

e-FRAN > PLATEFORME

e-FRAN > DES TERRITOIRES ÉDUCATIFS
D'INNOVATION NUMÉRIQUE

Mission Monteil > POUR LE NUMÉRIQUE
DANS L'ÉDUCATION

ProFAN > DES COMPÉTENCES
POUR LES EMPLOIS DU FUTUR



Approche écologique du comportement motivé et EIAH gamifié. Le cas d'une activité d'apprentissage du calcul littéral en 4^e

Stéphanie DUMAS-REYSSIER

Mots-clés – Niveaux et Public concernés

Mots-clés : *gamification*, motivation, style enseignant, affordance, écologie

Niveaux : 4^e

Public : enseignant·e·s en mathématiques au collège

À quelles questions cette étude tente-t-elle de répondre ?

Cette étude porte sur une approche écologique du comportement motivé d'élèves de 4^e dans le cadre d'une activité d'apprentissage du calcul littéral, médiée et médiatisée par un Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) gamifié nommée LudiMoodle, c'est-à-dire un environnement dans lequel des éléments de jeu ont été implémentés. Le comportement motivé peut se définir par une augmentation de la motivation de l'élève s'accompagnant d'une plus grande persévérance et performance. L'intérêt de l'approche écologique est de comprendre comment ce comportement motivé peut être déclenché, et donc d'identifier les conditions environnementales le favorisant (Bateson, 2000; Bronfenbrenner, 1979; Latour, 2015).

Quatre questions principales sont posées ici : (1) les caractéristiques individuelles (sexe, appartenance socioéconomique) des élèves influencent-elle différemment le comportement motivé, (2) une *gamification* « adaptée » au profil de l'élève (niveau de motivation initiale et profil de joueur) favorise-t-elle davantage les comportements motivés qu'une *gamification* « générique », (3) l'affordance de l'enseignant à l'EIAH gamifié, c'est-à-dire les possibilités qu'il perçoit en le mobilisant, impactent-t-elles le comportement motivé, (4) le style motivationnel de l'enseignant (contrôlant versus non contrôlant) joue-t-il un rôle dans le comportement motivé de l'élève. Plusieurs outils ont été développés pour mesurer le comportement motivé, le profil de joueur de l'élève, l'affordance de l'EIAH et le style motivationnel, ce qui a permis d'identifier les conditions écologiques permettant de déclencher ce comportement motivé.

Pourquoi ces questions sont-elles pertinentes ?

Question 1 : Dans le cas de l'apprentissage en mathématiques, il existerait une perception de la compétence différente suivant le sexe de l'élève considéré. En effet, il semble que les garçons seraient perçus comme plus enclins à faire des mathématiques que les filles (Garon-Carrier *et al.*, 2016), sachant que l'incompétence féminine ne serait pas prouvée. Or, ces stéréotypes de sexe influeraient de façon inconsciente sur le sentiment de compétence des filles qui, se percevant moins capables que les garçons, réguleraient leurs efforts et seraient moins autodéterminées à faire des mathématiques (Marušić et Matic, 2017; Stoet et Geary, 2012). Ce manque d'autodétermination impacterait négativement leurs performances (Plante *et al.*, 2010). Ces résultats seraient néanmoins à nuancer. En effet, cette tendance pourrait s'inverser à partir de l'adolescence, c'est-à-dire avec la maturité psychologique des sujets (Chandler et Connell, 1987; Vallerand *et al.*, 1997), mais aussi avec l'évolution de ces perceptions dans la société (Blanton *et al.*, 2002; Schmader *et al.*, 2004). Enfin, des effets similaires seraient notés suivant l'appartenance socioéconomique de l'élève. Les élèves de milieux défavorisés se fixeraient davantage de buts de performance et seraient moins autodéterminés que ceux de milieux favorisés, qui auraient plutôt des buts de maîtrise et seraient davantage autodéterminés (Chouinard *et al.*, 2010). Les variations de comportements motivés observées entre élèves à faire des mathématiques pourraient ainsi s'interpréter par des rapports différents aux mathématiques, en fonction des caractéristiques individuelles des élèves (hypothèse 1).

