



Analyse d'une formation des futurs enseignants relative à l'enseignement de la programmation, via l'outil Minecraft : Education Edition

► CARLOT Charline (COCOF), KUMPS Audrey (Umons), DE LIEVRE Bruno (Umons)

■ **RÉSUMÉ** • Dans cet article, nous nous intéressons à l'impact des profils des futurs enseignants du primaire et de mathématiques sur l'évolution de leurs perceptions et leur intention pédagogique dans l'enseignement de la programmation. Pour cela, une formation utilisant l'outil Minecraft : Education Edition a été proposée. Les résultats, interprétés à partir de différents modèles issus du modèle de TAM, permettent de fournir quelques pistes de réflexion pour la formation initiale et continue des enseignants.

■ **MOTS-CLÉS** • Formation, programmation, perception, pédagogie du jeu vidéo, Minecraft.

■ **ABSTRACT** • In this article, we are interested in the impact of the profiles of future primary and mathematics teachers on the development of their perceptions and educational intent in teaching programming. For this, training using the Minecraft tool: Education Edition has been proposed. The results, interpreted from different models derived from the TAM model, make it possible to provide some avenues of reflection for the initial and continuing training of teachers.

■ **KEYWORDS** • *Training, programming, perception, video game pedagogy, Minecraft.*

1. Introduction

A une époque où l'enseignement de la Belgique francophone connaît un grand bouleversement avec la mise en application de la réforme éducative, intitulée « Pacte pour un enseignement d'Excellence », et l'instauration d'un nouveau référentiel numérique (FWB, 2018), il est essentiel de se demander si les enseignants se sentent compétents face à ce nouveau contenu à enseigner. En effet, malgré les actions menées par le système éducatif pour satisfaire aux attentes de la société, telles que la mise en place de formations pour les enseignants et/ou les élèves ainsi que le financement de divers projets éducatifs, un décalage avec la formation des enseignants est constaté (Singh Rajput, 2000). De plus, le milieu éducatif exprime ses difficultés face à la manipulation des nouvelles technologies et à leur incorporation pédagogique (Digital Wallonia, 2018). Pourtant, l'enseignant étant essentiel à la mise en place des pratiques numériques, il est important « *d'intégrer plus massivement le numérique dès la formation initiale des enseignants et de proposer des cursus où la composante numérique est présente de manière disciplinaire et transversale* » (p.1).

Parmi les compétences du programme relatives à l'éducation au numérique figure la programmation. Ce contenu d'enseignement, déjà intégré au programme de nombreux pays (Karsenti, 2019), est autant une nécessité économique pour le pays, que sociétale pour les jeunes élèves et les futurs citoyens (Archambault, 2015), ainsi qu'un moyen de développer des capacités de résolution de problèmes, de créativité, de pensée critique, de construction, de comptage et de lecture (Karsenti, 2019), (Romero, 2016). L'enseignement de la programmation aux élèves contribue donc à ce que ces derniers puissent devenir des citoyens responsables dans la société actuelle (Karsenti et Bugmann, 2017). Et il s'agit bien, selon Archambault (Archambault, 2015), du rôle de l'école « *que de dispenser les connaissances scientifiques et techniques qui permettront aux futurs citoyens d'être en phase avec la société dans laquelle ils vivent* » (p.12). Il faut donc veiller à former les (futurs) enseignants à l'enseignement de cette nouvelle compétence. Pour cela, les formations doivent prendre en compte les perceptions initiales qu'ont ceux-ci de l'éducation à cette compétence numérique. En effet, chacun peut, respectivement, influencer soit sur l'ensemble du parcours de formation (Crahay *et al.*, 2010) soit sur le comportement post-formation. De plus, au vu des usages pédagogiques mis en œuvre par de nombreux pédagogues en Amérique ou en Europe, ainsi que des bénéfices

transdisciplinaires et disciplinaires en faveur des élèves (Karsenti et Bugmann, 2017), il semble intéressant que la modalité d'intégration dans la mise en place de la formation se réalise via une modalité ludique, comme par exemple, le jeu numéro un mondial dans le domaine : Minecraft.

Concernant le public visé par ces formations, selon Henry et Smal (Henry et Smal, 2018), les étudiants des cursus « instituteur primaire » et « AESI mathématiques » sont les plus susceptibles de se retrouver, lors de leur carrière professionnelle, à enseigner cette compétence numérique.

Dès lors, nous en sommes arrivés à l'hypothèse que : l'administration d'une formation des futurs instituteurs et enseignants de mathématiques du secondaire inférieur relative à l'enseignement de la programmation, via l'outil « Minecraft », impacterait positivement, sans tenir compte de leur profil de départ, leur intention ainsi que leur perception de l'utilité et de l'utilisabilité de son instruction.

2. Cadre théorique

2.1. Enseignement de la programmation

Alors que l'enseignement de l'informatique dans les écoles existe depuis les années 70, ce n'est que récemment qu'une prise de conscience face à l'importance de son introduction s'est opérée (Guardiola, 2014). Ainsi, depuis 2015, via son opérateur stratégique concernant le numérique, à savoir Digital Wallonia et son programme École Numérique, la Wallonie a distribué plus de 32.000 équipements à travers 1.200 établissements scolaires et a entrepris de nombreux projets pour former les apprenants et le corps enseignant au numérique. Par exemple, évoquons le projet #Wallcode qui se focalise sur l'initiation et la sensibilisation à la programmation et a organisé, entre 2015 et 2018, plus de 800 séances auprès de 40.000 apprenants, enfants et adultes.

De plus, en 2017, la réforme du système éducatif de la FWB a intégré officiellement l'éducation au numérique comme discipline à enseigner. Bien que les programmes ne soient pas encore publiés, le rapport intitulé « Stratégie numérique pour l'éducation » (FWB, 2019) confirme la présence du numérique, et notamment de la programmation au point « *Axe 1. Définir les contenus et ressources numériques au service des apprentissages - AP 1.1. Définir les savoirs, savoir-faire et*

compétences de la « société numérique » dans le cadre du nouveau tron commun renforcé » (p.9). Cependant, malgré l'ensemble de ces démarches, seuls 21 % des 2.066 établissements de la FWB ayant participé à l'enquête (Digital Wallonia, 2018), affirment que l'éducation aux compétences numériques est incluse dans leur projet d'établissement. Ainsi, l'enseignement de la programmation n'est présent, à travers une intégration transversale dans des cours obligatoires ou optionnels, que dans 10 % des établissements des régions wallonne et bruxelloise. Plus précisément, 76 % des enseignants interrogés affirment ne posséder aucune connaissance du codage.

2.2. Impacts de l'enseignement de la programmation

Pour créer du changement dans le système éducatif et, plus précisément, auprès des enseignants, il est nécessaire de faire connaître les bénéfices de l'usage du numérique en éducation qui développerait l'impartialité, l'objectivité, l'attractivité et l'efficacité de l'éducation (Digital Wallonia, 2018). Ce que de nombreux chercheurs ont déjà démontré à travers leurs études (De Poortere, 2017), (Karsenti, 2019), (Terosier, 2017, cité par Merchin, 2017).

La réduction de l'écart entre l'offre et la demande dans le marché du travail est un premier argument important dans l'incorporation de la programmation dans le système éducatif. Cependant, comme le précise Karsenti, l'inclusion de la programmation dans les parcours scolaires va au-delà de la nécessité de « *former un bassin de programmeurs compétents en vue de répondre aux besoins du marché du travail* » (Karsenti, 2019, p.1). En effet, l'apprentissage de cette compétence numérique couvre d'innombrables avantages sociaux et éducatifs pour les élèves.

L'aspect social se rattache au désir d'amener les apprenants au statut de citoyen autonome et celui de créateur dans notre communauté technologique. Karsenti et Bugmann (Karsenti et Bugmann, 2017) évoquent l'importance de former les élèves à la compréhension des technologies car ils seront amenés à les rencontrer dans leur vie quotidienne et professionnelle. Or, les outils numériques n'ont pas d'effets « magiques », ils sont conçus par des femmes et des hommes, à travers des codes, invisibles, mais pourtant bien présents, qui vont les guider dans leurs actions et leurs comportements (Terosier, 2017, cité par Merchin, 2017). Le risque est que la fracture numérique, le fossé entre « *ceux qui savent et ceux qui ne savent pas* », se creuse

et que la société favorise le premier groupe (De Poortere, 2017). Pour cela, il est essentiel d'intégrer l'apprentissage de la culture numérique avec, en partie, la programmation dans les classes auprès des jeunes apprenants (Karsenti et Bugmann, 2017). Et comme l'ont démontré de nombreux pays (Nouvelle-Écosse, France, Royaume-Uni, États-Unis, Suède ...) en l'intégrant à leurs programmes scolaires, ceci est réalisable dès la maternelle grâce à des outils adaptés aux objectifs et à l'âge tels que Scratch, ScratchJr, Bee-Bot, Dash, le robot humanoïde NAO ainsi que Minecraft Education (Karsenti et Bugmann, 2017).

Concernant les impacts éducatifs, la programmation offrant la visualisation immédiate des résultats, les élèves voient augmenter leur motivation et leur engagement (Desjardins *et al.*, 2018) ainsi que leur estime de soi et leur sentiment de compétence (Karsenti, 2019). De plus, la littérature permet d'établir un premier lien entre les avantages de l'enseignement de la programmation et les « *5 compétences du 21^e siècle* » (Romero, 2016) : la pensée critique, la collaboration, la résolution de problèmes, la créativité et la pensée informatique.

