

Jeu et Réalité Mixte : Retours d'expérience

Alexandre Demeure

Gaëlle Calvary

CLIPS-IMAG

BP 53

38041, Grenoble Cedex 9, France

{Alexandre.Demeure, Gaëlle.Calvary}@imag.fr

RESUME

Cet article traite du Jeu et de la Réalité Mixte. Il étudie, sous l'angle de l'Interaction Homme-Machine, en étroite collaboration avec des joueurs, l'apport potentiel de la technologie dans le jeu. A partir d'une définition et caractérisation du jeu empruntées à la littérature, nous proposons une modélisation et une classification des jeux mixtes. La modélisation permet au concepteur de décrire les entités manipulées dans le jeu. Leurs incarnations ainsi que les relations intra et inter entités y sont spécifiées. La classification organise les jeux par niveaux d'abstraction. Cette organisation fournit une vue d'ensemble des jeux et donne lieu à une réflexion quant à l'évaluation des jeux. L'étude est illustrée sur *Rasende Roboter*, un jeu préconisé par les joueurs parce que *bon jeu*. Il s'agit ici de l'améliorer par le biais de la technologie. Cet article décrit la version mixte que nous en avons implémentée et relate les retours d'évaluation.

MOTS CLES : Jeu, Réalité mixte, classification, modélisation.

ABSTRACT

This paper deals with Games and Mixed Reality. Based on players experience, it proposes both a model and a classification of mixed games. The model helps the designer in specifying entities that are involved in the game. The specification covers both the support of the entities and their internal and external relationships. The classification structures games in levels of abstraction. It gives rise to a rough evaluation method applied to a real case study: *Rasende Roboter*. This game has been suggested by players because of its attractiveness. The paper compares the traditional and mixed versions.

KEYWORDS : Games, Mixed Reality, games classification, games modeling.

INTRODUCTION

Depuis l'apparition de l'informatique, le jeu n'a trouvé place dans nos ordinateurs que sous la forme du « jeu vidéo », le joueur se trouvant condamné à interagir par le biais d'un écran, d'un clavier ou d'une manette. Pourtant, depuis des millénaires, l'homme joue et a inventé une multitude de jeux faisant appel à des objets réels tels que des figurines, des dés, des cartes. Jusqu'à une période récente, les jeux informatiques oubliaient cet héritage cumulé du jeu à travers l'histoire. Depuis peu, les choses changent et on voit apparaître des jeux informatiques au maniement plus intuitif détrônant les éternelles souris et manettes de jeu qui sont loin d'être adaptées à tous les joueurs et tous les jeux.

Partant de ces constats, nous avons voulu savoir ce que l'informatique, considérée sous l'angle de l'interaction homme-machine, pouvait apporter au jeu. Nous avons, pour ce faire, adopté une démarche très pragmatique préconisée par Duflo [6] : "Il faut sortir de la douce quiétude du poêle philosophique pour aller regarder les gens jouer, dans les cafés, dans les clubs de jeu, et, bien sûr, il faut jouer soi-même". C'est ce que nous avons fait en allant à « la Maison des Jeux » à Grenoble, une association visant à promouvoir l'utilisation des jeux, notamment à l'école. Elle compte une centaine d'adhérents, dont des instituteurs, qui se réunissent chaque semaine pour jouer. La rencontre avec ces joueurs nous a permis, non seulement, de mieux cerner l'espace problème mais aussi d'en orienter l'étude.

La première section décrit notre compréhension du jeu et de l'enjeu au contact des joueurs. Elle fixe les orientations de l'étude, à savoir : d'une part, un ancrage en Réalité Mixte ; d'autre part, le choix d'un cas d'étude. Après une rapide revue des Jeux et de la Réalité Mixte dans la deuxième section, le cas d'étude est présenté dans la troisième section. Son évaluation fait l'objet de la quatrième section. Elle donne lieu à plusieurs perspectives.

LE JEU

La littérature abonde de définitions et classifications du jeu issues notamment de philosophes [9] [6] et pédagogues [17] [4]. Mais, comme le souligne Duflo [6], ces contributions n'ont de sens qu'au regard du but fixé. Notre objectif étant d'améliorer le jeu par la technologie, nous nous plaçons, dans cette section, du point de vue du joueur : nous adoptons les définition et caractérisation re-

tenues à la Maison des Jeux. Ces bases fixent les fils directeurs de l'étude.

Définition

La définition retenue à la Maison des Jeux est celle de Duflo [6]. Le jeu y est défini comme étant "l'invention d'une liberté dans et par une légalité". Cette définition accorde un rôle central aux règles du jeu. Les règles :

- engendrent un espace de liberté en donnant naissance au jeu. Elles sont en cela l'invention d'une liberté *par* une légalité ;
- mais conjointement canalisent le jeu. Elles deviennent alors l'invention d'une liberté *dans* une légalité.

La figure 1 illustre cette dualité. L'auteur parle alors de *légaliberté*.