Question 2 : Dans le cas d'une activité d'apprentissage médiatisée et médiée par un EIAH gamifié, l'objectif est de rendre ludique une activité qui au départ ne l'est pas forcément (Deterding *et al.*, 2011), en utilisant notamment des éléments issus du jeu, censés déclencher davantage de comportements motivés. Les résultats des différentes recherches, étudiant l'effet de ce type d'environnement gamifié, montrent des effets parfois mitigés, voire contradictoires (Cruz *et al.*, 2017; Hamari *et al.*, 2014), selon l'élément de jeu considéré et suivant le contexte d'apprentissage étudié (Nacke et Deterding, 2017; Vassileva, 2012). C'est pourquoi, ces résultats incitent à considérer – in fine – le comportement motivé et la *gamification* comme « situés », en adaptant la *gamification* à la fois au profil de joueur de l'élève (Kickmeier-Rust *et al.*, 2014; Landers et Armstrong, 2017; Marczewski, 2015; Nacke *et al.*, 2014), mais aussi à son niveau de motivation initiale et donc à son intérêt pour la discipline enseignée (Monterrat *et al.*, 2017; Roosta *et al.*, 2016) (hypothèse 2).

Question 3 : Du point de vue de l'« écologie de la classe » (Doyle, 1986), l'élève est en interrelation avec d'autres êtres vivants comme son enseignant ou les autres élèves, mais aussi avec des êtres non vivants comme un EIAH gamifié. L'enseignant aurait donc un rôle important à jouer dans un processus de régulation, y compris dans la façon dont il mobilise l'EIAH gamifié. Or pour que cet EIAH gamifié soit perçu comme une « affordance motivationnelle » (Deterding *et al.*, 2011; Gibson, 1979; Zhang, 2008), favorisant effectivement les comportements motivés des élèves, la manière dont l'enseignant le mobilise et l'intègre à son activité d'apprentissage est fondamentale et dépendante de sa perception des savoirs et savoir-faire, qui sont pour partie implémentés dans l'artefact. Cette perception dépend elle-même de sa compréhension de son environnement (Turvey, 1992), de sa connaissance des élèves, de son intention (Stoffregen, 2003) et de sa manière d'enseigner. C'est pourquoi, d'une part, il est possible d'étudier le rapport de l'enseignant à un EIAH gamifié en termes de savoirs (affordances épistémiques) et de savoir-faire (affordances pragmatiques), en tenant compte de ce qui est prescrit, des intentions et des pratiques (Philippette et Fastrez, 2013), et d'autre part il est supposé que l'affordance de l'EIAH du point de vue enseignant favorise le comportement motivé des élèves (hypothèse 3).

Question 4 : Un style non contrôlant permettrait d'obtenir de meilleurs résultats en termes de comportements motivés des élèves qu'un style contrôlant (hypothèse 4). En effet, le style de l'enseignant jouerait un rôle dans la façon dont il régule les comportements motivés en classe mais aussi dans la manière dont il perçoit l'EIAH gamifié, notamment en fonction du degré de liberté qu'il laisse à l'élève (Reeve, 2009; Roth *et al.*, 2007; Sarrazin *et al.*, 2006). Autrement dit, un enseignant non contrôlant qui

créerait des conditions d'autonomie des élèves, favoriserait leur plaisir d'apprendre ou d'agir par plaisir. À l'inverse, lorsque les conditions seraient contrôlantes, l'élève adopterait un comportement régulé et agirait sous l'effet de contingences externes, du fait d'un faible degré d'autonomie et de liberté d'agir (Jézégou, 2013).

Quelle méthodologie de recherche a-t-on utilisée ?

Quatre étapes importantes ont rythmé cette recherche :

