

Les technologies éducatives au profit du développement des athlètes : La ludification, la réalité virtuelle (RV) immersive et l'intelligence artificielle (IA)

Educational technologies for the benefit of athlete development: Gamification, immersive virtual reality (VR) and artificial intelligence (AI)

Tecnologías educativas en beneficio del desarrollo de los atletas: gamificación, realidad virtual inmersiva (VR) e inteligencia artificial (IA)

Frédérique Campeau, étudiante à la maîtrise
Université TÉLUQ, Canada
campeau.frederique@univ.teluq.ca

Isabelle Savard, professeure, Département Éducation
Université TÉLUQ, Canada
isabelle.savard@teluq.ca

RÉSUMÉ

L'émergence grandissante des technologies n'est plus une surprise pour personne. Depuis les dernières années, les chercheurs ont avancé plusieurs hypothèses et présenté autant de résultats sur les retombées avantageuses que procure l'usage des technologies éducatives sur l'apprentissage (Bulfin, Johnson et Bigum, 2015). À cet effet, plusieurs études s'intéressent à l'impact et à l'utilisation efficace de différentes technologies éducatives pour l'ensemble des

matières à l'école. Néanmoins, l'éducation physique semble être le mouton noir. De ce fait, très peu d'études expliquent comment, en éducation physique, les technologies éducatives sont utilisées ainsi que l'optimisation des apprentissages qu'elles engendrent (Casey, Goodyear, et Armour, 2016). Pourtant, tout comme les apprenants, les athlètes pourraient également bénéficier des retombées avantageuses de l'utilisation des technologies éducatives afin de développer leurs qualités athlétiques. La présente recherche permet de comprendre comment l'usage de certaines technologies éducatives peut contribuer au développement des qualités athlétiques en tentant de répondre à la question suivante : Comment la ludification, la réalité virtuelle (RV) immersive et l'intelligence artificielle (IA) peuvent-elles contribuer au développement des qualités athlétiques? Afin de répondre à cette question, une analyse de la littérature est d'abord effectuée. Ensuite, un cadre théorique est élaboré. Ce dernier se base sur la création d'une synergie entre deux théories appliquées au contexte sportif et l'exploitation de ces trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives innovantes du 21^e siècle pour le développement de qualités athlétiques. Le cadre proposé permet d'envisager l'hybridation de l'enseignement et de l'apprentissage, lié au développement des qualités athlétiques.

Mots-clés : qualités athlétiques, ludification, réalité virtuelle immersive, intelligence artificielle, technologies éducatives, délicate incertitude, autodétermination

ABSTRACT

The growing emergence of technology is no longer a surprise to anyone. Over the past few years, researchers have advanced several hypotheses and presented many results on the benefits of using educational technologies on learning (Bulfin, Johnson & Bigum, 2015). Several studies have focused on the impact and effective use of different educational technologies in all subjects in school. Nevertheless, physical education seems to be the black sheep. As a result, the sport seems to be a neglected area compared to other learning areas (Casey, Goodyear & Armour, 2016). However, just like learners, athletes could also benefit from using educational technologies to develop their athleticism. This work seeks to understand how educational technologies can contribute to athleticism by trying to answer the following question: How can gamification, immersive virtual reality (VR) and artificial intelligence (AI) contribute to the development of athleticism? In order to answer this question, a literature review was conducted to explain how gamification, immersive VR and AI can develop athleticism. Following the latter's analysis, the development of a theoretical framework based on theories applied to the sporting context is presented to propose the development of athletic qualities uniting three innovative technologies of the 21st century and two sports theories.

Keywords: athletic qualities, gamification, immersive virtual reality, artificial intelligence, educational technologies, delicious uncertainty, self-determination

RESUMEN

La creciente emergencia de la tecnología ya no es una sorpresa para nadie. En los últimos años, los investigadores han presentado múltiples hipótesis y múltiples resultados sobre los beneficios que tiene el uso de las tecnologías educativas en el aprendizaje (Bulfin, Johnson & Bigum, 2015). Con este fin, varios estudios se han centrado en el impacto y el uso efectivo de diferentes tecnologías educativas para el conjunto de materias escolares. Sin embargo, la

educación física parece ser la oveja negra. Como resultado, el deporte parece ser un área descuidada en comparación con otras áreas de aprendizaje (Casey, Goodyear & Armor, 2016). No obstante, al igual que los estudiantes, los atletas también podrían beneficiarse de los beneficios del uso de las tecnologías educativas para desarrollar sus capacidades atléticas. Este trabajo tiene como objetivo comprender cómo el uso de las tecnologías educativas puede contribuir al desarrollo del atletismo tratando de responder a la siguiente pregunta: ¿Cómo pueden la gamificación, la realidad virtual inmersiva (VR) y la inteligencia artificial (IA) contribuir al desarrollo del atletismo? Para responder a dicha pregunta, se ha realizado primero el análisis crítico de la literatura para intentar explicar cómo la gamificación, la VR y la IA pueden desarrollar el atletismo. Posteriormente, se presenta la evolución de un marco teórico basado en teorías aplicadas al contexto deportivo para proponer el desarrollo de cualidades atléticas que unan tres tecnologías innovadoras del siglo XXI y dos teorías del deporte.

Palabras clave: cualidades atléticas, gamificación, realidad virtual inmersiva, inteligencia artificial, tecnologías educativas, deliciosa incertidumbre, autodeterminación

Introduction

L'éducation est en pleine phase d'innovation (Pellerin, 2017). L'intégration de nouvelles approches pédagogiques visant à exploiter des technologies éducatives est au cœur des avancées numériques (Hussherr et Hussherr, 2017). Toutefois, ces découvertes ne semblent pas avoir fait leur chemin jusque dans les milieux sportifs, qui auraient pourtant avantage à adopter de nouvelles pratiques éducatives (Rouzic, 2015). En effet, les entraîneurs tout comme les enseignants sont des pédagogues qui doivent apprendre à leurs athlètes à développer leurs qualités athlétiques. Pourtant, très peu d'entraîneurs québécois utilisent des principes ou méthodes de design pédagogique pour planifier leur enseignement et encore moins utilisent des technologies éducatives afin d'atteindre les apprentissages visés (Delalandre, Collinet et Terral, 2012). La recension réalisée dans la présente recherche a permis de constater qu'il y a très peu d'études qui s'intéressent à l'apport de la ludification, de la réalité virtuelle (RV) immersive et de l'intelligence artificielle (IA) sur le développement des qualités athlétiques. Pourtant, l'union entre ces trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives offre un potentiel synergique fort intéressant pour les athlètes, comme il sera discuté plus tard dans l'article. À cet effet, bien que la RV immersive et l'IA soient des technologies à l'inverse de la ludification, celles-ci sont considérées comme différentes stratégies pédagogiques qui intègrent les technologies éducatives. Ce faisant, la ludification est considérée comme une technologie éducative dans le présent article. D'autre part, la recension précise également qu'aucune étude n'offre un modèle qui présente à la fois ces trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives. Il y a pourtant lieu de penser qu'une approche d'entraînement hybride, qui combine entraînements en présence et à distance et qui utilise différentes stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives, pourrait s'avérer efficace. Le présent travail de recherche tente d'abord de circonscrire le potentiel pédagogique de chacune de ces trois stratégies pédagogiques et d'explorer ce qu'elles peuvent apporter au développement des qualités athlétiques. Au terme de cette recension, un cadre théorique adapté et innovant est proposé. Ce dernier se base sur la création d'une synergie entre deux théories appliquées au contexte sportif et l'exploitation de stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives pour le développement de qualités athlétiques.

Problématique

Plusieurs professionnels ont exploité les technologies à des fins pédagogiques et ils y ont trouvé des avantages. L'établissement de nouvelles compagnies comme Second Spectrum (secondpectrum.com), Zamzee (zamzee.com) et Win Reality (winreality.com) sont certains exemples qui témoignent du potentiel synergique d'utiliser des technologies éducatives pour améliorer la pratique sportive. Concrètement, ces compagnies ont utilisé des dispositifs technologiques afin de bénéficier de leurs fonctionnalités telles que la formulation de rétroactions personnalisées (Second Spectrum), l'immersion (Win Reality) et la motivation intrinsèque (Zamzee) dans le but de développer, d'une façon tout à fait unique, certaines qualités athlétiques. Par exemple, la compagnie Second Spectrum conçoit des algorithmes à partir d'une reconnaissance spatio-temporelle établie par l'entremise de plusieurs points (*moving dots*) qui reproduisent le mouvement de l'athlète étudié (Poualeu, Chang et Maheswaran, 2011; Maheswaran, 2015). La compagnie Zamzee encourage les familles à faire de l'activité physique régulièrement en leur offrant une carte cadeau selon le nombre de pas comptabilisés par leur puce électronique. De son côté, la compagnie Win Reality fournit un environnement virtuel fermé à des athlètes de baseball afin d'augmenter leur performance aux lancers et à la frappe.