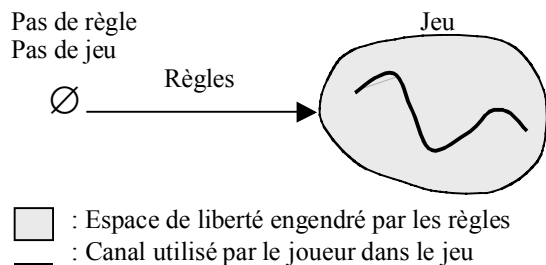


Figure 1: Illustration de la définition de Duflo [6]. "Le jeu est l'invention d'une liberté dans et par une légalité".

Adopter cette définition, c'est assimiler le jeu à son ensemble de règles.

Caractérisation

"Les hommes ne sont jamais plus ingénieux que dans l'invention des jeux" disait Leibniz. Aussi, la simple énumération des jeux se heurte-t-elle à la profusion du domaine ludique et à la richesse inépuisable de ce dernier. Diverses classifications des jeux ont été proposées, considérant des critères tels que : l'espace/temps, les règles (nombre de joueurs, localisation, âge, difficulté, etc.), les variables du jeu (la notion de situation comme aux Dames par exemple, les mouvements, etc.), les fonctions humaines sollicitées (exploration, illusion, etc.) ou l'indétermination des issues (jeux de hasard, d'adresse, etc.) [6]. Ces classifications intrinsèques du jeu ne répondant pas à notre problématique, nous nous orientons vers des caractérisations plus subjectives exprimant les jugements de valeurs des joueurs.

Nous retenons la caractérisation proposée par Béville [3]. Il définit un *bon jeu* comme étant un jeu à règles simples, claires et courtes ; ludique, re-jouable et polyvalent, la polyvalence s'exerçant dans la difficulté, l'âge, le nombre de joueurs, les supports et le temps (Figure 2). Pour satisfaire cette polyvalence, De Grandmont [4]

mentionne la possibilité pour les joueurs d'ajuster les règles. L'auteur parle alors respectivement de *modifications* et *transformations* pour dénoter des ajustements superficiels (par exemple, nombre de joueurs, accessoires, etc.) et profonds (par exemple, la structure du jeu, les objectifs, etc.).

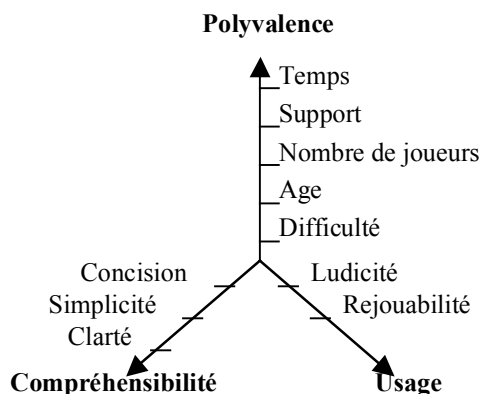


Figure 2: Critères faisant d'un jeu un bon jeu. Adapté de [3].

Si les joueurs de la Maison des Jeux confirment ces critères, ils insistent néanmoins, compte tenu de nos origines informatiques, sur la polyvalence dans les supports. Ils rappellent qu'un support tangible favorise, d'après leur expérience, le partage social. C'est l'une des orientations données à l'étude.

Orientations de l'étude

Notre objectif étant d'améliorer le jeu par le biais de l'informatique, il s'agit pour nous de mettre à profit la technologie pour encore mieux satisfaire les critères de Béville [3]. Au regard de la polyvalence des supports et de la prédilection des joueurs, dans les jeux sociaux, pour les supports tangibles, nous nous orientons vers la Réalité Mixte telle que définie par Milgram [13]. Il s'agit de mettre à profit la symbiose des mondes réel et virtuel initiée en Réalité Augmentée [19] pour optimiser les critères de Béville [3].

Plutôt que de travailler sur un jeu arbitrairement choisi, nous avons demandé aux joueurs de nous indiquer un *bon jeu*, le défi étant de l'améliorer par la technologie. Ils nous orientés vers *Rasende Roboter* que nous décrivons après une revue des Jeux et de la Réalité Mixte.

JEU ET REALITE MIXTE

Cette section adopte le point de vue du concepteur. Elle propose une classification et une modélisation des jeux. La modélisation identifie des entités clé qui servent de base à l'état de l'art.

Classification

Les jeux étant assimilés à leur ensemble de règles, nous adoptons un critère de classification centré règles : la si-

milarité des règles par niveau d'abstraction. Le niveau d'abstraction d'une règle exprime son degré d'indépendance vis-à-vis des dispositifs matériels et logiciels impliqués dans le jeu. Nous identifions trois niveaux d'abstraction clé (Figure 3) :

- les *jeux génériques* qui ne fixent, au plus, que des requis fonctionnels sur les jouets. Par exemple : un jeu de pilotage de véhicules n'exige du jouet qu'une capacité de mobilité ;
- les *jeux généraux* qui fixent, au moins, un requis non fonctionnel sur les jouets ou une quantité, mais aucune implémentation. Par exemple : un jeu de course de cinq chars ;
- les *jeux concrets* qui fixent, au moins, une implémentation et les règles qui lui sont liées. Par exemple : un jeu de course de cinq maquettes de chars.