Tout d'abord, l'esprit critique est développé lors des activités de construction de programmes où les élèves sont amenés à commettre des erreurs et à les rectifier pour trouver ensuite la solution. Tout en développant leur autonomie, ils apprennent à mener une réflexion critique sur leur production et les démarches utilisées pour rechercher et gérer ces blocages en utilisant, sans crainte de jugement, une démarche d'essai-erreur (Desjardins *et al.*, 2018).

La collaboration est développée à travers des projets actifs et collaboratifs où, pour arriver à une solution commune qui répondra au contexte et à la tâche donnée, les élèves sont amenés à développer et utiliser leurs compétences de communication, d'échanger et d'argumentation avec leurs camarades (Karsenti, 2019).

Concernant la créativité, elle s'avère d'une grande utilité car, la programmation n'étant pas une science exacte, il existe de nombreuses démarches et solutions différentes pour répondre à une tâche, à une situation problème.

Les deux dernières compétences, la résolution de problèmes et la pensée informatique, sont mises en œuvre quand les élèves doivent analyser une situation, rechercher les informations nécessaires à l'émission d'hypothèses, déterminer la solution, la rédiger sous une forme

algorithmique et, enfin, la traduire en un programme informatique à mettre en œuvre afin de vérifier son efficacité. Toutes ces étapes, demandant rigueur, structuration et organisation (Terosier, 2017, cité par Merchin, 2017), sont exploitées dans de nombreuses disciplines autres que l'informatique, telles que les sciences, les mathématiques ou le français (Karsenti, 2019).

2.3. Formation des enseignants

L'absence de cours d'informatique, et plus spécifiquement de programmation, auprès des élèves est majoritairement dû à un manque de formation en sciences informatiques des enseignants durant leur cursus en Haute-Ecole (Henry et Smal, 2018). En effet, plus de 60 % des enseignants de FWB interrogés affirment ne pas maîtriser, ne pas connaître ou ne pas comprendre les compétences propres à l'algorithmique et à la programmation.

Suite à la réforme éducative belge, la programmation va apparaître dans le référentiel couvrant le primaire et le secondaire du degré inférieur (FWB, 2018). Pour l'enseignement de cette compétence au niveau primaire, il semble évident qu'elle doit apparaître dans le cursus des futurs instituteurs primaires. En ce qui concerne le niveau du secondaire inférieur, Henry et Smal (Henry et Smal, 2018), chercheuses dans le groupe de travail SI2 (Sciences Informatique pour le Secondaire Inférieur) et dans le centre de recherche de l'université de Namur, stipulent que « *seuls les enseignants en mathématiques pourraient, à ce titre, prétendre posséder des compétences suffisantes pour assurer un cours d'initiation à l'informatique* » (p.133). Il semble primordial de se centrer, dans un premier temps, sur l'amélioration de la formation initiale, plutôt que sur la formation continue. En effet, les auteures affirment que, dans le monde de l'enseignement secondaire, les « enseignants « *en devenir* » [...] *constituent sans doute le public le plus susceptible de se retrouver en charge d'un cours d'« éducation au numérique* » (p.136-137). Les futurs enseignants sont donc les plus sujets à devoir prendre en charge ce type de cours.

2.4. Améliorer la formation des enseignants

De nombreuses études (Bernard *et al.*, 2004), menées à travers le monde, ont démontré que la corrélation entre la formation initiale des enseignants et les résultats des élèves était faible. Ces résultats ne mettent pas en cause l'enseignement supérieur mais plutôt l'incohérence

entre la formation et les besoins du terrain (Bernard *et al.*, 2004) ainsi que le manque de liens entre les savoirs théoriques et savoir pratiques sur le terrain (Caron et Portelance, 2017). Il est donc important d'analyser les besoins professionnels des futurs enseignants avant de réviser le programme de formation des enseignants.

Ajouter à cela que les futurs enseignants, avant même leur entrée dans la formation initiale (Vause, 2011), sont soumis à des doxas qui vont fortement influencer leur formation ainsi que leur future carrière professionnelle (Crahay *et al.*, 2010). En sachant que « *plus une croyance est ancienne, plus elle est tenace* » (Kagan, 1992, cité par Vause, 2011, p.39), les futurs enseignants ont eu le temps de se forger leurs propres croyances depuis l'école primaire. Enfin, le fossé entre le type d'enseignement attendu par les enseignants du terrain et celui qu'ils ont connu depuis le début de leurs études primaires peut être un frein pour la formation (Vause, 2011). Plus spécifiquement concernant les formations propres à l'intégration des technologies dans le monde éducatif, l'intégration de stratégies technopédagogiques peut provoquer une certaine résistance de la part des enseignants. Celle-ci serait causée par la peur du changement et la non-maîtrise des outils technologiques (Rey et Coen, 2012).

2.5. Modalités d'une « bonne » formation

Pour juger de l'efficacité d'une formation enseignante, il est nécessaire d'évaluer cette dernière. La question est de savoir sur quels critères elle doit être évaluée. Hattie (Hattie, 2012), après l'étude de plus de 800 méta-analyses, en ressort quatre catégories (Wade, 1985, cité par Hattie, 2012, p.119) :

- la modification de la perception de l'activité par l'enseignant ;
- l'accumulation de connaissances ;
- l'évolution du comportement de l'enseignant ;
- l'impact sur les résultats des élèves.

L'étude de Hattie (Hattie, 2012) démontre donc que de nombreux auteurs ont mis en évidence l'impact de la motivation et des perceptions des enseignants sur leur engagement et sur leur investissement dans la profession. Ainsi, il est intéressant que les formateurs prennent en compte ces deux variables dans leurs formations. Notre étude se centre donc sur l'évolution de la perception des futurs enseignants au cours de sa formation.

Tout d'abord, le sentiment de compétence des enseignants, correspondant à leur sentiment de capacité à exécuter des missions spécifiques (Bandura, 1997), est corrélé avec leur engagement professionnel (Barroso da Costa et Loye, 2016) ainsi qu'avec leur capacité à le concrétiser (Friedman et Kass, 2002). Ensuite, le fait qu'un enseignant possède une intention d'usage envers un outil numérique peut conduire à une utilisation (plus adéquate) de ce dernier dans sa pratique professionnelle. Le modèle de TAM (Davis et Davis, 1989), amélioré par Heerink (Heerink, 2010), met en avant ces liens entre perceptions, intentions et utilisations.

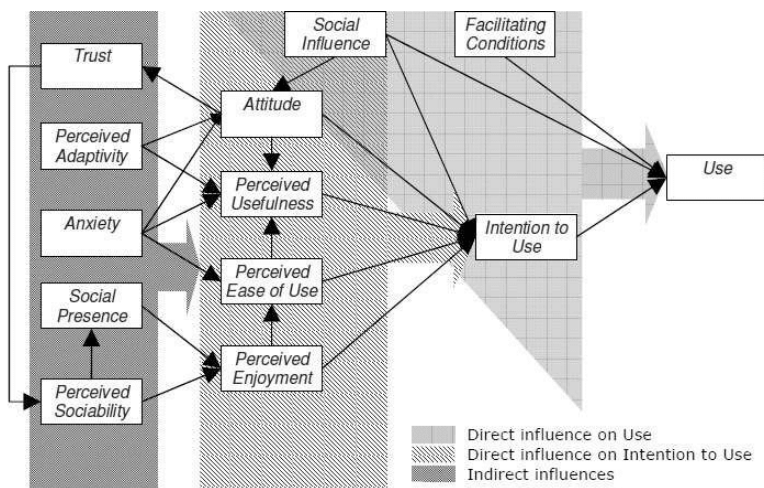


Figure 1 • Modèle de l'accessibilité d'un outil technologique (Heerink, 2010)

Alors que, dans le modèle de TAM, seule l'appréciation, positive ou négative, de l'utilité, de l'utilisabilité et de l'acceptabilité d'un outil peuvent avoir une influence sur l'intention d'usage d'une technologie, Heerink (Heerink, 2010) fait aussi intervenir des facteurs propres au profil de l'utilisateur (Figure 1). Alors que le facteur d'utilité est directement relié à l'intention, celui de l'utilisabilité n'influe qu'indirectement. En effet, il agit à travers la vision d'utilité de l'outil en l'augmentant, ou en diminuant, grâce à la perception que son usage est, respectivement, aisé ou pas (Davis et Davis, 1989). Enfin, Nair et Mukunda Das (Nair et Mukunda Das, 2012) stipulent que la facilité d'utilisation perçue par les enseignants est un facteur essentiel expliquant leur attitude à l'égard de l'utilisation des technologies. Une perception positive de l'utilité ne

suffit pas à les utiliser dans les classes, il faut aussi qu'ils en perçoivent l'utilisation aisée.

