frantice.net

Industries de la connaissance, éducation, formation et technologies pour le développement

Novembre 2019

16

Université de Limoges

AGENCE UNIVERSITAIRE DE LA FRANCOPHONIE

frantice.net

Industries de la connaissance, éducation, formation et technologies pour le développement

www.frantice.net

Numéro 16 – novembre 2019

L'accompagnement en contextes éducatifs : des besoins des usagers à l'ingénierie en et pour la formation

Rédacteur en chef : Emmanuelle Voulgre
EDA, Université de Paris, France

Responsable éditorial
Jacques Béziat (université de Caen Normandie)

Revue en ligne soutenue par l'AUF - www.auf.org
Développée à l'université de Limoges - www.unilim.fr
Hébergée sous Lodel - www.lodel.org

ISSN 2110-5324

SOMMAIRE

p. 5 **Editorial**
Emmanuelle Voulgre

p. 9 **L'impact de l'entraînement assisté par ordinateur sur le développement des fonctions exécutives dans le cadre d'un trouble déficitaire de l'attention chez des enfants âgés de 7 à 9 ans**
The impact of computer-based training on developing the executive functions in the context of an attention deficit disorder for children aged between 7 and 9 years old
Karen Abou Assi, Hicham El Khoury, Rima Malek, Hiba Naccache

p. 29 **Usage des tablettes numériques pour favoriser le passage à l'écrit de collégiens présentant un trouble spécifique du langage écrit**
Use of digital tablets to promote writing of middle school students with specific learning disorder
Laetitia Boulc'h, Malika Soufi

p. 41 **Jouets programmables de type Bee-Bot : représentations et effets cognitifs chez les écoliers de cinquième primaire au Burundi**
Bee-Bot Programmable Toys: Representations and Cognitive Effects on Burundian fifth form Primary Schoolchildren
Claver Nijimbere, Emmanuelle Voulgre, Etienne Barahinduka, Remegie Ndovori, Georges-Louis Baron

p. 55 **Les TIC pour la qualité de l'enseignement de la physique au Burundi : réalisation d'une application qui simule un circuit électrique**
ICT as an enhancement in the teaching of physics : implementation of an application that simulates an electrical circuit
Rachel Akimana, Alexis Banuza, Abdoul Kana, Ildephonse Nsengiyumva, Claver Nijimbere, Jean-Marie Ndagijimana

p. 71 **Mise en place des environnements numériques de travail dans l'enseignement technique et la formation professionnelle au Togo, quels risques de désillusions**
Implementation of digital working environments in technical education and vocational training in Togo, what risks of disillusionment
Kokou Awokou

p. 89 **Réussir la transition numérique par la recherche collaborative. Analyse de cas d'accompagnement d'enseignants dans leur intégration du numérique en contexte scolaire**
Successful digital transition through collaborative research. Case study analysis of support for teachers in their digital integration in the school context
Audrey Kumps, Laëtitia Dragone, Sabrin Housni, Bruno De Lièvre, Gaëtan Temperman

p. 105 ***Facebook :* un moyen d'améliorer l'orthographe française des étudiants algériens ?**
Facebook: a way to improve the French spelling of Algerian students?
Layla Azzoug Benyelles

p. 121 **Mo Déterminants et indicateurs de l'appropriation des connaissances entre le dispositif pédagogique et le dispositif de recherche : analyse de l'indicateur de performance d'appropriation.**
Determinants and indicators of the appropriation of knowledge between the pedagogical device and the research device: analysis of the appropriation performance indicator
Ahmed Ibrahimi, Mohamed Khaldi, El Mehdi Kaddouri

Éditorial

L'appel à communication du numéro 16 de Frantice portait sur la question suivante : *Accompagnement et différenciation pédagogique : quels processus pour des usages des technologies de l'information et de la communication au service des enseignements et des apprentissages ?* Il se situait sur le constat selon lequel l'équipement en Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) est nécessaire mais n'est pas suffisant en soi pour que des usages au service des enseignements et des apprentissages puissent être produits par les acteurs de l'éducation et de la formation.

Qu'il s'agisse de la maternelle, du primaire, du secondaire ou du supérieur, les formes, les fonctions et les natures des accompagnements par ces acteurs et/ou des processus de différenciation pédagogique qu'ils mettent en œuvre pour faire cours, sont diverses et relatives des situations et des contextes. Aussi nos recherches nous amènent à questionner comment caractériser les processus, les dispositifs, les ingénieries dont relèvent les accompagnements et les modalités de différenciation pédagogique mobilisant les TIC, selon les contextes.