- La 1^{ère} a consisté à co-concevoir l'EIAH LudiMoodle avec 6 enseignants en mathématiques participants à ce projet – que nous nommerons enseignants co-concepteurs. Il s'agissait notamment de sélectionner les éléments de jeu à implémenter suivant les dynamiques motivationnelles qu'ils souhaitaient impulser ; sélectionner les éléments de savoir nécessitant d'être gamifiés ; et enfin cela nous permettait d'identifier les invariants socioculturels que les enseignants percevaient pour pouvoir les implémenter et qu'ils déclenchent ensuite la découverte d'affordance en situation réelle d'utilisation.
- Une première phase expérimentale de test en situation écologique du prototype créé a été réalisée au printemps 2018. Durant 3 semaines et à chaque séance, 163 élèves de 4^e, issus de 4 collèges différents et répartis dans 7 classes – pour un total de 5 enseignants que nous nommerons enseignants testeurs – ont utilisé le prototype. Il s'agissait notamment de vérifier la pertinence de retenir les caractéristiques individuelles des élèves et l'effet du niveau de motivation initiale mais aussi de s'assurer que l'implémentation d'invariants socioculturels favorisait effectivement la découverte d'affordances communes à la fois par les enseignants co-concepteurs et les enseignants testeurs.
- Puis une seconde phase de co-conception a été réalisée pour améliorer l'ergonomie de l'EIAH et créer une scénarisation des séances.
- Enfin, une seconde phase expérimentale utilisant la version finalisée de l'EIAH s'est déroulée au printemps 2019. Durant 3 semaines et à chaque séance, 258 élèves de 4^e, issus de 4 collèges différents répartis dans 12 classes (pour un total de 5 enseignants) et découvrant pour la première fois l'EIAH ont utilisé LudiMoodle. Les éléments de jeu ont été distribués de façon aléatoire en respectant la parité garçons-filles, classes et zones de collège. Cette phase avait pour objectif de vérifier l'ensemble de nos hypothèses.

D'un point de vue méthodologique, nous avons eu recours à une triangulation – approche analytique qui confronte des données de sources multiples – des données quantitatives et qualitatives, lors des deux phases d'expérimentation. Le comportement motivé a été évalué en mesurant la motivation des élèves et leurs interactions avec l'EIAH. La motivation a été mesurée en pré-test et en post-test (respectivement, avant et après les 3 semaines d'utilisation de l'EIAH) grâce à une échelle de la motivation à faire des mathématiques, créée sur la base de l'échelle de la motivation en éducation de Vallerand et ses collaborateurs (1989). L'interaction a été évaluée grâce à deux indicateurs, que nous avons nommés persévérance et performance, qui sont à considérer simultanément et qui nous informent sur les tentatives de résolution de l'exercice amenant l'élève à améliorer ses résultats pour atteindre les 70 % de réussite nécessaires pour passer à l'exercice suivant. Les différents résultats ont été étudiés au regard de différentes caractéristiques des élèves : sexe, zone du collège (urbaine versus rurale), collège et classe, conformément à notre première hypothèse.

Le profil de joueur de l'élève a été évalué en pré-test grâce au questionnaire Hexad (Marczewski, 2015), qui permet d'identifier sur un continuum représentant l'envie de jouer, 6 profils de joueurs : les « *Player* » motivés par leur réussite personnelle, les « *Socialiser* » motivés par le contact, les « *Free Spirit* » motivés par l'exploration et la création, les « *Achiever* » motivés par les challenges, les « *Philanthropist* » motivés pour venir en aide aux autres, et les « *Disruptor* » motivés par le changement. Les profils

« *Player* » et « *Achiever* » sont corrélés au besoin de compétence; les « *Philanthropist* » et « *Socialiser* » au besoin d'appartenance; les « *Free Spirit* » et « *Disruptor* » sont quant à eux corrélés au besoin d'autonomie de l'élève. Enfin, nous avons mis au point un modèle statistique prédictif basé sur la modélisation d'équations structurelles par les moindres carrés (Wong, 2019) afin de vérifier l'effet du niveau de motivation initiale et du profil de joueur sur la variation de motivation et le comportement motivé, conformément à notre seconde hypothèse.

Par ailleurs, des entretiens d'explicitation d'une action (Vermersch, 1994) ont été réalisés avec les enseignants. Ils portaient sur la séance relative à l'apprentissage de la distributivité double afin d'identifier les « affordances », ou possibilités, réelles perçues au cours de l'activité en classe. Une analyse du discours nous a permis de repérer les éléments de syntaxe ayant trait aux possibilités de faire, à la volonté de faire ainsi que les verbes d'action et de jugement (Simonian, 2019b). Cette catégorisation a permis de mettre au jour les invariants conceptuels révélant la présence d'affordances épistémiques, et les invariants pragmatiques, révélant la présence d'affordances pragmatiques. Nous avons pu ainsi confronter les affordances perçues par les enseignants co-concepteurs et testeurs aux variations de comportements observés, afin de répondre à notre troisième hypothèse.

