

Le besoin en évaluation des technologies en santé : exemple d'un serious game pour la prévention des infections nosocomiales.

César Boog^{a,*}, Laura Douze^a, Séverine Loiseau^a, Jessica Schiro^a, Sylvia Pelayo^{a,*},
Frédéric Forest^b, Christophe Gey^b, Matthieu Richez^b

^a Univ. Lille, CIC 1403 - Centre d'investigation clinique, F-59000 Lille, France

^b CCCP, 27 Chemin des Alliés 59300 Valenciennes, France

Abstract—

Cet article présente une méthode d'évaluation multicritères de l'impact d'un serious game (SG). Ce SG se présente sous la forme d'une bande dessinée interactive portant sur les infections nosocomiales. En tant qu'outil de sensibilisation il a pour objectif de transmettre des informations préventives et des gestes d'hygiène sur les risques d'infection. Les critères classiques de l'ergonomie permettent d'optimiser la facilité d'utilisation des SG. Cependant ils n'évaluent pas la ludicité et la capacité de ces derniers à susciter le changement d'attitude ou de comportement. Ces aspects se doivent pourtant d'être évalués et nécessitent pour cela le recours à d'autres ressources. Les résultats des évaluations mises en place montrent que les critères de l'ergonomie des IHM associés à des caractéristiques propres à l'univers du jeu vidéo enrichissent la méthode d'évaluation et permettent des recommandations plus adaptées. Ils montrent également que le recours au contexte réel d'utilisation permet un retour approfondi sur le potentiel de l'outil au regard des attentes des utilisateurs et permet d'entrevoir son impact futur.

Keywords—*serious games; utilisabilité; évaluation; santé.*

I. INTRODUCTION

Le secteur du serious game (SG) génère en 2010 au niveau mondial un chiffre d'affaire estimé à 1,5 milliards d'Euros, avec un taux de croissance de 47% sur la période 2010-2015 [1]. Cette tendance n'est pas près de s'inverser puisque les SG sont plébiscités autant comme outil de formation que de simulation dans des secteurs aussi divers que l'enseignement, le marketing ou encore l'armée. Les SG visent par définition à transmettre un savoir en alliant jeu vidéo et pédagogie. Cet engouement s'appuie sur les trois arguments suivants : i) la rentabilité car l'investissement de départ est indépendant du volume de la cible visée, ii) l'attrait avec l'argument de la rapidité de prise en main associé à une acquisition de connaissances par le jeu et enfin, iii) l'efficacité apportée par les facilités d'implication de l'utilisateur et de suivi tant en terme d'auto-évaluation que de retour sur les compétences acquises [2].

Utilisés en santé essentiellement comme des outils de formation ou d'éducation thérapeutique, quand l'impact de ces jeux est évalué sur le plan de l'utilisabilité, il ne l'est aujourd'hui majoritairement qu'au moyen d'entretiens et/ou de questionnaires [3]. Cette approche est indispensable et permet de recueillir la perception du jeu par les utilisateurs et leur

ressenti émotionnel : éléments indissociables de l'expérience utilisateur [4]. Cependant elle ne permet d'évaluer que des éléments subjectifs et ne prend pas toujours en compte la capacité d'un SG à transmettre des connaissances, objectif principal visé. Les données recueillies lors des évaluations se doivent d'être étayées par des éléments d'usage en contexte réel. De même, le potentiel ludique doit être suffisant pour soutenir l'engouement pour ces nouveaux supports d'apprentissage. Si l'utilité permet de savoir si l'outil répond aux besoins des utilisateurs, l'utilisabilité évalue : la facilité d'apprentissage, l'efficacité, l'efficacéité et la satisfaction. La ludicité quant à elle participe à l'adoption de l'outil en facilitant l'immersion dans l'environnement de l'apprentissage. L'impact d'un SG se traduit principalement par l'inscription durable des apprenants dans les compétences nouvelles transmises par le jeu. Ainsi, une évaluation rigoureuse des SG se doit de tenir compte de l'ensemble de ces aspects, i.e. la ludicité, l'acquisition de connaissance et l'utilisabilité tout en considérant des éléments subjectifs comme objectifs. Afin de répondre à cet objectif, une étude a été menée en contexte d'utilisation réel au centre hospitalier régional et universitaire (CHRU) de Lille par le laboratoire d'ergonomie spécialisé dans les nouvelles technologies en santé du CIC-IT 1403. L'objet de cet article est de présenter la méthodologie adoptée afin d'évaluer l'ensemble de ces éléments pour un SG.

