



HAL
open science

Analyse de traces spatiales dans le sport électronique d'équipe : application aux MOBA

François Rioult, Jean-Philippe Metivier, Boris Helleu, Nicolas Scelles,
Christophe Durand

► **To cite this version:**

François Rioult, Jean-Philippe Metivier, Boris Helleu, Nicolas Scelles, Christophe Durand. Analyse de traces spatiales dans le sport électronique d'équipe : application aux MOBA. 2ème Atelier ICT (Interactions, Contextes, Traces) associé à INFORSID 2010, May 2010, Marseille, France, France. 10 p. hal-01011761

HAL Id: hal-01011761

<https://hal.science/hal-01011761v1>

Submitted on 24 Jun 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.

Analyse de traces spatiales dans le sport électronique d'équipe : application aux MOBA

François RIOULT¹, Jean-Philippe MÉTIVIER¹, Boris HELLEU², Nicolas SCHELLES², Christophe DURAND²

¹Laboratoire GREYC (CNRS UMR6072)

²Laboratoire IOA (EA4260)

Campus 2, Côte de Nacre

14032 Caen cedex

Prenom.Nom@unicaen.fr

RÉSUMÉ. Le développement et la professionnalisation du jeu vidéo suscitent le besoin d'outils adaptés à l'analyse de la pratique des joueurs, selon un axe sportif, tactique et stratégique. Très populaires et par nature informatique, ces jeux fournissent de nombreuses traces que nous analysons ici sous l'angle du jeu d'équipe. En prenant l'exemple de jeu vidéo le plus proche d'un sport traditionnel, les MOBA (Multiplayer Online Battle Arena), opposant deux équipes de cinq joueurs selon un principe de gagne-terrain analogue au rugby, nous montrons à l'aide d'indices topologiques – aire du polygone décrit par les joueurs, inertie, diamètre, distance à son but – indépendants de la nature exacte du jeu, que des calculs simples effectués sur les traces spatiales sont tout-à-fait pertinents pour la prédiction de l'issue du match.

ABSTRACT. The development and professionalization of video game require tools for analysing the practice of the players and teams, their tactics and strategies. Very popular and by nature numerical, these games provide many tracks that we analyze in terms of team play. We study DotA, a MOBA-like (Multiplayer Online Battle Arena), where two teams battle in a game very similar to rugby or American football. We show through topological measures – area of polygon described by the players, inertia, diameter, distance to the goal – that are independent with the exact nature of the game, that simple measures on spacial tracks allow for relevantly predicting the outcome of the match.

MOTS-CLÉS : jeu vidéo, sport électronique, fouille de traces, recommandation stratégique

KEYWORDS: video game, electronic sport, track mining, strategic recommendation

1. Introduction

La professionnalisation du jeu vidéo suscite le besoin d'outils adaptés au développement de la pratique sportive des joueurs. Pour améliorer leurs performances, les cyber-athlètes doivent pouvoir disposer de moyens d'analyse, dans le but de définir des objectifs, analyser forces et faiblesses puis établir un plan de travail. Les traces de ces jeux sont nombreuses et leur nature électronique en favorise le traitement. Par ailleurs, l'existence de communautés de joueurs met à disposition de nombreuses ressources.

Nous présentons ici une étude statistique sur des traces spatiales issues de jeux vidéo. Notre attention est plus particulièrement focalisée sur l'étude de jeux en équipe, dont la popularité et les enjeux entraînent la constitution des ligues et de classements, à l'instar du sport réel. Nous examinons ici les traces sous l'angle d'indices topologiques caractéristiques de l'**organisation collective**.

L'analyse des traces de jeu vidéo révèle leur fort potentiel stratégique [RIO 09]. La mise en œuvre de stratégies suppose un délai de réflexion, soit une certaine durée de jeu et donc un nécessaire équilibre relatif des forces en présence. La notion d'équipe est centrale pour l'étude de l'équilibre compétitif, une thématique majeure du fonctionnement économique des ligues de sports collectifs professionnels [AND 09].