Les séances portant sur la distributivité double ont fait l'objet de captations vidéo puis d'une narration descriptive qui, couplée aux entretiens d'explicitation, nous a permis de définir le style motivationnel des enseignants. Basé sur des indications de Sarrazin et ses collaborateurs (2006), ce dernier a été défini suivant le degré d'autonomie laissée à l'élève, le degré de structuration de l'enseignement et le degré d'implication de l'enseignant. Ce résultat a permis de répondre à notre dernière question de recherche et plus précisément de vérifier notre quatrième hypothèse.

Quels résultats a-t-on obtenus ?

Les résultats mettent en évidence l'existence de motivations différentes entre élèves à faire des mathématiques selon leur zone, leur collège ou leur classe d'appartenance, et donc d'une autodétermination différente à faire des mathématiques. Ces premiers résultats confortent notre première hypothèse concernant l'effet de l'environnement socioculturel de l'élève sur la motivation. Parmi les explications possibles, nous retenons celle de besoins psychologiques différents d'autonomie, d'appartenance et/ou de compétence, correspondant à une internalisation différente des contraintes externes dans le Soi (Deci *et al.*, 1991) suivant le contexte et le groupe social d'appartenance des élèves (Deci et Ryan, 2000; Grolnick et Ryan, 1989). En effet, les entretiens d'explicitations menés auprès des enseignants officiant en zone rurale, nous apprennent que leurs élèves se destinent pour la plupart à des études courtes en milieu professionnel, ce qui pourrait expliquer qu'ils ne présentent pas d'intérêt intrinsèque à faire des mathématiques. Il est aussi remarqué que plus les contraintes extrinsèques sont internalisées, plus la motivation est dite « autonome » et serait corrélée de façon positive aux performances académiques et à la persévérance (Brunet *et al.*, 2015; Ratelle *et al.*, 2005). C'est d'ailleurs ce que confirment les tests de corrélation réalisés puisque nous observons une corrélation positive forte entre la performance et la motivation intrinsèque initiale. En revanche, nous n'avons noté aucune corrélation entre motivation intrinsèque et persévérance, contrairement à d'autres études ayant montré qu'une motivation intrinsèque basse induisait une faible persévérance (Blanchard *et al.*, 2004; Vallerand *et al.*, 1997). Nous avons, par ailleurs, souhaité vérifier l'existence de motivations différentes suivant le sexe de l'élève, puisqu'il avait été montré que les garçons sont davantage motivés intrinsèquement que les filles (Garon-Carrier *et al.*, 2016; OCDE, 2016; OCDE, 2019). Or, les résultats obtenus ne nous permettent pas de corroborer ce résultat et réfutent la partie de notre première hypothèse concernant l'effet du sexe sur la motivation.

D'autres variables seraient explicatives et interdépendantes dont le niveau de motivation initiale et le profil de joueur de l'élève. En effet, lorsque la *gamification* est adaptée et que l'élément de jeu proposé correspond au bon profil de joueur ou à la motivation initiale de l'élève (Lavoué *et al.*, 2018; Roosta *et*

al., 2016), alors elle favorise son autodétermination et participe à son développement cognitif, quel que soit son sexe ou son appartenance socioculturelle. Ce résultat, qui corrobore notre seconde hypothèse, s'observe pour 30 % des élèves dont la plupart sont des élèves décrocheurs fortement amotivés à faire des mathématiques, ou appartenant à certains profils de joueur (« *Player* », « *Disruptor* » et « *Achiever* »). Ce résultat nécessite cependant d'être conforté par d'autres études permettant de vérifier notamment qu'une adaptation statique, c'est-à-dire en amont de la séance, est pertinente, mais qu'une adaptation dynamique pendant la séance le serait encore davantage, puisqu'elle permettrait de tenir compte des fluctuations de la motivation de l'élève.

