation

```

```

;
comparaison :
    '=' | '<' | '>' | '<=' | '>='
;

transformation :
    'translation'
    | 'rotation'
    | 'scale'
;

uniteTps :
    'mn'
    | 'sec'
    | 'ms'
    | 'frames'
;

operation :
    ('random' 'between' operationPlus 'and')? operationPlus
;

operationPlus :
    operationMul (opérateurPlus operationMul)*
;

operationMul :
    operationPuiss (opérateurMul operationPuiss)*
;

operationPuiss :
    operationparentheses ('^' operationparentheses)*
;

operationparentheses :
    '(' operation ')'
    | varOuNb
;

varOuNb :
    variable
    | NUMBER
;

variable :
    (('x' | 'y' | 'z') 'of' (typeCoordonnees | ident | attribut)) 'of' accesClasse
    //x of size of num 10 in listeWeapon
;

accesClasse : accesLocal | accesGlobal;

accesGlobal :
    typeObjet
    | interaction
    | 'not' (typeObjet | interaction | 'player')
    | 'all'
;

accesLocal :
    ident
    | 'num' operation 'in' ident
    | 'player'
;

typeCoordonnees :
    'position' | 'rotation' | 'scale'
;

opérateur :
    opérateurMul
    | opérateurPlus
;

opérateurMul :
    '*'
    | '/'
    | '%'
;

opérateurPlus :
    '+'

```

```

| '-'
;

ident :
  STRING
;

////////// ia //////////

iaBasique : 'ia' accesClasse 'is' actionObjet (',' actionObjet)*;

/*-----
* LEXER RULES
*-----*/
BOOL      : ('true' | 'false');
STRING    : ('a'..'z' | 'A'..'Z') ('a'..'z' | 'A'..'Z' | '0'..'9')+ ;
CHAR      : 'a'..'z' | 'A'..'Z';
NUMBER    : ('0'..'9')+ (',' ('0'..'9')+ )? ;
WS        : ( ' '
             | '\t'
             | '\r'
             | '\n'
             | '\u000C'
             )+ {$channel=HIDDEN;}
;

```

B Grammaire bas-niveau

```

Game ::= refreshLoop eventsManager ressourcesSets camera entities physicsEngine

refreshLoop ::= signalUpdateCounter keyListener{ keyboardCommands } mouseListener{ mouseCommands }
//signalUpdateCounter is triggered by the refreshLoop and updates counters of type times

// pressed a key or action with mouse triggers an event
keyboardCommands ::= (keystroke : signalSets)*

mouseCommands ::= (typeOfClick : signalSets)*

signalSets ::= signal (| signal)*

-----
// Events Managers

eventsManager ::= signal (@ signal)* instructions (| signal instructions)*

instructions ::= resourceApply(applyExpression)
               | if conditionnal then instructions (& instructions)* (else instructions (& instructions)*)?
               | conceptsInstructions

conceptsInstructions ::= gameOver | pause | newGame | saveGame

conditionnal ::= testExpression (booleanOperator testExpression)*

booleanOperator ::= and | or

testExpression ::= expression comparisonOperator expression

comparisonOperator ::= < | > | <= | >= | == | !=

applyExpression ::= arithmeticOperator (metaExpression | expression)

// to reuse an expression without writing it
metaExpression ::= nameExp expression

nameExp ::= string
expression ::= (arithmeticOperator value)+
arithmeticOperator ::= + | - | * | / | %

//random(value,value) to generate a random number between these integers
value = ressource | constant | random(value, value) | random(0, value)
constant ::= int | double

-----
// Resource Manager

// An event tiggers when a resource is modified
ressourcesSets ::= (enumResource | resource)+

```

```

enumResource ::= name { nameEnumResource (, nameEnumResource)*}
nameEnumResource ::= String

resource ::= (# nameEnumResource)? name (signal (@ signal)*)? (timer|initValue)

name ::= string

timer ::= step initTimer

initValue ::= int | double

-----
// camera and entites manager

camera ::= name position

position ::= vector | angle

entities ::= map with object+

// With a map like a points matrix with a unique texture
map ::= matrix texture

object ::= object = name object3D parameters
parameters ::= coeffOfFriction = double weight = double speed = vector position = vector isFixed = boolean
             isTraversable = boolean
object3D ::= model texture includingVolume
model ::= [a-zA-Z]*.obj
texture ::= [a-zA-Z]*.mat

-----
// physics engine

physicsEngine ::= forces+ collision
forces ::= gravity | wind |...

// Bounded box are provided by the user
collision ::= collision{ name name signalSets (, name name signalSets)*}
gravity ::= gravity = vector
wind ::= wind = vector

```