Sentiment de compétence numérique selon les enseignants

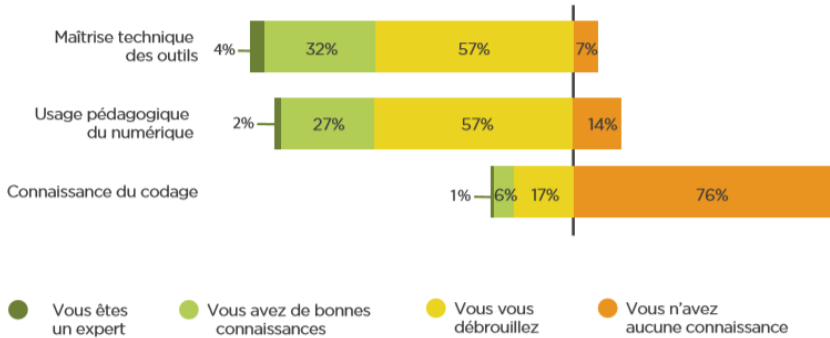


Figure 2 • Sentiment de compétence numérique des enseignants selon le rapport de Digital Wallonia (Digital Wallonia, 2018)

En FWB, 76 % des 2.585 enseignants ayant répondu à l'enquête affirment n'avoir aucune connaissance en programmation (Figure 2). De plus, seuls 17 % des enseignants interrogés disent avoir reçu au moins une formation, lors de leurs études supérieures ou en formation continuée, liée à la programmation. Il semblerait qu'aucun rapport relatif à la perception des enseignants face à l'intérêt pédagogique et à la facilité d'enseignement de cette compétence numérique n'a été réalisé en Belgique. Notons qu'en France, Roche *et al.* (Roche *et al.*, 2018) ont réalisé une enquête auprès de 578 instituteurs et institutrices primaires nantais. Il en ressort que 24 % disent avoir bénéficié d'une formation relative à la programmation ; ce qui est supérieur de 7 % par rapport au résultat belge. De plus, 60 % de ces répondants sont persuadés de l'utilité de l'enseignement de la programmation au niveau des apprentissages interdisciplinaires, du développement de la capacité de résolution de problème ainsi qu'au niveau de l'insertion professionnelle future des apprenants. Ainsi, Roche (Roche *et al.*, 2018), estimant que l'intérêt envers l'enseignement de la programmation s'évalue au travers de la perception de son utilité, explique que cette même proportion d'enseignants voit de l'intérêt pour cet enseignement. Cependant, en ce qui concerne la facilité, 75 % soutiennent que les objectifs d'apprentissage ne sont pas clairs, 83 % confient ne pas être

à l'aise avec les notions relatives à la programmation qu'ils sont susceptibles de devoir enseigner et, enfin, 78 % considèrent que cette compétence numérique est difficile à mettre en œuvre sur le terrain. En somme, les instituteurs interrogés expriment une meilleure perception de l'utilité que celle de l'utilisabilité et sont plutôt positifs concernant l'intégration des sciences informatiques dans les écoles. Enfin, en tenant compte du fait que le niveau de compétence technologique des enseignants impacte leur perception des difficultés relatives à leur usage en contexte scolaire (Duguet et Morlaix, 2017), Herry et Mougeot (Herry et Mougeot, 2007) constatent une différence notable entre les enseignants du primaire et ceux du secondaire dans les écoles francophones d'Ontario. Malgré des profils généraux équivalents, les enseignants du secondaire ont une vision de leur maîtrise du numérique (d'ordre technique, social, informationnel et épistémologique) plus élevée.

Le rôle de la formation des enseignants est donc de modifier les *a priori* de ces derniers sur l'utilité et l'efficacité de l'enseignement de la programmation. Pour cela, il est important de revoir les programmes de formation (Roche *et al.*, 2018).

2.6. Comment adapter la formation aux perceptions ?

Selon Fleitz (Fleitz, 2004), seul un rapport « pratique » entre l'enseignant et la formation peut potentiellement amener ce dernier à une innovation de ses pratiques pédagogiques. Pour cela, il est essentiel qu'une formation applique le principe d'isomorphisme pédagogique, c'est-à-dire un enseignement « pratique » du contenu accompagné d'un aspect réflexif et interactif de cette dernière (Muller, 2018). Le contenu abordé doit être significatif à la discipline de l'enseignant et en adéquation avec les demandes et les besoins de la société et, ainsi, des élèves. En somme, cela signifie que le contenu de la formation (savoir et/ou pratique) ne doit pas sembler trop abstrait ou trop éloigné du vécu professionnel. Il doit faire sens et sembler utile pour l'enseignant. Cependant, cela n'amène l'enseignant que vers une éventuelle innovation. Pour qu'il y ait une modification de son comportement professionnel, c'est-à-dire pour qu'il innove en situation de travail, le contenu de la formation doit « *prendre un sens dans le contexte de l'enseignant* » (Fleitz, 2004, p.87). En effet, c'est lorsque le contenu est illustré via une pratique existante et dans une situation particulière, proche de celles rencontrées par l'enseignant sur le terrain, que ce dernier va lui donner du sens. Malgré qu'un certain degré d'écart

soit admissible et franchissable pour quelques personnalités, un trop grand fossé entre le vécu pédagogique de l'enseignant et la formation peut être insurmontable. En effet, il est préconisé de réaliser des formations « prudentes », c'est-à-dire des formations qui s'appuient sur l'expérience et les compétences des enseignants et qui proposent des petits projets avec des petits objectifs qui engendrent de petits changements atteignables par petits pas (Muller, 2018). Ainsi, parce qu'ils sont connus pour leur forte ténacité face au changement, les enseignants ne doivent pas subir une transformation trop violente de leurs pratiques habituelles. Fleitz (Fleitz, 2004) illustre cette incapacité à innover par l'activité « danse » qui malgré une motivation élevée face à une perception positive de l'utilité pédagogique de ce contenu, certains enseignants ne peuvent pas réaliser de telles activités lors de leurs cours, car les activités artistiques vont à l'encontre de leur personnalité.

Laird (Laird, 2018) ajoute que, pour qu'un enseignant s'approprié une démarche pédagogique nouvelle, il est nécessaire qu'il vive cette dernière en tant qu'élève. En effet, selon l'auteur, l'utilisation des principes d'isomorphisme lors d'une formation permettrait aux enseignants de mieux façonner les différents outils et stratégies pour que leurs élèves puissent, à leur tour, vivre cette expérience d'apprentissage.

2.7. La pédagogie vidéoludique

Outre ses capacités à motiver extrinsèquement les apprenants et à leur procurer des situations d'apprentissage mobilisant de manière cohérente la notion, ou le concept, d'« apprendre à apprendre », la pédagogie vidéoludique offre d'autres avantages interdisciplinaires qui sont aujourd'hui reconnus et mis en avant, tels que la collaboration, l'autonomie, l'esprit critique et la capacité à comprendre, mémoriser et maîtriser des savoirs, grâce notamment à la pédagogie active du « faire » (« *Learning by doing* ») et à l'essai-erreur sans le peur de la défaite et du jugement (Annart, 2019). Parmi la quantité de jeux vidéo, Minecraft, numéro un mondial, a réussi à se créer une place parmi les stratégies éducatives de nombreux enseignants grâce à ses bienfaits pédagogiques (Clôatre, 2018), (Karsenti et Bugmann, 2017).

3. Méthodologie

3.1. Contexte

Cette recherche a eu lieu au cours de l'année scolaire 2019 - 2020 auprès des sections « instituteurs primaires » et « AESI mathématiques » dans deux hautes-écoles de la FWB : Condorcet Mons et Henallux Champion. Pour la constitution de l'échantillon, nous nous sommes basés sur la disponibilité des sujets. Il fut ainsi composé de 82 sujets répartis en deux groupes en fonction de leur section d'étude : les instituteurs et institutrices de primaire (G1 = 43) et les AESI mathématiques (G2 = 39).

3.2. Prise des données

L'objectif de notre recherche étant de mesurer l'effet de l'appartenance à la section d'étude des participants sur l'évolution de trois variables dépendantes (l'intention d'enseignement de la programmation, la perception de l'utilité et celle de l'utilisabilité de cette compétence numérique), nous avons mis en place un plan expérimental qui implique deux temps de prise de mesure. Nous l'exprimons sous la forme de deux observations pré- et post-expérimentales :

- l'observation pré-expérimentation consiste en un questionnaire *a priori* qui permet d'évaluer le niveau d'intention et de perception des sujets des groupes 1 et 2 avant la participation à la formation ;
- l'expérimentation est constituée de la formation relative à la programmation ;
- l'observation post-expérimentation consiste en un questionnaire *a posteriori* qui permet d'évaluer le niveau d'intention et de perception des sujets des groupes 1 et 2 après la participation à la formation en vue de calculer l'évolution de cette dernière.

Pour créer et articuler les différentes questions du pré-questionnaire, nous nous sommes inspirés des items présents dans l'enquête de Roche (Roche *et al.*, 2018). Son étude est composée de 9 questions fermées (selon une échelle de Likert) regroupées en trois catégories : l'utilité de son enseignement, la facilité perçue de sa mise en œuvre et la capacité à rédiger des programmes informatiques. Afin d'augmenter la validité de contenu de notre pré-questionnaire, nous avons détaillé les trois catégories grâce à notre revue de la littérature relative à la programmation et au numérique (Karsenti, 2019), (FWB, 2018). Ainsi, dans un premier temps, nous avons complété les questions de Roche pour qu'elles correspondent aux recherches et aux rapports ayant révélé des avantages supplémentaires à l'enseignement de la programmation. Dans un deuxième temps, le rapport de Digital Wallonia (Digital Wallonia,

2018), relatif au numérique et à l'éducation, nous a permis d'avancer les freins didactiques, techniques ou matériels qui pourraient empêcher les futurs pédagogues de réaliser des activités de programmation dans leur futur professionnel. Enfin, afin de palier au biais relatif à la maîtrise envers les jeux vidéo en pédagogie, nous avons ajouté deux questions dans la catégorie « facilité d'enseignement ». La première se rapporte à la connaissance et à l'aisance des participants envers Minecraft. La seconde s'intéresse à la capacité à faire confiance à ses élèves au niveau de la maîtrise technique d'un outil numérique. Afin de faciliter le traitement des résultats, nous avons conçu des questions fermées à choix multiples ou avec une échelle de Likert à 6 niveaux (0 à 5). Sur base des catégories de Roche (Roche *et al*, 2018), avec l'ajout de questions propres aux caractéristiques initiales des participants, notre questionnaire s'organise en 4 parties relatives à la programmation : les caractéristiques initiales, l'utilité perçue de son enseignement, l'utilisabilité perçue de sa mise en œuvre ainsi que l'intention de comportement. Nous avons privilégié le terme « utilisabilité » à « facilité », car il s'agit du terme employé dans les modèles propres aux perceptions liées à aux numérique : TAM (Davis et Davis, 1989) et celui de Heerink (Heerink, 2010).