Les résultats montrent également la pertinence de la co-conception de l'EIAH LudiMoodle avec des enseignants. En effet, le fait d'incorporer des invariants socioculturels (Gibson, 1979; Morgagni, 2011; Simonian, 2019b) issus de normes, d'expériences et d'une culture commune (Simonian, 2019b), a favorisé leur découverte d'affordances communes pendant l'activité (Philippette et Fastrez, 2013). D'autres affordances plus spécifiques, davantage liées à leurs pratiques et expériences (Norman, 1988) ont été perçues en cours d'utilisation. La variabilité de ces découvertes peut s'interpréter par des contextes différents et, donc, par une adaptation différente à leur écosystème-classe (Doyle, 1986), ce qui valide notre troisième hypothèse.

Or, ces variations semblent expliquer en partie les différences de style motivationnel observées entre enseignants – qui se manifestent par une autonomie laissée aux élèves plus ou moins grande, une organisation particulière de l'espace classe et des buts spécifiques (Reeve, 2009; Roth *et al.*, 2007) – et in fine, les différences de comportements motivés entre élèves en termes de persévérance et performance (mais non en termes de motivation). Dit autrement, lorsqu'un enseignant perçoit des affordances épistémiques et pragmatiques permettant de créer les conditions d'une mise en autonomie de ses élèves, il semblerait qu'il favorise leur persévérance et performances, validant ainsi notre quatrième hypothèse.

Que dois-je retenir de cette étude pour ma pratique ?

Parmi les pistes d'adaptation proposées pour favoriser la motivation des élèves et dans le cadre de l'utilisation de l'EIAH LudiMoodle (toujours en phase de test actuellement), il semble pertinent de proposer :

- L'avatar aux élèves motivés intrinsèquement par l'activité mais aussi à ceux amotivés ou présentant un profil « *Player* »
- La progression aux élèves amotivés ou présentant un profil « *Disruptor* »
- Le timer aux élèves amotivés mais aussi à ceux présentant un profil « *Achiever* »
- Le score aux élèves amotivés

Lors de séquences pédagogiques médiées et médiatisées par l'EIAH LudiMoodle et concernant les pistes permettant de favoriser un style motivationnel « non contrôlant » favorisant la performance et la persévérance des élèves, il semble pertinent de :

- Laisser un degré d'autonomie suffisant aux élèves. Par exemple, donner du sens aux apprentissages notamment en ayant recours à des problèmes concrets, permettre de mobiliser le brouillon, éviter un ton directif, laisser la possibilité de s'entraîner sans évaluer et ne pas intervenir sans que l'élève ne le demande.
- Structurer suffisamment l'enseignement. Par exemple, adapter la difficulté aux élèves en sélectionnant les exemples et leurs exercices, préférer les feedbacks individuels en mobilisant par exemple le rapport dynamique, autoriser les échanges pour la remédiation entre élèves mais en les règlementant, anticiper les règles d'écriture et d'utilisation en les notant au tableau.
- S'impliquer en faisant preuve de compréhension, d'empathie, en évitant les remarques négatives et en adoptant une attitude neutre.