Bien que ces idées soient impressionnantes, lorsqu'on analyse le contexte d'apprentissage dans lequel ces athlètes sont plongés lors de l'utilisation de ces technologies, il est possible de remarquer qu'aucune considération n'est attribuée au parcours individualisé de l'apprenant (Gray, 2017; Johnson, 2016; Joshi, 2019; Novatchkov et Baca, 2013; Song *et al.*, 2012; Tóth et Lógó, 2018). Par exemple, l'entraîneur ne semble pas s'intéresser à la difficulté des exercices proposés selon les habiletés propres à chacun des athlètes. Aussi, la motivation intrinsèque des athlètes et la transmission de rétroactions personnalisées ne sont pas toujours fournies, ce qui pénalise encore une fois le développement optimal de l'athlète.

Cette situation fait état d'une problématique qui semble être justifiée par deux raisons. D'abord, il n'y a pas de cadre facilitant l'utilisation des bases de design pédagogique, des stratégies et des technologies éducatives en sport. Puis, la majorité des entraîneurs n'ont que timidement recours à des théories sportives telles que le sont la théorie intégrée des motivations en sport et la zone de délicate incertitude. Ces deux situations conduisent alors à un développement modeste des qualités athlétiques (Gray, 2017; Novatchkov et Baca, 2013; Song *et al.*, 2012; Tóth et Lógó, 2018).

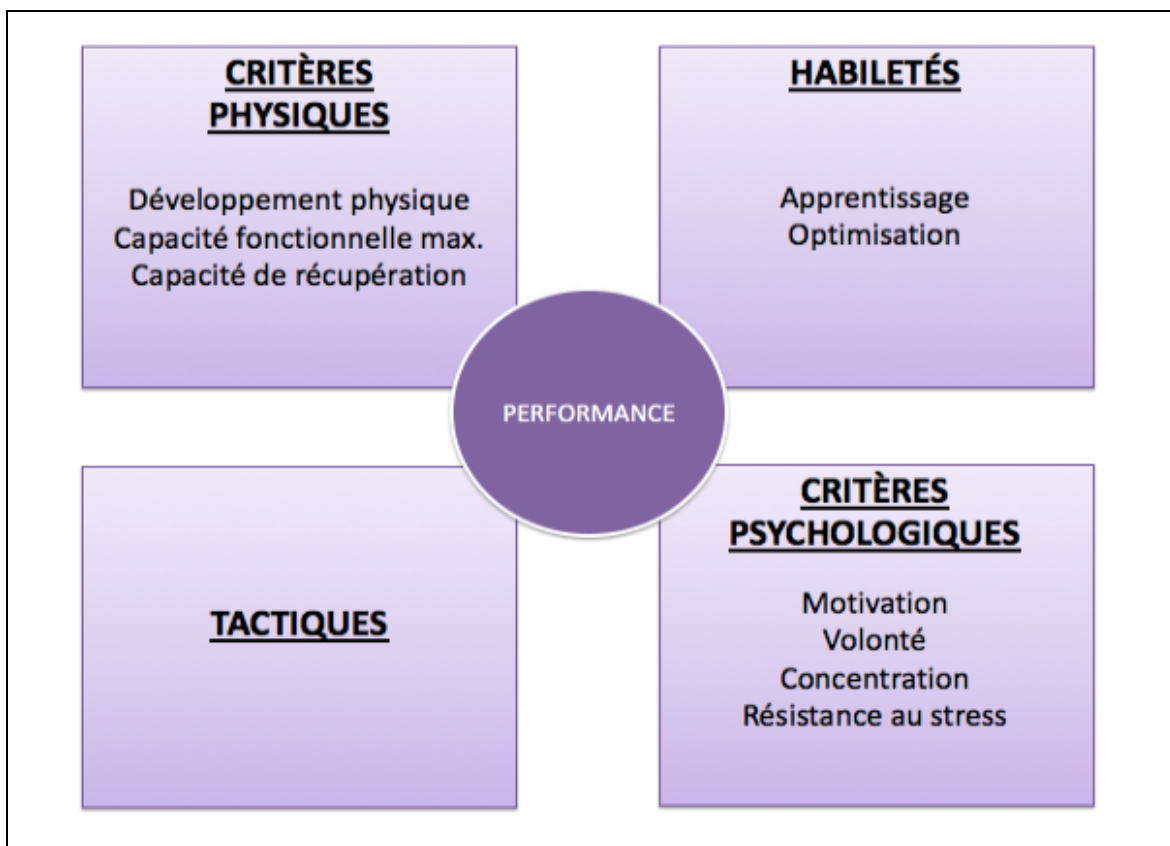
Il apparaît alors nécessaire de considérer ces lacunes et de proposer une solution. Pour ce faire, la présente recherche tente de faire la lumière sur l'apport potentiel de l'intégration de la ludification, de la RV immersive et de l'IA dans un cadre de planification des entraînements se basant sur les principes de design pédagogique (la planification des activités d'enseignement et d'apprentissage) reconnus (Basque, 2010) afin de développer efficacement des qualités athlétiques. Ces dernières sont précisément les habiletés ainsi que les critères physiques et psychologiques de Dekkar, Brikci, et Hanifi (1990) : apprentissage, optimisation, développement physique, capacité fonctionnelle maximum, capacité de récupération, motivation, volonté, concentration et résistance au stress, comme présentés à la Figure 1. Ce modèle de référence est celui choisi pour identifier les qualités athlétiques développées dans la présente recherche.

Afin de remédier au problème, un nouveau cadre théorique est proposé comme solution envisageable. D'ailleurs, celui-ci servira de base à l'élaboration d'un cadre de planification et de suivi des entraînements (basé sur les principes de design pédagogique) qui fera l'objet de travaux à venir. Ce cadre théorique pousse à croire que les entraîneurs pourraient améliorer l'efficacité de l'enseignement et des apprentissages tout en respectant un programme d'entraînement, qui peut se faire dans différents environnements (physiques, virtuels, intelligents et ludiques) afin de favoriser le développement de qualités athlétiques. En effet, tout porte à croire que l'union de ces trois stratégies pédagogiques intégrant

les technologies éducatives dans un même design pédagogique permettrait de mesurer la motivation intrinsèque, l'engagement et la transmission de rétroactions personnalisées à des fins pédagogiques, ce qui favoriserait le développement des qualités athlétiques. Ces dernières amèneraient ainsi les athlètes à développer leurs habiletés ainsi que leurs critères physiques et psychologiques à travers des programmes d'entraînements hybrides (Wang, 2015; Dicheva, Dichev, Agre et Angelova, 2015; Bozec, 2017; Novatchkov et Baca, 2013); par exemple, une pratique de soccer virtuelle qui comptabilise le nombre de points à chaque passe réussie.

Figure 1

Le modèle des qualités athlétiques



Note. Source : Adaptée de Dekkar, Brikci, et Hanifi (1990)

Cadre théorique

La présente recherche vise à montrer comment un cadre de planification et de suivi des entraînements, basé sur les principes de design pédagogique : cohérence et systématisme (Henri, 2019, p. 233) peut également servir aux entraîneurs afin de développer les qualités athlétiques de leurs athlètes en intégrant à leur programme d'entraînement l'utilisation de la ludification, de la RV immersive et de l'IA. L'ajout de deux théories du sport reconnues dans le domaine sportif est également intégré au cadre de design pédagogique afin d'assurer un apprentissage individualisé chez les athlètes. Dans ce sens, le design pédagogique vise à favoriser une planification systématique et cohérente des activités d'enseignement et d'apprentissage intégrant l'usage des technologies afin d'optimiser leur impact sur le développement des qualités athlétiques. Respectivement, les trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies

éducatives ont le potentiel d'engendrer des retombées particulières. À cet effet, la ludification peut stimuler la motivation intrinsèque (Schwartz, 2017). La RV immersive peut stimuler un haut niveau d'engagement envers la tâche (Bozec, 2017). Puis, l'IA peut émettre de précieuses rétroactions personnalisées aux capacités de l'athlète (Karsenti, 2018). Bien que ces technologies aient le potentiel d'engendrer des retombées aussi intéressantes, l'ajout de deux théories du sport reconnues dans le domaine sportif est également intégré au cadre de planification des entraînements afin d'assurer un apprentissage individualisé chez les athlètes. Ces deux théories sont la théorie intégrée des motivations en sport et la zone de délicate incertitude. De son côté, la ludification n'est théoriquement pas une technologie comme le sont la RV immersive et l'IA. Cependant, son intégration dans le cadre théorique proposé est encouragée en raison de sa popularité émergente dans la présente décennie (Bozec, 2017; Dicheva, Dichev, Agre, et Angelova, 2015; Soudoplatoff, 2017) et de son potentiel synergique avantageux d'être utilisé dans un même cadre théorique que la RV immersive et l'IA, comme il sera discuté plus tard.