Nous invitions alors les auteurs à questionner notamment comment les acteurs y sont engagés, avec quels autres acteurs (initiateurs, décideurs, financeurs, industriels, formateurs, chercheurs, parents, enseignants, apprenants) et avec quels outils puis instruments, selon quels modes de relations, de régulations, à quels moments, pour quelles durées, avec quelles finalités (formations, appropriation, tâtonnements, professionnalisations, perfectionnement, compétences) et quelles pratiques, avec quelles ressources convoquées et quelle part de créativité, à partir de quels attentes, motivations, ressentis, politiques, arguments, paradoxes, contraintes, coûts ? Ainsi, ce numéro de la revue Frantice.net est donc consacré aux environnements numériques comme analyseurs des types d'accompagnement et de différenciation pédagogique à différents niveaux scolaires et périscolaires tant dans les pays du Nord que ceux du Sud.

Cet appel à communication s'est inscrit dans une réflexion que nous menons depuis plusieurs années, relative à la formation des enseignants et à l'utilisation par les enseignants et les élèves ou étudiants de ressources numériques lors de moments d'enseignement ou d'apprentissage.

La notion d'accompagnement est envisagée dans un contexte législatif reposant sur des textes internationaux comme celui de la Convention Internationale des Droits de l'Enfant (MAE, 2003), convention des Nations-Unies du 20 novembre 1989 entrée en vigueur le 7 septembre 1990 et ratifiée par 196 États. Ainsi, l'accompagnement peut être une aide et une assistance spéciales, appropriée pour l'enfant, les parents et les représentants légaux. Il existe aussi des textes nationaux. Par exemple en France, la loi n° 2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées permet d'entendre l'accompagnement au sein de l'école comme inclusive et qui implique que l'institution et ses acteurs s'adaptent aux besoins des élèves en situation de handicap, tant sur le plan des formations des enseignants, des modalités d'adaptation de la scolarité et aussi des ressources pour les cours et les apprentissages.

Dans notre rapport concernant le handicap dans le cadre de l'ANR RéVEA (Voulgre, 2018a), nous rappelions que la notion de handicap questionne plusieurs dimensions : politique, économique, culturelle, sociale et médicale. En France, d'après la loi n°2005-102 *« toute limitation d'activité ou restriction de participation à la vie en société subie dans son environnement par une personne en raison d'une altération substantielle, durable ou définitive d'une ou plusieurs fonctions physiques, sensorielles, mentales, cognitives ou psychiques, d'un polyhandicap ou d'un trouble de santé invalidant »* est un handicap. Aussi, pour envisager l'accompagnement il convient de penser que *« la personne handicapée a droit à la compensation des conséquences de son handicap quels que soient l'origine et la nature de sa déficience, son âge ou son mode de vie »* (loi n°2005-102). Dans un autre rapport, toujours dans le cadre de l'ANR RéVEA mais concernant les élèves de Segpa (Voulgre, 2018b), nous rappelions notamment la notion de « grandes difficultés » et présentions différentes ressources, notamment numériques, adaptées que les enseignants utilisent pour faire cours.

L'accompagnement concerne aussi l'enseignant qui souhaitent évoluer dans ses pratiques ou qui reçoit des injonctions ou des conseils de sa tutelle, d'un formateur ou encore d'un ingénieur pédagogique. Il s'agit alors d'un processus d'évolution multidimensionnel qui implique à la fois des logiques institutionnelles, contextuelles, matérielles, idéologiques, collectives et personnelles. L'accompagnement vise à faire converger ces différents niveaux logiques auprès de chacun des acteurs (Voulgre, 2011, pp.82-92). Ces travaux de recherche tentent de comprendre comment les différents types de ressources sont utilisés au service de l'apprenant, l'enseignant comme l'élève pouvant être considérés comme apprenant. Huberman qui a étudié les résistances aux changements explique notamment que *« l'innovation en matière d'éducation est un sujet complexe parce qu'elle doit être étudiée à plusieurs niveaux : au niveau des individus qui subissent un changement ou qui le font subir à d'autres, au niveau institutionnel, au niveau de la communauté et dans l'environnement plus large où certaines innovations sont acceptables tandis que d'autres sont en contradiction avec les valeurs existantes »* (Huberman, 1973, p.102).

