

Mesurer les qualités d'un jeu vidéo : méthodes de qualcul en logique floue

Dominique Boullier, Audrey Lohard

▶ **To cite this version:**

Dominique Boullier, Audrey Lohard. Mesurer les qualités d'un jeu vidéo : méthodes de qualcul en logique floue. Questions de communication. Série actes, 2010, 17, pp.87-108. hal-00972755

HAL Id: hal-00972755

https://sciencespo.hal.science/hal-00972755

Submitted on 22 May 2014

HAL is a multi-disciplinary open access archive for the deposit and dissemination of scientific research documents, whether they are published or not. The documents may come from teaching and research institutions in France or abroad, or from public or private research centers.

L'archive ouverte pluridisciplinaire **HAL**, est destinée au dépôt et à la diffusion de documents scientifiques de niveau recherche, publiés ou non, émanant des établissements d'enseignement et de recherche français ou étrangers, des laboratoires publics ou privés.

Les jeux vidéo, au croisement du social, de l'art et de la culture, 87-108

> DESIGN ET CONCEPTION

DOMINIQUE BOULLIER
Médialab Sciences Po

AUDREY LOHARD
LAS Université Rennes 2/Lutin
Cité des Sciences, Paris

MESURER LES QUALITÉS D'UN JEU VIDÉO : MÉTHODES DE QUALCUL EN LOGIQUE FLOUE

Résumé. — Les jeux vidéo sont des biens d'expérience dont les utilités (et les qualités) ne se révèlent que dans l'exercice même du jeu et que les joueurs peuvent verbaliser mais de façon floue. Les experts que sont les *game designers* possèdent, eux, une capacité à décrire précisément les propriétés des jeux mais ne peuvent pour autant anticiper sur les goûts des joueurs car les variables à prendre en compte sont trop nombreuses à combiner. L'expert artificiel ici présenté a été construit à base de règles floues qui permettent de mettre en relation ces deux types de données (subjectives et subjectives objectivées) et de rentrer dans le détail des critères de succès d'un jeu vidéo, genre par genre. Nous construisons ainsi un centre de qualcul, formalisant le savoir des *game designers* et les goûts des joueurs en s'appuyant sur leurs expressions naturelles et permettant aux sciences humaines de détailler les ressorts de l'extraordinaire captation d'attention dont sont capables les jeux vidéo.

Mots clés. — Qualités, logique floue, genre, mesures, bien d'expérience, évaluation subjective, expert, FPS.

Les jeux vidéo exercent une influence grandissante dans les industries culturelles et bien plus que leurs seules cibles et publics habituels, ils finissent par toucher tous les autres secteurs des contenus (Alvisi, 2006 ; Rueff, 2008). Nous avons présenté ailleurs (Boullier, 2009) l'hypothèse selon laquelle la capacité des jeux vidéo à capter l'attention des joueurs pendant des durées inédites pour aucun autre support médiatique à ce jour (plus de 6 heures en moyenne), tout en maintenant un haut niveau d'engagement dans les situations, constituait la principale raison de leur statut (émergent) de modèles pour tous les autres contenus. En effet, l'abondance de l'information n'a fait qu'accroitre l'évidence du constat de la rareté de l'attention, déjà mis en évidence par Herbert Simon et théorisé depuis par Nat Goldhaber (1997) ou Thomas Davenport et John Beck (2001). Or, le jeu vidéo permet d'optimiser les deux dimensions de l'attention, la durée et l'intensité, comme le mettait en évidence dès 1889 Théodule Ribot, ce qui permet de produire à la fois la fidélité sur la longue durée, toujours recherchée par tous les offreurs de contenus et par les marques, mais aussi l'alerte permanente, ce *priming* qui garde en éveil et qui engage profondément dans l'événement (Norman, Shallice, 1984 ; Schneider, Schiffrin, 1977). Ce cas nous parait unique dans l'industrie des biens culturels mais ne suffit pas pour autant à assurer leur succès durable, voire même pourrait faire fuir le public éventuel, rendu inquiet par cette capacité de captation que l'on traduit très souvent, dans les visions critiques courantes, en risque d'addiction. L'évolution vers les *casual games*[1] montre pourtant qu'il est possible de gagner de nouveaux publics à ce modèle culturel que constitue le jeu vidéo à condition de modifier les propriétés de l'expérience offerte à ces joueurs novices voire même réticents. Mais précisément, comme pour tous les biens immatériels, ces biens sont des « biens d'expérience » (Akerloff, 1970 ; Gensollen, 2006) et à ce titre producteurs d'asymétries d'information et d'incertitude pour l'éventuel client puisqu'il devra faire l'expérience, c'est-à-dire consommer du temps pour jouer, pour se faire un jugement et finalement justifier son choix d'acquisition, toujours dans l'après coup. Cela est renforcé par le fait que le jeu vidéo fait partie de ces « objets temporels » (Husserl, 1991 ; Stiegler, 2001) qui ne peuvent être interprétés et reçus que dans la durée même qui les constitue (pas de raccourci ni de lecture *scanning* possible pour un jeu vidéo, ni de saut de niveaux).

L'incertitude sur les qualités des jeux vidéo

Toutes les industries culturelles doivent générer dès lors leurs dispositifs d'orientation des préférences des acheteurs potentiels (Chantepie, Le Diberder, 2005), ce qui se traduit par des critiques, des revues, des labels, des marques elles-mêmes, des réputations diverses, des scores (de ventes, d'entrées) et, plus récemment, les recommandations des internautes eux-mêmes, rendant ainsi

[1] Jeux occasionnels, qui se veulent accessibles au plus grand nombre.

visible et opérationnel le fameux bouche à oreille qui restait l'un des guides les plus pertinents pour faire ses choix dans cette offre foisonnante. Dans le cas des jeux vidéo, certes, les critiques existent bien, de même les marques ont fini par s'imposer avec quelques grands studios et quelques grands constructeurs et des réputations se forment rapidement dès qu'un jeu est sorti. Cependant, aucun label ne vient certifier une quelconque forme de qualité et ce concept pourrait même scandaliser ceux qui veulent garder le jeu vidéo dans le monde de la création. Pourtant, les investissements sont tels dans ce type d'industrie, plus proche du cinéma que de la musique enregistrée, qu'il est nécessaire de les garantir et de rendre le succès prédictible. Il peut devenir tentant de privilégier la sécurité en exploitant des licences connues, en fidélisant les habitués et en faisant ainsi disparaitre la créativité pour des raisons de réduction de l'incertitude. L'industrialisation fortement marquée dans ce secteur (encore plus nettement que dans le cinéma) se marque d'ailleurs par la disparition des auteurs au profit des studios comme collectifs. Et pourtant les risques et l'incertitude sur l'accueil du public restent les mêmes que dans toutes les industries de contenus.