La question de recherche ayant guidé le présent travail est donc la suivante : comment la ludification, la réalité virtuelle (RV) immersive et l'intelligence artificielle (IA), croisées avec une théorie intégrée des motivations en sport et la zone de délicate incertitude, peuvent-elles améliorer le développement des qualités athlétiques?

Les assises du présent cadre théorique s'appuient sur certaines études qui ont démontré que l'usage de la théorie intégrée des motivations en sport (similaire à la théorie de l'autodétermination de Deci et Ryan, 2004) ainsi que de la théorie de la zone de délicate incertitude (Michaud et Tremblay, 2016) permet d'optimiser le développement des qualités athlétiques pouvant être regroupées selon le modèle de Dekkar, Brikci et Hanifi (1990) présenté à la Figure 1 (Chantal *et al.*, 1996; Famose, Durand et Bertsch, 1985; Roberts, 1992; Gillet et Vallerand, 2016). La théorie intégrée des motivations en sport et la théorie de la délicate incertitude sont expliquées plus loin dans l'article.

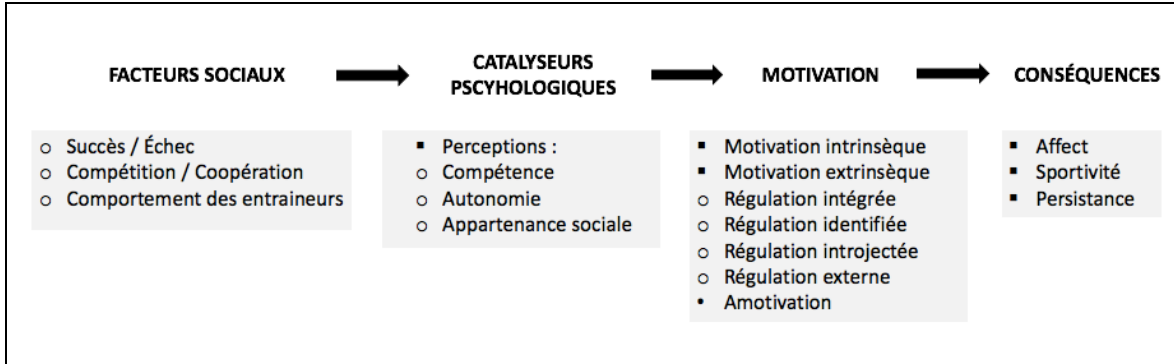
La théorie intégrée des motivations en sport et la zone de délicate incertitude sont deux théories du sport utilisées comme ligne directrice afin d'assurer une utilisation efficace de trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives dans le développement des habiletés ainsi que des critères physiques et psychologiques (Dekkar *et al.*, 1990) exposant alors un cadre théorique qui croise des théories du sport et l'exploitation de technologies éducatives.

Première théorie : La théorie intégrée des motivations en sport

La théorie de l'autodétermination est utilisée en ludification afin d'engager l'utilisateur et ainsi le motiver à poursuivre la tâche (Kapp, 2012). Ce même processus s'applique également aux athlètes, mais le terme utilisé est alors la théorie intégrée des motivations en sport (Vallerand et Losier, 1999). Comme présenté à la Figure 2, cette théorie met en lumière l'importance des facteurs sociaux et des catalyseurs psychologiques qui impactent les motivations de l'athlète générant des conséquences sur le développement de ses qualités athlétiques. Les facteurs sociaux ont une influence sur les catalyseurs psychologiques de l'athlète qui représentent ses perceptions par rapport à ses compétences, son autonomie ainsi que son appartenance sociale à l'équipe (Vallerand et Losier, 1999). Les échecs et les succès que l'athlète a vécu et qu'il vit peuvent influencer ses catalyseurs psychologiques, qui peuvent à leur tour influencer ses motivations (intrinsèques et extrinsèques) et ainsi avoir des conséquences sur son affect, sa sportivité et sa persistance à pratiquer le sport en question.

Figure 2

La théorie intégrée des motivations en sport



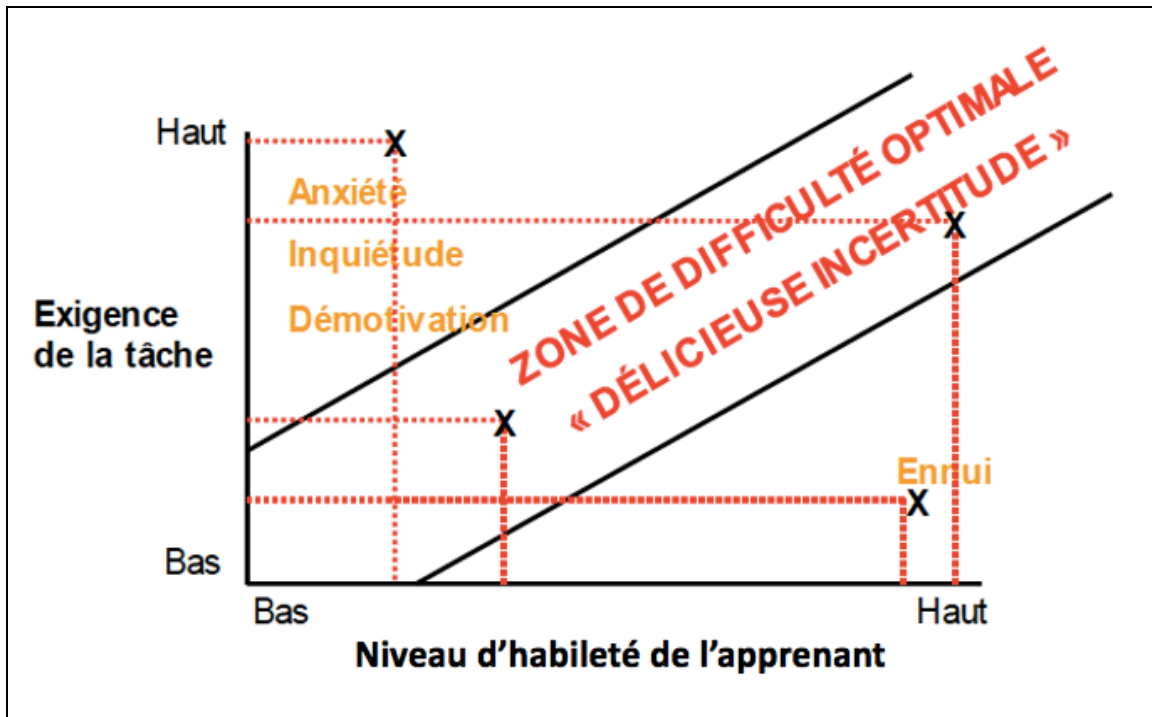
Note. Source : Adaptée de Vallerand et Losier (1990). Les puces carrées représentent les catégories principales. Les puces rondes vides représentent les sous-catégories. La puce ronde pleine (amotivation) représente une sous-catégorie antagoniste à la catégorie principale.

Deuxième théorie : La zone de délicateuse incertitude

La zone de délicateuse incertitude rend compte de l'importance d'adapter les exigences de la tâche demandée à l'athlète aux habiletés qu'il devra utiliser pour réussir la tâche comme présentée à la Figure 3 (Michaud et Tremblay, 2016). Si la tâche demandée est trop difficile par rapport au niveau d'habileté de l'athlète, celui-ci peut vivre de l'anxiété, de l'inquiétude et de la démotivation. À l'inverse, l'athlète risque de devenir ennuyé. Dans tous les cas, ces deux situations sont à éviter puisqu'elles génèrent des états psychologiques négatifs qui impactent la performance de l'athlète et donc le développement de ses qualités athlétiques (Michaud et Tremblay, 2016). Ainsi, la zone de délicateuse incertitude représente le niveau de difficulté optimal que l'entraîneur doit viser dans la tâche choisie. À cet effet, l'IA a une capacité d'évaluation très précise et efficace qui permet d'évaluer les qualités athlétiques de l'athlète et ainsi déterminer la zone de délicateuse incertitude respective à son niveau d'habileté.

Figure 3

La zone de délicate incertitude



Note. Source : Michaud et Tremblay (2016)

Méthodologie

Six étapes ont été réalisées pour répondre à la question de recherche :

1. Identification de 7 objectifs de recherches
2. Recherche des études
3. Analyse comparative des études
4. Sélection des informations et présentation des résultats obtenus dans les études
5. Identification des limites des études
6. Présentation d'un nouveau cadre théorique, adapté au design pédagogique en contexte sportif

Avant d'entreprendre cette recension des écrits, sept objectifs spécifiques ont été déterminés afin de mieux diriger la recherche, comme présenté à la Figure 4.