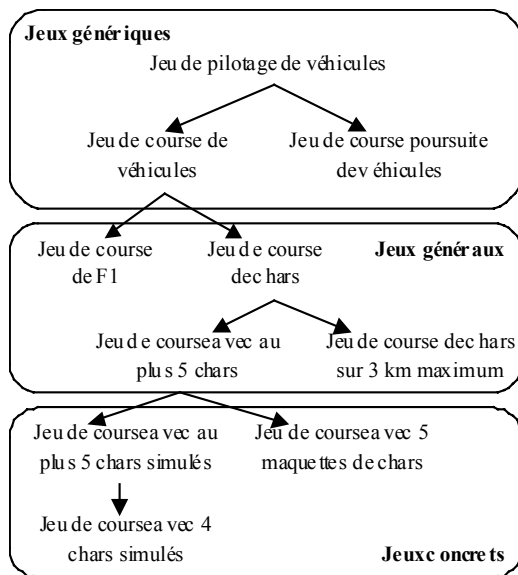


Figure 3: Identification de trois niveaux d'abstraction dans les jeux mixtes : les jeux génériques, généraux et concrets.

Selon cette classification, les jeux s'inscrivent au sein d'un graphe acyclique dirigé (DAG : Directed Acyclic Graph), complet par fermeture transitive. Les arcs expriment l'ajout ou l'affinage de règles pour les jeux génériques, de requis non fonctionnels ou de quantités pour les jeux généraux, d'implémentations pour les jeux concrets. En son sommet se trouve la *légaliberté* de Duflo [6] (Figure 4).

Cette classification à grosse granularité permet de raisonner sur les jeux. Elle en fournit une vue d'ensemble permettant de les situer les uns par rapport aux autres. Les applications sont doubles : d'une part, pour un jeu donné, rechercher ses ancêtres et le positionner par rapport à l'existant ; d'autre part, explorer de nouvelles branches.

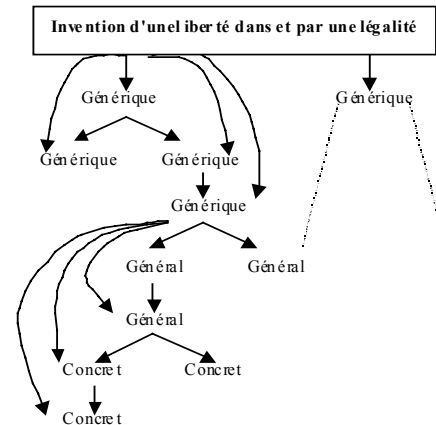


Figure 4: Organisation des jeux mixtes au sein d'un graphe acyclique dirigé, complet par fermeture transitive. Seul un sous-ensemble du graphe est ici représenté.

La modélisation que nous proposons dans la section suivante s'applique à tout niveau d'abstraction. Elle s'affine au fil du DAG jusqu'à atteindre les jeux concrets.

Modélisation

Un jeu se définissant par ses règles [6], modéliser un jeu, c'est modéliser les entités et relations qui interviennent dans ses règles. Nous identifions trois types d'entités, joueurs, jouets, équipements que nous définissons comme suit :

- *joueur* : tout être doué de libre arbitre, capable de comprendre les règles et qui accepte librement de s'y plier. L'être humain en est un exemple, l'ordinateur un contre-exemple ;
- *jouet* : toute entité non joueur qui apparaît dans les règles générales ou génériques dont est issu le jeu. C'est le cas des véhicules mais pas des manettes ;
- *équipement* : toute entité ni joueur, ni jouet, référencée dans les règles concrètes. Les manettes de jeu, télécommandes, souris et autres dispositifs d'interaction entrent dans cette catégorie. Les équipements sont propres aux règles concrètes.

Si traditionnellement les jouets et équipements sont des objets matériels ou imaginaires, l'informatique permet des implémentations d'un nouveau type. Ils sont désormais susceptibles d'évoluer conjointement dans trois espaces :

- *l'imaginaire* (ou spirituel) qui ne peut exister que dans et par l'esprit ;
- *le logiciel* (aussi dit virtuel ou numérique) qui ne peut exister que dans et par un système informatique ;
- *le matériel* (aussi dit réel, physique ou tangible) qui peut exister indépendamment de l'esprit et de l'informatique.

Notre étude des jeux mixtes étant placée sous l'angle de l'Interaction Homme-Machine, nous nous intéressons aux relations intra et inter entités (jouets / équipements). Nous identifions trois types de relations :

- les *contraintes* (Ct) : elles sont directement issues des règles. C'est le cas, par exemple, des pions contraints à évoluer selon des schémas prédéfinis sur un plateau ;
- les *action-réaction* (A/R) : elles expriment la réaction ponctuelle d'une entité suite à une action. C'est le cas, par exemple, d'un menu activé à la baguette ;
- les *couplages* (Cp) : ils correspondent à un asservissement durable entre entités. C'est le cas, par exemple, de la main du joueur et de la baguette associées pour l'activation d'un menu.