II. PRÉSENTATION DU SG "LE SECRET DE L'AMARANTE"

"Le secret de l'Amarante" (SDA) est un SG conçu par CCCP¹. Il est destiné à être utilisé en contexte hospitalier, principalement par les patients hospitalisés et leurs proches. Son objectif est de sensibiliser le grand public aux méthodes de prévention des infections nosocomiales. Les messages thérapeutiques qu'il contient ont été validés par le SGRIVI² du CHRU de Lille. Il se présente sous forme d'une bande dessinée (BD) interactive qui se feuillette, et dans laquelle alternent des phases successives de narration, de mini-jeux et de quizz. Le joueur prend le point de vue du visiteur et les différentes mises en situations permettent l'apprentissage de gestes de prévention. Destiné à être installé sur les TMM (terminaux multimédia) des établissements hospitaliers et sur tablettes, le jeu utilise la modalité d'interaction tactile.

* Contact: samuelcesar.boog@univ-lille2.fr; Tel: +33 (0)3 20 44 59 62; sylvia.pelayo@univ-lille2.fr; Tel: +33(0)3 20 44 48 83

¹ Confluence Composite de Concepteurs et Prestataires _ http://cccp.fr/

² Service de Gestion du Risque Infectieux et des Vigilances

Ce choix de conception de SG sous forme de BD interactive avec un objectif de sensibilisation a représenté un réel défi. En effet en tant que jeu, ce SG se doit de conserver un potentiel ludique pour maintenir l'intérêt des utilisateurs. Il doit également être facile à utiliser par le plus grand nombre et les messages qu'il porte doivent être judicieusement transmis pour en optimiser l'impact. Or le format BD n'offre pas toute la latitude d'un jeu vidéo classique. Il est restrictif en termes de maniabilité et ceci peut affecter le jeu. La complexité a donc consisté pour nous à évaluer les manquements de ce SG en tenant compte des choix de conception certes justifiés par le format, le budget et le temps de production, mais surtout en considérant les attentes qu'il suscite en tant que jeu auprès des utilisateurs en terme de facilité d'utilisation, de ludicité et de transmission d'information. Ainsi, les résultats issus de nos évaluations seront à nuancer au regard des arguments cités ci-dessus. Il faudrait également prendre en compte le fait que les éléments retenus pour évaluer la jouabilité de ce SG sont inspirés de critères propres à l'univers du jeu vidéo, ce que ce SG n'est pas.



Fig. 1: Capture d'écran du jeu " Le Secret de l'Amarante" portant sur les gestes du lavages des mains.

III. MÉTHODOLOGIE

L'évaluation du SG s'inscrit dans une démarche de conception centrée sur les utilisateurs, telle que décrite dans la norme ISO 9241-210 (conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs) [5]. Elle s'est déroulée en deux phases : une évaluation experte puis des tests utilisateurs. Ces méthodes permettent d'interroger l'utilisabilité du SG. Cependant, elles ne permettent pas d'évaluer sa ludicité et sa capacité à transmettre des connaissances. Pour évaluer ces deux composantes, des critères d'évaluation complémentaires ont été élaborés à partir d'une revue de la littérature menée sur 1) les traits spécifiques des jeux vidéo et 2) les principes pédagogiques de conception spécifiques à l'univers du jeu, [6-9]. Si le format de bande dessinée choisi par les éditeurs restreint la notion de challenge et pourrait circonscrire le potentiel ludique de ce SG, son objectif de sensibilisation implique néanmoins une mémorisation des messages de prévention clés pouvant induire le changement d'attitude ou de comportement.