L'argument souvent employé pour justifier cette acceptation de l'incertitude consiste à rappeler le caractère non explicitable des qualités qui constituent ces biens d'expérience, en raison de la complexité de l'expérience offerte au spectateur (Bogost, 2007), en raison aussi de la combinaison d'enjeux perceptifs, émotionnels, esthétiques, narratifs, ergonomiques impossibles à démêler dans le succès éventuel d'un jeu vidéo. Pourtant, la plupart des studios admettent désormais qu'ils réalisent des tests, à divers moments du développement, mais sur un mode fort discret, comme cela se fait pour les *previews*[2] qui se déroulent à Los Angeles par exemple pour les films ou pour les séries télé, que l'on préfère refuser ou dénier en France (Boullier, Legrand, 2005). Cela indique bien que l'économie des qualités dans laquelle nous sommes (Eymard-Duvernay *et al.*, 2004) a fini par constituer des dispositifs de mesure de ces qualités pour tout type de produit, y compris les plus soumis à un principe de jugement relevant de l'inspiration (Boltanski, Thévenot, 1991), de façon à expliciter les utilités avant même leur mise sur le marché et à valider les choix de conception en faisant appel à des représentants, des porte-parole (Akrich, Callon, Latour, 2006), des téléspectateurs par exemple. Ce compromis entre impératifs industriel-marchand et impératif de l'inspiration propre aux créateurs, conduit à décomposer les réactions du public, à les calculer, à les comparer et finalement à décomposer les qualités mêmes du produit (le jeu vidéo) qui permettrait d'expliquer ces comportements. Ces centres de « qualcul »[3] (Callon, 1998 ; Cochoy, 2002) se sont multipliés et constituent aussi une voie stimulante pour les studios de jeux vidéo qui peuvent ainsi formaliser leur expertise mais aussi pour les Sciences

[2] Une *preview* est la projection d'un film ou d'une série télé en cours de réalisation ayant pour but de recueillir les avis d'un public test.

[3] Le « qualcul » mesure des qualités ; il est l' « appréciation qualitative rationnelle des alternatives » (Cochoy, 2002).

Humaines et Sociales qui peuvent contribuer à décrire et à comprendre des phénomènes cognitifs puissants et intégrés, qui requièrent des outils analytiques quantitatifs sophistiqués. C'est ce que nous avons réalisé en créant Lutin Game Lab, dans le cadre du « Laboratoire des Usages en Technologies d'Information Numériques »[4]. Notre objectif est bien de constituer ainsi l'un de ces centres de qualcul et, pour cela, d'utiliser des méthodes qui permettent de calculer la qualité, méthodes utilisées dans l'industrie et adaptables à d'autres environnements et notamment aux jeux vidéo.

Les ressources de la logique floue[5] pour l'évaluation subjective

Le calcul des qualités ne concerne pas seulement la sociologie économique mais aussi les sciences cognitives, d'autant plus lorsqu'elles s'équipent des méthodes mathématiques qui ont permis de traiter les questions de l'évaluation subjective (mais aussi la décision) à partir des propriétés du langage naturel. Plutôt que de faire entrer la description des qualités dans des critères définis *a priori* parce que calculables par des algorithmes traditionnels, la logique floue permet en effet de construire ses modèles à partir des expressions langagières courantes, qui comportent toujours des frontières non nettes. Ce flou des expressions constitue précisément la richesse de l'évaluation subjective et si ce flou est réduit trop brutalement, les systèmes d'évaluation risquent de n'enregistrer que l'écho de leurs propres constructions. Les experts des jeux vidéo partagent petit à petit une culture de ce qui constitue un jeu vidéo. Ils sont capables de décrire certaines de ses composantes, de saisir intuitivement des combinaisons de qualités qui peuvent fonctionner et d'autres non. Mais, comme la plupart des experts, leurs connaissances sont tacites, incorporées, globales, à frontières non nettes et impossibles à valider systématiquement. Notre recherche, réalisée dans le cadre d'un projet ANR[6], a consisté à formaliser cette connaissance des experts concepteurs de jeux vidéo pour la rendre calculable mais à le faire avec eux, et c'est le point important, car c'est ce qui a permis de réviser cette connaissance commune après plusieurs itérations. Nous avons constitué ainsi un dispositif d'objectivation que nous allons décrire en détail, qui se traduit par une grille d'analyse des propriétés de tout jeu vidéo, allant jusqu'à 58 items que l'on dit « subjectifs objectivés » (SO). Nous les distinguons des données objectives (O) qui portent sur des descriptions, aisément numérisables parce que nettes, de certaines propriétés des jeux vidéo, ainsi que des données subjectives (S)

[4] Lutin est une unité mixte de service (UMS) CNRS située à la Cité des Sciences et de l'Industrie de Paris

[5] La logique floue est une méthode en intelligence artificielle qui permet de prendre en compte des données imprécises.

[6] Le rapport final complet de Lutin Game Lab est consultable sur les archives ouvertes HAL-SHS.

proprement dites qui sont constituées par les jugements d'un large échantillon de joueurs. Les expressions d'évaluation de ces joueurs sont en fait le point de départ de tout le raisonnement puisqu'il s'agira d'expliquer les jugements (S) portés par les joueurs grâce à des combinaisons de variables objectives (O) et subjectives objectivées (SO). Leurs expressions restent le plus près possible de la langue ordinaire et limitées à quelques items. C'est là une des particularités de la méthode qui s'oppose à toutes les autres tentatives de formalisation des jugements de goûts. Il ne s'agit surtout pas de faire des joueurs des experts ou des collaborateurs sociologues qui se verraient obligés de répondre à des questions de plus en plus fines et complexes pendant de longues minutes, sans parfois comprendre les termes des questions, en perdant toute attention à la question malgré leur bonne volonté. Alors que l'on fait souvent peser sur l'enquêté la charge de l'expression complexe de ses jugements et de leurs causes, les méthodes en logique floue mobilisées dans ce projet, avec le concours de la société Intellitech, reposent au contraire sur l'exploitation des expressions ordinaires (« j'ai envie de rejouer à ce jeu », « j'ai trouvé ce jeu ennuyeux ») avec une seule contrainte, celle d'un positionnement scalaire sous la forme d'échelles de Lickert[7]. Après une expérience d'une heure de jeu (pour des raisons de faisabilité du test sur un échantillon aussi vaste), le joueur répond en moins de 5 minutes en restant le plus proche possible de son expression naturelle. C'est par le calcul, via les descriptions réalisées par les experts, que l'on peut reconstituer et démontrer statistiquement les liens entre ces jugements et des variables propres à chaque type de jeu. Nous allons décrire plus en détail la procédure utilisée, car elle est importante pour donner les limites de validité des résultats et pour comprendre comment une approche en logique floue est la meilleure alliée des SHS parce qu'elle admet comme principe de départ le caractère imprécis, ambigu, non net des expressions de jugement dans la langue ordinaire. Pour les concepteurs de jeux vidéo (Genvo, 2005), leur propre expertise se trouve formalisée dans les termes qui leur sont familiers, sans l'aspect normatif que l'on peut connaitre dans des approches en qualité ou en *Knowledge Management*, qui reposent finalement sur des ontologies très disciplinaires dans leur procédure.