Chaque relation est assortie d'une force : faible (>) ou forte (>>).

La modélisation que nous proposons exprime les relations intra et inter entités dans l'espace de légaliberté. Elle est centrée utilisateur (le joueur) et spécifie, pour chaque entité, en plus de ces relations, les entrées et sorties vis à vis de l'utilisateur (Tableau 1). Les entrées se réfèrent aux dispositifs permettant l'activation de l'entité (par exemple, la main pour la baguette). Les sorties énumèrent les sens humains sollicités pour la perception de l'entité : la vue (V), le toucher (T), l'ouïe (S pour son), l'odorat (O) et le goût (G). La modélisation est illustrée, dans la section suivante, sur *Rasende Roboter*.

| Sortie | VT SOG ? | VT SOG ? | VT SOG ? |
|---------------|----------|----------|------------|
| Entité | Logiciel | Matériel | Imaginaire |
| Logiciel | | | |
| Matériel | | | |
| Imaginaire | | | |
| Entrée | Main ? | Main ? | Main ? |

Relations intra-entité

Tableau 1: Modélisation d'une entité.

Cette modélisation procure un outil d'aide à l'analyse des systèmes mixtes. Elle permet d'appréhender rapidement la composition d'une entité ainsi que ses relations internes et externes (nature et force). Elle rend bien compte de la possibilité d'une entité d'évoluer dans les trois espaces logiciel, matériel, imaginaire. Elle est applicable à tout niveau d'abstraction du DAG mais s'étoffe au fil de la concrétisation. Avant d'en proposer une illustration sur un cas d'étude, nous examinons, au préalable, sur la base de cette modélisation, l'état de l'art dans le domaine des jeux mixtes.

Etat de l'art

L'état de l'art du Jeu et de la Réalité Mixte montre que les efforts se sont aujourd'hui principalement concentrés sur

les aspects techniques. On relève notamment une forte innovation dans le domaine des jouets [8] [1] [5] [7] [12].

En matière de jeux, on constate que l'accent est souvent déporté vers les équipements [11] [20] [18] [16]. C'est une tendance fréquente des jeux mixtes à dominante virtuelle. PingPongPlus [10] échappe à la règle. C'est un jeu de réalité augmentée qui associe des événements au rebond de la balle de ping-pong : l'émission d'un son ainsi que l'affichage, sur la table, d'ondes virtuelles localisant l'impact de la balle sur la table. Ce jeu introduit comme équipements des capteurs sonores, un vidéo projecteur et des hauts parleurs. L'amélioration porte sur le retour d'information, désormais plus précis quant à la localisation de la balle.

Nous nous intéressons ici au jeu en tant qu'ensemble de règles. Nous étudions l'apport de la Réalité Mixte dans ce cadre. L'étude porte sur *Rasende Roboter*, le jeu préconisé à la Maison des Jeux.

CAS D'ETUDE : RASENDE ROBOTER

Rasende Roboter est un jeu allemand, confirmant la prédilection de ce pays pour les jeux sociaux. Il est ici décrit dans sa version d'origine puis sa version mixte.

Version d'origine

Le jeu est composé de :

- quatre plateaux bi-faces assemblables au moyen d'une plaque ;
- quatre robots (bleu, jaune, rouge et vert) ;
- quatre tuiles robots (une de chaque couleur) permettant de repérer la position des robots ;
- dix-sept jetons objectif ;
- un sablier.

La préparation du jeu consiste à :

- assembler quatre plateaux (96 combinaisons possibles) ;
- placer au hasard les robots sur le plateau, mais pas sur des cases objectif ;
- glisser sous les robots les tuiles correspondantes ;
- mélanger faces cachées les 17 objectifs.

Le but du jeu est d'accomplir le plus rapidement possible les différentes missions. Une mission commence par le tirage aléatoire d'un jeton objectif. Les joueurs repèrent sur le plateau la case dont le motif est exactement celui du jeton (forme et couleur). Il s'agit alors de calculer mentalement le plus court chemin permettant d'amener le robot de la couleur du jeton sur cette case objectif en respectant les règles de déplacement des robots. Le premier joueur qui pense avoir trouvé un chemin annonce son nombre de coups et bascule le sablier. Les autres

joueurs disposent alors d'une minute pour trouver un coup plus efficace. A expiration du temps, le joueur ayant annoncé en premier la plus petite valeur montre son chemin. En cas d'erreur, les robots sont reposés sur leurs tuiles et le joueur suivant ayant proposé la plus petite valeur montre son chemin. Le premier joueur qui atteint l'objectif dans le nombre de coups annoncé gagne le jeton. Si personne n'y parvient, le jeton est remis en jeu. La partie s'arrête à épuisement des jetons.

Les règles de déplacement des robots sont les suivantes (Figure 5) : un robot se déplace horizontalement ou verticalement jusqu'à heurter un obstacle. Les obstacles sont les murs, les bords du plateau, la plaque centrale ou les autres robots. Une fois arrêté, un robot peut à nouveau se déplacer dans toutes les directions possibles. Lorsqu'on déplace un robot, tous ceux déplacés avant lui ne peuvent plus l'être. Chaque déplacement de robot compte un coup.