Ce numéro de Frantice rassemble huit textes complétant notre approche de l'accompagnement. Ce faisant, les notions d'accompagnement et de différenciation pédagogique sont, dans ce numéro, déclinées en quatre grands thèmes : en contextes d'inclusion (les deux premiers articles), à travers l'usage de la robotique et de la simulation (les troisième et quatrième articles), dans des contextes de formation continue (les cinquième et sixième articles), ou encore en prenant le problème par l'usage pédagogique des réseaux d'échange et de communication (les deux derniers articles). Ces huit articles sont rapidement présentés ci-dessous.

L'article co-signé par Karen Abou Assi, Hicham El Khoury et Rima Malek présente une série de jeux vidéo programmés pour stimuler des fonctions cognitives d'enfants souffrant de troubles de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDAH). Les fonctionnalités sont ciblées pour permettre un travail sur les processus d'éducation à l'inhibition, à la mémorisation et à l'attention. Les résultats sont prometteurs en utilisant très régulièrement ces jeux avec un accompagnement continu des parents.

L'article co-signé par Laetitia Boulc'h et par Malika Soufi présente un travail sur l'accompagnement des élèves dyslexiques-dysorthographiques de 6ème et 5ème scolarisés en ULIS TAP (Unité Localisée pour l'Inclusion Scolaire, Trouble des APprentissages). La recherche porte sur l'utilisation de tablettes pour aider les élèves à prendre des notes et à améliorer leur autonomie. D'après les résultats, l'utilisation du logiciel *Evernote*, d'une *Dropbox* et d'une tablette *Ipad* semble permettre à ces élèves de mieux retrouver leurs documents de façon autonome ainsi que d'écrire le cours relativement plus vite que sur une

feuille de papier avec un stylo. Néanmoins, l'utilisation des fonctionnalités permettant la correction orthographique ou l'écriture intuitive semble complexifier l'activité de saisie du cours par les élèves. Les auteurs posent aussi la question de la stigmatisation ressentie par ces élèves du fait d'utiliser des TIC, mais qu'il s'agit encore d'approfondir.

L'article de Calver Nijimbere et al. concerne les jouets programmables de type Bee-Bot. Il s'agit d'une recherche participative auprès d'élèves du Primaire au Burundi découvrant ce type d'objets avec une approche contrastive relative à une recherche participative similaire menée au Cameroun dans le cadre du projet SUPERE-RCF[1] et en lien avec l'ANR DALIE (prolongée par l'ANR IE-CARE). Il s'agit de comprendre comment les élèves appréhendent l'interface de programmation de la Bee-Bot et aussi d'interroger comment dans un contexte local et spécifique Burundais, la formation des enseignants dans ce domaine peut être pertinente. Il y est questionné l'accompagnement des élèves et celui des enseignants dans le cadre de l'accompagnement aux changements des pratiques, imposés par la prise en compte du numérique dans l'enseignement et ses conséquences sur les apprentissages.

L'article de Rachel Akimana et al. porte sur la programmation d'un espace de simulation d'activités en physique pour les élèves en collège et plus spécifiquement sur le chapitre relatif aux circuits électriques RC, RL et RLC ; adapté aux conditions d'usages du pays. La recherche questionne aussi en quoi l'application numérique de simulation est un Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) qui peut permettre à des formateurs et enseignants d'accompagner le processus enseignement-apprentissage en classe et en dehors de cette dernière.

Awokou Kokou, dans sa contribution, explique comment le gouvernement de ce pays a initié un programme de déploiement des Environnements Numériques de Travail (ENT) inspiré du modèle français dans les lycées d'enseignement technique et de la formation et les lycées scientifiques. Un des buts du gouvernement est de soutenir la mise en œuvre d'approches pédagogiques par compétences. Après une revue de littérature sur les recherches sur les ENT en France, le chercheur utilise le carré PADI (Wallet, 2004 et 2010) pour questionner l'accompagnement des acteurs de ce dispositif aux rôles et fonctions complémentaires mais pas toujours suffisamment précisés localement. Il questionne la pertinence des coûts d'équipement et de formation continue au service d'un changement de paradigme éducatif. Les résultats identifient plusieurs risques de disfonctionnement de l'accompagnement en regard des représentations déclarées des acteurs (enseignants, enseignants référents ENT, administrateurs, coordonnateurs, institutions).