Références

- Bateson, G. (2000). *Steps to an ecology of mind : Collected essays in anthropology, psychiatry, evolution, and epistemology*. University of Chicago Press.
- Blanchard, C., Pelletier, L., Otis, N. et Sharp, E. (2004). Rôle de l'autodétermination et des aptitudes scolaires dans la prédiction des absences scolaires et l'intention de décrocher. *Revue des sciences de l'éducation*, 30(1), 105-123.
- Blanton, H., Christie, C. et Dye, M. (2002). Social identity versus reference frame comparisons : The moderating role of stereotype endorsement. *Journal of Experimental Social Psychology*, 38(3), 253-267.
- Bronfenbrenner, U. (1979). *The ecology of human development : Experiments by nature and design*. Harvard University Press.
- Brunet, J., Gunnell, K. E., Gaudreau, P. et Sabiston, C. M. (2015). An integrative analytical framework for understanding the effects of autonomous and controlled motivation. *Personality and Individual Differences*, 84, 2-15.
- Chandler, C. L. et Connell, J. P. (1987). Children's intrinsic, extrinsic and internalized motivation : A developmental study of children's reasons for liked and disliked behaviours. *British Journal of Developmental Psychology*, 5(4), 357-365.
- Chouinard, R., Bergeron, J., Vezeau, C. et Janosz, M. (2010). Motivation et adaptation psychosociale des élèves du secondaire selon la localisation socioéconomique de leur école. *Revue des Sciences de l'Éducation*, 36(2), 321-342.
- Cruz, C., Hanus, M. D. et Fox, J. (2017). The need to achieve : Players' perceptions and uses of extrinsic meta-game reward systems for video game consoles. *Computers in Human Behavior*, 71, 516-524.
- Deci, E. L. et Ryan, R. M. (2000). The "what" and "why" of goal pursuits : Human needs and the self-determination of behavior. *Psychological Inquiry*, 11(4), 227-268.
- Deci, E. L., Vallerand, R. J., Pelletier, L. G. et Ryan, R. M. (1991). Motivation and education : The self-determination perspective. *Educational Psychologist*, 26(3-4), 325-346.
- Deterding, S., Dixon, D., Khaled, R. et Nacke, L. (2011). From game design elements to gamefulness : defining "gamification". Dans *Proceedings of the 15th International Academic MindTrek Conference : Envisioning Future Media Environments* (p. 9-15).
- Doyle, W. (1986). Paradigmes de recherche sur l'efficacité des enseignants. Dans M. Crahay et D. Lafontaine (dir.), *L'Art et la Science de l'Enseignement* (p. 435-481). Labor.
- Garon-Carrier, G., Boivin, M., Guay, F., Kovas, Y., Dionne, G., Lemelin, J.-P., Séguin, J. R., Vitaro, F. et Tremblay, R. E. (2016). Intrinsic motivation and achievement in mathematics in elementary school : A longitudinal investigation of their association. *Child Development*, 87(1), 165-175.
- Gibson, J. J. (1979). *The ecological approach to human perception*. Houghton Mifflin.
- Grolnick, W. S. et Ryan, R. M. (1989). Parent styles associated with children's self-regulation and competence in school. *Journal of educational psychology*, 81(2), 143.
- Hamari, J., Koivisto, J. et Sarsa, H. (2014). Does gamification work?—a literature review of empirical studies on gamification. Dans *2014 47th Hawaii international conference on system sciences* (p. 3025-3034). IEEE.
- Jézégou, A. (2013). The influence of the openness of an e-learning situation on adult students' self-regulation. *International Review of Research in Open and Distributed Learning*, 14(3), 182-201. <https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00861586>
- Kickmeier-Rust, M. D., Hillemann, E.-C. et Albert, D. (2014). Gamification and smart feedback : Experiences with a primary school level math app. *International Journal of Game-Based Learning (IJGBL)*, 4(3), 35-46.
- Landers, R. N. et Armstrong, M. B. (2017). Enhancing instructional outcomes with gamification : An empirical test of the Technology-Enhanced Training Effectiveness Model. *Computers in Human Behavior*, 71, 499-507.
- Latour, B. (2015). *Face à Gaïa : huit conférences sur le nouveau régime climatique*. La Découverte.