La préservation de cet équilibre est essentielle pour garantir un spectacle passionnant, capable d'entretenir un suspens pendant le match et au fil du championnat. Les conditions de cet équilibre méritent donc d'être étudiées selon l'angle de l'équipe et non pas d'un point de vue de la performance individuelle. En un contre un, une différence marquée entre les deux joueurs ne permettra pas un affrontement équilibré ; plus il y aura de joueurs, plus la possibilité d'une complémentarité des compétences sera envisageable avec pour conséquence des rencontres indécises et riches en rebondissements.

Nous focalisons donc sur le point de vue de l'équipe pour effectuer une analyse de traces spatiales dans le sport électronique de la manière suivante : après avoir décrit à la section 2 le type de jeu vidéo étudié, nous considérons à la section 3 une forme de trace très primaire, constituée uniquement par les trajectoires décrites par les joueurs. Aucune connaissance sur la modélisation du jeu n'est introduite et nous montrons que les connaissances obtenues sont malgré tout pertinentes pour l'analyse du résultat d'un match. La section 4 nous donne l'occasion de réfléchir à l'impact potentiel de ce type d'analyses dans le domaine du sport réel.

2. MOBA (Multiplayer Online Battle Arena)

En une dizaine d'année, le jeu multi-joueur en ligne a pris un essor colossal. De très nombreux modes de jeu co-existent et proposent des affrontements d'équipes de joueurs dans des matchs amicaux ou de véritables compétitions.

Certains modes de jeu rencontrent un fort succès et définissent une typologie de ces jeux, de la même façon que le sport est défini par ses différentes disciplines. On distingue actuellement :

- MMORPG (Massively Multiplayer Online Role-Playing Game) : le jeu simule un univers persistant dans lequel chaque joueur incarne un avatar.
- FPS (First Person Shooter) : le joueur, incarnant généralement un « simple » soldat, évolue dans un conflit armé.
- RTS (Real Time Strategy) : en temps réel, chaque joueur contrôle une civilisation (infra-structures et habitants), qu'il doit développer pour établir sa suprématie sur les autres joueurs.

Notre étude portant sur le comportement d'une équipe de joueurs, nous excluons les jeux de simulation de sport réel, typiquement le football, car ils n'impliquent qu'un face à face entre deux joueurs.

Face à l'engouement de DOTA (détaillé dans la section suivante), le concept de MOBA (Multiplayer Online Battle Arena) émerge actuellement.

- MOBA (Multiplayer Online Battle Arena) : deux équipes, généralement de cinq joueurs, s'affrontent sur un même terrain de jeu, identique d'une partie à l'autre. Le but du jeu est de repousser les joueurs adverses dans leur camp et d'y détruire un bâtiment particulier.

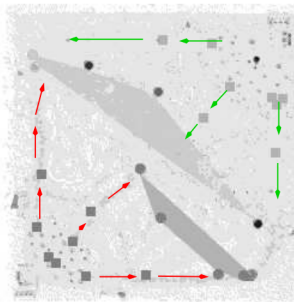


Figure 1 – La carte du mode DOTA de WARCRAFT III, le MOBA que nous étudions ici. En bas, le camp des *Sentinel*, en haut le clan des *Scourge*. Les carrés dans les trois lignes représentent les tours de défense, les ronds représentent les joueurs et le polygone qu'ils décrivent est figuré.

Les bases sont situées aux coins opposés de la carte (cf. figure 1). Trois chemins principaux (un central, deux latéraux) les relient. Toutes les 30 secondes, trois petites armées autonomes quittent chaque base par les trois chemins, en direction de la base adverse, qu'elles mettent une minute à atteindre. Sur leur chemin, elles rencontrent l'armée autonome adverse. Les trois affrontements définissent une ligne de front.