Ainsi, l'utilisabilité a été évaluée à l'aide des critères ergonomiques pour l'évaluation d'interfaces utilisateurs de Bastien et Scapin [10].

La ludicité a été évaluée à travers l'immersion et la jouabilité du jeu.

1. Pour l'immersion dont le but est de faciliter l'implication du joueur dans le jeu :

- Le graphisme renvoie à la consistance entre les éléments visuels (décors, personnages, objets) et l'univers du jeu qui facilite la distinctibilité des éléments graphiques et la lecture du jeu.
 - Le son renvoie à la cohérence entre la musique/les effets sonores et l'événement ou l'action en cours. Il soutient l'animation du jeu en permettant par exemple de distinguer les phases de jeu (action/narration). Ce critère renvoie également à la possibilité de paramétrage par le joueur.
 - Le rythme narratif renvoie à la qualité de l'enchaînement des différentes phases du jeu qui permet de maintenir la motivation du joueur pendant toute la durée du jeu.
2. Pour la jouabilité dont le but est de faciliter l'identification des commandes mises à disposition du joueur et des manipulations possibles, cinq composantes ont été retenues :
- L'adaptation à son niveau d'expertise pour ce qui concerne la maniabilité des commandes et des enchaînements à réaliser.
 - Le divertissement qui rassemble les aspects dynamiques et plaisants avec des variations dans la manière de jouer et dans le design des niveaux de jeu.
 - La durée de jeu c'est à dire une longueur appropriée pour conserver l'intérêt du joueur sans le lasser.
 - La dynamisme en termes d'absence de temps morts inutiles et de temps de téléchargement court.
 - Le niveau de challenge croissant avec l'évolution du niveau du joueur.

Enfin la capacité à transmettre des connaissances a été évaluée à travers la pédagogie du jeu et la facilité de mise en pratique des connaissances acquises. Le choix des éléments retenus s'est fait sur la base des spécificités du SDA c'est à dire, le type de jeu et le mode d'interaction.

1. Pour la pédagogie dont le but est de faciliter la transmission des informations thérapeutiques, trois composantes ont été retenues : la gratification, la rejouabilité et la qualité des messages transmis.
- La gratification renvoie à la cohérence entre la récompense et la gradation de la difficulté du jeu qui permet de donner un feedback sur la progression du niveau du joueur.
 - La rejouabilité renvoie à la possibilité de recommencer une phase de jeu en y mettant volontairement fin pour la refaire ou, suite à un échec. Elle permet ainsi de motiver la réussite et favorise l'acquisition des apprentissages.
 - La qualité des messages transmis renvoie à la concision et à la clarté des messages facilitant la compréhension du contenu pédagogique.
2. Enfin pour la facilité de mise en pratique dont le but est de rendre les apprentissages aisément transposables à la vie réelle nous nous sommes intéressés aux stratégies mises en place dans le jeu telles que la présentation d'exemples ou de démonstrations explicites des actions à reproduire.

A. Première phase : l'évaluation par des experts

Quatre ergonomes ont évalué le SG sur l'ensemble des critères cités ci-dessus. Il s'agissait de vérifier que les critères et principes retenus étaient correctement respectés dans le jeu. Ainsi, chaque violation d'un des critères a été identifiée, décrite et des recommandations de re-conception ont été données.

A l'issue de cette phase, une réingénierie partielle du jeu a été faite.

B. Seconde phase : les tests utilisateurs

Cette phase d'évaluation a consisté à confronter le SG à ses utilisateurs cibles, en situation contrôlée et dans un contexte réel afin d'observer les interactions lors des phases de jeu. Les tests ont été menés au CHRU de Lille dans un service où le risque d'infection nosocomiale représente un réel enjeu. Deux populations ont été testées : des patients hospitalisés et des visiteurs. Les patients ont interagi avec le SG sur le TMM disponible dans leur chambre, les visiteurs sur une tablette tactile (cf. Fig. 2 : Illustration de tests utilisateurs sur TMM et tablette tactile). Le recrutement s'est déroulé sur la base du volontariat et le choix des patients a été guidé par les cadres du service en fonction de leur état de santé. Au total, dix-neuf personnes dont 13 hommes et 6 femmes âgées de 22 à 73 ans ont participé aux tests utilisateurs.