En ce qui concerne le post-questionnaire, celui-ci est organisé de la même manière que le pré-questionnaire, c'est-à-dire avec des questions fermées. Cependant, il ne comporte plus que 3 catégories relatives à la programmation : l'intention d'enseignement, l'utilité et l'utilisabilité perçues dans sa mise en œuvre. En effet, les questions relatives aux 3 caractéristiques initiales ont été retirées. Enfin, nous avons ajouté deux questions ouvertes afin de recueillir les avis positifs et négatifs des sujets face à la formation et aux activités réalisées.

Afin d'analyser les données récoltées via les questionnaires, nous avons attribué une valeur à chaque réponse. Ensuite nous avons additionné les valeurs obtenues aux réponses de chaque catégorie (Les caractéristiques initiales, la perception de l'utilité, celle de l'utilisabilité et l'intention d'enseignement) pour calculer des scores, des moyennes, des écarts-types et des corrélations.

3.3. Choix de l'outil numérique

Le choix de l'univers Minecraft nous a semblé être une évidence au vu de sa popularité auprès des jeunes ainsi que des nombreux avantages pédagogiques qu'il peut engendrer (Clôatre, 2018), (Karsenti

et Bugmann, 2017). Nous avons choisi d'exploiter la version éducative de Microsoft car cette dernière, créée dans un but exclusivement pédagogique, présente 4 avantages incontestables. Premièrement, le « jeu sérieux » propose un paramétrage simplifié et adapté à une utilisation en classe. Deuxièmement, il compte un ensemble de matériaux pédagogiques spécifiques par rapport à la version originale tels les éléments du tableau Mendeleiev et le portfolio. Troisièmement, la version éducative est composée de la plateforme « MakeCode » qui permet aux joueurs de manipuler les matériaux et un robot (l'agent) via un logiciel de codage en langage par blocs (identique au langage Scratch) et en langage JavaScript. Les élèves peuvent ainsi programmer des constructions et simuler de la robotique dans un univers 3D. Et enfin, quatrième, Microsoft a aménagé un site (<https://education.minecraft.net/>) pour fédérer une communauté d'enseignants qui utilise Minecraft Education et pour ainsi rassembler les activités et questionnements de chacun.

3.4. Organisation de la formation

Pour la construction de notre formation, nous avons élaboré chaque étape en veillant à respecter un équilibre entre les aspects théoriques, pratiques ainsi que les connaissances pédagogiques et didactiques de l'enseignement de la programmation (Timperley *et al.*, 2007). Pour ce faire, nous avons placé les participants en position d'apprenants actifs et nous avons subdivisé la formation en 3 parties : une introduction théorique, des ateliers pratiques et un débriefing.

Tout d'abord, la première partie a pour objectif de retracer le contexte éducatif de l'apprentissage à la programmation ainsi que ses avantages pédagogiques et ses stratégies d'enseignement et, ensuite, de décrire l'outil numérique Minecraft et ses possibilités pédagogiques. La prise de connaissance de pratiques professionnelles, ainsi que l'impact de ces dernières sur des étudiants, exprimés par des compères étant une source de changement de croyances et de perception d'un enseignement (Caena, 2011), nous avons diffusé une vidéo réalisée et montée dans le cadre de notre recherche. Celle-ci révèle l'interview de 6 enseignants qui utilisent Minecraft avec leurs élèves et transmettent leur utilisation et leur opinion de cet outil. Ainsi, grâce à notre exposé et à la vidéo, les sujets peuvent prendre conscience des besoins de la société et du rôle qu'ils pourront et auront à jouer en tant que futurs acteurs du système éducatif.

Lors de la seconde partie, à l'image de l'apprentissage par expérience, nous avons mis les étudiants en situation d'apprentissage tels que le seraient des élèves. Cette expérience isomorphe permet aux sujets d'oublier leur statut de pédagogue en prenant la place de l'apprenant, d'éprouver et vivre les mêmes émotions que ce dernier et de visualiser le comportement et le rôle du formateur pour s'en inspirer dans sa future carrière professionnelle (Caena, 2011). De plus, cette pratique aide les participants à modifier leurs croyances négatives quant à l'enseignement de la programmation (Laird, 2018).

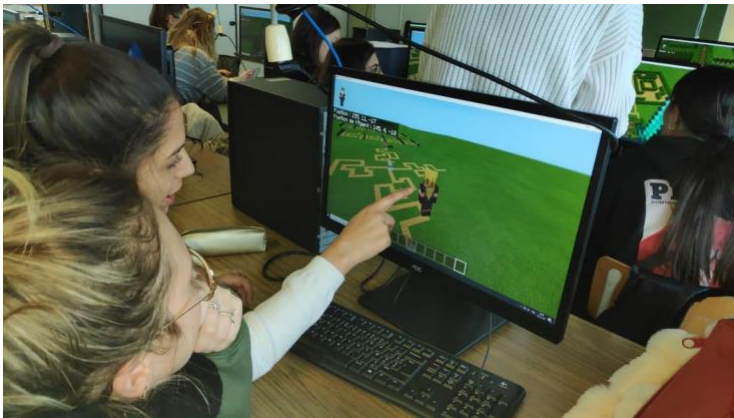


Figure 3 • Activité « Labyrinthe. Défi : qui sera le premier ? »

Pour ce faire, 4 activités¹ ont été créées sous forme de défis avec de petits objectifs afin de ne pas décourager les participants (Muller, 2017), ont été proposées :

- Activité 01 : « L'œuf ou la poule. Défi : les poules pondent-elles plus d'œufs si elles sont dans un enclos plus grand ? ». Dans cette leçon, les élèves sont amenés à construire des enclos carrés et rectangulaires et y faire apparaître des poules afin de répondre à la question de départ. Pour ce faire, ils doivent manipuler les blocs en mode débranché avec des exercices d'ordonnance avant de passer dans le monde numérique de Minecraft.

- Activité 02 : « Volcan et éruption. Défi : construisons notre volcan ». Dans cette leçon, les élèves sont amenés à construire un

¹ L'ensemble des activités sont accessibles sur le Pearltrees de Charline44442

volcan en éruption étape par étape afin de simuler une éruption explosive dans le cadre d'un cours sur le thème de la découverte des volcans. Pour ce faire, les élèves commencent par schématiser un volcan (la forme extérieure ainsi que le réservoir et la cheminée à l'intérieur) en veillant à ce qu'il soit réalisable dans le monde cubique de Minecraft. Ensuite, ils sont amenés à se questionner sur la démarche à suivre pour construire la cheminée et le réservoir grâce à l'aide du robot programmable. Seulement après cette période de réflexion, les élèves ont accès à des parties de code qu'ils vont devoir, en débranché, rassembler et ordonner en un unique programme et, ensuite, en branché, recopier dans le MakeCode de Minecraft pour vérifier qu'il fonctionne. La dernière étape consiste en la mise en place des fusées explosives et la lave grâce à un exercice de modelage qui va leur permettre de réaliser pas à pas la simulation de l'éruption explosive.

- Activité 03 : « Labyrinthe. Défi : qui sera le premier ? ». Dans cette leçon, les élèves doivent manipuler leur robot afin de lui faire parcourir divers itinéraires. Premièrement, les élèves découvrent les blocs de déplacement du robot grâce à un tutoriel fourni par MakeCode. Ensuite, les élèves doivent réécrire un programme identique à celui du tutoriel en l'adaptant au parcours auquel leur robot fait face. La leçon propose trois niveaux de parcours ainsi que deux niveaux de labyrinthes parfaits. De cette manière, les élèves peuvent avancer à leur rythme et à leur niveau.

- Activité 04 : « Labyrinthe 2. Défi : sortons d'ici ! ». Dans cette leçon, les élèves apprennent à écrire des programmes permettant au robot de trouver, seul, la sortie de n'importe quel labyrinthe. Pour commencer, les élèves réalisent un exercice d'autorégulation dans lequel ils doivent corriger et déterminer le fonctionnement d'un programme mystère. Ensuite, à travers des exercices de création et de réflexion (stratégie intitulée « Voler de ses propres ailes »), les élèves sont amenés à modifier le programme initial et à créer de nouveaux programmes pour répondre à diverses questions émises par l'enseignant.

