



**HAL**  
open science

## Approche qualitative pour identifier et qualifier l'engagement des joueurs à partir de leurs traces d'interaction

Patrice Bouvier, Karim Sehaba, Elise Lavoué, Sébastien George

### ► To cite this version:

Patrice Bouvier, Karim Sehaba, Elise Lavoué, Sébastien George. Approche qualitative pour identifier et qualifier l'engagement des joueurs à partir de leurs traces d'interaction. Conférence en Ingénierie des Connaissances (IC 2013), Jul 2013, Lille, France. 16 p. hal-01134721

**HAL Id: hal-01134721**

**<https://hal.science/hal-01134721>**

Submitted on 24 Mar 2015

**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.

# Approche qualitative pour identifier et qualifier l'engagement des joueurs à partir de leurs traces d'interaction

Patrice Bouvier<sup>1,2</sup>, Karim Sehaba<sup>1,3</sup>, Élise Lavoué<sup>1,4</sup>,  
Sébastien Georges<sup>1,5</sup>

<sup>1</sup>Université de Lyon, CNRS,

<sup>2</sup>Université Lyon 1, LIRIS, UMR5205, F-69622, France

<sup>3</sup>Université Lyon 2, LIRIS, UMR5205, F-69676, France

<sup>4</sup>Université Lyon 3, MAGELLAN, LIRIS, UMR5205, France

<sup>5</sup>INSA-Lyon, LIRIS, UMR5205, F-69621, France

{patrice.bouvier, karim.sehaba}@liris.cnrs.fr, elise.lavoue@univ-lyon3.fr,  
sebastien.george@insa-lyon.fr

**Résumé** : Cet article propose une approche qualitative pour identifier et qualifier l'engagement des utilisateurs d'un jeu vidéo à visée ludique ou sérieuse, à partir de leurs traces d'interaction. L'engagement est un indicateur pertinent pour rendre compte de la motivation, de l'acceptation et de l'attachement en direction de l'activité médiatisée. Les connaissances sur l'engagement extraites à partir des traces d'interaction peuvent servir de guide pour analyser, concevoir et valider le jeu puis l'adapter et le personnaliser. Notre approche extrait des connaissances sur des phénomènes de haut niveau tel que l'engagement à partir de données brutes issues des interactions des utilisateurs. Notre approche combine, en trois étapes, un travail théorique sur les notions d'engagement et de comportements engagés, la Self-Determination Theory, la Théorie de l'Activité et la Théorie de la Trace. En s'appuyant sur les traces d'interaction, notre approche identifie et qualifie des comportements engagés dans des environnements interactifs faiblement contraints, directement, de façon continue, dans des conditions écologiques et sur une longue période. Pour montrer la faisabilité de notre approche, nous présentons les résultats d'une étude conduite sur douze traces composées de plusieurs milliers de données.

**Mots-clés** : Qualification de l'engagement, Analyse du comportement, Jeux vidéo, Approche qualitative, Théorie de l'activité, Théorie de la trace.

## 1 Introduction

Depuis de nombreuses années il y a un intérêt croissant de la part des enseignants et formateurs pour les jeux sérieux et d'apprentissage. Si en

présentiel les enseignants ont la possibilité de mesurer l'engagement des apprenants et de l'influencer en adaptant leurs comportements ou leurs enseignements, pour les apprentissages reposant sur l'outil informatique, la relation entre l'enseignant et les apprenants est plus limitée. Ceci est particulièrement vrai avec l'apprentissage à distance. Informer l'enseignant sur l'engagement des apprenants peut aider l'enseignant à maintenir la motivation et donc à prévenir l'échec scolaire. Parallèlement, l'industrie du jeu vidéo connaît de profonds changements économiques. En effet, le modèle économique dit du Free-to-Play remplace progressivement l'ancien modèle où les joueurs doivent acheter le jeu avant de jouer (Pay-to-Play). Dans ce nouveau modèle l'accès au jeu est gratuit mais les ressorts et dynamiques du jeu incitent les joueurs à acheter du contenu additionnel (nouveau personnage, nouvelle zone de jeu, nouvel équipement etc.). Ce changement économique a de nombreux avantages pour cette industrie : faire évoluer le jeu après sa sortie, plusieurs versions d'un même jeu peuvent être déployées en même temps ou la lutte contre le piratage. En retour, l'accès gratuit aux jeux facilite le passage de jeu en jeu. Aussi, afin de consolider la fidélité des joueurs dans un marché aussi concurrentiel et volatile, les compagnies cherchent à susciter et maintenir leur engagement.

Dans cet article nous proposons une approche pour identifier et qualifier des comportements engagés à partir des traces d'interaction des joueurs. Cette approche permet une analyse continue et dans des conditions écologiques. Nous présentons les résultats d'une étude conduite sur douze traces composées de plusieurs milliers de données afin de monter la faisabilité de notre approche. Dans le reste de l'article le terme joueur renvoie indifféremment à l'utilisateur d'un jeu à finalité ludique ou d'apprentissage.

L'article est organisé comme suit. En section 2 nous définissons le concept d'engagement et passons en revue différentes méthodes pour l'identifier. La section 3 décrit les trois étapes de notre approche qualitative. En section 4 nous présentons les résultats de notre étude et les discutons. La section 5 présente une conclusion et des perspectives.