Fig. 2 : Illustration de tests utilisateurs sur TMM et tablette tactile

Dans un premier temps, le participant était invité à jouer librement avec pour seule indication l'objet du jeu. A la fin du jeu, le participant répondait à un questionnaire inspiré du CEGEQ [11] où seules les questions relatives au plaisir du jeu et à la facilité d'utilisation du jeu ont été gardées. Des items supplémentaires interrogeaient la compréhension et la mémorisation des informations transmises par le jeu. Chaque session de tests a été filmée. Les données recueillies ont permis l'analyse à posteriori des actions, et des verbalisations des joueurs associées à la manipulation du jeu et au questionnaire.

IV. RÉSULTATS

A. L'évaluation par des experts

La première phase d'évaluation a fait ressortir 34 problèmes portant principalement sur le guidage, la ludicité et la qualité des messages de prévention.

La facilité d'utilisation était fortement réduite par des problèmes de guidage liés à la faible visibilité des fonctionnalités de navigation. De plus, le jeu ne permettait pas toujours de se situer facilement dans son déroulement. Enfin la description de certaines phases de jeu et d'actions à réaliser pour progresser dans le jeu était quelques fois insuffisante.

La ludicité/jouabilité a été remise en question par les joueurs les plus expérimentés en raison du faible niveau de challenge. Bien que la notion de challenge ait été limitée dans le jeu (par le choix du format BD) l'introduction et la répétition de phases de jeu faisant appel au rappel d'informations transmises ont créé des attentes chez les utilisateurs. Par exemple le mini-jeu d'apprentissage du lavage des mains qui doit être joué trois fois ne variait ni dans son format, ni en terme de gradation de difficulté et ne permettait pas de savoir si le rappel s'améliorait au fil de l'exercice.

En ce qui concerne la capacité du jeu à transmettre des connaissances, la qualité et la mise en évidence des messages de prévention ont été jugées peu suffisantes. A titre d'exemple, les plaquettes d'information sur l'apprentissage des gestes d'hygiène des mains avec le savon ou la SHA³ étaient peu lisibles du fait de la petite taille des textes et il n'était pas possible de zoomer pour les afficher en plus grand (cf. Fig. 3 : Images des plaquettes d'apprentissage des gestes d'hygiène des mains.).



Fig. 3 : Images des plaquettes d'apprentissage des gestes d'hygiène des mains.

A l'issue de cette phase, des recommandations ont été formulées et partiellement implémentées.

B. Les tests utilisateurs.

Ils ont permis de faire émerger 41 problèmes dont 16 nouveaux et 25 déjà révélés lors de l'évaluation par les experts.

En ce qui concerne la facilité d'utilisation :

Plusieurs difficultés ont émergé du fait d'un guidage souvent absent ou insuffisant. Les utilisateurs dans leur majorité ne savaient pas toujours ce qu'ils devaient faire ou encore ce qu'il leur restait à faire pour une séquence de jeu donnée. L'absence de consigne assez explicite et de guidage adéquat sur certaines pages, a par exemple, conduit des utilisateurs à cliquer sur plusieurs éléments du décor à la recherche d'items interactifs pour progresser dans le jeu (cf. Fig. 4 : Exemple d'éléments (non interactifs) cliqués par les utilisateurs lors de la recherche d'indices.). Ainsi 9 participants sur 19 utilisateurs (soit 47%) se sont retrouvés dans des phases de jeu où ils ne savaient ni comment aller à l'étape suivante, ni comment revenir à l'étape précédente du jeu par la navigation (cf. TABLE I.). Malgré leur mise en échec répétée aucune aide ne leur était apportée par le jeu. Ces derniers n'auraient pas pu continuer à jouer sans l'intervention des expérimentateurs. Ceci a eu une incidence sur le temps de jeu annoncé (15 minutes) et a engendré de la frustration.