Le protocole de construction de l'expert artificiel

Les qualités d'un jeu vidéo ne peuvent être décrites en général, tant la diversité des jeux est grande. Cependant, elles peuvent être traitées dans le cadre de convention de « genres » (Genette, 1972) que les joueurs et les développeurs reconnaissent et partagent (même si nous assistons plus fréquemment désormais à des hybridations). Cela nous a contraints à développer des modèles de la

[7] Une échelle de Lickert est une échelle de jugement qui permet à l'enquêté d'exprimer son degré d'accord ou de désaccord avec une affirmation. Dans cette étude, les échelles comportent 7 niveaux.

qualité séparés pour les genres FPS[8], RTS[9], Casual et Action Aventure. Le corpus a été constitué de jeux déjà sortis sur le marché, plutôt récents et de qualité délibérément très variable, selon les notes recueillies par les critiques. Notre approche est fondée sur des méthodes d'évaluation subjective en logique floue, qui conduit en résumé :

– à faire produire des évaluations subjectives de jeux existants par des joueurs (240 joueurs/ 24 jeux de 4 genres différents, jeux bons et mauvais selon les critiques/11 questions), avec des échelles de jugement en 7 niveaux, conservant les expressions floues (ex : rejouera certainement/ sans doute pas/ sans doute/ sûrement)[10],
– à faire construire des grilles d'évaluation « subjectives objectivées » (SO) par des experts, développeurs des entreprises de Capital Games, partenaires du projet, et étudiants avancés de l'École nationale du Jeu et des Médias Interactifs Numériques (ENJMIN),
– à faire remplir ces grilles sur le corpus de jeux existants par ces mêmes experts, qui attribuent des notes de 1 à 7 selon chaque variable, après avoir testé le jeu dans sa durée complète (7 experts/ 6 jeux par genre de jeux/ grille de 25 à 58 items),
– à produire des grilles de descriptions objectives (O) des 24 jeux du corpus (106 items par jeu, par exemple : âge minimum autorisé pour jouer, 2D/3D, etc.)

L'expert artificiel que nous avons ainsi construit à l'aide de ces bases de données, exploitées par des algorithmes de logique floue spécialisés dans l'évaluation subjective (Zalila, 2003a ; 2003b), propose ses modèles en croisant ces données de référence. Chacun des modèles ainsi obtenus est testé sur sa robustesse, par validation croisée des méthodes Monte-Carlo[11] et *Leave One Out* (LOO)[12]. Cette opération est répétée jusqu'à 200 fois. On obtient donc en fin de traitement des milliers de modèles qui peuvent s'appuyer sur une ou plusieurs variables, et dont les relations sont expliquées par au moins deux règles. Les modèles sont ensuite triés en fonction de leur précision et de leur robustesse. Il va de soi que des bases plus riches en données (plus de joueurs plus variés, plus de jeux plus variés, et plus d'experts) fourniraient une fiabilité encore plus grande, que l'on peut évaluer d'ailleurs avec l'expert artificiel lui-même, mais les données recueillies sont considérées comme suffisantes pour valider l'approche grâce à ces tests de robustesse.

[8] FPS : First Person Shooter – Jeu de tir à la première personne.

[9] RTS : Real Time Strategy – Jeu de stratégie en temps réel.

[10] À la différence des autres bases de données qui constituent l'expert artificiel, ces données subjectives sont les plus sujettes à variation dans le temps, en fonction des changements de goûts, des modes, etc. Il est donc nécessaire de reconstruire cette base tous les trois ans selon une estimation sommaire du cycle du goût en matière de jeu vidéo.

[11] La méthode Monte Carlo utilise des algorithmes qui calculent un résultat en se fondant sur des processus aléatoires.

[12] La méthode *Leave One Out* prend en compte des ensembles de validation auxquels on retire de manière aléatoire des points d'apprentissage.

L'expert artificiel permet d'obtenir trois sortes de savoirs sur les jeux vidéo :

– Il permet d'abord de comprendre pourquoi les joueurs apprécient telle ou telle dimension d'un jeu (ex : « Très difficile <=> Très facile ? »). L'expert artificiel est constitué par la mise en relation des bases de données des évaluations obtenues auprès des joueurs et de la description fine de ces mêmes jeux recueillie auprès des experts de ces jeux. Il est capable d'identifier parmi les variables évaluées par les experts, celles qui manifestent une relation statistiquement significative avec l'appréciation finale du joueur sur l'une ou l'autre dimension du jeu. Par exemple, l'expert artificiel pourrait nous dire que les joueurs ont aimé l'ambiance d'un jeu en fonction de la musique, de la licence et de la personnalité de l'avatar. Cependant, il ne s'agit pas ici de lister seulement ces variables mais de les quantifier avec précision car certaines variables « dosées » ou combinées différemment donnent des résultats opposés. Il est donc capital de connaître et d'analyser les valeurs des variables impliquées pour comprendre de manière fine comment se sont opérés les jugements.
– L'expert artificiel peut également fonctionner comme un outil d'aide à la décision dans le cadre d'un jeu en cours de développement. Il est en effet capable de prédire ce que seront les appréciations des joueurs en fonction du profil d'un jeu en développement décrit par ses concepteurs, avec la même grille utilisée pour constituer la base de ce genre de jeu, à partir des jeux existants. À partir de la description fine d'un jeu, quelle que soit la phase de développement dans laquelle il se trouve, l'expert artificiel pourra prédire comment le jeu sera reçu par les joueurs.
– L'utilisation de l'expert artificiel permet enfin d'explorer le « dosage » optimal des variables présentes (ou à ajouter/modifier) dans un jeu en développement pour obtenir un maximum de préférence de la part des joueurs – a contrario, il permet de voir ce qu'il ne faut pas faire. Il est même possible de demander à l'expert artificiel de définir les valeurs des variables les plus décisives pour atteindre un objectif précis, mais en tenant compte de contraintes que les concepteurs pourraient rencontrer (*features*[13] déjà présentes dans le jeu, contraintes venant du *publisher*[14], etc.)

Mesurer les qualités d'un FPS

Il est impossible de rendre compte ici de l'ensemble des résultats obtenus dans chacun des genres. Nous avons choisi ici de nous focaliser sur les FPS pour montrer les divers types de résultats et l'utilisation des données recueillies, et sur certaines expressions subjectives des joueurs comme entrées de départ.

[13] Les *features* sont des éléments caractéristiques d'un jeu vidéo.
[14] Éditeur.

Pourquoi les joueurs évaluent-ils un FPS comme ennuyeux ou au contraire captivant ?

En premier lieu, la robustesse de tous les modèles générés automatiquement est testée avec les méthodes LOO (*Leave One Out*) et Monte Carlo. Le modèle que nous allons étudier pour la démonstration et qui permet de rendre compte des réponses (S) des joueurs à la question 3 (plutôt ennuyeux/ très captivant) a été évalué comme robuste. Il utilise 5 variables et fonctionne selon 4 règles. Ci-dessous la règle 1 et la règle 4 :

Tableaux 1 et 2. Jeu ennuyeux / captivant. Règles 1 et 4.
Projet FPS OSO-S : 03_C1_5v_4r

Model rule list (4 rules)

Rule 1 (all input variables used) :

if	O_Q6 pour accomplir certains objectifs	**is**	*about 1.01 il y a un temps limite*
and	O_Q64 le profil de l'avatar	**is**	*about 1.01 est accessible*
and	Q2 la cohérence de son arme	**is**	*about 3.29 comporte un faible nombre d'incohérences*
and	Q3 le gameplay des armes	**is**	*about 1.46 est très cohérent*
and	Q33 les véhicules	**is**	*about 0.83 sont inexistants dans le jeu*
then	Q3	**is**	*3.86 jouer à ce jeu est plutôt ennuyeux*

Rule 4 (all input variables used) :

if	O_Q6 pour accomplir certains objectifs	**is**	*about 0.01 il n'y a pas de temps limite*
and	O_Q64 le profil de l'avatar	**is**	*about - 0.01 est inaccessible*
and	Q2 la cohérence de son arme	**is**	*about 1.80 est forte*
and	Q3 le gameplay des armes	**is**	*about 2.80 comporte un très faible nombre d'incohérences*
and	Q33 les véhicules	**is**	*about 5.21 apparaissent en fonction des séquences*
then	Q3	**is**	*7.00 jouer à ce jeu est très captivant*

Selon ce modèle, les 5 variables les plus influentes pour comprendre pourquoi les joueurs estiment qu'un FPS est ennuyeux ou captivant sont :

– 2 variables objectives : le temps limité pour accomplir certains objectifs (O_Q6) et l'accès au profil de l'avatar (O_Q64)
– 3 variables subjectives-objectivées : la cohérence son/arme (Q2), le *gameplay*[15] des armes (Q3) et les véhicules (Q33).