## **2 Le concept d'engagement**

Définir l'engagement est nécessaire avant d'identifier des comportements engagés. Puis, nous présentons différentes méthodes d'évaluation.

## **2.1 Définir l'engagement dans les jeux vidéo**

Suite à un état de l'art sur l'engagement dans les jeux vidéo, Boyle *et al.* (2012) observent que la nature de l'engagement n'est toujours pas comprise et qu'aucune définition de l'engagement ne s'est imposée. En outre, comme l'indiquent Takatalo *et al.* (2010), plusieurs concepts souvent mal définis et se recouvrant partiellement renvoient à l'idée d'engagement. Afin d'être précis sur l'objet que nous étudions, nous considérons l'engagement comme "la volonté d'avoir ses émotions, affect et pensées dirigées vers et déterminées par l'activité médiatisée" (Bouvier *et al.*, 2013a).

Définir et délimiter un concept abstrait comme l'engagement est utile pour faciliter les échanges scientifiques notamment lorsque le concept est utilisé dans différents domaines. Cela permet d'être clair sur les objectifs ou sur ce qui est mesuré. Enfin, cela rend valide et efficace les comparaisons entre différentes méthodes et approches abordant le concept.

## **2.2 Identifier l'engagement**

Notre objectif est d'analyser l'engagement des joueurs directement, de façon continue et sur une longue période (session après session sur plusieurs semaines ou mois). Nous souhaitons mener cette étude de façon écologique (dans les conditions réelles de pratique et sans interférer avec l'activité du joueur ni impacter le système). Nous visons également une approche permettant, potentiellement, d'analyser une population entière d'utilisateurs et non un échantillon. Enfin, cette approche doit être efficace avec les systèmes interactifs offrant une large variété d'actions comme c'est le cas avec les jeux vidéo. C'est pourquoi nous ne traitons pas dans cette section les méthodes psychophysiologiques ou reposant sur des questionnaires, entrevues et observations. Ces méthodes sont revues par, respectivement, Kivikangas *et al.* (2011) et Fredricks & McColskey (2012).

Les méthodes à base de métriques sont utilisées dans l'industrie et dans la recherche pour répondre aux contraintes précédemment mentionnées. Ces méthodes collectent puis stockent automatiquement les actions des utilisateurs effectuées via les outils d'interaction. Dans un contexte de jeu, il pourra s'agir entre autres, des déplacements du personnage, des modifications de son équipement, des interactions avec les autres joueurs. Des informations telles que le temps mis pour réussir une épreuve ou atteindre un certain niveau peuvent également être collectées. Il est ainsi possible d'enregistrer le parcours et les choix du joueur effectués durant l'activité. Différentes méthodes de fouilles de données peuvent alors être employées afin

d'extraire des informations pertinentes et interprétables pour un contexte donné. Romero & Ventura (2010) et Drachen *et al.* (2013) proposent deux revues récentes sur les méthodes de fouilles de données appliquées respectivement sur des données d'apprenants ou de joueurs.

Pour étudier l'impact des tutoriaux sur l'engagement des joueurs, Andersen *et al.* (2012) collectent des données brutes telles que le nombre de niveaux complétés, le temps total de jeu et le nombre de fois qu'un joueur a chargé un jeu. Espérant prédire quand les joueurs arrêteront de jouer, Bauckhage *et al.* (2012) étudient les évolutions de l'engagement au cours du temps. Pour cela les auteurs analysent le temps de jeu des joueurs (quand ils jouent et pour combien de temps) à partir de 5 jeux tels que Tomb Raider ou Crysis. Weber *et al.* (2011) étudient l'engagement sous l'angle de la rétention des joueurs d'un jeu de football américain. Pour ce faire, les auteurs collectent des données relatives aux préférences des joueurs telles que le choix du mode de jeu et des données comportementales comme le nombre moyen de yards gagnés ou le taux de possession de la balle. Cherchant à détecter le désengagement des apprenants dans un systèmes d'apprentissage en-ligne, Cocea & Weibelzahl (2009) comparent huit techniques d'apprentissage automatique appliquées sur plusieurs types de données brutes. Ces derniers concernent principalement la lecture des pages (nombre de pages lues, temps de lecture d'une page) et des événements liés au quizz. Les méthodes précédentes effectuent des mesures quantitatives sur des données isolées et non reliées entre elles. Aussi, plutôt que d'aborder les comportements engagés comme un état présentant diverses formes et dynamiques, ces méthodes demeurent à un niveau basique en considérant uniquement des dimensions réduites de l'engagement.

Certaines approches considèrent les comportements engagés comme des séquences d'actions. Étudiant l'engagement d'un apprenant lors de l'utilisation d'un système de tutorat intelligent, Beal *et al.* (2006) proposent une approche par classification. Les auteurs définissent cinq motifs d'actions temporellement situés. Plus récemment, Köck & Paramythis (2011) adoptent une approche par partitionnement des données pour détecter des séquences d'actions d'apprenants dans le tuteur intelligent ANDES. Ces études ont été effectuées dans les systèmes, fortement contraints, de tutorat intelligent. Dans ce type d'environnement la variété des actions possibles est très limitée (réponses, demandes d'aide, résultats etc.) et déterminée par le système interactif. Les types des éléments collectés étant en nombre réduit, les outils de recherche de séquences peuvent se révéler efficaces pour découvrir des séquences d'actions statistiquement pertinentes. Mais dans

des environnements interactifs faiblement contraints comme peuvent l'être les jeux ludiques ou sérieux, une grande variété d'actions peut être entreprise. Les méthodes de recherche de séquences risquent alors de retourner un nombre de séquences très important, rendant leurs interprétations difficiles. De plus, l'adjacence entre des actions n'implique pas nécessairement qu'il existe une cohérence entre celles-ci. L'interprétation de ces séquences peut alors être difficile et donc l'attribution de valeur à l'information extraite délicate. Enfin, Dietterich (2002) pointe plusieurs limites des techniques d'apprentissage automatique comme les interactions à longue distance. Ce point est critique si un comportement engagé repose sur des actions éloignées dans le temps.