³ Solution Hydroalcoolique



Fig. 4 : Exemple d'éléments (non interactifs) cliqués par les utilisateurs lors de la recherche d'indices.

En ce qui concerne la ludicité:

1. L'immersion :

Le graphisme et le son ont été bien appréciés par l'ensemble des utilisateurs, le rythme narratif au contraire n'a pas fait l'unanimité. Les utilisateurs ont trouvé qu'il pourrait mieux s'adapter aux séquences de jeu : « *L'histoire était trop lente et quand il fallait que ce soit un peu plus lent, c'était trop rapide* ». Le rythme du jeu jugé trop lent et sa durée ont conduit deux utilisateurs à quitter le jeu. (cf. TABLE I. **Erreur ! Source du renvoi introuvable.**)

TABLE I. TEMPS DE JEU, NOMBRE D'ABANDONS ET D'INTERVENTIONS DES EXPERIMENTATEURS

	<i>Patients</i>	<i>Visiteurs</i>
Temps de jeu	moyen 30'09''	moyen 29'22''
Intervention suite à un blocage ⁴	5 participants / 10	4 participants / 9
Abandon du jeu	0 participant / 9	2 participants / 9

2. La jouabilité:

La jouabilité a été fortement impactée par l'insuffisance du guidage et certains utilisateurs ont trouvé le jeu peu divertissant à cause des modes d'interaction peu diversifiés : « *Ça reste du clic et de la lecture* ». De plus, le peu de contrôle sur le déroulement du jeu et l'absence de score ne suscitaient pas l'envie de s'améliorer. Pour illustration, dans le jeu de lavage des mains, l'utilisateur devait ordonner les 6 ou 8 gestes à effectuer pour l'hygiène des mains.



Fig. 5 : capture d'écran du jeu de lavage des mains

A chaque étape il devait choisir parmi trois images proposées celle représentant le bon geste à effectuer, et ceci

⁴ impossibilité pour le joueur de poursuivre le jeu: il ne voit pas d'issue pour passer à l'étape suivante du jeu

dans un temps imparti (cf. Fig. 5 : capture d'écran du jeu de lavage des mains). Aucun score ni temps réalisé n'était affiché à la fin de ce jeu. Le temps consacré à l'affichage et au choix de chaque image a été jugé trop court. De plus une fois que le jeu était lancé, que l'utilisateur participe ou non et quelle que soit sa réponse, les gestes attendus étaient affichées à la fin du temps dédié jusqu'à la fin de la partie. Certains joueurs ont pensé qu'il s'agissait d'une démonstration, tandis que d'autres, devant le déroulement quasi automatique du jeu, ont préféré ne pas y prendre part : « *Mais vous voyez ça le fait tout seul!* ». D'autres enfin ont fini par répondre systématiquement au hasard.

En ce qui concerne l'acquisition de connaissance:

1. La pédagogie:

L'absence d'un système de gratification/sanction a été déploré par la grande majorité des utilisateurs : « *on n'est pas récompensé d'avoir trouvé la bonne réponse, ni puni d'avoir choisi la mauvaise* ». Cela a eu pour conséquence de ne pas mettre en saillance les messages et gestes à retenir.

Aucune séquence de jeu ne pouvait être rejouée par les utilisateurs. Pourtant certains ont manifesté le désir de recommencer une phase qui pour eux s'inscrivait dans l'objectif de transmission d'un message thérapeutique. Cette absence de rejouabilité a eu pour conséquence de ne pas permettre le renforcement des connaissances à acquérir.