Chaque leçon provient de projets testés sur le terrain et ont donc été expérimentés dans un contexte de classe réel avec des élèves de primaire ou de secondaire du degré inférieur. Ensuite, les activités ont été mises en œuvre en utilisant les stratégies pédagogiques de l'enseignement de la programmation (Desjardins *et al.*, 2018) et en veillant à associer des moments branchés et débranchés (Vincent, 2018). Les étudiants, regroupés en duo sur un PC, travaillent de manière

autonome et le formateur est présent pour répondre aux éventuelles difficultés. Chaque activité est donc propice à la réalité du terrain et peut faire sens pour les futurs pédagogues (Fleitz, 2004), (Rey et Coen, 2012).

La troisième partie a pour objectif de faire ressortir, lors d'un débriefing, les expériences d'apprentissage vécues durant la journée ainsi que les éventuels manques et freins. Les interactions avec les pairs étant une étape primordiale dans la transformation des croyances initiales et des perceptions (Muller, 2018). Pour ce faire, à travers un tour de table, les étudiants ont exprimé oralement leur ressenti face à la journée de formation.

3.5. Questions de recherche

Face à l'importance des perceptions de l'utilité et de l'utilisabilité dans l'engagement professionnel (Davis et Davis, 1989), l'objectif de notre recherche est :

- de confirmer, en pré-formation, une différence de profil concernant les deux niveaux de perception et l'intention d'enseignement entre nos deux groupes (Q1) ;
- d'évaluer si l'évolution des trois variables est présente et similaire dans nos deux groupes lorsqu'ils sont face à une formation identique (Q2).

Néanmoins, Heerink (Heerink, 2010) stipulant que le profil des participants peut avoir une influence sur l'évolution des perceptions et de l'intention d'enseignement, nous veillerons, lors des questions 1 et 2, à analyser les corrélations entre les variables dépendantes et les caractéristiques initiales (cf. 4.2. Prise de données).

4. Présentation et analyse des résultats

Notre analyse des résultats se structure autour des deux questions de recherche que nous avons formulées. Rappelons que le groupe 1 correspond aux étudiants de la section « instituteur primaire » et le groupe 2, aux étudiants en AESI mathématiques.

4.1. Profils de nos deux groupes avant la formation (Q1)

Herry et Mougeot (Herry et Mougeot, 2007) constatent une différence notable entre les perceptions relatives aux technologiques des enseignants du primaire et ceux du secondaire dans les écoles francophones d'Ontario. Pour la FWB, dans la même optique, Henry et

Smal (Henry et Smal, 2018) affirment que « *seuls les enseignants en mathématiques pourraient, à ce titre, prétendre posséder des compétences suffisantes pour assurer un cours d'initiation à l'informatique* » (p.133). Nous aurions donc pu aspirer à ce que nos deux groupes soient considérés comme distincts, avec une meilleure perception de l'enseignement de la programmation pour le groupe 2. Ceci, en sachant aussi que les étudiants de ce cursus, en plus du cours de TIC présent aussi chez les futurs instituteurs, possède un cours relatif à l'algorithmique.

Tableau 1 • Analyse descriptive des variables dépendantes de l'échantillon

	Utilisabilité		Utilité		Intention Enseignement	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
Taille (N)	43	39	43	39	43	39
Moyenne (M)	28.50	35.30	48.30	53.40	37.20	53.80
Écart-type (σ)	5.40	5.09	25.44	22.39	0.49	0.51
Coefficient de Variation (CV)	75.94	57.74	43.92	34.91	131.45	93.87

Les résultats du groupe 2 (voir tableau 1) démontrent des scores de perception et d'intention d'usage plus élevés que ceux du groupe 1. Néanmoins, cette différence entre les moyennes est trop faible pour que nous puissions considérer statistiquement nos deux groupes comme distincts à ce niveau de l'expérimentation ($p = .175$; $p = .140$; $p = .251$; $p = .134$). De ce fait, alors que la question se posait quant à savoir si les perceptions et l'intention d'enseignement des deux groupes divergeaient, la réponse s'avère, malgré nos attentes, négative. Dès lors, les 83 étudiants rencontrés présentant un profil similaire en début de formation, nous pourrions attendre une évolution homogène.

En se penchant sur les résultats propres aux niveaux de perception, au vu des propos de Roche *et al.* (Roche *et al.*, 2018) affirmant que 60 % des professeurs des écoles trouvent l'enseignement de la programmation utile alors que, seulement, 30 % le trouve facile à enseigner, nous aurions pu prétendre à des résultats d'utilité élevés et d'utilisabilité inférieurs à la moyenne. Effectivement, les futurs enseignants ont une meilleure perception de l'utilité que celle de l'utilisabilité. Cependant, malgré que la perception de l'utilité soit

effectivement plus élevée (G1 = 48.3 % ; G2 = 53.4 %), l'ensemble des scores s'avère à la limite des 50 %. Nous pouvons donc suggérer que nos deux groupes n'ont pas un sentiment élevé, et donc une vision positive, de l'enseignement de la programmation.

Alors que nos deux groupes présentent un profil similaire concernant les trois variables étudiées, leur profil relatif à leurs caractéristiques initiales s'avère différent. Bien que le niveau d'intérêt élevé (69 %) pour l'enseignement de cette compétence numérique et celui de la faible maîtrise de l'outil Minecraft (25 %) soient similaires entre G1 et G2 ($p = .963$; $p = .056$), les deux groupes divergent au niveau de leur formation préalable en programmation (G1 = 17.4 % ; G2 = 37.9 % ; $p < .001$). Une telle différence dans le niveau de formation du groupe 2 peut se justifier par la présence du cours d'algorithmique dans leur formation initiale. Quant aux concordances dans les résultats propres à la maîtrise de l'outil et à l'intérêt, la première infirme les propos de Herry et Mougeot (Herry et Mougeot, 2007) qui affirme que les compétences techniques des enseignants influencent leur vision de la facilité d'enseignement. Pour la deuxième, alors que Henry et Smal (Henry et Smal, 2018) attestent que les enseignants en mathématiques sont les plus susceptibles d'enseigner la programmation, nous aurions pu penser que le groupe 2 aie un intérêt supérieur et divergent de celui du groupe 1. Or, nos résultats affichent que G1 a un intérêt tout aussi élevé que celui de G2.

Tableau 2 • Analyse descriptive des scores des caractéristiques initiales de l'échantillon

	Intérêt		Formation		Maîtrise outil	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
Taille (N)	43	39	43	39	43	39
Moyenne (M)	68.80	69.20	17.44	37.95	22.09	29.81
Écart-type (σ)	0.47	0.47	2.40	3.09	2.415	1.90
Coefficient de Variation (CV)	66.60	67.60	137.67	81.37	121.50	79.66

En ce qui concerne les moyennes des trois caractéristiques initiales, les premières données, relatives à l'intérêt (Moy G1 = 69.8 % ; Moy G2 = 69.2 %), s'alignent avec les résultats de l'étude de Roche (2018) qui affirme que 60 % des enseignants primaires nantais portent un intérêt sur l'enseignement de cette compétence numérique. Les résultats

des deux autres caractéristiques sont nettement sous la moyenne. Concernant la formation, les résultats du groupe 1 (17 %), se retrouvent totalement dans la proportion d'enseignants de la FWB (Digital Wallonia, 2018), tout en restant inférieur au score (24 %) qui sort de l'étude de Roche (Roche *et al*, 2018). Le groupe 2, quant à lui, surpasse toutes ces données pour se différencier significativement de G1. Ici aussi, le cours d'algorithmique présent dans le cursus des AESI Mathématiques justifie ce constat de divergence. En ce qui concerne la maîtrise de l'outil, les moyennes sont surprenantes compte tenu du fait que Minecraft est reconnu mondialement comme le jeu le plus joué et qu'il appartient à la génération des participants de notre étude (Pateau, 2018). Dès lors, nous nous attendions à ce que les scores, relatifs à la maîtrise de l'outil, soient nettement supérieurs.

Les 83 étudiants présentant un profil de départ similaire au niveau des deux variables de perception et de leur intention d'enseignement, nous avons analysé les relations entre ces trois variables dépendantes pour l'ensemble de notre échantillon.

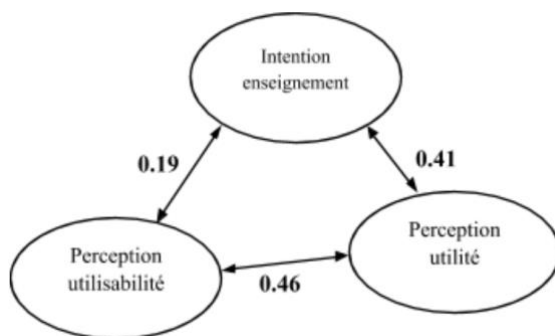


Figure 4 • Corrélations entre les variables dépendantes en pré-formation

Au vu des résultats (figure 4), nous pouvons confirmer une tendance de variation entre chacun des niveaux de perception avec l'intention d'enseignement : d'intensité moyenne pour la perception de l'utilité et d'intensité faible pour celle de l'utilisabilité. Précisons que, lorsque les groupes sont scindés, les mêmes tendances pour le groupe 2 se révèlent d'intensité supérieure : la relation entre l'intention d'usage et l'utilité est

d'intensité « forte² » ($r = .41$) ; et celle avec l'utilisabilité est « faible » ($r = .19$). Le concept théorique de TAM expliquerait nos résultats, qui indiquent que la perception de l'utilité a un impact plus important sur la volonté d'inclusion du numérique que celle de l'utilisabilité. Dès lors, bien qu'il concerne initialement l'utilisation d'outils numériques dans les pratiques professionnelles, le modèle de TAM (Davis et Davis, 1989) peut être élargi à notre étude relative à l'enseignement d'une compétence numérique (la programmation) via un outil numérique.