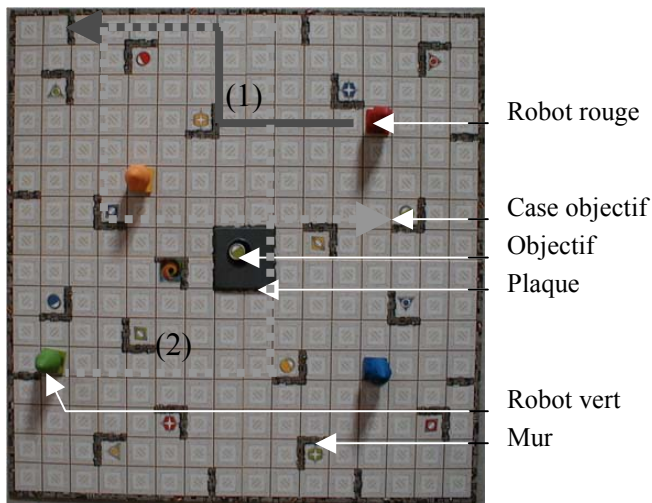


Figure 5: Illustration du jeu *Rasende Roboter*. La cible étant verte, c'est au robot vert de rallier la case objectif. Une possibilité peut-être de (1) bouger le robot rouge comme indiqué sur la figure puis (2) se servir de ce robot comme butée pour atteindre la case. C'est une solution en huit coups.

En pratique, les joueurs apprécient ce jeu pour :

- sa compréhension : des joueurs novices assimilent facilement les règles ;
- sa polyvalence dans la difficulté, l'âge, le nombre des joueurs et le temps. Une institutrice relate notamment l'usage de ce jeu en CE2. Elle ne fait alors jouer les élèves que sur un quart du plateau ;
- son caractère ludique et sa re-jouable. Les 96 combinaisons de plateaux favorisant ce dernier critère.

Aussi, cette version d'origine fait-elle de *Rasende Roboter* un bon jeu au regard de Béville [3].

Version mixte

Conformément à Béville [3], trois leviers sont envisageables pour améliorer le jeu : sa compréhension, sa polyvalence ainsi que son usage ludique et re-jouable.

- Pour sa compréhension, l'idée est de mettre à profit l'informatique pour rendre au moins observables, au mieux proactives, les règles du jeu. Il s'agit désormais de montrer au joueur l'impossibilité pour un robot de franchir un obstacle. On pourrait aussi envisager de mettre en évidence la case objectif ou encore offrir un didacticiel.
- Pour sa polyvalence, nous proposons d'agir sur les propriétés du plateau. Son nombre de cases, d'obstacles mais aussi la nature du sol sont désormais paramétrables. Ainsi, le plateau pourra-t-il contenir des cases d'eau que seul le robot bleu amphibie pourra franchir.
- Cette polyvalence augmente en conséquence le caractère re-jouable du jeu.

Ainsi, nous orientons-nous vers une version mixte numérisant le plateau et les jetons objectif mais conservant les robots réels pour une préservation partielle du support tangible. D'un point de vue technique, le dispositif est le suivant (Figure 6) :

- un vidéo projecteur projette sur une table le plateau logiciel. Les joueurs y déplacent les robots réels ;
- une caméra filme la scène et alimente des algorithmes de vision par ordinateur. Basés sur la couleur, ils localisent dans l'image les robots et permettent de maintenir, dans le système, leur position logicielle. L'usage des tuiles servant à mémoriser la position des robots en cas d'erreur devient donc caduque.

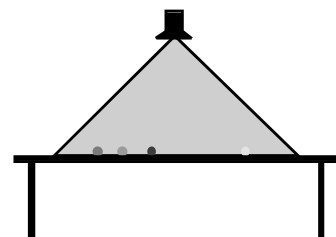


Figure 6: Dispositif de la version mixte.

D'un point de vue fonctionnel, les services apportés sont les suivants :

- tirage aléatoire du plateau ;
- tirage aléatoire des objectifs ;
- affichage temps-réel du parcours du robot manipulé par le joueur ;
- calcul et affichage de la meilleure solution.

Lorsqu'un joueur bouge un robot, le parcours du robot s'affiche sur le plateau dans la couleur du robot, rendant

ainsi observables les cases traversées (Figure 7). Mais si le joueur franchit un obstacle, alors le tracé numérique s'interrompt montrant au joueur l'interdiction de traverser une case illégitime.