Figure 4

Les sept objectifs spécifiques de recherche

Objectifs généraux			Objectifs généraux	
1	Explorer le concept et les utilisations de la (l')	Ludification	1.1	Définir chacun des concepts
			1.2	Identifier leurs avantages
			1.3	Identifier un projet mise en place dans la société
2	Analyser les impacts de la (l')... sur l'apprentissage	Réalité virtuelle	2.1	Expliquer leur concepts clés jouant un rôle majeur dans l'apprentissage
			2.2	Identifier un fondement théorique par rapport à l'apprentissage
3	Identifier des retombées potentielles de la (l')... en développement des qualités athlétiques	Intelligence artificielle	3.1	Décrire comment les qualités athlétiques peuvent être développées par leur utilisation
			3.2	Identifier un projet mise en place dans le domaine sportif

Ces objectifs ont été circonscrits autour de deux sujets principaux, soit les trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives, ainsi que la pratique sportive par l'intermédiaire des théories de la zone de délicate incertitude et de la théorie intégrée des motivations en sport. Toutefois, pour respecter les contraintes du présent article, seuls les objectifs 1.1, 1.2 et 3.1 seront discutés.

Afin d'entreprendre la recension des écrits scientifiques retenus pour le présent travail, deux grilles ont été utilisées. D'abord, la déconstruction de la problématique a permis de passer d'un thème général au sujet traité. Les réponses aux questions suivantes ont permis de circonscire le sujet en question : qui, quand, quoi, où, comment et pourquoi. Par la suite, le recours à une deuxième grille a servi à décomposer le sujet en plusieurs concepts. De cette façon, les termes précis et significatifs ont été identifiés. Ceux-ci ont permis d'élaborer les objectifs présentés ci-dessus et d'entamer la recherche dans la base de données. À partir de ces objectifs, la recension de 26 articles scientifiques a été réalisée. Ces derniers ont été trouvés à partir de la base de données Google Scholar. Cette dernière a été favorisée parce qu'elle permet de faire une recherche plus élargie et moins pointue que les bases de données spécialisées. En considérant que le sujet du présent article est particulièrement nouveau et peu étudié dans le domaine de la recherche, le choix d'utiliser une base de données plus large permet de trouver des articles qui ne se retrouvaient pas dans les bases de données spécialisées.

La sélection d'information a été entreprise en se basant sur les objectifs choisis afin de sélectionner les articles les plus pertinents. Une fois les articles identifiés, des fiches de lecture ont été conçues pour chacune des sources reliées à un objectif spécifique et à l'une des trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives. Ce travail a abouti à un total de 21 fiches synthèses regroupant l'ensemble des passages pertinents des 26 articles choisis (7 objectifs spécifiques x 3 technologies éducatives = 21 fiches synthèses).

Certaines études suggèrent de croiser des théories du sport à l'exploitation des technologies éducatives (Casey, Goodyear et Armour, 2017; Loland, 2002). À partir de leurs recommandations, il était ensuite possible d'élaborer des liens forts et intéressants entre ces deux domaines que sont le milieu sportif et le

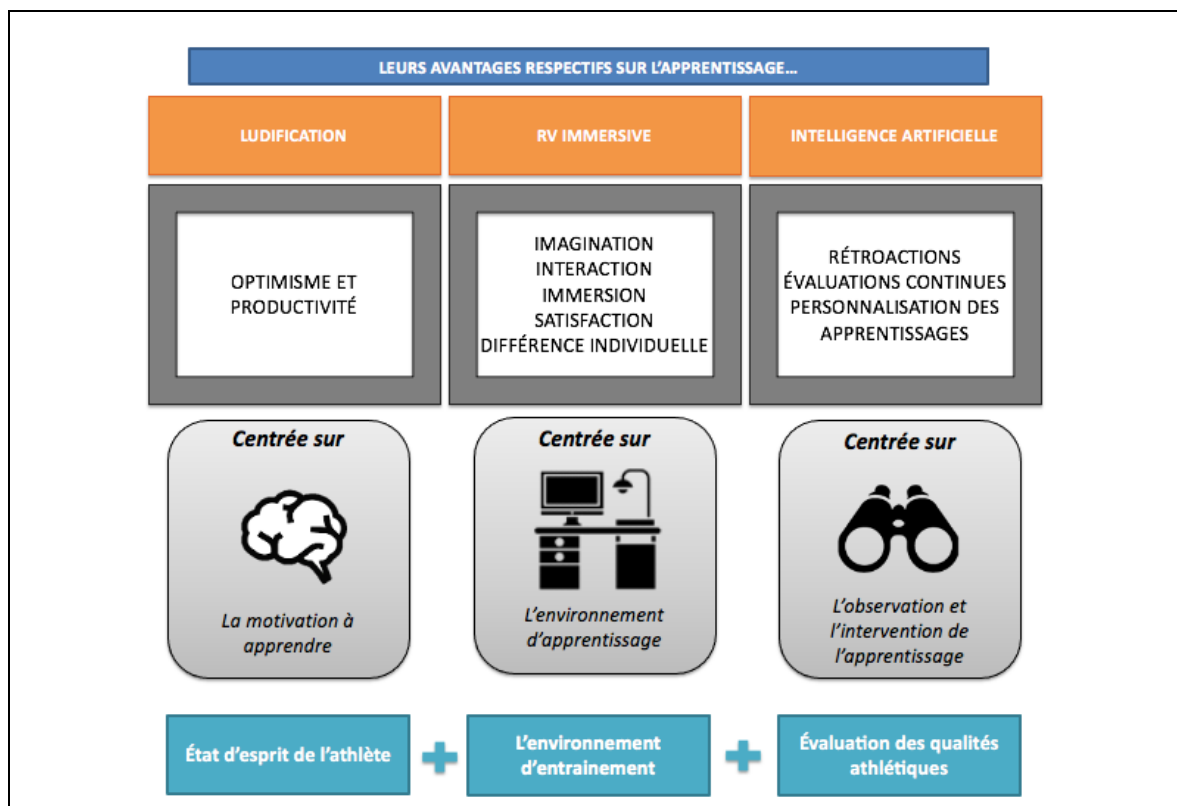
domaine des technologies éducatives. En effet, lorsqu'analysées sous cet angle, plusieurs de leurs théories respectives s'entrecroisent d'éléments similaires exposant alors un cadre théorique possible. C'est par l'entremise de cette réflexion poussée que le cadre théorique a finalement été construit.

Résultats

Les trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives ont été analysées sur la base de leur définition, de leurs avantages pour le développement des qualités athlétiques (Figure 5) et par leur description de leur utilisation respective dans une étude. De façon isolée, la présente analyse de la littérature a démontré le potentiel d'efficacité de chacune de ces trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives pour développer des qualités athlétiques. Néanmoins, aucune étude ne démontre comment ces trois stratégies peuvent être unies dans un même scénario pédagogique, tout en respectant des théories du sport qui visent particulièrement un programme d'entraînement individualisé aux besoins respectifs des athlètes.

Figure 5

Les avantages respectifs des trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives sur l'apprentissage



Dans la prochaine section, la ludification, la RV immersive et l'IA sont présentées successivement. Puis, le cadre théorique est expliqué afin de mettre en lumière comment les entraîneurs peuvent bénéficier de la synergie avantageuse obtenue lors de l'union entre les trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives et les deux théories du sport choisies.

La ludification

DÉFINITION

La ludification « utilise la mécanique, l'esthétique et la pensée de jeu basées sur le jeu pour engager les gens, motiver l'action, promouvoir l'apprentissage et résoudre des problèmes » (Kapp, 2012, p.10).

AVANTAGES RECENSÉS DANS LA LITTÉRATURE

Dans cette perspective, la ludification met en avant-plan deux retombées reconnues : l'optimisme et la productivité (Schwartz, 2017; McGonial, 2010; Nicholson, 2015). Ces caractéristiques sont utilisées pour favoriser la motivation auprès d'un apprenant. Par conséquent, la ludification présente une approche favorable à utiliser afin de motiver un individu à apprendre (Schwartz, 2017; McGonial, 2010; Nicholson, 2015). Contextualisée dans l'environnement d'un athlète, la ludification apparaît alors comme un moyen efficace pour stimuler positivement son état d'esprit.