Sans intervention des joueurs humains, cette ligne de front est en équilibre instable et oscille lentement. Des tours de défense (trois par chemin), bien plus fortes que ces armées autonomes, viennent stopper et limiter ces oscillations naturelles ([RIO 08]). Pour éviter que le jeu seul ne dure indéfiniment, les armées autonomes grossissent régulièrement, amplifiant l'amplitude des oscillations.

En incarnant un héros doté de pouvoirs, le joueur humain accompagne la progression de ses armées autonomes pour les aider à détruire les tours intermédiaires, puis les bâtiments de la base. Tout au long de la partie, les héros de chaque joueur reçoivent de l'expérience et de l'or les récompensant pour leurs actions (destruction d'un bâtiment, élimination d'un héros, *etc.*). Cet or et cette expérience permettent au joueur d'améliorer le héros qu'il incarne en développant ses pouvoirs ou en lui achetant du matériels (arme, armure, potion, *etc.*).

La destruction de certains bâtiments de la base ennemie renforce alors les armées envahisseuses et précipite la chute de l'assiégé. Enfin, un brouillard artificiel (dit *de guerre*) interdit de connaître les positions des ennemis qui ne sont pas à proximité d'un allié. Un MOBA est une sorte de rugby à cinq sur un terrain gigantesque (une minute pour aller d'un bout à l'autre), avec trois ballons dans trois axes différents !

2.1. Le jeu en équipe dans les MOBA

Un MOBA est un jeu très orienté sur la coopération. Chaque joueur incarne un héros qu'il choisit en début de partie parmi une centaine de héros. Chaque héros possède des particularités (forces et faiblesses) qui contraignent la constitution de l'équipe qui doit répartir les compétences nécessaires sur les cinq héros en optimisant sa réponse à l'équipe adverse.

Au cours du jeu, il est vital pour chaque équipe de préparer des actions coordonnées pour répondre aux actions de l'équipe adverse de la manière la plus efficace possible. Ces actions sont coordonnées spatialement et temporellement, afin de modifier de manière significative la ligne de front, permettre une percée dans le territoire ennemi ou débusquer un adversaire. Les « un contre un » sont possibles dans le jeu, mais l'action isolée d'un seul joueur est rarement déterminante.

Le genre MOBA propose un jeu basé sur un équilibre compétitif dans lequel les retournements de situation sont possibles et souvent décisifs tout au long de la partie, évitant les résultats « certains » trop tôt dans la partie (et dès lors l'abandon du jeu de la part du perdant annoncé).

2.2. DOTA : *Defense of the Ancients*

Le MOBA que nous étudions est une carte personnalisée « simplifiée » (un mode) du jeu WARCRAFT III. Cette carte a été développée par des fans à l'aide de l'éditeur de carte fourni avec le jeu officiel. DOTA (Defense of the Ancients) est l'un des premiers MOBA à avoir vu le jour. Il oppose deux équipes de cinq joueurs sur un même terrain de jeu dans des parties durant de 30 à 45 minutes.

Le choix de DOTA s'est imposé naturellement :

- il s'agit d'un des tous premiers MOBA et les résultats que nous obtenons sur DOTA peuvent se retrouver sur d'autres MOBA ;
- ce jeu est très pratiqué en ligne et bien structuré en différentes ligues ;

– il existe de nombreux fichiers de *replay* permettant de rejouer intégralement un match, tandis que les autres MOBA ne fournissent qu’une feuille de résultat de fin de match. Ces replays conservent la trace de chacune des actions des joueurs.

De plus, le site DOTA-LEAGUE¹ organise de nombreux matchs pour 200 000 utilisateurs. Les statistiques de gain de match sont gérées par le site, permettant de calculer une probabilité de gain pour chaque membre. Les matchs que nous analysons sont de deux types :

SIG NORMAL : (single instant game) matchs alloués dès que dix joueurs sont disponibles, sans exigence de niveau. Les équipes sont constituées de manière à équilibrer la probabilité de victoire ;

SIG POUR VIP : match composés uniquement de joueurs de niveau supérieur, contrôlé par les administrateurs du site, constitution automatique des équipes sur le même principe d’équilibre *a-priori*.