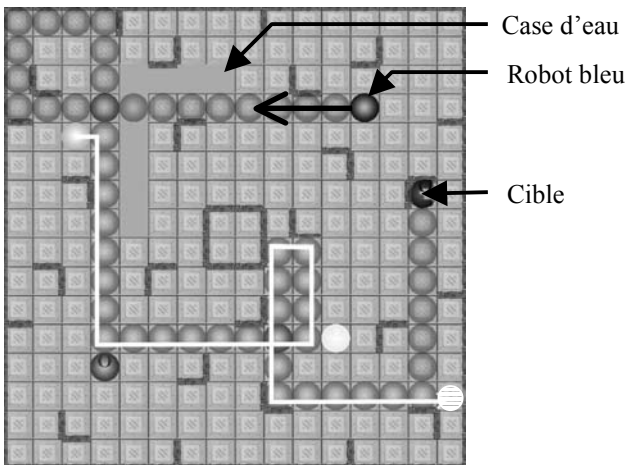


Figure 7: Affichage du parcours sur la version mixte. Solution en 17 coups dont 7 pour positionner le robot vert puis 10 le robot bleu. Le robot bleu exploite ici sa capacité amphibie.

Le calcul du meilleur coup (pour la figure 7, une solution équivalente représentée en Figure 8) permet au joueur d'évaluer ses performances. Cela rejoint la préoccupation des pédagogues.

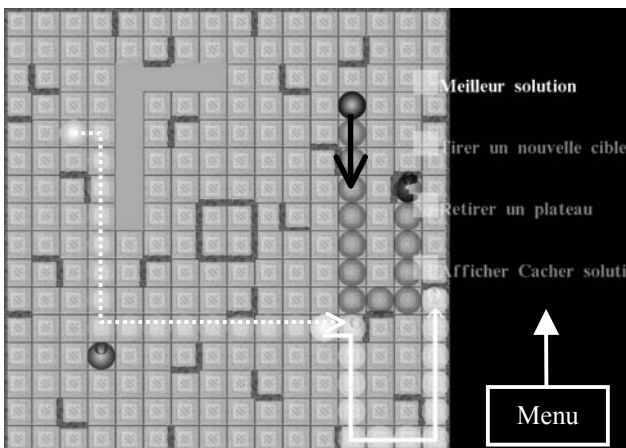


Figure 8: Affichage du meilleur coup via un menu. La situation est celle de la figure 7. Solution du système en 10 coups dont 4 pour le déplacement du robot jaune (trait fin) puis 3 pour le vert (trait pointillé) et 3 pour le bleu (flèche noire).

D'un point de vue de l'usage, ces services sont accessibles dans un menu. Ce menu est activé via une baguette de couleur magenta, se distinguant ainsi de la couleur des robots (version mixte basée vision). Nous en proposons une modélisation dans la section suivante.

Modélisation

Les entités manipulées dans le jeu sont :

- au titre des jouets, les robots (matériel et logiciel) et le plateau (logiciel) ;
- en tant qu'équipements, la baguette (matérielle et logicielle (sa manifestation logicielle est son pointage)), le menu (logiciel), le vidéo projecteur (matériel) et la caméra (matérielle).

En termes de relations intra-entités, on identifie un couplage entre les facettes matérielle et logicielle de la baguette et des robots. Pour ce qui est des relations inter-entités, on assiste à :

- un couplage entre la main du joueur et d'une part, la baguette, d'autre part, les robots ;
- une action-réaction entre la baguette et le menu pour l'activation de l'option choisie ;
- une action-réaction entre le menu et le plateau pour l'affichage de la meilleure solution ;
- une contrainte entre le plateau et les robots qui ne peuvent pas, par exemple, franchir les obstacles ;
- une action-réaction bidirectionnelle entre le plateau et les robots : d'une part, un obstacle stoppe l'avancée des robots logiciels ; d'autre part, le déplacement des robots s'affiche sur le plateau.

D'un point de vue de l'usage, ces relations inter-entités devraient être fortes pour que l'interaction soit fortement couplée [2]. La figure 9 présente cette modélisation. Elle met en évidence :

- une chaîne d'intermédiaires entre le joueur et le plateau (recours à la baguette et au menu). Ces intermédiaires sont sources potentielles d'erreur et de latence, inexistantes de ce point de vue dans la version d'origine ;
- la conservation d'une manipulation directe des robots ;
- un couplage matériel/logiciel perfectible au niveau des robots et de la baguette.

La modélisation étant susceptible de mettre en exergue des axes d'amélioration, il pourrait être intéressant, dans la notation, de distinguer les relations issues des règles concrètes : ce sont celles sur lesquelles le concepteur peut agir. Dans cette même lignée, il pourrait être intéressant d'appliquer la modélisation à différents niveaux d'abstraction du DAG : une telle approche permettrait de mesurer les conséquences des choix techniques sur l'interaction.