L'article d'Audrey Kumps et al. propose une réflexion sur les modalités d'accompagnement des enseignants afin qu'ils puissent intégrer le numérique dans leurs classes. Deux études de cas sont présentées avec des données interprétées selon le modèle TPACK (Mishra et Koehler, 2006) permettent de définir des profils d'enseignants et d'apporter des réponses qui sont spécifiques à leurs contextes. Les résultats sont prometteurs compte tenu de l'évolution observée, des enseignants, au sein du processus d'appropriation des TIC pour faire cours et des pistes de réflexions sont identifiées.

Layla Azzoug nous parle de l'utilisation de *Facebook* par un enseignant de Français (FLE) auprès d'étudiants Algériens. Le scenario proposé permet de travailler de façon ciblée les règles d'orthographes et de grammaires, sur des temps de travail hors cours et qui paraissent ludiques aux étudiants. L'accompagnement de l'étudiant est scénarisé pour l'utilisation d'un réseau

[1] Site support de la recherche Supervision PEdagogique et REssources Recherche Coopérative Francophone (SUPERE-RCF) http ://eda.shs.univ-paris5.fr/supere/doku.php?id=start

social permettant d'apporter un soutien orthographique efficace aux étudiants.

L'article d'Ahmed Ibrahimi et al. interroge la relation entre la formation de groupe avec ou sans prescription de rôles, l'utilisation de forum de suivi du travail des groupes structurés ou non-structurés et la réussite des projets menés par les étudiants afin de questionner la manière de concevoir un scénario pédagogique. Ils abordent la notion d'appropriation des technologies de l'information et de la communication comme un élément central à considérer dans le processus de scénarisation. L'accompagnement y est alors pensé pour aider l'encadrement de l'activité des apprenants.

Emmanuelle Voulgre, EDA, Université de Paris

Références

Huberman, A.-M. (1973). Comment s'opèrent les changements en éducation : contribution à l'étude de l'innovation. *Expérience et innovation en éducation*, 4. Unesco : BIE. [En ligne] http://www.irresicilia.it/nuovogold/huberman.pdf

Ministère des Affaires Étrangères (MAE) - Mission de l'Adoption Internationale (2003). *Convention internationale des droits de l'enfant, Convention des Nations-Unies du 20 novembre 1989*. [En ligne] https://www.diplomatie.gouv.fr/IMG/pdf/Conv_Droit_Enfant.pdf

Mishra, P. et Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. [En ligne] http://one2oneheights.pbworks.com/f/Mishra_Punya.pdf

Site Légifrance (2005). *Loi n°2005-102 du 11 février 2005 pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées*. [En ligne] https://www.legifrance.gouv.fr/affichTexte.do?cidTexte=JORFTEXT000000809647

Voulgre, E. (2018a). *Une analyse systémique de l'activité enseignante : quelle prise en compte des besoins spécifiques et handicaps ?* Rapport de recherche de l'ANR RéVEA pour le laboratoire EDA. [En ligne] https://urlz.fr/8NYJ

Voulgre, E. (2018b). *Une analyse systémique de l'activité enseignante en SEGPA : quelle prise en compte des caractéristiques de la notion de grandes difficultés ?* Rapport de recherche de l'ANR RéVEA EDA. [En ligne] https://urlz.fr/8NYH

Voulgre, E. (2011). *Une approche systémique des TICE dans le système scolaire français : entre finalités prescrites, ressources et usages par les enseignants.* Thèse de doctorat soutenue sous la direction de J. Wallet à l'université de Rouen. [En ligne] http://shs-app.univ-rouen.fr/civiic/memoires_theses/textes/these_VOULGRE.pdf

Wallet, J. (2004). De la Net économie à la Net pédagogie… La fin des bulles spéculatives ? *Éducation permanente*, 157.