DESCRIPTION D'UNE UTILISATION

Les études rapportées (Johnson, 2016; Tóth et Lógó, 2018) démontrent les mécaniques de jeux (p. ex. des récompenses et des rétroactions) qui sollicitent la capacité créative de l'athlète utilisée dans une approche d'apprentissage en ludification afin de favoriser, chez ce dernier, un état de Flow¹, sa motivation et sa capacité à accomplir des défis. Cependant, les mécaniques de jeu doivent respecter les profils distincts des athlètes, la dynamique du sport et considérer la situation dans son ensemble (Johnson, 2016). Les résultats de l'étude de Tóth et Lógó (2018) démontrent que l'utilisation de mécaniques de jeu (signification et appels épiques, autonomisation de la créativité, influence sociale et relation, imprévisibilité et curiosité, perte et évitement, rareté et impatience, propriété et possession et développement et réalisation) est efficace pour les athlètes ayant une motivation extrinsèque et sont inefficaces pour les athlètes ayant une motivation intrinsèque. En regard aux résultats de ces études, il apparaît intéressant d'utiliser la théorie intégrée des motivations en sport pour développer des qualités athlétiques en misant sur les motivations spécifiques au profil de l'athlète.

La réalité virtuelle immersive

DÉFINITION

De son côté, « la finalité de la RV est de permettre à une ou plusieurs personnes une activité sensorimotrice et cognitive dans un monde artificiel, créé numériquement, qui peut être imaginaire, symbolique ou une simulation de certains aspects du monde réel » (Fuchs, Arnaldi et Tisseau, 2003, p.2).

AVANTAGES RECENSÉS DANS LA LITTÉRATURE

Dans ce sens, les avantages de la RV immersive reposent principalement sur l'imagination, l'interaction, l'immersion, la satisfaction ainsi que la personnalisation possible grâce à l'environnement virtuel (Yilmaz *et al.*, 2013). Ces avantages semblent se regrouper autour d'un aspect commun, soit l'environnement d'apprentissage, qui apporte des avantages que l'environnement réel ne permet pas d'obtenir. Par exemple, ajouter des objets virtuels amusants ou faire des changements dans le jeu, tels que la force, la gravité et la rotation d'une balle (Song *et al.*, 2012). Dans un environnement réel, ces

¹ L'état de Flow d'un athlète se définit comme « un état dans lequel les individus sont tellement immergés dans l'activité que rien d'autre ne semble avoir d'importance » (Jackson, 1992).

modifications ou ces ajouts ne peuvent pas être contrôlés par l'entraîneur. Il devient alors intéressant de considérer les potentialités que cet environnement atypique pourrait avoir sur le développement des qualités athlétiques comme par exemple pratiquer le gardien de but à arrêter à volonté différents types de frappes à répétition.

DESCRIPTION D'UNE UTILISATION

L'étude de Gray (2017) démontre que, contrairement aux entraînements traditionnels de baseball, la RV immersive favorise le développement de meilleures compétences cognitives perceptuelles telles que la mémorisation du langage spatial chez un athlète. Gray (2017) précise que la présence du transfert élargi est très importante et présente des résultats favorables en regard au transfert sur des compétences cognitives perceptuelles développées en RV immersive. À la lumière de ces résultats, il apparaît d'autant plus intéressant d'utiliser la zone de délicate incertitude en contexte de RV immersive afin de développer les qualités athlétiques de Dekkar, Brikci et Hanifi (1990). Ceci permettrait d'évaluer le transfert de la tâche tout en optimisant le degré de difficulté des habiletés techniques exécutées par l'athlète dans l'environnement virtuel immersif (Michaud et Tremblay, 2016).

L'intelligence artificielle

DÉFINITION

Comme l'ont exprimé Kaplan et Haenlein (2019, p. 15), « AI - defined as a system's ability to correctly interpret external data, to learn from such data, and to use those learnings to achieve specific goals and tasks through flexible adaptation – is a topic in nearly every boardroom and at many dinner tables ».

AVANTAGES RECENSÉS DANS LA LITTÉRATURE

Ainsi, l'IA présente des avantages à l'égard des rétroactions qu'elle offre, des évaluations continues qu'elle fait ainsi que de la personnalisation des apprentissages qu'elle est en mesure d'appliquer (Karsenti, 2018). L'IA apparaît alors comme une approche particulièrement intéressante à utiliser afin de faire l'observation et l'intervention des apprentissages. Pour un athlète, cette approche pourrait alors être intéressante afin de mesurer et d'évaluer le développement de ses qualités athlétiques. L'IA repose donc sur l'évaluation des critères psychologiques et des habiletés techniques d'un athlète, soit deux catégories de qualités athlétiques présentées par Dekkar, Brikci et Hanifi (1990).

DESCRIPTION D'UNE UTILISATION

L'étude de Novatchkov et Baca (2013) a démontré que l'IA a permis d'offrir des rétroactions individuelles, rapides et appropriées aux performances des athlètes en réalisant d'abord une évaluation automatique des qualités athlétiques de l'athlète (Novatchkov et Baca, 2013). L'IA a également permis de procéder à la collecte de plusieurs données permettant de développer la qualité de l'exécution de l'athlète ainsi que l'assistance auprès de l'athlète et de l'entraîneur (Novatchkov et Baca, 2013). Il est donc possible de croire que cette technologie dispose de paramètres nécessaires afin d'évaluer des critères spécifiques à la théorie intégrée des motivations en sport dans un processus de ludification ainsi que des mesures utilisées pour évaluer la zone de délicate incertitude intégrée dans une RV immersive.

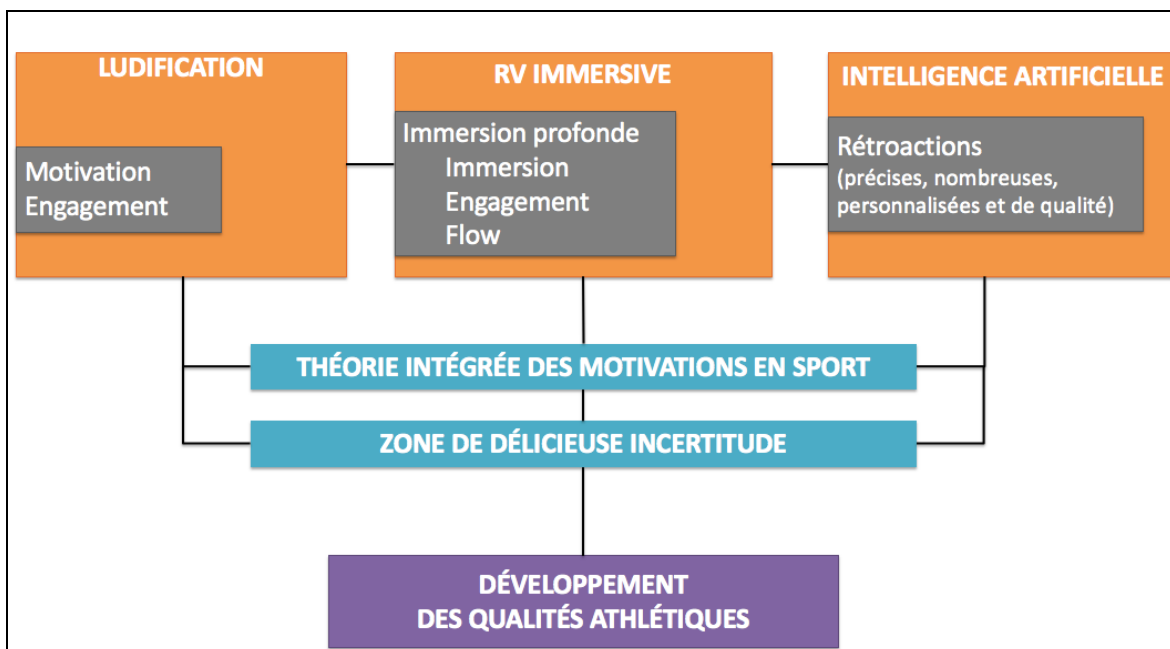
Cadre théorique proposé

L'objectif de la présente recherche est de déterminer comment la ludification, la RV immersive ainsi que l'IA peuvent contribuer au développement des critères physiques et psychologiques du modèle de Dekkar

et ses collègues (1990). Des études ont démontré les impacts avantageux résultant de la mise en place d'un environnement d'entraînement respectant des principes psychologiques d'un athlète (Schinke *et al.*, 2018). Les théories du sport que sont la théorie intégrée des motivations en sport ainsi que la théorie de la zone de délicateuse incertitude ont été utilisées dans des études sur le développement de la performance sportive (Vallerand et Losier, 1999; Michaud et Tremblay, 2016). Ces théories agissent toutes les deux sur des qualités psychologiques et techniques d'un athlète ayant pour effet d'optimiser le développement des qualités athlétiques (Vallerand et Losier, 1999; Michaud et Tremblay, 2016). Il apparaît alors intéressant d'intégrer ces théories aux technologies éducatives choisies afin de bénéficier des retombées qu'elles procurent sur le développement des apprentissages appliqués à un contexte sportif. Afin de mieux visualiser le nouveau cadre théorique proposé, sa représentation générale est présentée dans le schéma à la Figure 6.