[15] Souvent traduit par « jouabilité » en français, le terme recouvre, en anglais, à la fois les notions de jeu et de posture ludique.

Mais avoir identifié ces variables n'est pas suffisant. Si l'on observe les règles explicatives du modèle, on s'aperçoit que dans un cas, une règle aboutit à un jugement selon lequel les joueurs estiment que le FPS est « plutôt ennuyeux » (règle 1), alors que dans l'autre cas, les joueurs estiment que le FPS est « très captivant » (règle 4). Pourtant, ce sont bien les mêmes variables qui sont prises en compte dans les deux règles. En revanche, ce sont les valeurs que prennent les variables qui sont déterminantes (lisibles sous l'expression « about 1.80 » par exemple ou « about 3.29 » pour la même variable de cohérence son/arme). Cela signifie que même si deux jeux présentent les mêmes *features*, la manière dont ces dernières sont dosées influe considérablement sur le résultat final qui sera proposé aux joueurs. Pour un modèle donné, les mêmes variables peuvent prendre des valeurs différentes et expliquer des jugements opposés sur une même dimension du jeu.

On pourrait faire l'hypothèse qu'en inversant le dosage d'une variable qui donne un résultat négatif, on obtiendrait un jugement positif. Or, c'est faux. Parfois, c'est un dosage intermédiaire qui serait relié au jugement le plus favorable. Ainsi, selon notre exemple, « les véhicules sont inexistants » dans le jeu influe sur le fait que les joueurs trouvent le FPS « plutôt ennuyeux ». Mais la règle 4 de notre modèle montre bien que c'est le fait que les véhicules apparaissent *en fonction des séquences* qui contribue au jugement « très captivant ». Il ne suffirait donc pas de maximiser la variable Q33 pour obtenir le meilleur jugement.

Pourquoi les joueurs répondent-ils qu'ils ont envie de rejouer à tel FPS (ou non) ?

Lorsque l'on prend en compte, selon leur robustesse, les meilleurs modèles pour rendre compte des réponses à cette question, nous en trouvons 5 dont :

– 1 à 3 règles et 6 variables,
– 1 à 2 règles et 4 variables,
– 1 à 3 règles et 3 variables,
– 2 à 2 règles et 3 variables.

Les groupes de règles ci-dessous correspondent donc à autant de modèles considérés comme précis et robustes et sont autant de manières de comprendre l'envie ou non de rejouer des joueurs.

Tableau 3 à 15. Les 5 modèles pour « jouera/ ne rejouera pas ».

Model rule list (2 rules) :

Rule 1 (all input variables used) :

if	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 4.71 est telle qu'il faut faire attention aux armes utilisées selon certains types d'ennemis*
and	Q40 l'ambiance, le niveau d'angoisse	is	*about 4.76 est peu angoissante*
and	Q45 musique	is	*about 3.50 est présentée, appuie les actions importantes*
then	Q9	is	*3.09 le joueur ne rejouera sans doute pas*

Rule 2 (all input variables used) :

if	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 6.74 est inexistante*
and	Q40 l'ambiance, le niveau d'angoisse	is	*about 6.28 est très peu angoissante*
and	Q45 musique	is	*about 1.64 est presque omniprésente*
then	Q9	is	*7.00 le joueur rejouera sûrement*

Model rule list (2 rules) :

Rule 1 (all input variables used) :

if	Q2 cohérence son arme	is	*about 2.85 présente quelques incohérences*
and	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 4.70 est telle qu'il faut faire attention aux armes utilisées selon certains types d'ennemis*
and	Q22 les IA	is	*about 3.59 sont entre plutôt basiques et plutôt rusées*
then	Q9	is	*3.58 le joueur ne sait pas s'il rejouera ou pas*

Rule 2 (all input variables used) :

if	Q2 cohérence son arme	is	*about 1.39 est très cohérente*
and	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 6.72 est inexistante*
and	Q22 les IA	is	*about 2.79 sont plutôt basiques*
then	Q9	is	*6.97 le joueur rejouera sûrement*

Model rule list (3 rules) :

Rule 1 (all input variables used) :

if	Q2 cohérence son arme	is	*about 2.87 est moyennement forte*
and	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 4.65 est telle qu'il faut faire attention aux armes utilisées selon certains types d'ennemis*
and	Q40 l'ambiance, le niveau d'angoisse	is	*about 4.82 est peu angoissante*
then	Q9	is	*3.76 le joueur ne rejouera sans doute pas*

Rule 2 (all input variables used) :

if	Q2 cohérence son arme	is	*about 1.82 est forte*
and	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 4.65 est telle qu'il faut faire attention aux armes utilisées selon certains types d'ennemis*
and	Q40 l'ambiance, le niveau d'angoisse	is	*about 3.96 est plutôt angoissante*
then	Q9	is	*3.95 le joueur ne sait pas s'il rejouera ou pas*

Rule 3 (all input variables used) :

if	Q2 cohérence son arme	is	*about 1.37 est très forte*
and	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 6.72 est inexistante*
and	Q40 l'ambiance, le niveau d'angoisse	is	*about 6.21 est très peu angoissante*
then	Q9	is	*7.00 le joueur rejouera sûrement*

Model rule list (2 rules) :

Rule 1 (all input variables used) :

if	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 4.67 est est telle qu'il faut faire attention aux armes utilisées selon certains types d'ennemis*
and	Q20 les techniques alternatives de combat	is	*about 7.00 sont inexistantes*
and	Q40 l'ambiance, le niveau d'angoisse	is	*about 4.83 est peu angoissante*
and	Q45 musique	is	*about 3.52 appuie les actions importantes*
then	Q9	is	*4.05 le joueur ne sait pas s'il rejouera ou pas*

Rule 2 (all input variables used) :

if	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 6.72 est inexistante*
and	Q20 les techniques alternatives de combat	is	*about 6.41 sont presque inexistantes*
and	Q40 l'ambiance, le niveau d'angoisse	is	*about 6.17 est très peu angoissante*
and	Q45 musique	is	*about 1.68 est très présente*
then	Q9	is	*6.49 le joueur rejouera sûrement*

Model rule list (3 rules) :

Rule 1 (all input variables used) :

if	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 4.69 est telle qu'il faut faire attention aux armes utilisées selon certains types d'ennemis*
and	Q20 importance des techniques alternatives de combat	is	*about 7.00 est inexistante*
and	Q23 système de visée	is	*about 6.53 est manuel*
and	Q29 autonomie du monde	is	*about 1.39 est inexistante, ce sont mes actions qui modifient le monde*
and	Q40 le niveau d'angoisse	is	*about 4.83 est peu élevé*
and	Q45 musique	is	*about 3.51 appuie les actions importantes*
then	Q9	is	*3.49 le joueur ne sait pas s'il rejouera ou non*