Wallet, J. (2010). Technologie et gouvernance des systèmes éducatifs. Dans B. Charlier et F. Henri. (dir.), *Apprendre avec les technologies* (pp. 71-80), Paris : Presse Universitaire de France. [En ligne] https://www-cairn-info.sirius.parisdescartes.fr/apprendre-avec-les-technologies--9782130575306-page-71.htm

L'impact de l'entraînement assisté par ordinateur sur le développement des fonctions exécutives dans le cadre d'un trouble déficitaire de l'attention chez des enfants âgés de 7 à 9 ans

The impact of computer-based training on developing the executive functions in the context of an attention deficit disorder for children aged between 7 and 9 years old

Karen Abou Assi, Hicham El Khoury, Rima Malek, Hiba Naccache
Faculté de Pédagogie, Université Libanaise, Beyrouth, Liban

Résumé

La rééducation des fonctions exécutives est primordiale pour les sujets ayant un TDA/H. Afin d'offrir une rééducation efficiente, les psychomotriciens cherchent à proposer en parallèle aux séances de rééducation une possibilité d'entraînement régulier en ciblant les modalités pluri-sensorielles des fonctions altérées. Répondant à ces caractéristiques, 21 jeux numériques ont été spécifiquement conçus, testés et adaptés en se fondant sur les techniques de remédiation cognitive et des modèles décrivant les fonctions exécutives des personnes présentant un TDA/H. Les jeux, ciblant l'inhibition du type *go/no-go*, l'attention sélective visuelle et la mémoire de travail visuo-spatiale, ont été proposés sous la forme d'un entraînement assisté par ordinateur avec une moyenne de trois entraînements par semaine. Cinq enfants ayant un TDA/H ont suivi l'entraînement sur une durée de deux mois. Une évaluation grâce à des tests psychométriques effectués au groupe expérimental et à un groupe contrôle, montre un résultat prometteur en faveur du groupe expérimental.

Mots clés : jeux numériques, entraînement assisté par ordinateur, TDA/H, fonctions exécutives

Abstract

Rehabilitation of executive functions is essential for people with attention deficit disorder. In order to offer effective treatment, psychomotor therapists seek to suggest, in parallel to the regular sessions, a daily training opportunity targeting the multi-sensory modalities of the impaired functions. According to these characteristics, 21 digital games have been specifically designed, tested and modified based on the cognitive remediation techniques, attentional drill and models describing the executive functioning of people with ADHD. The games, targeting inhibitory control through go/no-go tasks, focal visual attention, and visual spatial working memory, were presented in a computer assisted training setting with an average of 3 times per week simultaneously with psychomotor therapy sessions. Five Lebanese children with ADHD trained for two months. The progress measured by psychometric tests, revealed promising results when training is performed.

Keywords: *digital games, computer assisted training, ADHD, executive functions*

I. Introduction

L'utilisation des nouvelles technologies numériques notamment celles en lien avec la remédiation cognitive assistée par ordinateur devient très fréquente dans les domaines de rééducation (Sablier, Stip et Franck, 2009 ; Samama, Voisin, Komano et Jouvent, 2017). Elle est utilisée auprès de patients cérébrolésés, de patients ayant des troubles mentaux en psychiatrie et d'enfants ou d'adolescents ayant des troubles neurodéveloppementaux comme le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (Franck, 2014). La remédiation cognitive assistée par ordinateur est concrètement présentée sous la forme d'un entraînement à des jeux numériques (Samama, Voisin, Komano et Jouvent, 2017). Elle constitue toutefois un défi et présente plusieurs enjeux tant pour les rééducateurs que pour les patients et leurs familles. Dans le cas d'enfants présentant un TDA/H, se pose la question de savoir quels bénéfices présentent les jeux numériques ? Dans quelles conditions l'entraînement doit-il être appliqué ? À quelle fréquence doit-il être suivi ? Sur quels fondements théoriques se base cette technique ? Et quelles en sont ses limites ?

Pour répondre à ces questionnements, 21 jeux numériques ont été conçus par une psychomotricienne, un informaticien et un ingénieur pédagogique ; ceci afin de tester si l'intégration des nouvelles technologies pourrait favoriser l'amélioration des fonctions exécutives, lorsqu'utilisée d'une manière appropriée. L'équipe pluridisciplinaire qui a développé ces jeux a facilement collaboré étant donné que tous ses membres sont formés aux technologies éducatives. Ces jeux ont été présentés à cinq enfants libanais ayant un TDA/H et âgés entre 7 et 9 ans. Ils ont été conçus, développés et testés afin de permettre aux enfants faisant partie du groupe expérimental d'entraîner l'inhibition au niveau des tâches de type *go/no-go*, l'attention sélective visuelle et la mémoire de travail visuo-spatiale sur une période de huit semaines. Une revue des théories fondant l'élaboration de ces jeux et leur utilisation auprès d'enfants ayant un TDA/H permettra de justifier la démarche suivie. Nous présenterons ensuite nos résultats et conclusions.