### **3 Approche pour identifier et qualifier des comportements engagés**

Canossa & Drachen (2009) considèrent que les métriques renseignent uniquement sur ce que fait un joueur mais pas pourquoi il le fait et par conséquent ne peuvent informer sur les états affectifs ou psychologiques des joueurs (dont l'engagement fait partie). Cependant, Bauckhage *et al.* (2012) remarquent que puisque l'engagement influence le comportement, certaines quantités mesurables peuvent être considérées pour identifier des comportements engagés. Enfin, Pagulayan *et al.* (2003) discutent en détail des différences entre des applications hédonistes telles que les jeux vidéo et des applications utilitaires. Ces différences impliquent notamment que les métriques utilitaristes telles que le temps nécessaire pour réaliser une tâche ou le nombre de tâches réalisées avec succès ne permettent pas d'analyser l'expérience du joueur (et donc son engagement).

Prenant en compte les considérations précédentes, nous détaillons dans cette section notre stratégie pour identifier et qualifier des comportements engagés à partir des actions des joueurs. Nous considérons un comportement comme une chaîne d'actions effectuées dans le jeu. Une chaîne d'actions est une agrégation d'actions sélectionnées selon des contraintes temporelles et/ou les caractéristiques d'une action. En agrégeant plusieurs actions, nous espérons disposer de connaissances contextuelles sur l'engagement. Notre approche repose sur trois étapes dont les objectifs sont :

1. déterminer des comportements engagés de haut niveau
2. caractériser ces comportements engagés en identifiant les chaînes d'actions sous-jacentes
3. détecter ces chaînes d'actions parmi l'ensemble des actions collectées et enregistrées.

### 3.1 Déterminer des comportements engagés

Déterminer des comportements engagés requiert, en amont, d'avoir une vision claire sur ce qu'est l'engagement (voir section 2.1). Pour décider si un comportement reflète, ou non, un engagement, nous abordons la question des motivations des joueurs pour jouer, puis s'engager. Ceci est utile pour donner du sens aux actions des joueurs par rapport à l'engagement. Comme Przybylski *et al.* (2010), nous adoptons la Self-Determination Theory (SDT) initiée par Ryan & Deci (2000) pour expliquer l'engagement dans les jeux vidéo. La SDT identifie trois besoins psychologiques humains universels : le sentiment de *compétence*, l'*autonomie* et les *relations sociales*. Il est facile d'observer comme les jeux vidéo ont le potentiel pour répondre parfaitement à ces trois besoins. Ceci peut expliquer pourquoi les joueurs jouent. Nous considérons que ces besoins psychologiques correspondent en définitive, au besoin d'en ressentir les émotions associées. Nous considérons enfin que les joueurs s'engagent pour ressentir plus intensément ces émotions. Ainsi, comme notre définition de l'engagement le met en avant, les émotions ressenties durant le jeu sont les motivations pour jouer puis s'engager. Le comportement des joueurs est donc déterminé par les émotions recherchées. En reposant sur la satisfaction des besoins notre approche est indépendante du gameplay<sup>1</sup> et donc est applicable à tous types de jeux actuels ou futurs. Cela permet également de déterminer un éventail large et non-stéréotypé de comportements.

Pour structurer l'analyse des comportements engagés, Bouvier *et al.* (2013a) considèrent que jouer à un jeu vidéo consiste à *effectuer des actions* (processus de prise de décisions), *directement ou par l'intermédiaire d'un personnage*, au sein d'un *environnement* et peut impliquer des *interactions sociales* (avec d'autres humains ou des agents virtuels). Ainsi, en accord avec notre définition de l'engagement et la SDT, les comportements engagés des joueurs peuvent être dirigés vers l'*environnement* (besoin d'*autonomie*), vers les *autres* (besoin de *relations sociales*), vers *Soi* (besoin d'*autonomie*) ou vers les *actions* (besoins de *compétence* et d'*autonomie*). Chaque type de comportements engagés regroupe plusieurs comportements possibles. Bien sûr, en fonction du type de jeu, ces comportements engagés ne sont pas nécessairement présents ni avec la même intensité. Cette étape de notre approche permet de faire face à la grande variété des actions en organisant celles-ci en fonction des comportements possibles dans

---

1. Le terme gameplay peut renvoyer à la structure, aux dynamiques ou aux aspects interactifs d'un jeu vidéo.

un jeu. Puis, de distinguer un comportement reflétant un engagement d'un comportement simplement déterminé par le gameplay du jeu (auquel cas potentiellement indépendant de toute idée d'attachement au jeu).