Figure 6

Cadre théorique proposé comme base pour le développement d'une nouvelle application

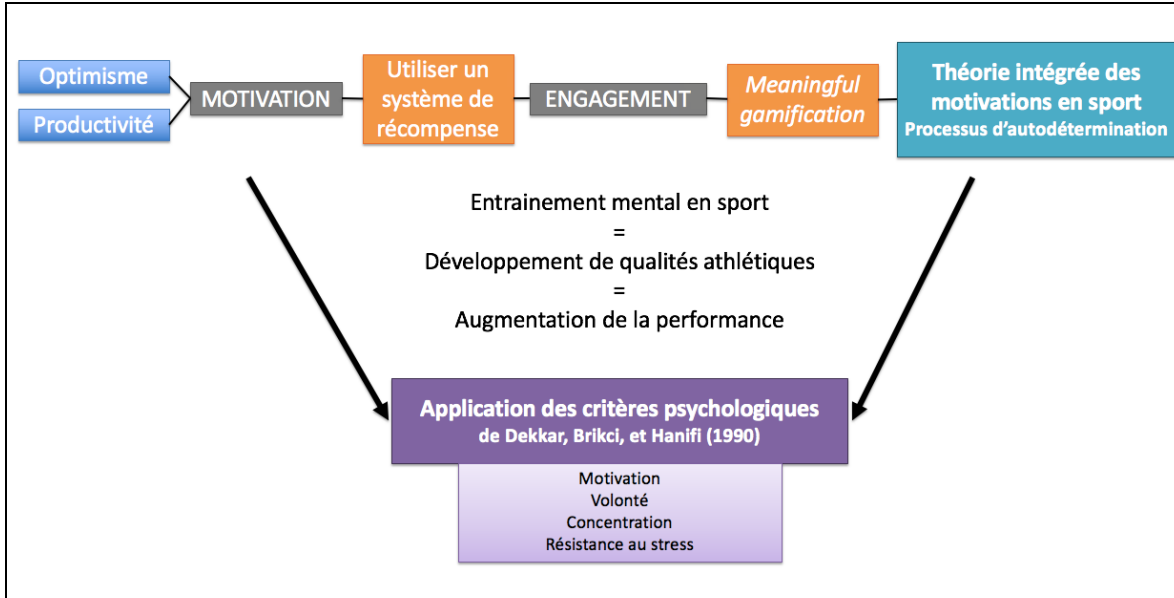


Ludification

L'avantage principal qui permet un processus de ludification en contexte d'apprentissage est l'impact sur la motivation et l'engagement de l'utilisateur. Il apparaît alors intéressant d'employer la ludification dans un contexte sportif afin de développer les qualités psychologiques présentées par le modèle de Dekkar, Brikci et Hanifi (1990) comme présenté à la Figure 7.

Figure 7

L'utilisation de la ludification pour développer les qualités athlétiques



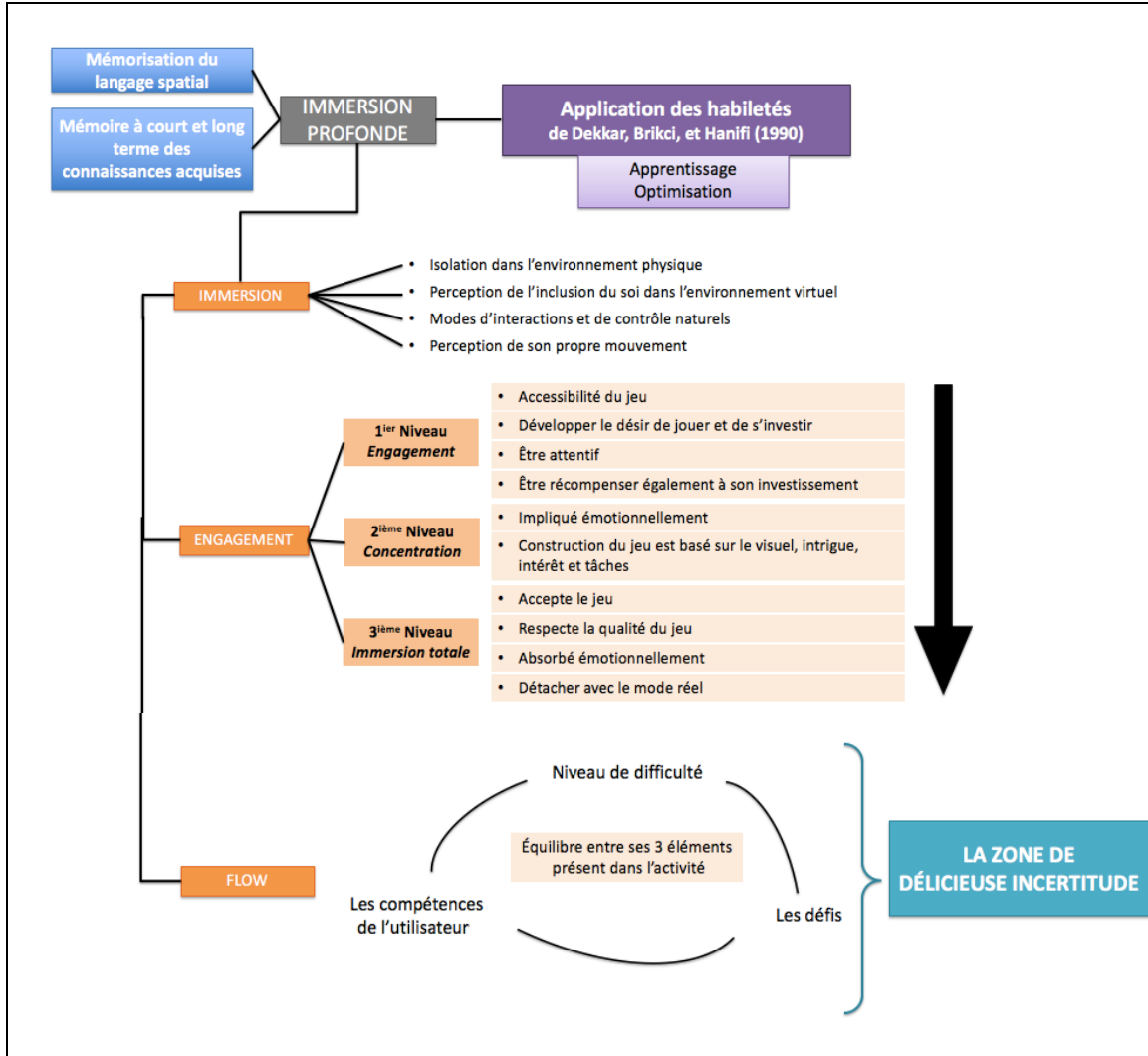
L'optimisme et la productivité sont deux caractéristiques majeures qui se retrouvent chez des utilisateurs influencés par un processus de ludification (McGonigal, 2010). Dans un contexte sportif, il devient alors intéressant de solliciter ces deux caractéristiques en stimulant la motivation auprès des athlètes. Pour ce faire, l'utilisation d'un *meaningful gamification* (système de récompense) pourrait être employé afin d'engager l'athlète dans un processus d'autodétermination (la théorie intégrée des motivations en sport; Nicholson, 2015). Ce processus permettrait d'entraîner les athlètes dans une démarche de préparation mentale, ce qui a pour effet d'influencer leurs qualités athlétiques et, par conséquent, leur performance générale (Marsollier et Trottier, 2018).

Réalité virtuelle immersive

Il a été discuté que la RV immersive permet, entre autres, d'améliorer la mémorisation à court et long terme des connaissances acquises ainsi que la mémorisation du langage spatial (Bozec, 2017). En considérant ces impacts importants sur l'apprentissage, il apparaît intéressant de les reproduire en contexte sportif afin de développer les habiletés (apprentissage et optimisation) de l'athlète comme soutenu dans le modèle de Dekkar, Brikci et Hanifi (1990) et présenté à la Figure 8.