3. Recherche et validation d’indices topologiques

Cette section présente nos expériences sur 1120 matchs de DOTA, où nous étudions la pertinence d’indices topologiques sur la configuration spatiale des joueurs. Aucune connaissance *a-priori* sur DOTA n’est utilisée, exceptée celle qui permet de déterminer la vitesse de déplacement, utile pour calculer la position d’un joueur.

3.1. Constitution du corpus

Les parties analysées ici proviennent du site DOTA-LEAGUE (cf. section 2.2). Notre corpus est issu des matchs déposés par les utilisateurs des parties instantanées, 787 parties de niveau normal et 333 de niveau VIP. Notons que les parties sont généralement déposées en cas de réclamation pour arbitrage par la suite. Ceci induit un biais dans notre étude, sur lequel nous reviendrons à la section 3.5

3.2. Indices géographiques - topologiques

Pour chaque match, nous calculons pour chaque seconde et pour chaque équipe :

- l’aire du polygone qu’ils décrivent ;
- la capacité de regroupement : moyenne des distances au barycentre ;
- l’inertie du groupe : écart type des distances au barycentre ;
- le diamètre : la plus grande distance entre deux points du polygone ;
- la distance de son barycentre à son propre but (coin bas gauche ou haut droit selon l’équipe, opposé au but adverse).

Pour pouvoir comparer les ordres de grandeur de ces métriques, on utilise en pratique la racine carrée de l’aire qui donne une mesure homogène à une distance. Les valeurs sont normalisées pour que leur maximum soit à 100. On peut donc considérer que les distances représentent un pourcentage de la distance entre les deux buts.

1. <http://www.dota-league.com>

3.3. Une première étude statistique

La première phase consiste à étudier les différences statistiques entre les indices des équipes victorieuses et perdantes. Nos données concernant des mesures identiques effectuées aux mêmes instants pour les deux équipes ; les échantillons sont donc appariés et leur étude porte sur les **différences d'indice** entre chaque équipe, à chaque seconde. Chaque match fournit une moyenne de ces différences, un écart type et un écart réduit²

corpus	aire	regroup ^t	inertie	diamètre	distance	
VIP (333 matches)	0,28	-4,5	-1,7	4,3	6,9	moyenne
	30,1	18,2	7,25	24,1	38,1	écart
	0,4	-12,4	-12,1	9,1	9,2	écart réduit
Normal (787 matches)	0,5	-4,6	-1,8	4,7	5,9	moyenne
	30,4	18,6	7,4	24,3	37,6	écart
	1,1	-12,3	-11,9	9,9	8,3	écart réduit

Tableau 1 – Analyse statistique des **différences** d'indices entre les équipes gagnantes et perdantes. Les valeurs fournies pour chaque corpus (VIP ou Normal) sont les moyennes des moyennes, écart type et écart réduit des différences d'indice.

La première colonne de la table¹ indique que l'aire du polygone décrit par les joueurs est très variable, mais peu significative pour le gain du match.

En revanche, la capacité de regroupement, l'inertie et dans une moindre mesure le diamètre et la distance, sont nettement plus significatifs. L'équipe qui gagne a une meilleure capacité de regroupement, une inertie plus faible. Ces indices indiquent un avantage à l'équipe qui a la meilleure mobilité.

La pertinence statistique de ces indices confirme des connaissances usuelles sur le jeu en équipe et les qualités à développer : contrôle du terrain, mobilité, agressivité, repli défensif, *etc.* Les indices topologiques que nous calculons, simples à mettre en œuvre, s'avèrent judicieux pour l'analyse des pratiques en sport électronique collectif.

De plus, on constate peu de différences entre le niveau normal et les VIP : à niveau de joueurs homogènes, l'équipe la plus collective et groupée l'emporte. Nous estimons que cette proximité vient confirmer notre intuition que le jeu en équipe dans les MOBA est plus déterminant que le niveau individuel des joueurs.