### **3.2 Caractériser les comportements engagés**

L'étape précédente établit les relations entre besoins, motivations et comportements engagés de haut niveau. Dans cette section nous décrivons comment nous caractérisons les comportements engagés identifiés précédemment en prolongeant ces relations en direction des actions effectivement réalisées par l'utilisateur. Pour ce faire nous utilisons la Théorie de l'Activité (TA) initiée par Vygotsky (1978) et Leontiev (1978). La TA distingue trois niveaux d'analyse de l'activité :

- Une *activité* est effectuée par un sujet, par l'intermédiaire d'un outil, en réponse à un besoin spécifique ou motif afin d'atteindre un objet (objectif). Nous suivons Kaptelinin (2005) en différenciant objet et motif de l'activité. Ainsi, le besoin génère le motif, le motif provoque l'*activité* et l'objet structure et dirige l'*activité* en direction d'un résultat désiré et anticipé (Bardram, 1997). L'objet est ce qui caractérise une *activité* et différencie une *activité* d'une autre (Leontiev, 1978). L'objet doit être d'une importance significative (auto-suffisante).
- Une *action* (ou chaîne d'*actions*) peut être vue comme la transcription effective d'une *activité*. Une *action* peut être utilisée par différentes *activités* en vue d'atteindre un but. Ainsi, le but de l'*action* dépend de l'*activité* dans laquelle l'*action* s'inscrit. La différence entre l'objet d'une *activité* et le but d'une *action* est le degré d'importance. Une *action* est réalisée de façon consciente et avec efforts.
- Une *opération* (ou chaîne d'*opérations*) permet la réalisation effective d'une *action*. Une *opération* est automatisée car effectuée inconsciemment et sans efforts. Une *opération* est déterminée par les conditions environnementales et contextuelles de l'*activité* et peut être utilisée par différentes *actions*.

Nous utilisons la TA comme un cadre hiérarchique pour conduire une analyse complète et structurée des comportements engagés dans le jeu. La TA nous permet de déconstruire un comportement engagé en *activité*, chaîne d'*actions* et chaîne d'*opérations* effectuées par le joueur au sein du jeu. Ainsi, chaque type d'engagement (environnemental, social, de soi, d'action) regroupe plusieurs *activités* partageant le même motif mais ayant des objets différents. Par exemple, les *activités* sociales "Développer son réseau social" et "Animer son groupe d'amis" partagent le même motif

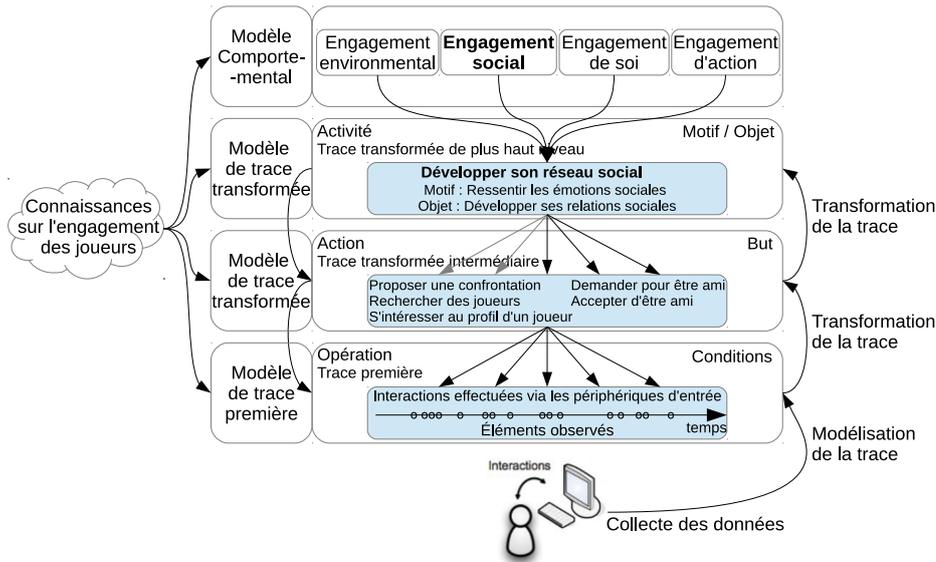


FIGURE 1 – Pour identifier et qualifier l’engagement des joueurs à partir de leurs traces d’interaction, notre approche combine, en trois étapes, un travail théorique sur les notions d’engagement et de comportements engagés, la Self-Determination Theory, la Théorie de l’Activité et la Théorie de la Trace. Ici un exemple extrait de notre étude.

(ressentir les émotions inhérentes aux relations sociales) initié par le besoin de relations sociales identifié précédemment par la SDT. Mais, conformément à l’appel de Kaptelinin (2005), ces *activités* ont des objets différents (respectivement "Développer ses relations sociales" et "Partager des moments entre amis"). L’*activité* "Développer son réseau social" (extraite de l’expérimentation présentée section 4) repose sur plusieurs *actions* telles que "Proposer une confrontation" ou "S’intéresser au profil d’un joueur". Toutes ces *actions* sont réalisées dans le jeu par l’intermédiaire de nombreuses *opérations* effectuées via les outils d’interactions (ici des clics de souris et des entrées au clavier). La figure 1 illustre cette caractérisation.