Rule 2 (all input variables used) :

if	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 6.71 est inexistante*
and	Q20 importance des techniques alternatives de combat	is	*about 7.00 est inexistante*
and	Q23 système de visée	is	*about 3.58 est semi-automatique*
and	Q29 autonomie du monde	is	*about 1.39 est inexistante, ce sont mes actions qui modifient le monde*
and	Q40 le niveau d'angoisse	is	*about 4.24 est neutre*
and	Q45 musique	is	*about 3.51 appuie les actions importantes*
then	Q9	is	*4.37 le joueur ne sait pas s'il rejouera ou non*

Rule 3 (all input variables used) :

if	Q8 adéquation de l'arsenal aux types d'adversaires rencontrés	is	*about 6.71 est inexistante*
and	Q20 importance des techniques alternatives de combat	is	*about 6.42 est presque inexistante*
and	Q23 système de visée	is	*about 4.79 est semi-automatique*
and	Q29 autonomie du monde	is	*about 1.61 est presque inexistante*
and	Q40 le niveau d'angoisse	is	*about 6.19 est très peu élevé*
and	Q45 musique	is	*about 1.67 est presque omniprésente*
then	Q9	is	*6.65 le joueur rejouera sûrement*

Les deux expressions qui sont prises en compte pour décrire les évaluations subjectives de la part des joueurs de FPS, sont du type « ne rejouera sans doute pas » / « rejouera sûrement » avec une gradation fine entre ces items[16]. Il faut souligner que ces méthodes permettent de traiter des évaluations qui ne sont pas nettes, qui sont un peu incertaines (« ne sait pas s'il rejouera ») et pourtant de trouver des modèles qui mettent en relation cette évaluation et des propriétés subjectives objectivées par les experts des jeux FPS. Dans le cas du traitement habituel des sondages, les réponses de ceux qui disent « ne sait pas » sont quasiment toujours inexploitables, c'est pourquoi d'ailleurs on s'efforce de les empêcher de formuler une telle réponse. De même, les 7 plots linguistiques, plus nombreux et impairs, seraient rejetés par les techniques de sondage habituelles qui visent à produire au bout du compte des regroupements massifs en deux camps. Or, il est essentiel de pouvoir traiter ces énoncés flous, ces incertitudes et d'en rendre compte en cherchant des relations avec les variations des propriétés des jeux telles qu'évaluées par les experts.

Si la quantité de variables prise en compte peut varier d'un modèle à l'autre, il est important de ne pas se restreindre à une seule variable mais bien d'observer les combinaisons entre elles. C'est bien là une valeur ajoutée de la logique floue qui dépasse les résultats intuitifs voire certains traitements statistiques de relations causales naïves, car il est impossible à un esprit humain, dont l'expertise est incorporée, d'expliciter la combinaison de variables qu'il prend en compte pour évaluer une situation, un produit. Cette capacité de l'expert artificiel à expliciter et à pondérer entre elles les variables permet d'extraire et d'externaliser l'expertise.

Sur l'ensemble des modèles ci-dessus, huit variables sont mobilisées pour faire varier le degré d'envie de rejouer au jeu :

– la cohérence du son avec l'arme,
– l'adéquation de l'arsenal au type d'adversaire rencontré,
– l'importance de techniques alternatives de combat,
– le type de système de visée,
– le degré d'autonomie du monde,
– le niveau d'angoisse,
– le degré de présence de la musique et les caractéristiques des intelligences artificielles (IA).

L'expert les a sélectionnées en fonction de leur pertinence parmi 58 variables subjectives objectivées (SO) au total. Pour arriver à ce résultat, il est nécessaire de mobiliser une grosse puissance de calcul (mise en relation des variables, calcul de robustesse, etc.). Les temps de calcul, mais aussi de construction et de remplissage

[16] Aucune des personnes interrogées n'a jugé qu'elle ne rejouerait « certainement pas » aux jeux qu'elle a testés et, de ce fait, aucun modèle n'a été généré pour cette réponse.

des grilles, sont importants (on estime qu'un expert doit jouer au moins 6 heures à un jeu pour pouvoir l'évaluer). Voilà pourquoi les modèles une fois construits et validés ne peuvent pas être sans cesse renouvelés mais permettent de mettre à l'épreuve chaque nouveau jeu en cours de développement pour vérifier ses performances attendues en termes d'évaluation subjective à partir de sa description par les experts.

Parmi les 8 variables, il est tentant de conférer une plus grande importance à certaines d'entre elles. Cependant, nous rappelons que seule la combinaison des variables permet de produire des régularités. Malgré la difficulté à prendre en compte tous nos résultats, aussi contre intuitifs puissent-ils paraître, et à manipuler verbalement plusieurs variables à la fois, tentons une description linguistique de ces règles pour être plus compréhensibles, par exemple par les critiques ou par les développeurs qui cherchent à améliorer leur jeu.

Les deux variables qui produisent un score maximum de « rejouera sûrement » sont la permanence de la musique (Q45) et la cohérence entre son et arme (Q2). Le jeu vidéo est un « jeu vidéosonore », devrions-nous dire, tant cette variable est clé. Certes, tout le monde admet que le jeu vidéo est multimédia, qu'il faut désormais soigner les ambiances sonores, mais le son ne bénéficie jamais de la même visibilité que l'image (!). Or, on peut même affiner ces résultats puisqu'il est montré à travers cette recherche que c'est la permanence de la musique qui fait une différence (associée à d'autres variables, rappelons le toujours) par rapport à une musique qui appuierait seulement les moments importants. C'est bien une ambiance générale qui favorise l'immersion du joueur. Car le son est précisément impossible à mettre à distance ou à objectiver, on y baigne, et on a rarement l'impression d'avoir une prise sur l'environnement grâce à lui. C'est lui qui nous « prend », pourrait-on dire – les oreilles ne sont pas orientables par exemple indépendamment de toute la tête – et l'intention y est moins décisive. Le *game designer* qui exploiterait le son pour « souligner » (exactement comme le souligné en typographie) créerait une faible valeur ajoutée, voire déclasserait le jeu au rang des mélodrames du cinéma qui utilisent le son sur le mode du pléonasme, et ne ferait plus réagir le joueur.

Notons ensuite qu'une variable est présente dans 4 modèles sur 5 (Q40 : le niveau d'angoisse) et qu'une autre est présente dans 5 modèles sur 5 (Q8 : l'adéquation entre armes et ennemis). La première est importante pour qualifier l'expérience satisfaisante du joueur de FPS : contrairement à ce qu'un spectateur externe peut croire parfois, le joueur de FPS peut certes être surpris, être stressé et doit être en attention permanente, et l'univers peut paraître glauque à souhait mais cela ne doit pas générer d'angoisse à proprement parler, car elle relève d'un tout autre genre. Ce point est extrêmement important pour ne pas faire de « faute de genres ». De même que le western fonctionne à base de stéréotypes bien identifiés qui vont générer le plaisir dans la répétition, de même le jeu FPS, dès lors qu'on veut provoquer l'envie de rejouer, doit être une expérience relativement conventionnelle, malgré les surprises normales et

la mise sous tension réalisée par le *gameplay*. L'envie de rejouer, analogue à la répétition du western, disparaitrait si l'on provoquait une évolution de l'ambiance vers l'angoisse.