De ce fait, nos résultats propres à l'intention d'enseignement de la programmation de nos deux groupes, qui s'avèrent peu élevés ($G1 = 37.2\%$; $G2 = 53.8\%$), sont appuyés par le schéma de TAM (Davis, 1989) qui stipule que les perceptions de l'utilité et l'utilisabilité impactent l'intention pédagogique des enseignants. En parallèle, ces données rejoignent l'étude menée par le groupe SI2 (SI2, 2018), révélant que plus de 60 % des enseignants interrogés déclarent avoir un faible sentiment de compétence propre à l'algorithmique et à la programmation. Cette déclaration entraîne dès lors une diminution de leur engagement professionnel et plus spécifiquement de leur intention d'enseignement (Barroso da Costa et Loye, 2016). Notons que le groupe « math », contrairement au groupe « instit », affiche une intention d'usage moyennement positive (53.8 %). Ceci sous-entend qu'ils ont pour projet d'enseigner la programmation lors de leur future carrière professionnelle. Ce constat coïncide avec le fait que l'algorithmique n'apparaisse que dans les programmes d'étude des AESI mathématiques.

En résumé, toutes ces observations, laissant entendre qu'il existe une grande marge de progression possible, pourraient justifier l'existence de notre formation et qu'il serait plus important de se centrer sur l'évolution de l'utilité que sur celle de la facilité, pour obtenir un plus grand impact sur le comportement futur des enseignants.

4.2. Evolution des résultats après la formation (Q2)

L'objectif de notre étude étant d'évaluer les bienfaits de notre formation sur les perceptions et sur l'intention d'enseignement des participants, nous nous interrogeons sur un quelconque changement suite à la formation.

² Par convention, il existe différentes balises pour qualifier l'intensité d'une relation entre deux variables (Cohen, 1988).

Tableau 3 • Analyse descriptive des scores post-formation des variables dépendantes pour l'échantillon global

	Utilisabilité		Utilité		Intention Enseignement	
	G1	G2	G1	G2	G1	G2
Taille (N)	43	39	43	39	43	39
Moyenne (M)	36.93	53.23	49.38	63.44	48.80	76.90
Écart-type (σ)	20.52	18.29	21.95	18.07	0.51	0.43
Coefficient de Variation (CV)	55.57	34.36	44.46	28.48	103.69	53.64

Et, en effet, en post-formation, la différence de moyenne des scores d'intention d'enseignement ($p = .009$) et de perception ($p = .006$; $p < .001$) entre nos deux groupes indique qu'ils sont dorénavant bien distincts. En analysant les deux niveaux de perception, nous constatons toujours que le score moyen de l'utilité est plus élevé que celui de l'utilisabilité et que le groupe 2 est plus homogène que le groupe 1. Dès lors, à ce stade de la réflexion, nous ne pouvons pas affirmer avoir atteint notre objectif à travers la dispensation de la formation, à savoir que les deux niveaux de perception soient au même niveau car, en effet, selon Nair (Nair et Mukunda Das, 2012), une haute perception de l'utilité seule ne suffit pas pour que l'enseignant innove ses pratiques pédagogiques. La perception d'utilisabilité des enseignants domine leur engagement professionnel. En ce qui concerne l'intention d'enseignement de la programmation, les résultats post-formation du groupe 1 (48.8 %) semblent refléter une vision professionnelle dont l'enseignement de la programmation ne fait pas partie. A contrario, dans la vision du groupe 2 (76.9 %), cette compétence numérique fait bien partie de leurs missions.

De manière générale, les deux groupes montrent une évolution positive. En effet, bien que les gains de G1 et ceux de G2 n'atteignent pas les 25 %, le seuil de significativité d'un gain d'ordre comportemental (Gérard, 2003), nous pouvons tout de même agréer la progression positive qui, notamment pour le groupe 2, s'y rapproche fortement. À ce stade de la réflexion, nous pouvons donc affirmer que la formation a atteint son objectif. Cependant, seules, la perception de l'utilisabilité et l'intention d'enseignement, ont évolué de manière identique pour les deux groupes ($p = .067$; $p = .742$). En ce qui concerne la perception de l'utilité, celle-ci évolue plus significativement pour le groupe 2 ($p = .019$).

Les 83 étudiants présentant des profils différents en post-formation, nous avons analysé les relations entre ces trois variables dépendantes pour chacun des groupes (Figure 5).

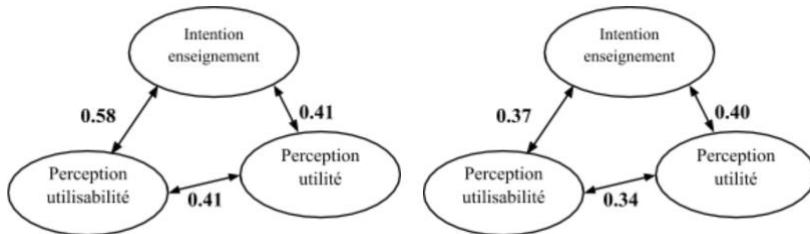


Figure 5 • Corrélations entre les variables en post-formation (G1 - G2)

En ce qui concerne les liens entre l'intention d'instruction et les niveaux de perception (figure 5), nous observons leur significativité mais avec des intensités différentes entre les deux groupes. Pour le groupe 1, bien que le modèle de TAM (Davis et Davis, 1989) démontre l'influence directe de l'utilité sur l'intention d'enseignement, dans leur cas c'est la vision de l'utilisabilité qui prédomine (Nair et Mukunda Das, 2012). Pour le groupe 2, les résultats laissent supposer qu'il y a une même influence pour les deux niveaux de perception. Ainsi, l'utilité et la facilité d'enseignement sont deux arguments équivalents pour pouvoir enseigner cette compétence numérique.

Pour répondre à ce constat, notre revue de la littérature nous suggérerait que les trois caractéristiques (maîtrise de l'outil, l'intérêt et la formation) pourraient avoir un impact sur nos variables (Heerink, 2010). Premièrement, selon Duguet et Morlaix (Duguet et Morlaix, 2017), le niveau de compétence technologique des enseignants impacte leur perception, et ainsi leur intention d'usage (Davis et Davis, 1989). Deuxièmement, l'intérêt serait le reflet de la perception de l'utilité (Roche *et al.*, 2018). Enfin, le niveau de formation à la programmation préalable a un impact sur les niveaux de perception et l'engagement professionnel, car celle-ci permet aux participants de se retrouver dans un contexte familier (Fleitz, 2004). Or, en tenant compte que les groupes sont considérés comme deux groupes distincts en post-formation, les caractéristiques initiales s'avèrent impacter différemment l'évolution de nos deux groupes. D'un côté, pour le groupe 1, les gains de perception et d'intention d'enseignement de ces mêmes variables révèlent une

relation inversement proportionnelle avec la caractéristique « intérêt ». Cela signifie que les participants de ce groupe, qui avaient un fort intérêt avant la formation, ont tendance à afficher une évolution des perceptions et d'intentions d'usage moins importantes. Inversement, ceux qui possédaient un faible intérêt, ont vu cette évolution s'accroître de manière plus importante. Le facteur pouvant répondre à ce constat pourrait être relatif aux croyances (Heerink, 2010). Dans ce cas, une personne, qui au départ a un fort intérêt et ainsi des croyances vis-à-vis de la formation attendue, peut être déçue car ses attentes ne sont pas atteintes. A l'inverse, une personne, qui n'a aucun intérêt de départ, avec sans doute aucune attente particulière, affiche une plus grande progression. D'un autre côté, pour le groupe 2, tout comme pour le groupe 1, l'intérêt a une relation inversement proportionnelle avec l'intention d'usage. Quant au niveau de formation et celui de la maîtrise de l'outil, ils ont un impact positif sur le gain de la perception d'utilisabilité. Ainsi ceux qui ont une meilleure formation préalable et une plus grande maîtrise de l'outil, affichent une meilleure progression dans leur perception de la facilité de l'enseignement de la programmation. Donc, pour ce groupe, il semble essentiel d'insister plus sur ces deux caractéristiques lors de la partie théorique de la formation.

5. Discussion

Les analyses relatives au profil de départ (caractéristiques initiales, intentions d'enseignement et niveaux de perception) montrent que nos deux groupes ont un même profil à l'exception de leur formation préalable à la programmation. Effectivement, lorsque nous consultons les contenus des deux cursus, nous constatons une dissemblance au niveau de l'éducation au numérique. Cependant, du point de vue technique, malgré les différences de niveau des élèves, aucune difficulté de ce type n'a été remarquée. Selon nous, c'est le travail de groupe et l'apprentissage collaboratif avec le suivi du formateur qui a permis cela (Karsenti et Bugmann, 2017).

Un participant « hostile » aura une perception négative face à l'enseignement numérique, alors que « l'enthousiaste » manifestera de l'intérêt et considérera son utilité dans l'apprentissage des élèves (Roche *et al.*, 2018). Dans notre expérimentation, les résultats au niveau des perceptions et de l'intention d'enseignement étant moyens, ils ne nous permettent pas de classer les participants dans une de ces catégories mais bien dans une autre à mi-chemin. Dès lors, notre objectif est que

tous nos candidats, quel que soit leur profil initial, deviennent « enthousiastes ».