### 3.3 Détecter les comportements engagés

L’objectif de cette troisième et dernière étape de notre approche qualitative est double. Premièrement, détecter parmi l’ensemble des interactions utilisateurs collectées et enregistrées, les chaînes d’*opérations* identifiées dans l’étape précédente. Puis, réifier les relations entre *opérations*, *actions* et *activités*. Pour ce faire nous exploitons la Théorie de la Trace (TT). La

TT est un cadre qui structure la collecte, l'organisation et l'exploitation des traces d'interaction d'un utilisateur (c'est-à-dire toutes actions effectuées par un utilisateur en direction d'un système informatisé) (Clauzel *et al.*, 2011). Au niveau le plus bas, se trouvent les *éléments observés* (labellisés *obsels*). Un *obsel* correspond à une action brute d'un utilisateur (telle qu'un clic de souris ou l'appui sur une touche de clavier) collectée depuis le système interactif. Un *obsel* contient les informations suivantes : le type d'évènement, une date de début et de fin et un ensemble d'informations contextuelles. Ces informations sont nécessaires pour caractériser un *obsel* et extraire du sens. On appelle trace première un ensemble d'*obsels* temporellement situés. Une trace première peut contenir un nombre très important d'*obsels* de niveau informatif peut être très bas. Il est souvent difficile d'extraire des connaissances satisfaisantes depuis une trace première.

La formalisation proposée par Settouti *et al.* (2009) vise à faciliter la transition depuis la trace première en direction d'une information ayant du sens. Cette formalisation requiert un modèle de trace afin d'organiser et caractériser les *obsels* au sein de la trace. Ce modèle définit les types des *obsels* et les types des relations qui composent la trace. Cette formalisation requiert également un modèle de transformation. Ce dernier définit un ensemble de règles servant à transformer une trace de bas niveau en une trace porteuse de connaissances de plus haut niveau. Une règle repose sur des contraintes temporelles et/ou des opérations logiques sur les attributs contextuels des *obsels*. Les traces transformées doivent permettre d'extraire des connaissances plus complexes ou abstraites.

Pour notre approche qualitative nous combinons la Théorie de l'Activité et la Théorie de la Trace en établissant les correspondances suivantes :

- *opération*  $\Leftrightarrow$  trace première composée d'*obsels*
- *action*  $\Leftrightarrow$  trace transformée de niveau intermédiaire
- *activité*  $\Leftrightarrow$  trace transformée de plus haut niveau

La Figure 1 illustre les trois étapes de notre approche. Nous partons des connaissances sur l'engagement pour déterminer des comportements engagés. Puis, nous analysons le jeu par le prisme de la Théorie de l'Activité afin de déconstruire une *activité* reflétant un comportement engagé. Enfin, nous utilisons la Théorie de la Trace pour, s'il y a lieu, découvrir et extraire des connaissances de haut niveau quant à l'engagement des joueurs.

## 4 Expérimentation

L'objectif de notre expérimentation est de vérifier la faisabilité du processus sur lequel repose notre approche : collecter les données puis déterminer, caractériser et détecter des comportements engagés.

### 4.1 Contexte

Pour cette étude nous exploitons le jeu de Bodyboard développé par la compagnie Intellysurf sous le label YouRiding<sup>2</sup>. Ce jeu offre une base de 150 000 joueurs actifs par mois. Ce jeu étant en-ligne, il est possible d'analyser les comportements engagés de façon directe, continue, sur une longue période et dans des conditions écologiques. Ce jeu consiste à voyager de plage en plage afin de sélectionner les conditions de vague les plus efficaces pour effectuer des figures les plus spectaculaires (et donc rapportant le plus de points), réaliser des défis ou se confronter aux autres joueurs. Les joueurs doivent être capables de détecter le meilleur moment pour lancer une figure avec la bonne combinaison de touches. Ils doivent également adopter la bonne stratégie pour effectuer seulement les figures que leur équipement ou compétences permettent. Ils doivent donc effectuer les bons choix quant à l'amélioration de leurs équipements et compétences. Les dimensions environnementale, sociale et action de ce jeu sont suffisamment marquées pour susciter des comportements engagés variés.

### 4.2 Résultats

Nous avons collecté douze traces de joueurs sur la période de janvier à avril 2012. Les traces peuvent contenir jusqu'à 89 types d'*obsels* et être composées de plusieurs milliers d'*obsels* (10718 *obsels* pour le joueur le plus actif sur la période). La collecte des données utilise une architecture classique de type client-serveur (collecte via des scripts JavaScript puis des scripts PHP enregistrent ces données dans des bases de données MySQL).

Pour cette étude nous avons sélectionné quatre *activités* : *Développer son réseau social* et *Animer son groupe d'amis* pour l'engagement social, *Relever les défis proposés par le jeu* pour l'engagement d'action et *Augmenter ses connaissances sur le jeu* pour l'engagement environnemental. Puis nous caractérisons ces quatre *activités* selon la Théorie de l'Activité.