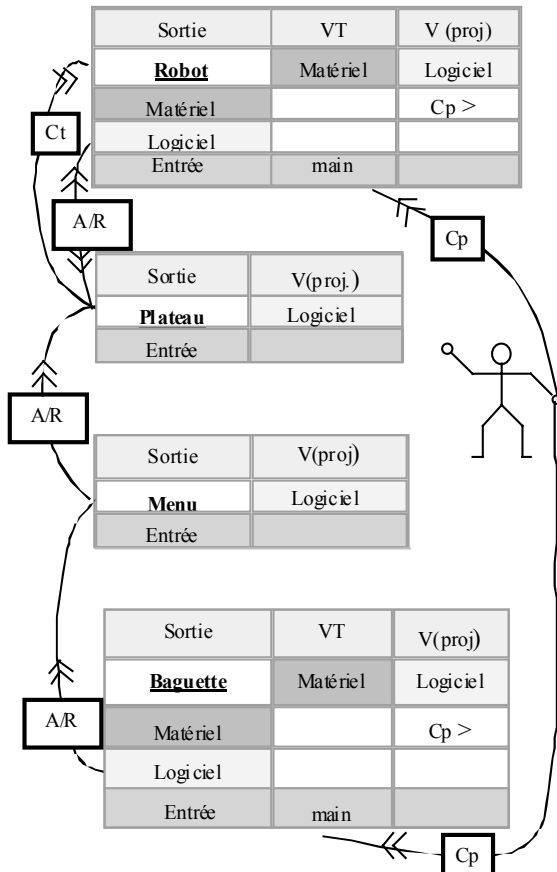


Figure 9: Modélisation de la version mixte du jeu Rasende Roboter. Les relations faibles y sont notées > ; les fortes >>. A/R pour Action/Réaction, Cp pour couplage et Ct pour contrainte.

La section suivante est consacrée à une évaluation de *Rasende Roboter* dans sa version mixte.

EVALUATION

Nous restituons les retours d'expérience puis procédons à une prise de recul quant à la méthode d'évaluation.

Retours d'expérience

L'évaluation expérimentale a été menée sur un panel de six étudiants, d'origines et de connaissances différentes. Certains connaissaient la version d'origine, d'autres pas. L'évaluation a consisté en un recueil des commentaires des joueurs. Dans l'ensemble, les remarques ont été positives. Les joueurs ont apprécié la Réalité Mixte pour :

- les services offerts, notamment le calcul du meilleur coup, l'affichage des parcours, le tirage des plateaux;
- la symbiose du réel et du virtuel, notamment la conservation des robots réels, l'abandon des tuiles dont la seule fonction était une extension de la mémoire à court terme, et enfin l'hétérogénéité des cases (terre / mer) ;
- la souplesse à l'usage, notamment la possibilité de jouer à la verticale en projetant le plateau sur un tableau et en aimantant les robots ;

- et enfin le plaisir ressenti à l'usage.

Les joueurs ont, en revanche, regretté les problèmes d'occlusion de la caméra. Ils tenaient en effet spontanément les robots par le haut. Cette contrainte n'a cependant pas été jugée excessive. En perspective, ils suggèrent d'ajouter le son, l'affichage du nombre de coups, l'affichage en mosaïque des trajets optimaux ainsi qu'une gestion multi-joueur des scores.

Au regard des critères de Béville [3], la Réalité Mixte augmente objectivement la polyvalence du jeu et, par voie de conséquence, son caractère re-jouable. D'un point de vue plus subjectif, elle semble favoriser le plaisir ressenti à l'usage. Ces tests méritent, bien entendu, d'être étendus à un panel plus large d'utilisateurs incluant notamment des joueurs de la Maison des Jeux. Ils nous permettent néanmoins, par l'expérience, une prise de recul quant à la méthode d'évaluation.

Prise de recul

D'un point de vue de l'Interaction Homme-Machine, la Réalité Mixte offre au joueur une aide à l'exécution et l'évaluation [14] : l'affichage des parcours en est un exemple. En revanche, il serait faux de dire que la Réalité Mixte augmente le jeu de capacités de calcul (meilleur coup, par exemple). En réalité, au vu de la classification des jeux, il ne s'agit plus du même jeu : il s'agit d'un jeu cousin dont les règles sont enrichies d'une gestion du meilleur coup. Cette notion de *jeu cousin* fait référence à l'organisation en DAG que nous avons proposée pour les jeux. Nous appelons *cousins* des jeux de pères différents mais possédant un ancêtre commun. Ici, les versions *Rasende Roboter* mixte et d'origine sont des jeux cousins d'ancêtre un *Rasende Roboter* générique de mêmes principes que la version classique mais sans a priori quand à l'implémentation (Figure 10).

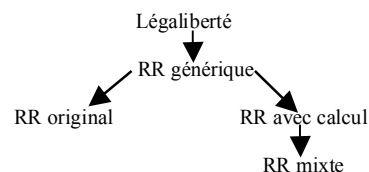


Figure 10: Les deux versions du jeu *Rasende Roboter* (RR) sont des jeux cousins d'ancêtre commun un RR générique.

C'est par rapport aux règles de l'ancêtre commun qu'il convient de comparer les implémentations (mixte et d'origine). Il s'agit alors de mesurer les éventuelles *transformations* du jeu. Le terme *transformation* est ici celui des pédagogues [4] mentionné dans la partie "caractérisation" du jeu. Il fait référence aux modifications profondes apportées au jeu. Il s'agit de regarder si la technologie a permis de convertir le jeu en un jeu cousin aux règles plus polyvalentes, ludiques, etc. On évalue ici l'implémentation au regard des critères de Béville [3].