3.4. Validation de la pertinence des indices

Nous avons mené quelques expériences en classification supervisée. Cette méthode de décision permet de calculer un modèle pour la prédiction d'une variable. Le modèle, calculé sur une partie des données, est évalué sur l'autre en comparant la

2. Si μ est la moyenne des différences d'indice pour les n échantillons, σ son écart type, l'écart réduit est $\sqrt{n} \cdot \frac{\mu}{\sigma}$

prédiction avec la valeur originale. Outre son potentiel décisionnel, la classification supervisée permet de valider la pertinence des descripteurs des données.

Avec la plateforme RapidMiner³ qui fournit une grande variété de modèles, nous avons cherché à prédire le gain du match à l'aide de nos indices topologiques. Pour chaque partie du corpus, le classifieur calcule un modèle à partir des indices (aire, regroupement, inertie, distance) moyennés sur la durée du match, différenciés selon les équipes.

Avec une large variété de modèles (arbres de décision, bayésien naïf, réseau de neurones, séparateurs à vaste marge, analyse discriminante, *etc.* [COR 02]), nous obtenons des scores très encourageants :

- 95% d'aire sous la courbe ROC [FAW 03]. Cette mesure indique la capacité à classer une équipe qui gagne au-dessus d'une équipe qui perd.
- 85% de précision : c'est la proportion d'équipe déclarées vainqueur qui le sont réellement.
- 90% de rappel : c'est la proportion d'équipes gagnantes retrouvées.

L'interprétation des arbres de décision calculés indique que la variable déterminante est la capacité de regroupement (moyenne des distances au barycentre), puis la distance au but.

Nous en concluons que ces indices topologiques sont pertinents non seulement pour prédire l'issue d'un match de MOBA mais également pour préciser quels sont les facteurs topologiques déterminants : capacité de regroupement et offensivité. Cette dernière évaluation permet de valider l'ensemble de notre méthode : calcul d'indices topologiques élémentaires, indépendants de la nature du jeu, mais utilisables pour anticiper et analyser le résultat.

3.5. *Biais et limites de l'approche*

Notre étude comporte de nombreux biais :

1) sur la constitution du corpus :

- les parties étudiées ici sont déposées par les joueurs pour être soumises à l'expertise d'un administrateur du jeu car un événement spécial s'est produit : départ intempestif d'un joueur, injures, comportement anti-sportif, *etc.* Il est certain que les parties étudiées sont de qualité médiocre ;

- les équipes sont constituées à partir de la file d'attente des joueurs, de façon à équilibrer les probabilités de gain (celles de chaque joueur sont connues). Cependant, les joueurs ne se connaissent pas préalablement et cela introduit un biais certain.

2) sur les aspects techniques de l'analyse des traces :

3. <http://www.rapid-i.com>

- les positions calculées sont le résultat d'une estimation. En effet, l'information n'est pas disponible dans les traces, elle est reconstituée à partir des ordres de mouvement indiqués par les joueurs (en moyenne un par seconde). Néanmoins, la mort d'un héros permet de certifier la position de sa renaissance et l'analyse des mouvements reconstitués montre qu'ils sont réalistes.

- seules les parties ayant été à leur terme ont été analysées, bien que l'abandon avant le terme soit fréquent. Ce choix restreint notre étude aux matchs où l'équilibre a certainement été plus constant.

Nos perspectives concernent l'étude des matchs de championnats officiels. Nous bénéficierons ainsi d'une segmentation par niveau plus fine que la distinction normal/VIP, et d'indices topologiques relatifs à des équipes de joueurs ayant l'habitude d'évoluer ensemble.

4. Enjeux pour l'analyse du sport réel

Nous terminons cet article par quelques réflexions sur les enjeux de l'analyse du sport électronique pour l'étude du sport réel. Dans un premier temps, nous examinons les caractéristiques communes entre les deux types de pratique, puis l'impact de l'analyse de traces pour le sport réel.