---

2. YouRiding : <http://www.youriding.com>

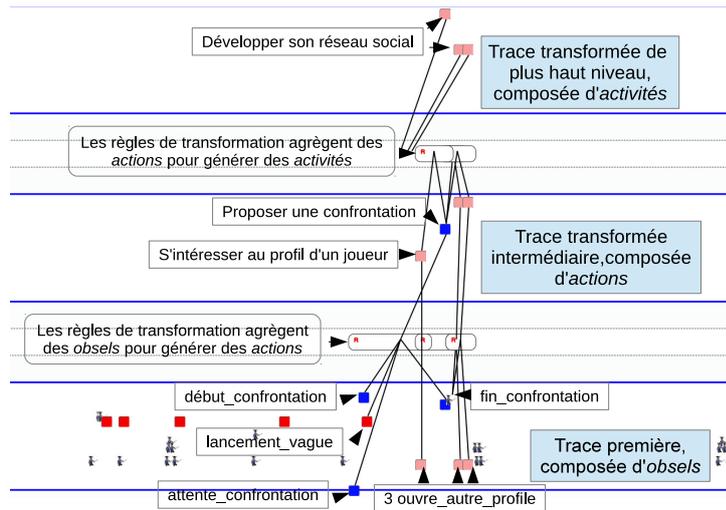


FIGURE 2 – Visualisation dans D3KODE du processus de transformation. Celui-ci transforme les *obsels* de la trace première en *obsels* de niveau *action* puis ces derniers sont transformés en *obsels* de niveau *activité*.

Ainsi, l'activité *Développer son réseau social* repose sur dix *actions* principales (une même *action* peut présenter plusieurs variantes en fonction des règles). Les cinq *actions* suivantes sont de haut niveau pour cette *activité* : *proposer une confrontation*, *rechercher des joueurs*, *s'intéresser au profil d'un joueur*, *demander à un joueur de devenir ami dans le jeu* et *accepter de devenir l'ami d'un joueur*. La déconstruction des trois autres *activités* est présentée dans Bouvier *et al.* (2013b). Enfin, nous détectons les *opérations* dans les traces des joueurs et réifions les relations entre *opérations*, *actions* et *activités*. Pour cette dernière étape nous utilisons le logiciel D3KODE (Champalle *et al.*, 2012). D3KODE offre les fonctionnalités suivantes : chargement des données sous forme de trace première, création des modèles de transformation et des règles associées et visualisation des traces premières et transformées et des transformations (voir Figure 2 pour une illustration). Les données sont exportées depuis la base de données MySQL dans un fichier CVS qui est chargé dans D3KODE afin d'obtenir une trace première. Chaque ligne de ce fichier contient une date de début et une date de fin, le nom de l'*obsel* et au plus trois attributs contenant des informations contextuelles (nom du bouton cliqué, identifiant d'un équipement etc.). Afin de créer le niveau *action* nous appliquons une ou plusieurs règles de transformation à la trace première. Par exemple les *obsels* *open\_profile\_improvements* et *open\_profile\_skills* sont agrégés afin de gé-

néer l'action *Acquérir des informations sur les défis proposés*. La règle suivante sélectionne les instances où les deux pages du jeu *Improvements* et *Skills* ont été ouvertes dans un intervalle de 2 minutes. L'analyse du jeu a permis d'identifier ce seuil.

```

1 { open_profile_skills.hasEnd < open_profile_improvements.hasBegin
2   (open_profile_improvements.hasBegin - open_profile_skills.hasEnd) ≤ 120 }
3 OR
4 { open_profile_improvements.hasEnd < open_profile_skills.hasBegin
5   (open_profile_skills.hasBegin - open_profile_improvements.hasEnd) ≤ 120 }
```

Nous créons alors de façon similaire l'ensemble des règles permettant de générer les *actions*. Puis, nous créons une nouvelle transformation agrégeant des *actions* pour générer des *obsels* de plus haut niveau. Nous réitérons ce processus jusqu'à faire émerger un *obsel* de niveau *activité*.

Une fois l'ensemble des transformations implanté et appliqué aux traces, notre approche permet de distinguer les joueurs engagés des non-engagés. Nous considérons un joueur comme étant engagé dès lors qu'une *activité* a pu émerger de la trace. Ainsi par notre approche, sept joueurs sur les douze analysés peuvent être qualifiés d'engagé. Ces derniers pouvant manifester soit un unique type d'engagement soit une combinaison de plusieurs types. Ainsi, bien que le jeu servant de support à notre expérimentation soit considéré comme un jeu social, certains joueurs n'ont manifesté absolument aucun intérêt pour les autres joueurs (aucune confrontation ni ouverture de profil n'a pu être observée). Nous avons également pu identifier deux types d'engagement social très différenciés (même motif mais objets différents). L'un dirigé vers les amis préexistants du joueur, l'autre manifestant un intérêt pour des joueurs inconnus (Bouvier *et al.*, 2013b).

### 4.3 Discussion

Nous considérons que notre approche et notre processus de découverte de connaissances sur l'engagement des joueurs peut facilement s'appliquer à d'autres types de jeux. En effet la base théorique sur la satisfaction des besoins universels fait qu'une fois le travail de recensement des comportements engagés effectué, ceux-ci se retrouvent potentiellement dans l'ensemble des jeux. De plus, lors de la déconstruction des comportements engagés en *activités* et *actions* nous avons pris soin de réfléchir en terme de genericité. Ainsi, l'action *proposer une confrontation* peut renvoyer à une confrontation sportive ou à une compétition d'orthographe. Par nature, seul le niveau *opération* dépend de l'environnement. En outre, les règles de transformation de niveaux *actions* et *activités* peuvent facilement s'adapter

à d'autres jeux dès lors que les critères sont externalisés dans un fichier de configuration externe renseigné par les concepteurs des applications.