Figure 8

L'utilisation de la RV immersive pour développer les qualités athlétiques



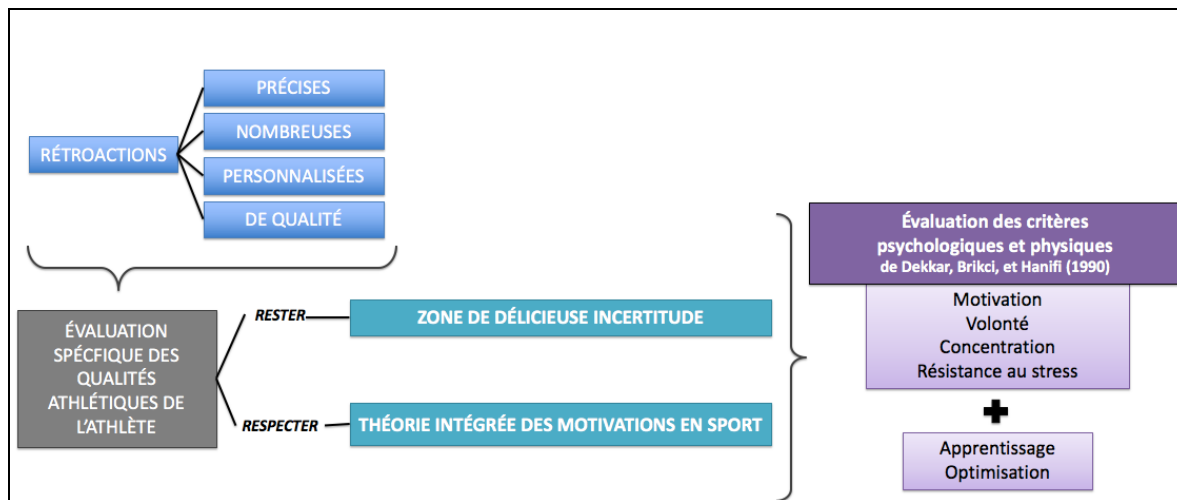
En améliorant leur mémoire, les athlètes pourront ainsi développer leurs habiletés (Huang, Rauch et Liaw, 2010). L'immersion profonde obtenue dans la RV immersive permet de fournir énormément d'informations de qualité pouvant engendrer le développement des qualités athlétiques. Pour obtenir cette immersion profonde, l'immersion, l'engagement et le Flow sont trois éléments qui doivent être respectés dans l'environnement de la RV (Bozec, 2017). Toutefois, afin d'assurer un contrôle non seulement sur l'immersion, mais aussi sur le développement des qualités athlétiques, l'utilisation de la théorie de la zone de délicate incertitude est de mise. Cette théorie du sport priorise des tâches qui visent un niveau de difficulté idéal selon les habiletés de l'athlète. Souvent comparée à l'état de Flow, la théorie de la zone de délicate incertitude s'intègre au troisième élément à respecter afin de viser une immersion profonde (Michaud et Tremblay, 2016).

Intelligence artificielle

L'utilisation de l'IA est particulièrement intéressante pour développer les qualités d'un athlète, parce qu'elle peut offrir des rétroactions précises, nombreuses, personnalisées et de qualité (Goel et Polepeddi, 2016; Karsenti, 2018; Académie des technologies, 2018; Soudoplatoff, 2017). Puis, la formulation de rétroactions pour l'athlète est cruciale à son développement (Nadeau et Audet, 2017). Par conséquent, l'IA apparaît comme un outil intéressant pour évaluer avec justesse et précision les critères physiques et psychologiques d'un athlète en s'assurant qu'il reste dans sa zone de délicate incertitude et qu'il respecte les principes de la théorie intégrée des motivations en sport, comme présenté à la Figure 9.

Figure 9

L'utilisation de l'IA pour développer les qualités athlétiques



Dans le cadre de la présente recherche, l'IA permettrait d'évaluer à la fois les composantes particulières impliquées dans ces deux théories du sport afin de s'assurer que l'athlète soit dans la zone de délicate incertitude et entreprenne un processus d'autodétermination (motivation intrinsèque).

Dans cette perspective, la théorie intégrée des motivations en sport est intéressante à considérer dans le cadre théorique présenté dans ce travail de recherche parce que la ludification, la RV immersive et l'IA s'intéressent, à leur manière, à la motivation dans un cadre d'apprentissage. La motivation est une caractéristique très importante en sport qui permet aux athlètes de poursuivre les entraînements afin d'atteindre les objectifs ciblés, permettant de développer les critères psychologiques (Marsollier et Trottier, 2018). L'intérêt est donc de solliciter certains avantages respectifs à chacune des trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives afin d'optimiser les qualités athlétiques des athlètes. La motivation et l'engagement, sollicités dans un design de ludification (Kapp, 2012), sont visés pour développer les critères psychologiques de Dekkar et ses collègues (1990). Dans la même logique, l'immersion, l'engagement et le Flow qui forment l'immersion totale dans une RV immersive (Bozec, 2017; Brown et Cairns, 2004) sont sollicités afin que les habiletés techniques de l'athlète soient entraînées. Enfin, l'intelligence artificielle est utilisée en raison de sa capacité exceptionnelle de récolte et d'analyses de données. Elle est donc utilisée pour offrir des rétroactions à l'athlète basées sur les données comptabilisées à partir des critères spécifiques liés aux deux théories du sport faisant l'objet de la proposition d'application permettant alors d'évaluer les critères physiques et psychologiques.

Discussion

Le travail de recherche expose un cadre théorique innovant qui pourrait bénéficier aux entraîneurs et aux athlètes en raison de ses nombreuses forces. Bien entendu, il faudra l'intégrer à un cadre de design pédagogique, qui servira de base à une application.

D'abord, le souci de considérer l'utilisation de technologies éducatives et de théories du sport permet de présenter un design pédagogique complet qui met de l'avant l'apport synergétique de considérer la pédagogie, la technologie et le sport dans la conception d'un cadre de design pédagogique pour les entraîneurs. Le croisement de ces différents domaines permet d'exploiter une synergie spécialement favorable pour le développement optimal de qualités athlétiques. Dans ce sens, les technologies éducatives sollicitent la création d'exercices plus dynamiques et originaux qui donnent du sens, de l'ouverture et qui génèrent une plus grande charge affective que des exercices traditionnels. Par conséquent, le cadre de design pédagogique favorise la création d'exercices plus motivants (Florence, Brunelle et Carlier, 1998) et donc une plus grande motivation auprès des athlètes. Le cadre permet également de favoriser un apprentissage individualisé particulièrement important pour assurer un développement optimal (Michaud et Tremblay, 2016; Vallerand et Losier, 1999).

Le cadre théorique proposé permet ainsi de mettre de l'avant des lignes directrices pouvant guider les entraîneurs dans la préparation de nouveaux programmes d'entraînements adaptés aux technologies du 21^e siècle, tout en priorisant l'individualisation des apprentissages de l'athlète en recourant à des théories du sport. Par l'entremise de ce travail, de futures études peuvent désormais mettre à l'épreuve le cadre théorique proposé afin de vérifier si ce dernier a un impact positif sur le développement des qualités athlétiques. Ultiment, les résultats obtenus pourront être utilisés afin de guider les entraîneurs dans la création de nouveaux programmes d'entraînements adaptés aux technologies du 21^e siècle tout en priorisant l'individualisation des apprentissages de l'athlète en recourant à des théories du sport.

Bien que le présent travail de recherche incite à un développement plus efficace des qualités athlétiques par la proposition d'un dispositif d'apprentissage appuyé, des validations et une analyse d'applicabilité restent à faire. À cet effet, la RV immersive demeure tout de même une technologie dispendieuse, encombrante qui ne peut pas être utilisée simplement et rapidement (Fleury, 2007). Ainsi, un entraîneur qui voudrait avoir recourt à la RV immersive dans son programme d'entraînement devrait prévoir un budget afin de pouvoir acheter le matériel et avoir un lieu pour l'utiliser. De plus, la RV immersive tout comme l'IA restent des technologies qui ont des usages, des contextes et des configurations qui peuvent énormément varier et qui doivent faire l'objet d'un travail très fin d'expérimentation et d'évaluation avant de conclure à une réelle utilité pour les athlètes.

Dans cette perspective, le cadre théorique présenté dans ce travail de recherche sera validé auprès d'un échantillon composé d'entraîneurs du Québec. À cet effet, une partie de l'analyse de besoins visera à identifier l'intérêt des entraîneurs à utiliser des technologies éducatives et à connaître leur opinion générale sur le cadre proposé.