Pour ce qui est de la qualité des messages transmis, nous avons pu constater pendant le jeu, que les messages essentiels n'étaient pas parfaitement compris, ou ignorés car peu mis en avant : « *Le jeu ne met pas assez l'accent sur les lieux et les gestes de transmission des maladies, ni sur les risques* ». Par exemple, le message de l'infirmière qui demande à l'utilisateur de rechercher des éléments interactifs dans la chambre pour obtenir plus d'informations (cf. Fig. 6 : Exemple de message). L'objectif de cette phase du jeu n'a pas été compris car le message n'explique pas que les éléments à trouver sont en lien avec les risques infectieux et que les informations apportées par ces éléments sont importantes. La majorité des joueurs n'ont alors pas souhaité chercher l'ensemble des éléments cliquables et sont passés à l'étape suivante du jeu.

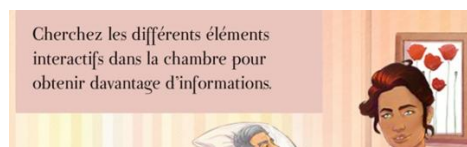


Fig. 6 : Exemple de message

2. La facilité de mise en pratique:

Les résultats montrent que les utilisateurs jugent facile la mise en application des conseils donnés. Sur une échelle de Lickert en 7 points la réponse à la question "Je pense qu'il est facile de mettre en pratique les conseils qui m'ont été donnés" on obtient un score moyen de 6,2. Cependant, ils ont estimé que les informations apportées étaient difficiles à retenir, et qu'elles avaient peu de chance de modifier leurs habitudes dans le quotidien. La question "Je pense que le jeu va modifier mes habitudes" obtient un score de 4,6. Un utilisateur résume

ainsi ces deux idées : « *Le jeu est facile, oui, mais est-ce qu'on va tous vraiment le faire ?* ».

Enfin, les verbalisations des participants ont révélé que l'impact du message de prévention était faible. En effet peu de connaissances nouvelles ont été mémorisées par les participants, et la faible quantité de connaissances rappelées l'a été dans des termes approximatifs. Il n'en est cependant pas de même pour les connaissances acquises en dehors du jeu telles que l'importance générale de l'hygiène des mains et le port d'un masque pour éviter de contaminer les patients hospitalisés. En effet, parce qu'ils rejoignent la thématique des infections nosocomiales, l'importance du lavage des mains a subi un renforcement pendant le jeu et a été rappelée sans difficulté, tandis que la nécessité du port du masque leur a été remémorée.

Nos recommandations ont porté sur deux axes. L'amélioration de la qualité du message principal (l'hygiène des mains) afin de renforcer sa mémorisation, l'amélioration du guidage et du contrôle afin d'optimiser la facilité d'utilisation. L'ensemble des résultats issus de l'évaluation experte et des tests utilisateurs ont été présentés à l'équipe de conception. Les recommandations que nous avons formulées ont été discutées avec elle, affinées, priorisées, afin de trouver le juste équilibre entre utilisabilité, ludicité et acquisition des connaissances, en regard des délais et du budget alloué à la conception du jeu. Ces échanges ont été également primordiaux car ils ont permis de confronter les objectifs initiaux de sensibilisation du publique aux attentes suscitées chez les joueurs.

V. DISCUSSION /CONCLUSION

Le choix du format (BD) a été apprécié par les utilisateurs pour sa facilité d'accès et son graphisme. Cependant ce format particulier (BD) et son mode d'interaction (point & click) explique certains manquements que nous avons pu souligner. Ce SG est avant tout un outil de sensibilisation qui inclut des phases de jeu. Si la jouabilité n'a pas toujours répondu aux attentes, il faut souligner que les difficultés de prise en main peuvent être largement conditionnées par les habitudes et les attentes qu'ont les joueurs des conventions du jeu vidéo. Le défi de ce support aura donc été de trouver le juste équilibre pour satisfaire les habitués et les néophytes en termes de maniabilité. De même, avec un objectif plus orienté vers l'information que vers la formation, la répétition prime sur l'évaluation et cela se fait au détriment des ressorts du jeu que sont le scoring, la gradation de la difficulté ou encore l'inclusion d'issues de type réussite/échec. Il faut enfin souligner que CCCP a déjà réalisé des SG à succès⁵. Malgré un budget ténu et des délais de réalisation très courts qui expliquent les choix de conception initiaux, son intérêt pour la démarche d'évaluation mise en place traduit bien son souci de répondre aux attentes des utilisateurs.

