

Resumé de la thèse  
« *Mesure de la difficulté des jeux vidéo* »  
présentée par Guillaume Levieux  
pour obtenir le grade de Docteur en Informatique  
dirigée par Stéphane Natkin  
co-dirigée par Maria Virginia Aponte.

Cette thèse a pour objectif d'étudier la notion de difficulté dans les jeux vidéo. Plus spécifiquement, nous cherchons à mettre au point une méthode et un outil de mesure de la difficulté d'un **gameplay**<sup>1</sup>. Le contrôle de la progression de la difficulté joue un rôle prépondérant dans la construction d'un jeu vidéo. Les théoriciens du jeu lui accordent une grande importance, et de nombreuses études démontrent le lien entre difficulté et plaisir du joueur. Cependant, il n'existe aucune définition généralement acceptée de la notion de difficulté dans un jeu et a fortiori aucune méthode de mesure de la difficulté applicable à tous les jeux. Les principes de construction d'un jeu à partir de la progression corrélée de l'apprentissage et de la difficulté sont empiriques et difficilement vérifiables expérimentalement. La méthode de mesure couramment employée consiste à déterminer une heuristique propre à chaque jeu, dont l'interprétation peut être délicate et qui n'autorise pas de comparaison entre différents jeux. Nous souhaitons proposer une méthode qui s'appuie sur les principes fondamentaux que partagent tous les gameplay, de manière à obtenir une évaluation générique et plus facile à interpréter de la difficulté d'un jeu vidéo.

L'état de l'art porte, dans un premier temps, sur la notion de difficulté telle que considérée dans la pratique et la théorie de la conception des jeux. Dans une seconde partie nous examinons les travaux portant sur l'aspect psychologique de la notion de difficulté et sa relation au plaisir de jouer.

Ceci nous amène à proposer de définir la difficulté comme l'effort fourni par le joueur pour atteindre ses objectifs. Nous précisons ce point de vue en nous concentrant tour à tour sur différents types de difficulté. Nous nous inspirons d'un modèle général de traitement de l'information pour proposer de distinguer les difficultés selon plusieurs catégories : *sensorielle*, *logique* et *motrice*. Cette catégorisation a pour but d'aider le game designer à comprendre la difficulté de son gameplay, en l'examinant au travers de chacun de ces trois prismes.

Par la suite, nous analysons un ensemble d'hypothèses concernant la forme optimale d'une courbe de difficulté, c'est à dire celle qui contribue le plus fortement au plaisir du joueur. La courbe de difficulté décrit l'évolution de la difficulté dans le temps au cours d'une

---

1. Rollings et Adams définissent le gameplay de la façon suivante : *Les challenges, ainsi que les actions que le joueur peut entreprendre pour les réussir, constituent le gameplay. D'une manière plus large, on peut considérer le gameplay comme ce que fait le joueur lorsqu'il joue, c'est à dire le type de problèmes qui lui sont posés et la manière dont il les résout.*

partie. Le game designer, concepteur du jeu vidéo, travaille cette courbe pour contribuer à fournir une expérience de jeu optimale, et les hypothèses que nous avançons peuvent l'aider dans cette tâche.

Nous explorons ensuite plusieurs méthodes de mesure de la difficulté basées sur la complexité des algorithmes d'un joueur synthétique et montrons leur intérêt particulier dans la compréhension de la difficulté d'un gameplay. Ces méthodes de test basées sur l'utilisation d'un joueur synthétique permettent de détecter les déséquilibres d'un gameplay, mais ne sauraient simuler la complexité du système cognitif du joueur. Les valeurs calculées par ces méthodes ne permettent donc pas de déduire la difficulté réelle d'un jeu vidéo, c'est à dire l'effort que devra fournir un joueur humain.

A partir de notre étude bibliographique et à l'issue des premières expérimentations, nous proposons une définition formelle de la difficulté d'un jeu vidéo qui s'appuie sur deux principes fondamentaux. Tout d'abord, tout gameplay est décomposable en une suite de challenges pour lesquels il existe un instant  $t$  au delà duquel le joueur a réussi ou échoué. Ensuite, un gameplay exploite un nombre fini de *capacités* chez le joueur. Ces capacités sont en nombre restreint, mesurables à court terme à partir d'une trace des événements du jeu, et dépendent du style général du gameplay. Le nombre de challenges peut être très élevé, et correspond aux différentes situations où le game designer met à l'épreuve les capacités du joueur. Nous proposons de mesurer la difficulté d'un jeu comme la probabilité d'échec du joueur à chaque challenge, connaissant les capacités qu'il a démontré et que nous avons pu mesurer pendant la session de jeu. Cette mesure est applicable à tout gameplay respectant nos principes fondamentaux.

La première étape d'une analyse de la difficulté consiste donc à découper le gameplay en un ensemble de challenges ordonnés. C'est ce que nous appelons le scénario du jeu. Nous proposons un langage qui permet de représenter graphiquement la suite de challenges ainsi que les conditions qui gouvernent leur présentation au joueur.

Nous présentons ensuite un logiciel complet de mesure de la difficulté, qui exploite le langage de représentation du scénario mais permet également de spécifier les algorithmes de mesure des capacités du joueur et d'interpréter les traces enregistrées lors des expériences, ainsi que de présenter graphiquement les résultats.

L'ensemble de ce travail a fait l'objet d'une expérience menée dans le cadre d'un jeu de tir à la première personne. Nous avons construit un niveau de jeu basé sur des hypothèses réalistes et classiques d'apprentissage des capacités et de progression de la difficulté. Nous avons ensuite instrumenté ce jeu à l'aide de notre logiciel. Deux expériences réalisées par des ergonomes et une mesure aussi rigoureuse que possible ont été menées. Nous montrons tout d'abord la cohérence de notre définition : il est possible de mesurer les capacités du joueur, et ces capacités sont effectivement liées à la difficulté d'un challenge. Nous montrons également son utilité : les hypothèses faites lors de la conception d'un jeu ne sont pas toujours validées expérimentalement, et la mesure de la difficulté permet d'améliorer cette étape de

conception. Nous montrons également qu'à partir d'un modèle linéaire du lien entre capacité du joueur et probabilité d'échec, il est possible de prédire le résultat d'un challenge avec une bonne précision. Enfin une enquête qualitative établit que des raisonnements trop simples sur la relation entre le plaisir de jouer et progression de la difficulté ne sont pas toujours exacts.

Ce travail peut être étendu de nombreuses façons. D'un point de vue pratique notre logiciel peut être amélioré et intégré dans un moteur de jeu et d'autres expériences peuvent être menées. D'un point de vue théorique, la mesure des capacités et de la difficulté en distinguant le sensoriel, le logique et le moteur peuvent être affinées. Enfin ce travail peut conduire à terme à la définition de principes d'auto adaptation de la difficulté aux capacités du joueur.