4.1. *Transposition au sport réel*

Les sémiologies des sports électroniques et réels coïncident sur de nombreux plans. La notion de mort virtuelle est présente dans le sport classique. En 1975, Bernard Jeu écrit : « Le sport est mort jouée et violence rituelle, mort jouée c'est-à-dire symbolique, c'est-à-dire une mort qui n'est pas réellement mort, violence rituelle c'est-à-dire violence codifiée, limitée, c'est-à-dire violence qui n'est pas réellement violence » [JEU 75].

Très présentes dans les MOBA, les notions d'incertitude du résultat et de fluctuations sont deux des trois composantes du concept d'intensité compétitive [SCE 09]. La troisième réside dans les enjeux de la compétition. Une épreuve avec des enjeux sera plus motivante pour les joueurs et attractive pour les suiveurs qu'une succession de matchs amicaux même incertains. Ceci justifie la constitution de ligues reliées entre elles par un système de promotions-relégations : les meilleurs d'une division accèdent à la division supérieure tandis que les derniers descendent en division inférieure.

En sport électronique dans le MOBA comme dans le sport réel, la confrontation est attractive pour les joueurs si elle réunit (entre autres) deux critères : des rebondissements possibles en permanence et une durée limitée. Dans les MOBA, la limitation de durée est induite par l'amélioration des compétences des joueurs, l'importance des gains au fil du match et la sévérité croissante des pénalités en cas de mort. Cette notion de durée limitée est présente en sport : le tie-break a été institué au tennis pour éviter des matchs interminables et faciliter leur placement dans les grilles télévisuelles ; au volley, on est passé d'une configuration où il fallait avoir le service pour pouvoir mar-

quer un point à une configuration où chaque action occasionne la marque d'un point, toujours dans le souci de limiter la durée des matchs.

4.2. Outils pour le sport réel

L'étude des sports électroniques est peu coûteuse car les traces sont abondantes et facilement disponibles. Même si cette pratique n'implique ni effort ni confrontation physique⁴, de multiples parallèles peuvent être tracés entre les deux domaines, d'où notre parti-pris d'utiliser le terme de cyber-athlète :

- les jeux vidéo permettent une analyse sociologique des comportements coopératifs. L'analyse des mondes virtuels est potentiellement riche de nombreux enseignements.

- en particulier selon l'axe stratégiques du jeu collectif, de nombreuses illustrations des modes classiques de confrontation sportive sont disponibles dans des univers virtuels.

- à l'instar du sport réel avec lequel il partage un vocabulaire important, les données de performance collective/individuelle peut-être analysées, expliquées et améliorées au cours d'un suivi longitudinal.

Notons que des logiciels dédiés à l'analyse de séquences vidéo sont disponibles sur le marché et proposent des fonctionnalités pour mesurer la performance d'un individu en sport réel : temps de course/repos, vitesse instantanée, accélération, *etc.*

Les sports modernes à dimension (télé)spectaculaire sont ainsi propices à générer des statistiques. Cette capacité de numérisation ou digitalisation des actions de jeu [LOR 96] est très marquée dans les sports nord-américains et émergente dans le football. Il s'agit pourtant là d'un enjeu stratégique de développement du sport spectacle. Par exemple, la Ligue de Football Professionnel a lancé un programme de statistiques officielles de sa compétition majeure (la Ligue 1) qui comptabilisent de 1000 à 1500 informations par match. Elles sont mises à la disposition des clubs, diffuseurs, parraineurs et fans. Dans la même logique, les diffuseurs utilisent de plus en plus l'imagerie 3D pour décortiquer sous différents angles une phase de jeu marquante. Loin d'être anecdotiques, ces innovations permettent d'optimiser la compréhension du déroulement du jeu mais aussi le « matchday experience », notion clé en mercatique du sport.