Conclusion

La présente recherche présente une revue de littérature permettant d'élaborer une ébauche de cadre théorique intégrant à la fois la ludification, la RV immersive et l'IA dans le développement des qualités athlétiques que sont les critères psychologiques et physiques de Dekkar, Brikci, et Hanifi (1990). Alors que les écrits scientifiques ont permis d'offrir des modèles théoriques s'attardant aux impacts de ces trois approches en regard à la pédagogie, encore trop peu s'intéressent aux impacts sur le développement des

qualités athlétiques. En effet, très peu d'études permettent de définir comment les technologies éducatives peuvent être utilisées par l'entraîneur et quels sont leurs bénéfices pour un apprentissage individualisé chez l'athlète (Casey *et al.*, 2016). La présente recherche se base donc sur les modèles théoriques des trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives ainsi que de deux théories du sport afin de déterminer si la synergie obtenue par l'entremise du croisement entre ces deux domaines peut contribuer à l'amélioration du développement des qualités athlétiques. Sur la base des constats émis sur ces trois stratégies pédagogiques intégrant les technologies éducatives, il est possible de conclure qu'elles offrent de possibles opportunités qui semblent pouvoir s'accorder avec les deux théories sportives. Celles-ci sont la théorie intégrée des motivations en sport et la délicate incertitude. Toutefois, les recherches existantes ne permettent pas de définir si les bénéfices se limitent à ceux présentés dans cette recherche. De plus, elles ne permettent pas de bien cibler les qualités athlétiques précisément développées ni les conditions d'utilisations favorisant ces cibles pédagogiques. Pour pallier cette situation, le présent travail de recherche se poursuit avec un mémoire portant sur ce sujet. Ce mémoire a pour objectif de concevoir, pour les entraîneurs, une démarche d'ingénierie pédagogique utilisant des technologies éducatives afin d'optimiser le développement des qualités athlétiques. Il s'agit alors d'une démarche en cours de processus et certainement à suivre pour les intéressés.

Liste de références

- Académie des technologies. (2018). Renouveau de l'Intelligence artificielle et de l'apprentissage automatique. http://academie-technologies-prod.s3.amazonaws.com/2018/06/01/14/25/31/28/IA_Web.pdf
- Basque, J. (2010). *TED-6313 Introduction à l'ingénierie pédagogique*. Université TÉLUQ. Récupéré du site du cours Projet d'ingénierie technopédagogique. <http://ted6313v2.teluq.ca>
- Bozec, Y. (2017). L'apprentissage à travers la réalité virtuelle. https://www.reseau-canope.fr/fileadmin/user_upload/Projets/agence_des_usages/Etat_Art.pdf
- Brown, E., et Cairns, P. (2004). A grounded investigation of game immersion. Dans *CHI '04 Extended Abstracts on Human factors in computing systems* (p. 1297-1300). <https://doi.org/10.1145/985921.986048>
- Bulfin, S., Johnson, N. F. et Bigum, C. (2015). *Critical perspectives on technology and education*. Springer.
- Casey, A., Goodyear, V. A. et Armour, K. M. (2016). *Digital technologies and learning in physical education: Pedagogical cases*. Taylor et Francis.
- Casey, A., Goodyear, V. A. et Armour, K. M. (2017). Rethinking the relationship between pedagogy, technology and learning in health and physical education. *Sport, education and society*, 22(2), 288-304.
- Chantal, Y., Guay, F., Dobрева-Martinova, T. et Vallerand, R. J. (1996). Motivation and elite performance: an exploratory investigation with Bulgarian athletes. *Int J Sport Psychol*, 27, 173-182.
- Deci, E. et Ryan, R. (2004). *Handbook of Self-Determination Research*. Rochester, États-Unis: University of Rochester Press.
- Dekkar, N., Brikci, A. et Hanifi R. (1990). *Techniques d'évaluation physiologique des athlètes*. Alger, Algérie : Editions le Comité Olympique Algérien.
- Delalandre, M., Collinet, C., et Terral, P. (2012). Les contraintes de coordination entre scientifiques et entraîneurs dans les structures de transfert de technologies du monde sportif. *Socio-logos*, 7(7), 1-18.
- Dicheva, D., Dichev, C., Agre, G. et Angelova, G. (2015). Gamification in Education: A systematic Mapping Study. *Educational Technology et Society*, 18(3), 75-88.
- Famose, J. P., Durand, M. et Bertsch, J. (1985). Caractéristiques spatiotemporelles des tâches et performances motrices. Dans *Actes du Congrès International Corps-Espace-Temps*, Marly-le-Roi (p. 156-163).
- Fleury, C. (2007). *Simulation sensorielle pour la Réalité Virtuelle: Cas du toucher et de la proprioception* [mémoire de maîtrise, Université de Rennes]. Laboratoire de recherche en informatique. https://www.lri.fr/~cfeury/media/expose_motr.pdf

- Florence, J., Brunelle, J. et Carlier, G. (1998). *Enseigner l'éducation physique au secondaire: Motiver, aider à apprendre, vivre une relation éducative*. De Boeck Supérieur.
- Fuchs P., Arnaldi B. et Tisseau J. (2003). *La réalité virtuelle et ses applications* (2^e éd, vol. 1). Presses de l'École des Mines de Paris.
- Gillet, N. et Vallerand, R. J. (2016). Les effets de la motivation sur la performance sportive au regard de la théorie de l'autodétermination: vers une approche intra-individuelle. *Psychologie française*, 61(4), 257-271.
- Goel, A. K. et Polepeddi, L. (2016). Jill Watson: A virtual teaching assistant for online education. <http://smartech.gatech.edu/handle/1853/59104>
- Gray, R. (2017). Transfer of training from virtual to real baseball batting. *Frontiers in psychology*, 8, 1-11.
- Henri, F. (2019). Quel changement à l'ère numérique ? Quelle ingénierie pédagogique pour y répondre? *Médiations et médiatisations*, 2, 227-235.
- Huang H. M., Rauch, U., et Liaw, S. S. (2010). Investigating learners' attitudes toward virtual reality learning environments: Based on a constructivist approach. *Computers et Education*, 55(3), 1171-1182.
- Hussherr, F. X. et Hussherr, C. (2017). *Construire le modèle éducatif du 21^e siècle. Les promesses de la digitalisation et les nouveaux modes d'apprentissage*. FYP éditions.
- Jackson, S. A. (1992). Athletes in Flow : A qualitative investigation of Flow states in elite figure skaters. *Journal of Applied Sport Psychology*, 4, 161-180.
- Johnson, C. P. (2016). Gamification in adventure and wilderness sports: A literature review of game-based mechanic's ability to increase attraction, engagement, and retention in outdoor sports. *Sport Journal*, 1-8.
- Joshi, N. (2019). Here's How AI Will Change The World Of Sports! <https://www.forbes.com/sites/cognitiveworld/2019/03/15/heres-how-ai-will-change-the-world-of-sports/#3d396e20556b>
- Kaplan, A. et Haenlein, M. (2019). Siri, Siri, in my hand: Who's the fairest in the land? On the interpretations, illustrations, and implications of artificial intelligence. *Business Horizons*, 62(1), 15-25.
- Kapp, K. M. (2012). *The gamification of learning and instruction: game-based methods and strategies for training and education*. John Wiley & Sons.
- Karsenti, T. (2018). Intelligence artificielle en éducation : L'urgence de préparer les futurs enseignants aujourd'hui pour l'école de demain? *Formation et profession*, 26(3), 112-119.
- Loland, S. (2002). Technology in sport: Three ideal-typical views and their implications. *European Journal of Sport Science*, 2(1), 1-11.
- Maheswaran, R. (2015, 6 juillet). The Math Behind Basketball's Wildest Moves [vidéo]. Conférence TEDx Talks. https://www.ted.com/talks/rajiv_maheswaran_the_math_behind_basketball_s_wildest_moves
- Marsollier, E. et Trottier, C. (2018). EPS2202 : notes de cours 3 [Présentation PowerPoint].
- McGonigal, J. (2010, février). Gaming can make a better world [vidéo]. Conférence TED. https://www.ted.com/talks/jane_mcgonigal_gaming_can_make_a_better_world
- Michaud, V. et Tremblay, B. (2016). EPS1306 : notes de cours 4 [Présentation PowerPoint].
- Nadeau, L. et Audet, M.H. (2017). EPS-1201 : notes de cours 14 [Présentation Power Point].
- Nicholson, S. (2015). A recipe for meaningful gamification. Dans Reiners, T. et Wood, L. C. (dir.), *Gamification in education and business*, (p. 1-20). Springer.
- Novatchkov, H. et Baca, A. (2013). Artificial intelligence in sports on the example of weight training. *Journal of sports science et médecine*, 12(1), 27.
- Pellerin, M. (2017). L'usage des technologies numériques pour le développement de compétences multimodales en littératie au 21^e siècle. *Éducation et francophonie*, 45(2), 85-106.
- Poualeu, J., Chang, Y. H. et Maheswaran, R. (2011). Data Mining and Basketball Games. <http://dreuarchive.cra.org/2011/Poualeu/uploads/4/5/9/1/4591419/dreu-finalpaper.pdf>
- Roberts, G.C. (1992). *Motivation in sport and exercise*. Human Kinetics Publishers.