Notre approche pour extraire des connaissances sur l'engagement à partir des traces d'interaction peut s'avérer très utile pour les concepteurs, développeurs et praticiens (tels que les enseignants pour les jeux sérieux) pour guider l'analyse (penser en terme de type d'engagement ciblé), la conception ou la validation de l'activité et du système. Ainsi, notre approche permet aux concepteurs de se méfier de leurs intuitions et d'avoir une vision réelle de comment les joueurs jouent, de ce qu'ils veulent ou de ce qui pourrait leur manquer (mauvais équilibre entre les composantes de l'engagement). Le processus d'engagement (naissance de l'engagement, engagement, désengagement, réengagement) permet de considérer des dimensions de dynamiques et de temporalité. Les connaissances extraites peuvent servir à adapter et personnaliser l'activité médiatisée en fonction du niveau d'engagement (émergence d'*obsels* de niveau *activité* ou seulement *actions* ?) et du type d'engagement décelé. Ces connaissances pourraient également être directement utilisées par le système afin d'automatiser l'adaptation et la personnalisation ou pour donner une information en retour aux utilisateurs.

Au-delà des jeux, notre approche est utilisable dès qu'il existe des chaînes d'*actions* et d'*opérations* (traduisant des choix) à analyser. Outre l'engagement, l'approche peut être exploitée pour identifier une évolution de comportement de tous types (motivations, états affectifs etc.). Les développeurs de jeux commerciaux peuvent utiliser l'information retournée afin de maintenir l'attachement et la fidélité des joueurs à leurs produits. Dans un contexte d'apprentissage, les informations extraites peuvent servir à maintenir la motivation des apprenants.

## **5 Conclusion et perspectives**

Nous avons montré comment et pourquoi notre méthode peut extraire des connaissances sur des phénomènes de haut niveau (tel que l'engagement) à partir de données brutes issues des interactions des joueurs. Pour cela nous avons établi une relation entre besoins, motivations, comportements engagés et les actions effectivement réalisées par l'utilisateur. Trois étapes sont nécessaires à notre approche : (1) déterminer des comportements engagés de haut niveau ; (2) déconstruire, selon la Théorie de l'Activité, ces comportements engagés en *activités*, *actions* et *opérations* ; (3) détecter les *activités*, chaînes d'*actions* et chaînes d'*opérations* parmi les

données collectées et enregistrées en exploitant la Théorie de la Trace.

En reposant sur les traces d'interaction des utilisateurs, notre approche identifie et qualifie des comportements engagés dans des systèmes interactifs faiblement contraints, directement, de façon continue, dans des conditions écologiques et sur de longues périodes.

Nous avons également présenté les résultats d'une expérimentation menée sur douze traces de joueurs comportant plusieurs milliers d'*obsels* afin de montrer la faisabilité du processus servant de support à notre approche et sa capacité à distinguer les joueurs engagés des non engagés.

Notre approche est actuellement effectuée manuellement et a posteriori. En effectuant une analyse par régression sur les actions des utilisateurs, il est peut-être possible de détecter les *activités*, *actions* voire *opérations* les plus pertinentes car discriminantes. Ainsi, en réduisant la complexité des calculs, il pourrait être possible d'appliquer l'approche durant l'activité. L'étape suivante pourrait alors être l'adaptation et la personnalisation automatique de l'activité et du système afin de susciter et maintenir l'engagement. Les objectifs d'automatisation et de passage à l'échelle (analyser plusieurs milliers de joueurs en même temps) renvoient aux problématiques de capacité et d'efficacité de calcul des Big Data.

## Remerciements

Cette recherche a été conduite dans le cadre du projet QuEJAnT qui implique le laboratoire LIRIS et les entreprises Corexpert, Intellysurf et Kiniro. Ce projet, labellisé par le pôle de compétitivité Imaginove, est soutenu par la Région Rhône Alpes et Le Grand Lyon.

## Références

- ANDERSEN E., O'ROURKE E., LIU Y.-E., SNIDER R., LOWDERMILK J., TRUONG D., COOPER S. & POPOVIC Z. (2012). The impact of tutorials on games of varying complexity. In *Proceedings of the SIGCHI Conference on Human Factors in Computing Systems*, CHI '12, p. 59–68, New York, USA.
- BARDAM J. E. (1997). Plans as situated action : an activity theory approach to workflow systems. In *Proceedings of the fifth conference on European Conference on Computer-Supported Cooperative Work*, ECSCW'97, p. 17–32, Norwell, MA, USA : Kluwer Academic Publishers.
- BAUCKHAGE C., KERSTING K., SIFA R., THURAU C., DRACHEN A. & CANOSSA A. (2012). How players lose interest in playing a game : An empirical study based on distributions of total playing times. In M. S. E. S. LU-