L'adéquation entre armes et ennemis, associée à d'autres variables, encourage aussi l'envie de rejouer. On retrouve là un effet de l'univers conventionnel ultra réglé du FPS. De même que le FPS n'est pas le milieu (ou plutôt le genre) où l'on doit ressentir de l'angoisse, de même le joueur ne doit pas y perdre son temps à choisir les armes adaptées en fonction des ennemis. Ce qui pourrait passer pour un enrichissement du jeu (offrir le choix des armes), constitue en fait une rupture des routines qui sont établies au début du jeu mais aussi entre tous les FPS : l'envie de rejouer diminue si le joueur a le sentiment qu'il faut trop penser au choix des armes. On évoque souvent le terme de « bourrins » pour qualifier certains FPS mais c'est exactement ce que ces variables expriment : ne pas trop calculer, sortir le moins possible de l'action semblent être des qualités recherchées dans un jeu FPS.

Nous pourrions commenter les autres variables qui n'interviennent que dans quelques modèles, mais il est délicat de leur donner un statut à part et c'est plutôt leur association avec les autres variables qui nous renseigne sur la qualité du jeu en question. Il faut aussi admettre que les résultats obtenus grâce aux algorithmes de l'expert artificiel sont parfois difficiles à expliciter. Si les modèles étaient basiques et faciles à expliquer, tous les experts les auraient déjà trouvés et les auraient résumés dans un « catalogue de bonnes pratiques ». Or, l'expert artificiel permet de rester spécifique et de ne pas se contenter de règles générales. Ces modèles restent pourtant entièrement construits à partir de la seule expertise humaine (jugements des experts et testeurs d'une part et savoir-faire informatiques et mathématiques d'autre part). C'est grâce à cette combinaison unique, rigoureuse et sans cesse mise à l'épreuve pour chaque énoncé, que les modèles produits peuvent nous surprendre : « ils nous dépassent », pourrions-nous dire avec Bruno Latour (1996), lorsqu'ils sont bien construits. Ils font quelque chose que nous ne pourrions pas faire avec d'autres dispositifs. C'est en cela qu'ils constituent un vrai « centre de qualcul ». Ils finissent par faire exister une autre dimension du monde qui nous était inconnue auparavant, alors que tous les éléments discrets nous semblaient connus. C'est en cela que le travail de développement de ces nouveaux outils de mesure et de prédiction des comportements des publics constitue à la fois de nouvelles « prises » sur le monde (Bessy, Chateauraynaud, 1995) et, dans le même temps, une reconnaissance de l'absence de maîtrise sur la complexité des attachements multiples qui tissent le goût (Hennion, 1993) pour un jeu. Toute la sociologie du goût gagnerait ainsi à mettre ses énoncés à l'épreuve de ces modélisations, non par pour espérer trouver des « explications » mais pour s'obliger à décomposer les « petites différences » (Tarde, 1890 ; Latour, Lepinay, 2008) qui font tenir le goût sous la forme d'une expression synthétique. Et l'on verrait alors que l'on peut expliciter une bonne partie de ses constituants, voire même de leur

agrégation mais que cela ne donne pour autant aucune recette, car tous ces constituants se tiennent entre eux.

Exploiter la base de jugements des joueurs sur un FPS pour modifier un jeu en cours de développement

Sans prétendre au catalogue de recettes, il est pourtant possible d'exploiter les modèles obtenus pour améliorer les chances d'un jeu en cours de développement : c'était même l'une des motivations opérationnelles du projet.

Il est essentiel dans ce cas, de se mettre en situation de réponse à ces questions précises de la part des développeurs, et non de faire des hypothèses gratuites, car ce sont bien des intentions créatives qui restent à la source de la qualité du jeu vidéo. Faisons l'hypothèse[17] que les concepteurs d'un FPS se demandent s'ils doivent placer la *secondary view*[18] sur toutes les armes, ou seulement sur certaines d'entre elles. En examinant la banque de modèles pour les jeux FPS, nous pouvons tout d'abord identifier sur quelle(s) dimension(s) du jeu la *secondary view* influe. Sur les 11 expressions de jugements obtenues auprès des joueurs, 4 sont concernées. *La secondary view* influerait donc sur le fait que les joueurs :

– trouvent le jeu ennuyeux / captivant
– trouvent l'utilisation des contrôles facile / difficile
– estiment que le jeu leur a plu / déplu
– trouvent le jeu difficile / facile

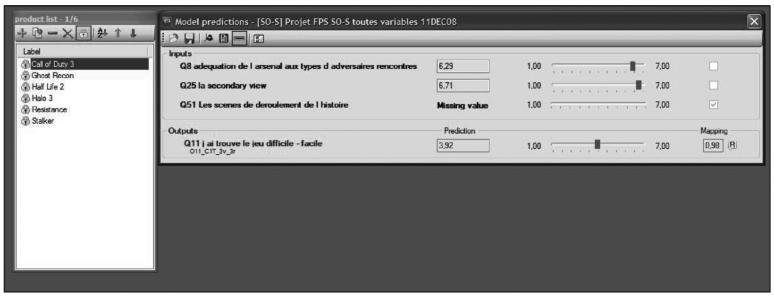
Limitons ici l'étude à la difficulté ressentie par les joueurs. L'expert artificiel permet de repérer pourquoi les joueurs trouveront le jeu difficile ou facile en fonction du type de *secondary view* que les concepteurs ont choisie pour leur jeu , en s'appuyant sur le corpus des jeux que nous avons étudié avec les experts et avec les joueurs, qui constitue la base de Lutin Game Lab.

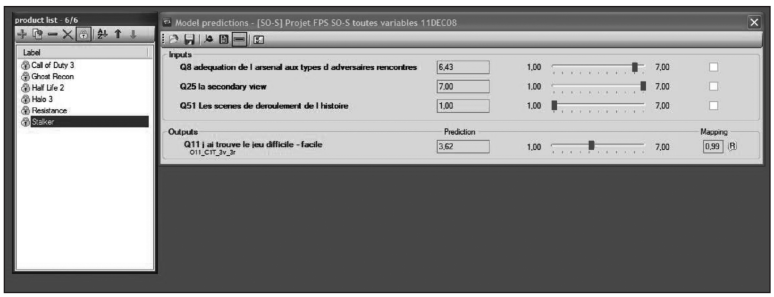
Relevons les deux jeux pour lesquels la *secondary view* a été notée proche de 7 (= « présente sur toutes les armes ») par les experts : *Call of Duty 3* (6.71) et *Stalker* (7). Nous constatons que ces deux jeux ont été jugés « plutôt difficile[s] » par les joueurs (3.92 et 3.62). Examinons maintenant les résultats pour les jeux qui ne proposent pas la *secondary view* sur toutes les armes, mais seulement sur quelques-unes.

[17] Les exemples ci-dessous sont des simulations à partir d'un produit imaginaire, mais appuyées sur les données recueillies sur des jeux existants.

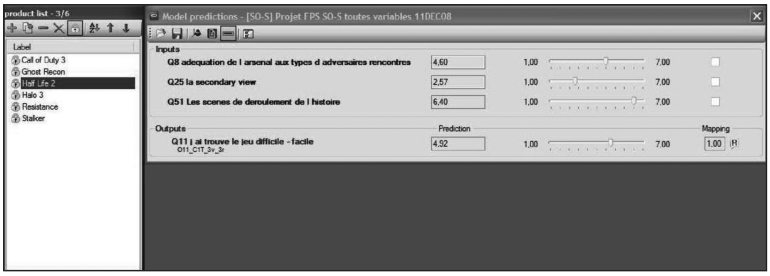
[18] Vue secondaire qui permet au joueur de changer de point de vue pendant une phase de jeu.