La considération des enjeux véritables des SG nous a conduit à enrichir une méthode d'évaluation permettant de tenir compte aussi bien de son utilisabilité que de sa ludicité et de sa capacité à transmettre des connaissances. Cette étude

adresse le besoin de construire et de valider un modèle d'évaluation respectant la richesse de ces facettes. Que l'objectif du SG soit la formation ou la sensibilisation du publique, l'acquisition de connaissances reste son objectif principal. La mémorisation des messages principaux et sa capacité à initier le changement doivent donc être des éléments centraux de l'évaluation. Les choix pédagogiques favorisant la mémorisation de ces messages doivent donc être judicieusement implémentés dans le SG. L'étude montre également que l'évaluation réalisée auprès des utilisateurs finaux du SG en contexte réel est indispensable afin d'obtenir une vue globale des forces et faiblesses du dispositif. L'accès aux patients n'est pas quelque chose de facile pour de multiples raisons. Des structures telles que les CIC-IT ont l'avantage de faciliter les démarches et les accès en proposant un cadre de collaboration entre industriels, académiques et usagers, cadre identique à celui proposé par un Living Lab.

Enfin, il est à noter qu'un SG ne reste qu'un outil dans une démarche plus globale d'accompagnement au changement. Il est évident qu'à lui seul un SG ne peut garantir un changement dans les comportements au quotidien. Il est nécessaire de penser le dispositif global dans lequel le SG sera introduit, dispositif requérant un accompagnement sur le moyen/long terme [12].

Références

- [1] Le marché des serious game - Etude de cas & perspectives-Ed.2010 IDATE.
- [2] G. Blouet, F. Michel, G Cliquet, S. Richir, "Methodes de conception et d'évaluation de serious games", 2011.
- [3] M. Lavigne, "Les faiblesses ludiques et pédagogiques des serious games", In Actes du Colloque international TICEMED (Vol. 9), 2014.
- [4] F. Février, N. Gauducheu, E. Jamet, G. Rouxel, P. Salembier, « La prise en compte des affects dans le domaine des interactions homme-machine : quels modèles, quelles méthodes, quels bénéfices ? », Le travail humain 2/2011 (Vol. 74), p. 183-201.
- [5] DIS, ISO 9241-210: 2011, Ergonomie de l'interaction homme-système partie 210 : Conception centrée sur l'opérateur humain pour les systèmes interactifs, International Standardisation Organization (ISO), 2010.
- [6] M. Merisol, "Perspectives pour une ergonomie des jeux vidéo." in Ergonomie des produits et des services, 2007.
- [7] M. A. Federoff, "Heuristics and usability guidelines for the creation and evaluation of fun in video games", Indiana University, 2002.
- [8] H. Desurvire, M. Caplan, J. A. Jozsef, "Using heuristics to evaluate the playability of games" in CHI2004 extended abstracts on Human factors in computing systems, 2004, p. 1509-1512.
- [9] C. Koeffel, W. Hochleitner, J. Leitner and al. "Using heuristics to evaluate the overall user experience of video games and advanced interaction games." in Evaluating user experience in games, 2010, p. 233-256.
- [10] J. M.C. Bastien and D. L. Scapin, "Critères ergonomiques pour l'évaluation d'interfaces utilisateurs" in Rapport technique INRIA,1993.
- [11] E. H. Calvillo-Gamez, P. Cairns, A. L. Cox, "Assessing the core elements of the gaming experience" in Evaluating user experience in games, 2010, p. 47-71.
- [12] J. Alvarez, "Serious games : Question et réflexion autour de son appropriation dans un contexte d'enseignement", Psychologie Clinique 2014/1 (N°37), p.112-126.

⁵ Diagnostic en Urgence, 4H30 chrono (<http://www.ludomedic.com/>)