- CAS, S.–B. CHO, Ed., *Proceedings of the IEEE Conference on Computational Intelligence and Games (CIG)*, Granada, Spain.
- BEAL C. R., QU L. & LEE H. (2006). Classifying learner engagement through integration of multiple data sources. In *Proceedings of the 21st national conference on Artificial intelligence*, AAAI'06, p. 151–156 : AAAI Press.
- BOUVIER P., LAVOUÉ E., SEHABA K. & GEORGE S. (2013a). Identifying learner's engagement in learning games : a qualitative approach based on learner's traces of interaction. In *5th International Conference on Computer Supported Education*, CSEDU 2013, p. 339–350, Aachen, Germany.
- BOUVIER P., SEHABA K., LAVOUÉ E. & GEORGE S. (2013b). Using traces to qualify learner's engagement in game-based learning. In *The 13th IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, ICALT 2013, p. 1–5, Beijing, China : IEEE Computer Society.
- BOYLE E. A., CONNOLLY T. M., HAINEY T. & BOYLE J. M. (2012). Engagement in digital entertainment games : A systematic review. *Computers in Human Behavior*, **28**(3), 771–780.
- CANOSSA A. & DRACHEN A. (2009). Patterns of play : Play-personas in user-centred game development. In A. BARRY, K. HELEN & K. TANYA, Eds., *Breaking New Ground : Innovation in Games, Play, Practice and Theory : Proceedings of the 2009 Digital Games Research Association Conference*, London : Brunel University.
- CHAMPALLE O., SEHABA K., COSMAS D., MILLE A. & PRIÉ Y. (2012). Assistance to trainers for the observation and analysis activities of operators trainees on nuclear power plant full-scope simulator. In F. XHAFI, L. BARROLI, F. POP, X. C. 0001 & V. CRISTEA, Eds., *International Conference on Intelligent Networking and Collaborative Systems (INCoS 2012)*, p. 33–40 : IEEE Computer Society.
- CLAUZEL D., SEHABA K. & PRIÉ Y. (2011). Enhancing synchronous collaboration by using interactive visualisation of modelled traces. *Simulation Modelling Practice and Theory*, **19**(1), 84–97.
- COCEA M. & WEIBELZAHN S. (2009). Log file analysis for disengagement detection in e-learning environments. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, **19**(4), 341–385.
- DIETTERICH T. G. (2002). Machine learning for sequential data : A review. In *Proceedings of the Joint IAPR International Workshop on Structural, Syntactic, and Statistical Pattern Recognition*, p. 15–30, London, UK : Springer.
- DRACHEN A., THURAU C., TOGELIUS J., YANNAKAKIS G. & BAUCKHAGE C. (2013). Game data mining. In M. SEIF EL-NASR, A. DRACHEN & A. CANOSSA, Eds., *Game Analytics : Maximizing the Value of Player Data*, chapter 12, p. 1–50. Springer.

- FREDRICKS J. A. & MCCOLSKEY W. (2012). The measurement of student engagement : A comparative analysis of various methods and student self-report instruments. In S. L. CHRISTENSON, A. L. RESCHLY & C. WYLIE, Eds., *Handbook of Research on Student Engagement*, p. 763–782. Springer US.
- KAPTELININ V. (2005). The object of activity : Making sense of the sense-maker. *Mind, Culture, and Activity*, **12**(1), 4–18.
- KIVIKANGAS J. M., CHANEL G., COWLEY B., EKMAN I., SALMINEN M., JÄRVELÄ S. & RAVAJA N. (2011). A review of the use of psychophysiological methods in game research. *Journal of Gaming and Virtual Worlds*, **3**(3), 181–199.
- KÖCK M. & PARAMYTHIS A. (2011). Activity sequence modelling and dynamic clustering for personalized e-learning. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, **21**(1-2), 51–97.
- LEONTIEV A. N. (1978). *Activity, consciousness and personality*. Englewood Cliffs, NJ : Prentice Hall.
- PAGULAYAN R. J., KEEKER K., WIXON D., ROMERO R. L. & FULLER T. (2003). User-centered design in games. In J. A. JACKO & A. SEARS, Eds., *The human-computer interaction handbook*, p. 883–906. Hillsdale, NJ, USA : Lawrence Erlbaum Associates Inc.
- PRZYBYLSKI A. K., RIGBY C. S. & RYAN R. M. (2010). A motivational model of video game engagement. *Review of General Psychology*, **14**(2), 154–166.
- ROMERO C. & VENTURA S. (2010). Educational data mining : a review of the state of the art. *Transactions on Systems, Man, and Cybernetics–Part C : Applications and Reviews*, **40**(6), 601–618.
- RYAN R. M. & DECI E. L. (2000). Self-determination theory and the facilitation of intrinsic motivation, social development, and well-being. *The American psychologist*, **55**, 68–78.
- SETTOUTI L. S., PRIÉ Y., MARTY J.-C. & MILLE A. (2009). A trace-based system for technology-enhanced learning systems personalisation. In *Proceedings of the 2009 Ninth IEEE International Conference on Advanced Learning Technologies*, ICALT '09, p. 93–97, Washington, DC, USA : IEEE.
- TAKATALO J., HÄKKINEN J., KAISTINEN J. & NYMAN G. (2010). Presence, involvement, and flow in digital games. In R. BERNHAUPT, Ed., *Evaluating User Experience in Games*, Human-Computer Interaction Series, chapter 3, p. 23–46. Springer.
- VYGOTSKY L. (1978). *Mind in Society : The Development of Higher Psychological Processes*. Harvard University Press, Cambridge, MA.
- WEBER B. G., MATEAS M. & JHALA A. (2011). Using data mining to model player experience. In *FDG Workshop on Evaluating Player Experience in Games*, Bordeaux, France : ACM.