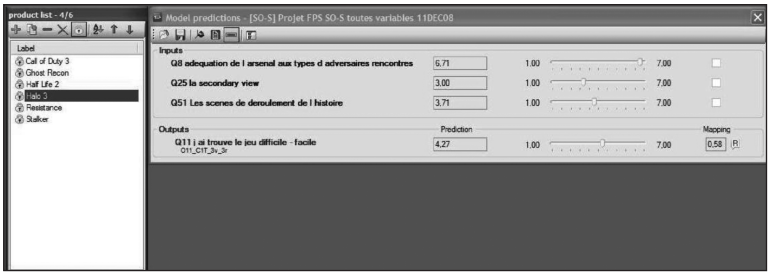
Images 1et 2. Secondary view *Call of Duty* et *Stalker*.





Images 3 et 4. Secondary view *Half Life 2* et *Halo 3*.





Pour les jeux *Half Life 2* et *Halo 3*, la *secondary view* a été notée respectivement à 2,57 et à 3. La note 3 correspond à la présence de la *secondary view* sur « quelques armes » et la note 2,57 à une présence de la *secondary view* sur peu d'armes. Si nous observons maintenant les jugements sur la difficulté faits par les joueurs, on obtient pour *Half Life 2* la note de 4,92 (« plutôt facile ») et pour Halo 3 la note de 4,27 (« ni facile ni difficile »).

Si la *secondary view* n'est pas la seule variable qui permette d'expliquer le fait que les joueurs estiment que le jeu est plus facile, il est cependant intéressant de constater qu'un jeu a plus de chance d'être estimé comme « plutôt facile » si la *secondary view* n'apparaît que sur quelques armes. Si donc les concepteurs souhaitent que leur jeu soit ressenti comme « plutôt facile », nous pouvons *a priori* leur conseiller de ne mettre la *secondary view* que sur quelques armes. L'expert artificiel peut lui-même produire ces types de prédictions, que nous ne présentons pas ici pour des raisons de longueur.

Optimiser la conception d'un FPS

Une autre utilisation de l'expert artificiel peut être envisagée, l'optimisation d'un jeu. Faisons l'hypothèse que des concepteurs souhaitent optimiser la conception de leur jeu FPS de manière à ce qu'il soit :

– le plus captivant possible,
– avec des contrôles jugés très faciles,
– qu'il plaise le plus possible
– et que les joueurs jugent le plus facile possible[19].

L'expert artificiel est capable de prendre en compte plusieurs modèles à la fois et de rechercher des solutions optimales qui répondent à l'ensemble de la requête[20]. Plus les concepteurs interrogent tôt l'expert artificiel, plus ils auront la possibilité d'ajuster leurs choix aux conseils de l'expert artificiel.

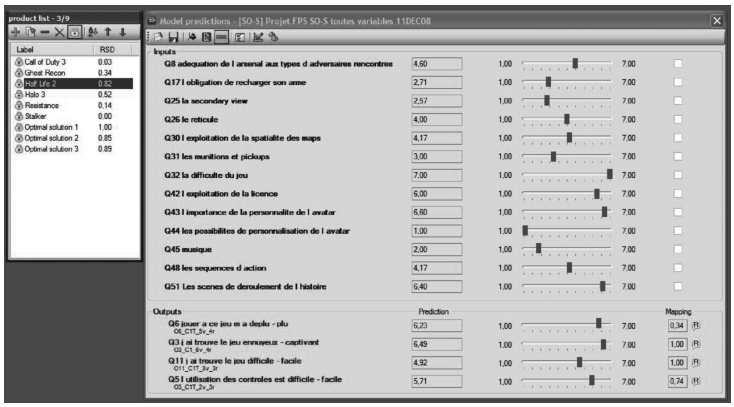
Il est possible de repérer dans le corpus de jeux utilisé pour le projet Lutin Gamelab le jeu qui répond le mieux à cette requête. L'expert artificiel évalue le degré de satisfaction de la requête ou *Request Satisfaction Degree* (RSD) [21] pour chacun des jeux FPS du corpus Gamelab.

[19] L'exemple qui va suivre est une simulation.

[20] Si l'on peut indiquer à l'expert artificiel les exigences des concepteurs en termes de sorties, on peut également y ajouter des requêtes impliquant des contraintes sur les entrées. Ce cas de figure peut par exemple se présenter si les concepteurs interrogent l'expert artificiel un peu tardivement dans le processus de conception du jeu vidéo ou bien s'ils tiennent particulièrement à une *feature* ou à un « dosage » précis d'une option, etc. On pourrait très bien imaginer que l'ambiance musicale ait déjà été choisie, ou que le *publisher* impose une licence, etc. Dans ce cas, l'expert artificiel chercherait les solutions optimales en fonction de ces contraintes.

[21] Voir l'indice RSD dans la colonne située à gauche du tableau.

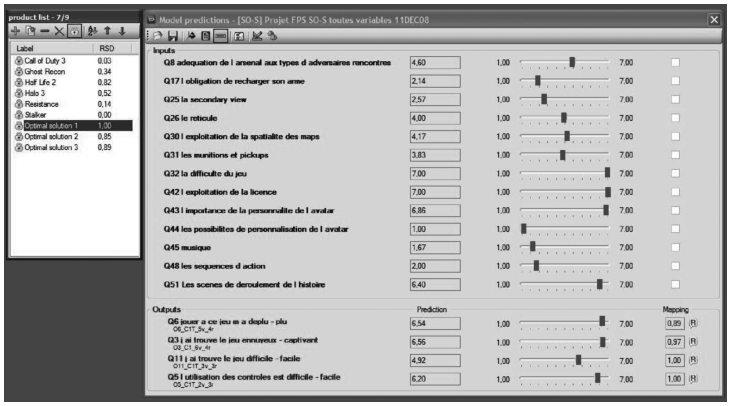
Image 5. Optimisation Half Life 2.



Half Life 2, avec 0,82 de RSD, est celui qui répond le mieux à la requête : c'est le jeu que les joueurs ont trouvé à la fois le plus captivant, avec les contrôles les plus faciles, qui leur a plu le plus et qu'ils ont trouvé le plus facile. Notons bien que cela ne signifie pas forcément que *Half Life 2* obtient la meilleure note pour chaque réponse individuellement mais il répond le mieux à l'ensemble de la requête.

Si les concepteurs souhaitent concevoir un jeu qui optimise les 4 sorties citées plus haut, ils peuvent utiliser l'expert artificiel qui identifie trois solutions optimales (voir tableau 5 « Optimal solution 1,2,3 » sur le cadre à gauche). Il est donc possible de réaliser un FPS qui soit meilleur que *Half Life 2* pour les 4 sorties à la fois. Il serait même possible, selon l'expert, de concevoir un jeu qui réalise parfaitement cette requête (RSD = 1)

Image 6. Optimisation solution 1.