- Lavoué, E., Monterrat, B., Desmarais, M. et George, S. (2018). Adaptive gamification for learning environments. *IEEE Transactions on Learning Technologies*, 12(1), 16-28.
- Marczewski, A. (2015). Even Ninja Monkeys like to play. *Blurb Inc.*
- Marušić, I. et Matic, J. (2017). The role of personality, self-concept and defensive motivation in predicting maths anxiety. Dans K. Moore et P. Buchwald (dir.), *Stress and Anxiety : Coping and Resilience* (p. 95-103). Logos Verlag Berlin GmbH.
- Monterrat, B., Lavoué, E., George, S. et Desmarais, M. (2017). Les effets d'une ludification adaptative sur l'engagement des apprenants. *STICEF (Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation)*, 24(1), 51-74. <https://doi.org/10.23709/sticef.24.1.2>
- Morgagni, S. (2011). Repenser la notion d'affordance dans ses dynamiques sémiotiques. *Intellectica*, 55(1), 241-267.
- Nacke, L. E., Bateman, C. et Mandryk, R. L. (2014). BrainHex : A neurobiological gamer typology survey. *Entertainment Computing*, 5(1), 55-62.
- Nacke, L. E. et Deterding, C. S. (2017). The maturing of gamification research. *Computers in Human Behaviour*, 450-454. <https://doi.org/10.1016/j.chb.2016.11.062>
- Norman, D. A. (1988). *The Psychology of Everyday Things*. Basic Book.
- OCDE. (2016). Résultats du PISA 2015 (Volume I) : L'excellence et l'équité dans l'éducation (Éditions OCDE). https://www.oecd-ilibrary.org/fr/education/resultats-du-pisa-2015-volume-i_9789264267534-fr
- OCDE. (2019). PISA 2018 Results (Volume II) : Where All Students Can Succeed (Éditions OCDE). <http://www.oecd.org/fr/education/pisa-2018-results-volume-ii-b5fd1b8f-en.htm>
- Philippette, T. et Fastrez, P. (2013). Les technologies de l'intelligence distribuée : une étude des affordances épistémiques sociales dans les jeux de rôle en ligne massivement multijoueurs. Dans *Séminaire « Usages du numérique »*. <https://dial.uclouvain.be/pr/boreal/object/boreal:135940>
- Plante, I., Théorêt, M. et Favreau, O. E. (2010). Les stéréotypes de genre en mathématiques et en langues : recension critique en regard de la réussite scolaire. *Revue des sciences de l'éducation*, 36(2), 389-419.
- Ratelle, C. F., Larose, S., Guay, F. et Sénécal, C. (2005). Perceptions of parental involvement and support as predictors of college students' persistence in a science curriculum. *Journal of Family Psychology*, 19(2), 286.
- Reeve, J. (2009). Why teachers adopt a controlling motivating style toward students and how they can become more autonomy supportive. *Educational Psychologist*, 44(3), 159-175.
- Roosta, F., Taghiyareh, F. et Mosharraf, M. (2016). Personalization of gamification-elements in an e-learning environment based on learners' motivation. Dans *2016 8th International Symposium on Telecommunications (IST)* (p. 637-642). IEEE.
- Roth, G., Assor, A., Kanat-Maymon, Y. et Kaplan, H. (2007). Autonomous motivation for teaching : how self-determined teaching may lead to self-determined learning. *Journal of Educational Psychology*, 99(4), 761.
- Sarrazin, P., Tessier, D. et Trouilloud, D. (2006). Climat motivationnel instauré par l'enseignant et implication des élèves en classe : l'état des recherches. *Revue française de pédagogie. Recherches en éducation*, (157), 147-177.
- Schmader, T., Johns, M. et Barquissau, M. (2004). The costs of accepting gender differences : The role of stereotype endorsement in women's experience in the math domain. *Sex Roles*, 50(11), 835-850. <https://doi.org/10.1023/B:SERS.0000029101.74557.a0>
- Simonian, S. (2019b). L'affordance, pour comprendre les rapports au numérique. *Education permanente*, 219.
- Stoet, G. et Geary, D. C. (2012). Can stereotype threat explain the gender gap in mathematics performance and achievement? *Review of General Psychology*, 16(1), 93-102. <https://doi.org/10.1037/a0026617>
- Stoffregen, T. A. (2003). Affordances as properties of the animal-environment system. *Ecological Psychology*, 15(2), 115-134.

- Turvey, M. T. (1992). Affordances and prospective control : An outline of the ontology. *Ecological Psychology*, 4(3), 173-187.
- Vallerand, R. J., Blais, M. R., Brière, N. M. et Pelletier, L. G. (1989). Construction et validation de l'échelle de motivation en éducation (EME). *Canadian Journal of Behavioural Science/Revue canadienne des sciences du comportement*, 21(3), 323. <http://psycnet.apa.org/journals/cbs/21/3/323/>
- Vallerand, R. J., Fortier, M. S. et Guay, F. (1997). Self-determination and persistence in a real-life setting : toward a motivational model of high school dropout. *Journal of Personality and Social Psychology*, 72(5), 1161.
- Vassileva, J. (2012). Motivating participation in social computing applications : a user modeling perspective. *User Modeling and User-Adapted Interaction*, 22(1), 177-201. <https://doi.org/10.1007/s11257-011-9109-5>
- Vermersch, P. (1994). *L'entretien d'explicitation*. ESF Paris.
- Wong, K. K.-K. (2019). *Mastering partial least squares structural equation modeling (PLS-Sem) with Smartpls in 38 Hours*. IUniverse.
- Zhang, P. (2008). Technical opinion Motivational affordances : reasons for ICT design and use. *Communications of the ACM*, 51(11), 145-147.