En ce qui concerne l'évolution des résultats, à savoir le gain perçu au travers des variables « intention d'enseignement », « perception de l'utilité » et « perception de l'utilisabilité », de manière générale, nous observons un impact positif pour nos deux groupes. En d'autres mots, grâce à la formation, les deux groupes voient l'évolution de leur intention d'enseigner la programmation au cours de leur future carrière et celle de leur perception quant à sa facilité d'enseignement, augmenter de manière similaire. Effectivement, la construction de la formation, tenant compte de l'équilibre théorie-pratique (Timperley *et al.*, 2007), des stratégies d'enseignement de la programmation (Desjardins *et al.*, 2018) et de la méthodologie de la formation (Caena, 2011), est un atout central autour de cette évolution. Cette dernière, bien que positive pour nos deux groupes, affiche néanmoins une différence d'intensité au niveau des perceptions : les « math » progressent davantage. La divergence de progression constatée entre le groupe « instit » et le groupe « math », peut être expliqué par le fossé entre leurs croyances, issues de leur propre vécu scolaire depuis la maternelle ainsi que celui d'étudiants en Haute École, et le contenu de la formation (Borko et Putnam, 1996), (Crahay *et al.*, 2010), (Hollingsworth, 1989), (Kagan, 1992), (Richardson, 1996), (Richardson et Placier, 2001), (Vause, 2011). En effet, à ce jour, dans les programmes de l'enseignement primaire la programmation n'apparaît pas encore, elle surgit dès le niveau secondaire sous l'intitulé d'un cours d'informatique. Dès lors, nous supposons que les futurs instituteurs primaires ne s'attendent pas à devoir enseigner cette compétence dans leur carrière ce qui peut fausser l'impact de la formation. D'un autre côté, pour que les participants d'une formation voient leur perception évoluer positivement il faut que le contenu ne soit pas trop éloigné des pratiques acquises en formation initiale (Roche *et al.*, 2018). Pour les « instits », il semble que la formation proposée ne se rapproche pas suffisamment de leur formation initial ; alors que pour les « math » le fossé semble moins important. Ces hypothèses justifieraient la différence entre l'évolution des perceptions de nos deux groupes.

6. Conclusion

À l'heure où l'enseignement en Fédération Wallonie-Bruxelles se situe à un tournant majeur de son histoire avec l'entrée en vigueur du Pacte

pour un enseignement d'Excellence (FWB, 2017) et l'apparition, notamment, d'un référentiel numérique (FWB, 2019), Digital Wallonia (Digital Wallonia, 2018) insiste fortement sur une intégration primordiale de l'éducation au/par le numérique dès la formation initiale des enseignants. Parmi ces compétences numériques, compte tenu de l'impact positif de son intégration pédagogique (Karsenti, 2019), (Romero, 2016), figure la programmation (Carretero *et al.*, 2017), (Henry et Smal, 2018). Il est donc primordial de repenser la formation initiale des enseignants, et notamment celle des instituteurs primaires et des AESI mathématiques (Henry et Smal, 2018). En parallèle, en sachant que plus de la moitié de la population belge joue à des jeux vidéo, de nombreux chercheurs, dont l'auteur belge Julien Annart (Annart, 2019), mettent l'accent sur l'utilisation de la pédagogie vidéoludique auprès des élèves. Ainsi, la littérature mettant en avant ses bienfaits pédagogiques (Tresse, 2012), notre expérimentation utilise l'univers de Minecraft, jeu vidéo numéro un mondial (Pateau, 2018).

Dans ce contexte, à l'image de certains pays qui ont déjà intégré cette compétence dans leurs programmes (Karsenti et Bugmann, 2017), nous soutenons qu'il est primordial de sensibiliser, initier et former les différentes générations. Ainsi, tenant compte de leurs perceptions et leurs croyances, nous avons dispensé une formation de six heures à 83 étudiants de 2 Hautes Écoles wallonnes. Celle-ci, respectant un équilibre entre la théorie, la pratique, les connaissances pédagogiques et didactiques de l'enseignement de la programmation (Timperley *et al.*, 2007), tourne autour de trois parties. La première retrace le contexte pédagogique relatif à la programmation (Desjardins *et al.*, 2018), (FWB, 2018), décrit l'outil Minecraft et ses possibilités pédagogiques (Karsenti et Bugmann, 2017). La deuxième correspond à la partie pratique, dans laquelle les futurs enseignants vivent les activités à la place des apprenants (Caena, 2011). Enfin, la troisième et dernière partie constitue en un débriefing au cours duquel chacun verbalise son vécu à travers la formation. Les perceptions jouant un rôle majeur dans l'engagement professionnel (Heerink, 2010), l'utilisation de deux questionnaires en, pré- et post-formation, nous a, dès lors, permis de visualiser celles relatives à l'enseignement de la programmation en vue de répondre à notre hypothèse : « *L'administration d'une formation active et concrète des futurs instituteurs et enseignants de mathématiques du secondaire inférieur relative à l'enseignement de la programmation, via l'outil Minecraft : Education Édition, aurait un impact similairement positif, sans*

tenir compte de leur profil de départ, sur leur intention ainsi que sur leur perception de l'utilité et de l'utilisabilité de son instruction ».

Alors qu'en début de formation, nos deux groupes présentent le même profil concernant les deux niveaux de perception et l'intention d'enseignement de la programmation ; au terme de la formation, l'analyse des nouveaux résultats indique que nos deux groupes ont progressé en instaurant une distance entre eux. En tenant compte des résultats et des limites (relatives au contexte de participation, à la formation, aux moyens personnels), dans le contexte d'une telle formation inscrite dans le cadre de la formation initiale des futurs enseignants en Haute Ecole, certaines adaptations devraient être faites. Celle-ci devrait s'organiser non pas sur une journée mais bien sur une plus longue période (un quadrimestre ou deux) dans le cadre du cours de TIC. De plus, du côté, notamment, des « instit », si ceux-ci n'ont, eux-mêmes, jamais eu cours de programmation durant leur scolarité, par projection, ils ne peuvent s'imaginer dispenser une telle matière. Or avec l'arrivée du nouveau référentiel numérique, il est nécessaire de changer cette croyance. Donc, au niveau des participants, nous serions plus attentifs à leurs croyances afin de construire la formation autour de celles-ci. Enfin, au niveau du contenu de la formation, nous varierions les outils numériques (Minecraft, Scratch, Robot,...) ce qui permettrait d'installer un équilibre théorique-pratique plus aéré. Nous pourrions aussi inclure plus de liens avec les pratiques existantes (collaborations avec intervenants externes, observation). A cet effet, comme pour notre expérimentation, nous maintiendrions la pratique des participants tels des élèves, en ajoutant une partie pour laquelle ils vivraient cette activité en tant qu'enseignants (stage). Celle-ci nourrirait la réflexion demandée lors du débriefing, leur permettant ainsi d'échanger avec le groupe.

Enfin, bien que les résultats ne puissent être généralisés, ce retour d'expériences nous permet néanmoins de suggérer quelques pistes pour une meilleure évolution des perceptions et de l'intention d'enseignement de la programmation de la part des futurs instituteurs primaires et enseignants de mathématiques lors d'une formation. Une première, relative à la formation initiale des futurs enseignants, qui suggère un même type de formation relative à l'enseignement de la programmation (avec Minecraft et d'autres outils), mais en l'étalant sur la durée du cursus en y intercalant une période d'expérimentation réelle (en stage ou lors de collaborations entre école secondaire et le cours de AFP). Une seconde perspective serait, cette fois-ci, de dispenser cette même

formation, mais dans le cadre des formations continuées, c'est-à-dire avec un public d'enseignants.

REFERENCES

(Annart, 2019)

Annart, J. (2019). *Jeux vidéo et éducation. Ateliers de pédagogie (vidéo)ludique*. Centre Ressources Illettrisme (CRI) Auvergne

(Archambault, 2015)

Archambault, J-P. (2015). Enseigner la discipline informatique avec un Capes et/ou une agrégation d'informatique. *Revue de l'association EPI*, 179, 1-3.

(Bandura, 1997)

Bandura, A. (1997). *Auto-efficacité : Le sentiment d'efficacité personnelle*. De Boeck.

(Barroso da Costa et Loye, 2016)

Barroso da Costa, C. et Loye, N. (2016). L'engagement professionnel affectif chez les nouveaux enseignants du primaire et du secondaire : une étude canadienne. *Revue des sciences de l'éducation*, 42(3), 1-35. <https://doi.org/10.7202/1040084ar>

(Bernard *et al.*, 2004)

Bernard, R. M., Abrami, P. C., Lou, Y., Borokhovski, E., Wade, A., Wozney, L. Wallet, P. A. Fiset, M. et Huang, B. (2004). How Does Distance Education Compare With Classroom Instruction? A Meta-Analysis of the Empirical Literature. *Review of Education Research*, 74(3). <https://doi.org/10.3102/00346543074003379>

(Borko et Putnam, 1996)

Borko, H., & Putnam, R. (1996). Learning to Teach. Dans D. Berliner, & R. Calfee (Eds.), *Handbook of Educational Psychology* (pp.673-708). New York: MacMillan.

(Caena, 2011)

Caena, F. (2011). *Literature review. Quality in teachers' continuing professional development*. Commission européenne.