A la lumière de cette expérience, nous convergions vers une méthode d'évaluation basée sur le DAG. Comparer deux jeux, c'est comparer ces jeux à règles égales, c'est-à-dire, en pratique, au regard des règles de leur plus proche ancêtre commun. La comparaison est double :

- dans un premier temps, il s'agit de comparer objectivement les fonctionnalités des jeux règles à règles. Si l'un des jeux offre au moins les fonctionnalités de l'autre pour une règle donnée, on parlera d'*augmentation*, si par contre il n'en offre qu'un sous-ensemble on parlera de *diminution*. On pourra, en complément, considérer les critères objectifs de Béville [3] tels que la polyvalence ou la rejouabilité ;
- dans un deuxième temps, on s'attachera à une évaluation plus subjective relatant, par exemple, l'appréciation des joueurs quant aux éventuelles augmentations et diminutions apportées. D'autres critères pourront être considérés tels que l'utilisabilité des équipements respectifs, la convivialité du jeu, son caractère ludique, son esthétique, etc.

CONCLUSION ET PERSPECTIVES

En conclusion, rappelons que cette expérience menée sur le terrain nous a permis de mieux cerner le jeu et son appréhension technologique. Nous en avons proposé une classification, modélisation ainsi qu'une méthode d'évaluation. Nous travaillons maintenant à l'élaboration de critères et heuristiques. En perspective, nous poursuivons ces travaux selon deux axes : d'une part, le couplage de PDA pour une assistance personnelle aux joueurs ; d'autre part, l'étude des jeux à Interaction Fortement Couplée. Le jeu de palet retient notre attention.

REMERCIEMENTS

Nous remercions les joueurs de la Maison des Jeux à Grenoble pour l'accueil qui nous a été réservé. Nous remercions aussi François Bérard pour son aide en vision par ordinateur et Frédéric Favier pour l'évaluation du jeu.

BIBLIOGRAPHIE

1. Aibo. [Http://www.aibo.com](http://www.aibo.com).
2. Bérard, F. *Vision par Ordinateur pour l'Interaction Homme-Machine Fortement Couplée*. Thèse de Doctorat Informatique, Université Joseph Fourier, Grenoble I, Novembre 1999, 200 pages.
3. Béville, G. *Jeux de formation*. Les éditions d'organisation, 1986, 175 pages.
4. De Grandmont, N. *Pédagogie du jeu*. Les Éditions Logiques - Collection Théories et pratiques de l'enseignement, 1995.

5. Druin, A. et al. *Designing PETS: A Personal Electronic Teller of Stories*. In Procs of CHI'99, ACM Press, pp 327-329, May 1999.
6. Duflo, C. *Jouer et philosophe*. Pratiques théoriques, Presses Universitaires de France, 1997, 254 pages.
7. Frei, P., Su, V., Mikhak, B., and Ishii, H. *Curlybot: Designing a New Class of Computational Toys*. In Procs of CHI'00, (The Hague, The Netherlands, April 1-6, 2000, ACM Press, pp.129-136.
8. Furby. [Http://www.furby.com](http://www.furby.com).
9. Huizinga, J. *Homo Ludens. Essai sur la fonction sociale du jeu*. Haarlem, 1938.
10. Ishii, H., Wisneski, C., Orbanes, J., Chun, B., and Paradiso, J. *PingPongPlus: Design of an Athletic-Tangible Interface for Computer-Supported Cooperative Play*. In Procs of CHI'99, Pittsburgh, Pennsylvania USA, May 1999, ACM Press, pp. 394-401.
11. Johnson, M.P. *Sympathetic Interfaces: Using a Plush Toy to Direct Synthetic Characters*. In Procs of CHI'99, ACM Press, May 1999.
12. Kitamura, Y. *Real-time 3D Interaction with ActiveCube*, In Extended Abstracts of CHI'2001, Seattle, USA, ACM Press, 2001, p 355-356.
13. Milgram, P., Kishino, F. *A Taxonomy of Mixed Reality Visual Displays*. In IEICE Transactions on Information Systems, E77-D(12), 1994, p.1321-1329.
14. Norman, D. "*User centered design*", 1986.
15. Pasquier, N. *Joueur pour Réussir*, Editions Nathan, 1993, 95 pages.
16. Piekarski, W., Thomas, B. *ARQuake: The Outdoor Augmented Reality Gaming System*. Communications of the ACM, Vol. 45, N°1, Jan. 2002, pp 36-38.
17. Rabecq-Maillard, M. *Histoire des jeux éducatifs*. Editions Nathan, 1969.
18. Toshikazu, O. *RV-Border Guards: A Multi-player Entertainment in Mixed Reality Space*. Poster at *IWAR'99*, San Francisco, October 20-21, 1999.
19. Wellner, P., *Interacting with paper on DigitalDesk*, CACM, (36), 7, 1993.
20. Zsolt, Mah-Jongg, Collaborative Gaming in Augmented Reality, In Proceedings of VRST'98, Taipei, November 1998, pp 195-204.