Dans ce cas, le développeur sait comment combiner les variables mais il ne dispose pas des solutions créatives précises. C'est en cela que l'aide à la conception et à la qualité que devient l'expert artificiel ne peut en aucun cas se substituer à l'inspiration des *game designers*. L'expert artificiel de Lutin Game Lab permet d'assister son effort créatif pour le cibler sur les points importants et met en évidence des variables qui n'auraient peut-être pas reçu toute l'attention requise sans cet éclairage.

Conclusion

Plusieurs leçons, de différents niveaux, peuvent être tirées d'une telle démarche :

1. Le travail de construction d'un expert artificiel d'évaluation de la qualité des jeux vidéo produit des résultats directement exploitables pour les professionnels : le conseil (et la prédiction, non montrée ici) et l'optimisation de leurs choix de *gameplay*.
2. Cette anticipation permet aussi de rendre plus lisibles les qualités d'un bien d'expérience et permettraient, si l'expert artificiel débouchait sur un label, d'aider les acheteurs de jeux (ou les *publishers* avant le lancement du développement complet) à identifier les utilités avant de faire l'expérience elle-même, en réduisant cette incertitude constitutive de ce type de biens, en constituant une convention (Orléan, 1994).
3. Mais la création même de l'expert artificiel produit aussi un effet réflexif général pour toute une profession qui peut ainsi formaliser son expertise selon les genres, contribuer ainsi à la formation des nouveaux professionnels mais aussi à la maitrise stratégique de ses choix créatifs, ce qui permet de souligner que le secteur des jeux vidéo est aussi industriel. La seule formalisation de la grille a constitué dans ce projet une forme de capitalisation de connaissances mutualisée entre entreprises rarement possible, tant la pression commerciale est forte sur les studios (Le Diberder, Le Diberder, 1997).
4. Ce travail de formalisation et d'extraction de l'expertise est enfin pour les SHS une occasion remarquable d'étudier (et de contribuer à) la construction sociale des qualités d'un bien culturel, en entrant dans toutes les différences que les experts savent reconnaître, en pensant leur relation complexe, afin d'éviter le travail trop rapide de critique ou d'analyse de tendances culturelles. Un bien culturel se fabrique, une qualité se construit et se mesure, dès lors que l'on travaille avec les acteurs concernés à expliciter ce savoir, insu pour une bonne part.
5. Enfin, la fabrication d'un centre de qualcul est elle-même une démonstration grandeur nature de la puissance des supports, des technologies cognitives qu'est l'informatique et particulièrement les algorithmes de logique floue, les plus proches des façons de penser ordinaires des humains en situation et de leurs expressions de goût.

Références

Akerloff G., 1970, The Market for "Lemons": Quality Uncertainty and the Market Mechanism, *Quarterly Journal of Economics*, 84 (3), pp. 488-500.

Akrich M., Callon M., Latour B., 2006, *Sociologie de la traduction. Textes fondateurs.* Paris : Presses des Mines de Paris.

Alvisi A., 2006, Economics of Digital Games, p.36-57 In Rutter J.; Bryce J. (eds), *Understanding Digital Games*, USA, Sage.

Bessy C., Chateauraynaud F., 1995, *Experts et faussaires. Pour une sociologie de la perception*. Paris : Métailé

Bogost I., 2007, *Persuasive Games. The expressive power of videogames,* Cambridge: MIT Press.

Boltanski L., Thévenot L., 1991, *De la justification. Les économies de la grandeur.* Paris : Gallimard (NRF)

Boullier D., 2008, Le web immersif. *Quaderni*, 66, pp.67-80.

— 2009, « Les industries de l'attention : fidélisation, alerte ou immersion », *Réseaux*, 154, pp. 231-246

Boullier D., Legrand M., 2005, Analyser l'activité du récepteur : le cas des *previews*. *Communication et langages*, 145, Ed. Retz, pp. 51-63.

Bourreau M., Gensollen M., 2006, L'impact d'internet et des TIC sur l'industrie de la musique enregistrée. *Revue d'économie industrielle*, 116, pp. 31-70.

Callon M. (ed), 1998, *The Laws of the Markets*, Oxford : Basil Blackwell

Chantepie P., Le Diberder A., 2005, *Révolution numérique et industries culturelles*, Paris : La Découverte.

Cochoy F., 2002, *Une sociologie du packaging ou l'âne de Buridan face au marché*, Paris : Presses universitaires de France.

Davenport T. H., J. C. Beck, 2001, *The Attention Economy: Understanding the New Currency of Business*. Cambridge: Harvard Business School Press.

Eymard-Duvernay F., Favereau O., Orléan A., Salais R., Thévenot L., 2004, L'économie des conventions ou le temps de la réunification dans les sciences sociales. *Problèmes économiques*, 2838, La Documentation française.

Genette G., 1972, *Figures III*. Paris : Seuil.

Gensollen M., 2006, Les communautés en ligne : échanges de fichiers, partage d'expériences et participation virtuelle, *Esprit*, 324, mai

Genvo S. (ed.), 2006, *Le game design de jeux vidéo. Approches de l'expression vidéoludique,* Paris : L'Harmattan.

Goldhaber M. H., 1997, The Attention Economy and the Net, *First Monday*, 2 (4) http://firstmonday.org/htbin/cgiwrap/bin/ojs/index.php/fm/article/viewArticle/519/440

Hennion A., 1993, *La passion musicale. Une sociologie de la médiation*. Paris : A.M. Métailié.

Husserl E., 1991, *Expérience et jugement*, Paris : Presses universitaires de France.

Latour B., 1996, *Petite réflexion sur le culte moderne des dieux faitiches*, Paris : Les empêcheurs de penser en rond.

Latour B., Lepinay V., 2008, *L'économie, science des intérêts passionnés. Introduction à l'anthropologie économique de Gabriel Tarde*. Paris : La Découverte.

Le Diberder A., Le Diberder F., 1997, *L'univers des jeux vidéo*, Paris : La Découverte.

Norman D.A., Shallice T., 1984, Attention to action: willed and automatic control of behaviour. In Schwarz, G., *Consciousness and self regulation*: New York: Plenum Press.

Orléan A. (ed.), 1994, *Analyse économique des conventions*, Paris : Presses universitaires de France.

Ribot T., 1889, *Psychologie de l'attention*, Paris : F. Alcan.

Rueff J., 2008, Où en sont les Game Studies ? *Réseaux,* 26 (151), pp. 133-166.

Schneider W., Shiffrin, R.M., 1977, Controlled and automatic human information processing. 1: detection, search and attention. *Psychological Bulletin*, 84, pp. 1-66.

Simon H. A., 1971, Designing Organizations for an Information-Rich World. p.37-72 In Greenberger, M. (ed.). *Computers, Communication, and the Public Interest*, Baltimore: The Johns Hopkins Press.

Stiegler B., 2001, *La technique et le temps, T.3 : Le temps du cinéma et la question du mal-être*, Paris : Galilée.

Tarde G., 1890, *Les lois de l'imitation,* Paris : Alcan. Réédition Paris : Les empêcheurs de penser en rond, 2001.

Zalila Z., 2003a, Évaluation subjective : les mathématiques du flou, une voie vers les testeurs numériques? p. 43-62 In *Actes 5e Rencontres du Marketing Sensoriel, Comment donner du sens à son produit : méthodes et outils d'évaluation de la qualité perçue, EUROSYN Human Engineering*, Paris.

— 2003b, Théorie du flou et modèles de décision et d'évaluation, In Seitz F., Terrin J.J. (eds), *Architecture des systèmes urbains*, Paris : L'Harmattan.