(Caron et Portelance, 2017)

Caron, J. et Portelance, L. (2017). La collaboration entre chercheuse et praticiens dans un groupe de codéveloppement professionnel. *Education et socialisation*, 45. <https://doi.org/10.4000/edso.2555>

(Carretero *et al.*, 2017)

Carretero, S., Vuorikari, R. et Punie, Y. (2017). *DigComp 2.1: The Digital Competence Framework for Citizens - With eight proficiency levels and examples of use* (Rapport). Publication Office of the European Union. <https://doi.org/10.2760/38842>

(Clôatre, 2018)

Clôatre, S. (2018, 2 janvier). *Minecraft in the classroom: conquering new educational territories ...*, <http://budwhite72.legtux.org/?p=1212>

(Cohen, 1988)

Cohen, J. (1988). *Statistical Power Analysis for the Behavioral Sciences (2nd ed.)*. Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates.

(Crahay *et al.*, 2010)

Crahay, M., Wanlin, P., Issaieva, E. et Laduron, I. (2010). Fonctions, structuration et évolution des croyances (et connaissances) des enseignants. *Revue Française de Pédagogie*, 172, 85-129.

(Davis et Davis, 1989)

Davis, F. D. et Davis, F. (1989). Perceived Usefulness, Perceived Ease of Use, and User Acceptance of Information Technology. *Management Information Systems Quarterly*, 13(3), 319-340.

(Desjardins *et al.*, 2018)

Desjardins, A., Tran, A et Girard, M-A. (2018, 22 mai). *Codage, programmation et robotique*, <https://lecolebranchee.com/dossier-programmation-developpement-de-pensee-informatique/>

(De Poortere, 2017)

De Poortere, C. (2017, 7 juillet). *Les enfants, le code et l'informatique : propagande et réalité*, <https://www.pointculture.be/magazine/articles/focus/les-enfants-le-code-et-linformatique-propagande-et-realite/>

(Digital Wallonia, 2018)

Digital Wallonia (2018). *Baromètre Digital Wallonia - Education et Numérique 2018 : infrastructure, ressources et usages du numérique dans l'éducation en Wallonie et à Bruxelles* (Rapport). Agence du numérique.

(Duguet et Morlaix, 2017)

Duguet, A. et Morlaix, S. (2017). Perception des TIC par les enseignants universitaires : l'exemple d'une université française. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire*, 14(3), 5-16.

(Fleitz, 2004)

(Fleitz, 2004, p.87)

Fleitz, T. (2004). Formation continue et transformation des pratiques enseignantes : le rapport à la formation. *Savoirs : La vie adulte en question*, 1(4), 79-97. <https://doi.org/10.3917/savo.004.0079>

(Friedman et Kass, 2002)

Freidman, I. et Kass, E. (2002). Teacher self-efficacy: A classroom-organization conceptualization. *Teaching and Teacher Education*, 18(6), 675-686. [https://doi.org/10.1016/S0742-051X\(02\)00027-6](https://doi.org/10.1016/S0742-051X(02)00027-6)

(FWB, 2017)

Fédération Wallonie-Bruxelles. (2017). *Pacte pour un enseignement d'Excellence : Avis N°3 du groupe central*. Ministère de la Fédération Wallonie-Bruxelles.(FWB, 2018)

Fédération Wallonie-Bruxelles (2018). *Stratégie numérique pour l'éducation*. Ministère de la Fédération Wallonie-Bruxelles.

(FWB, 2019)

Fédération Wallonie-Bruxelles (2019). *Pacte : Charte des référentiels*. Ministère de la Fédération Wallonie-Bruxelles.

(Gérard, 2003)

Gérard, F.-M. (2003). L'évaluation de l'efficacité d'une formation. *Gestion 2000*, 20(3), 13-33.

(Guardiola, 2014)

Guardiola, C. (2014). Apprendre à coder, un effet de mode ou un enjeu de société ? *Revue de l'association EPI*, 168, 1-3.

(Hattie, 2012)

(Wade, 1985, cité par Hattie, 2012, p.119)

Hattie, J. (2012). *Visible learning: a synthesis of over 800 meta-analyses relating to achievement*. Routledge.

(Heerink, 2010)

Heerink, M. (2010). Assessing acceptance of assistive social agent technology by older adults: the almere model. *International journal of social robotics*, 2(4), 361-375.

(Henry et Smal, 2018)

Henry, J. et Smal, A. (2018). *Et si demain je devais enseigner l'informatique ? Le cas des enseignants de Belgique francophone* [communication]. Colloque Didapro 7 - DidaSTIC. De 0 à 1 ou l'heure de l'informatique à l'école, Lausanne.

(Herry et Mougeot, 2007)

Herry, Y. et Mougeot, C. (2007). *Recherche en éducation en milieu minoritaire francophone*. Presses de l'Université d'Ottawa.

(Hollingsworth, 1989)

Hollingsworth, S.(1989). Prior beliefs and cognitive change in learning to teach, *American Educational Research Journal*, 26 (2).

(Karsenti et Bugmann, 2017)

Karsenti, T. et Bugmann, J. (2017). *Transformer l'école avec Minecraft ? Résultats d'une recherche menée auprès de 118 élèves du primaire* (Rapport). CRIFPE.

(Karsenti, 2019)

(Karsenti, 2019, p.1)

Karsenti, T. (2019, 29 mai). *12 raisons d'apprendre à coder à l'école*. https://www.edcan.ca/wp-content/uploads/FAITS-EN-ÉDUCATION_12-raisons-d'apprendre-à-coder-à-l'école_v2.pdf

(Karsenti et Bugmann, 2017)

Karsenti, T. et Bugmann, J. (2017). Pourquoi apprendre à coder à l'école ? *Apprendre et enseigner aujourd'hui*, 7(1), 33-36.

(Laird, 2018)

Laird, B. (2019, 25 juin). *Translating Professional Development into Practice*. [Vidéo]. Youtube. <https://www.youtube.com/watch?v=A7K4Q0Hskbs>

(Roche *et al.*, 2018)

Roche, D., Higuera, C. et Michaut, C. (2018). Enseigner la programmation informatique : comment réagissent les professeurs des écoles ? *Notes du CREN*, 27, 1-7.

(Merchin, 2017)

(Terosier, 2017, cité par Merchin, 2017)

Merchin, A. (2017, 14 juin). *Le code informatique permet à l'enfant d'apprendre à apprendre.* https://www.lemonde.fr/femmes-a-part/article/2017/06/14/claude-terosier-le-code-informatique-permet-a-l-enfant-d-apprendre-a-apprendre_5144120_5102575.html

(Muller, 2018)

Muller, F. (2018). *Des enseignants qui apprennent, ce sont des élèves qui réussissent.* ESF

(Nair et Mukunda Das, 2012)

Nair, I. et Mukunda Das, V. (2012). Using Technology Acceptance Model to assess teachers' attitude towards use of technology as teaching tool: a SEM Approach. *Internal Journal of Computer Applications*, 42(2), 1-4. <https://doi.org/10.5120/5661-7691>

(Pateau, 2018)

Pateau, F. (2019, 15 juin). *Minecraft compte toujours plus de joueurs mensuels que Fornite.* <https://gamewave.fr/minecraft/minecraft-compte-toujours-plus-de-joueurs-mensuels-que-fornite/>

(Rey et Coen, 2012)

Rey, J. et Coen, P-F. (2012). Évolutions des attitudes motivationnelles des enseignants pour l'intégration des technologies de l'information et de la communication. *Formation et profession*, 20(2), 19-32. <https://doi.org/10.18162/fp.2012.177>

(Richardson, 1996)

Richardson, V. (1996). The role of attitudes and beliefs in learning to teach. Dans J. Sikula (Ed.), *Handbook of research on teacher education* (pp. 102-119). New York: Macmillan.

(Richardson et Placier, 2001)

Richardson, V. & Placier, P. (2001). Teacher change. Dans D.V. Richardson (Ed.), *Handbook of research on teaching* (pp. 905-950). Washington, DC: American Educational Research Association.

(Romero, 2016)

Romero, M. (2016). De l'apprentissage procédural de la programmation à l'intégration interdisciplinaire de la programmation créative. *Formation et profession*, 24(1), 87-89. <http://dx.doi.org/10.18162/fp.2016.a92>

(Singh Rajput, 2000)

Singh Rajput, J. (2000). La formation des enseignants. *Revue internationale d'éducation de Sèvres*, 25, 41-51. <https://doi.org/10.4000/ries.2564>

(Timperley *et al.*, 2007)

Timperley, H., Wilson, A, Barrar, H. et Fung, I. (2007). *Teacher Professional Learning and Development Best Evidence Synthesis*. Ministry of Education. <https://www.educationcounts.govt.nz/publications/series/2515/15341>

(Tresse, 2012)

Tresse, J. (2012, 15 juillet). *Enseigner avec les jeux vidéo : vers une pédagogie vidéoludique ?* <https://www.educavox.fr/accueil/debats/enseigner-avec-les-jeux-video-vers-une-pedagogie-videoludique>

(Vause, 2009)

(Kagan, 1992, cité par Vause, 2011, p.39)

Vause, A. (2009). *Les croyances et connaissances des enseignants à propos de l'acte d'enseigner. Vers un cadre d'analyse. Les cahiers de recherche en éducation et formation*, 66.

(Vincent, 2018)

Vincent, J-M. (2018). *L' informatique débranchée : Le numérique sans ordinateur : activités de découverte*. France : Collection Tangente - Education.