Or, les sports spectaculaires modernes présentent des caractéristiques communes avec les MOBA : deux équipes adverses d'un niveau comparable se confrontent. Ce qui se joue alors, c'est la transition de l'incertitude (début de la partie) à la certitude (terme de la partie). Au fur et à mesure que l'on se rapproche du terme d'une partie, le champ ouvert des possibles se restreint jusqu'à lever toute l'incertitude sur l'équipe victorieuse. Ce qui mobilise l'intérêt des spectateurs, c'est le processus de dissipation de cette incertitude de finalité. Pour reprendre Roland Barthes, on pourrait considé-

4. quoique dans les tournois, les équipes jouent face à face ; les manifestations physiques peuvent influencer : unité vestimentaires, vocalises, ...

rer que dans les MOBA comme dans le « sport réel », il existe une « montée de la fortune » qui nécessite « une science du futur » [BAR 57].

Ainsi, nos méthodes topologiques, de la même façon qu'elles participent à l'aide à la décision et à la compréhension du déroulement d'une partie de DOTA, pourraient s'appliquer au « sport réel » qui s'y prête par nature (adversaire, partenaires, incertitude) et par besoin (fournir des outils de compréhension d'une partie).

5. Conclusion - Perspectives

Nous avons montré, avec des mesures topologiques simples, caractérisant la configuration spatiale d'une équipe de joueurs de MOBA, que nous obtenions des indices pertinents pour prédire le gain d'un match. Malgré les biais dus à la constitution du corpus et aux outils utilisés pour extraire l'information, les traces de configurations spatiales requièrent peu de calcul ou de connaissance et sont pertinentes pour l'étude et l'analyse de l'équilibre compétitif dans le sport électronique d'équipe.

Nous sommes convaincus que ces méthodes peuvent être appliquées à des sports réels, sous réserve bien-sûr de la disponibilité des traces, ce qui suppose l'utilisation d'appareillages sensiblement plus lourds que dans le cas des MOBA. Si des mises en œuvre effectives sont en cours, notamment en Handball, il paraît toujours nécessaire de poursuivre les travaux sur le jeu vidéo. À terme, l'idée est de prolonger l'étude sur le plan du relevé des traces et des méthodes d'analyse de données qui leurs sont appliquées. L'objectif suivant sera de mettre en évidence des profils temporels permettant d'affiner la perception de l'évolution d'un match.

6. Bibliographie

- [AND 09] ANDREFF W., « Équilibre compétitif et contrainte budgétaire dans une ligue de sport professionnel », *Revue économique*, vol. 60, n° 3, 2009, p. 591-633.
- [BAR 57] BARTHES R., *Mythologies*, Paris : Éditions du Seuil, 1957.
- [COR 02] CORNUÉJOLS A., MICLET L., KODRATOFF Y., *Apprentissage Artificiel : Concepts et algorithmes*, Première édition, Eyrolles, 2002.
- [FAW 03] FAWCETT T., « ROC Graphs : Notes and Practical Considerations for Researchers », Tech Report n° HPL-2003-4, 2003, HP Laboratories, Available : <http://www.purl.org/NET/tfawcett/papers/ROC101.pdf>
- [JEU 75] JEU B., *Le sport, la mort, la violence*, Paris, Editions Universitaires, 1975.
- [LOR 96] LORET A., *Génération glisse*, Paris : Éditions autrement, 1996.
- [RIO 08] RIOULT F., « DotA : a question of time », <http://forums.dota-allstars.com/index.php?showtopic=220426&hl=> 2008.
- [RIO 09] RIOULT F., « Fouille de traces pour la recommandation stratégique en sport électronique », *Interactions, Contextes, Traces (ICT'09)*, Caen, France, mars 2009.
- [SCE 09] SCHELLES N., « L'incertitude du résultat, facteur clé de succès du spectacle sportif professionnel. L'intensité compétitive des ligues : entre impacts mesurés et effets perçus », PhD thesis, Université de Caen Basse-Normandie, Caen, France, 2009.