II. L'entraînement assisté par ordinateur et le TDA/H : des critères complémentaires

Les jeunes ayant un trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité semblent être attirés par les jeux numériques et par le monde digital comme bien autres enfants en 2019. L'excès de l'exposition aux écrans est certes nuisible au développement de l'enfant, mais des expositions réfléchies à courtes durées ne causent pratiquement pas de problèmes (Huerre, 2013). Pour cela, il serait intéressant de profiter de cet attrait afin de permettre aux enfants ayant un TDA/H d'entraîner leurs fonctions exécutives en utilisant un médiateur qui leur plaît et qu'ils manipulent aisément.

A. Définition du TDA/H, prévalence et traitement

Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité peut être résumé en une triade symptomatologique : inattention, impulsivité, hyperactivité (American Psychiatric Association, 2013 ; Marquet-Doléac et Soppelsa, 2009). Ces 3 symptômes coexistent et se répartissent différemment d'un individu à l'autre. Les fonctions exécutives sont elles aussi altérées et la mémoire de travail est sévèrement atteinte (Barkley, 1997 ; Sonuga-Barke, 2013).

Au Liban, la prévalence est de 3,2% chez les enfants âgés de 7 à 9 ans, avec un ratio de genre de 4,5% pour les garçons et de 1,5% pour les filles (Richa et al., 2014). Cette même étude révèle que le taux est relativement inférieur au Liban que dans les pays européens et américains par manque de signalement et de sensibilisation. Ce trouble peut être comorbide avec des troubles spécifiques des apprentissages dans 20 à 25% (Plizka, 1998) des enfants avec TDA/H, sans réciprocité. Un grand nombre d'études (Soppelsa, Albaret et Corraze, 2009) signalent une comorbidité entre le TDA/H et le trouble d'acquisition de la coordination (TAC) appelé aussi trouble développemental de la coordination (TDC) et représenterait environ 31% des enfants de 9 ans avec TDA/H (The Adore study group, 2004).

Le traitement pharmacologique est utilisé avec une grande fréquence pour traiter le TDA/H et montre des effets efficaces et rapides sur le comportement et l'attitude des patients (Bourgeois, Kim et Mandi, 2014 ; Yang, Chung, Chen et Chen, 2004). La prise de ces médicaments stimule les fonctions attentionnelles et diminue l'agitation. Les recherches ont prouvé que ces stimulants pharmacologiques, quoique nécessaires, restent insuffisants et n'améliorent pas les compétences exécutives chez les

patients d'où l'intérêt des prises en charge paramédicales (Bidwell, Mccleron et Kollins, 2011) avec des techniques de rééducation efficaces.

B. Définition, importance et développement des fonctions exécutives

Les fonctions exécutives sont des fonctions de direction qui permettent lors de l'accomplissement d'une tâche, en premier lieu la définition d'un but à atteindre et d'une stratégie pour y parvenir et en second lieu, le contrôle de sa mise en œuvre et des résultats (Godefroy, 2008). Elles servent plus spécifiquement *« à manipuler les informations, à les enregistrer, à les recombiner, à maintenir l'attention, à réduire les distractions et à ajuster la vitesse mentale afin d'accomplir une tâche »* (Samier et Jacques, 2019, p. 55*)*. Elles sont donc nécessaires pour la réussite scolaire et sont impliquées dans tous les domaines quotidiens tant au niveau cognitif qu'au niveau socio-émotionnel (Casey et Caudle, 2013 ; Houdé et Borst, 2018).

Plusieurs classifications existent et mettent en relief la présence de trois fonctions exécutives principales qui sont l'inhibition, la mémoire de travail et la flexibilité cognitive (Diamond, 2013). En se basant sur ces trois fonctions se construisent la planification, la résolution de problèmes et le raisonnement, fonctions exécutives qualifiées de plus haut niveau (Collins et Koechlin, 2012). Ces fonctions sont les fonctions exécutives froides et opèrent dans un cadre non influencé par les émotions. Dans les situations affectives, ce sont les fonctions exécutives chaudes qui régissent le comportement, favorisent le traitement des émotions et permettent la prise de décisions affectives (Roy, Le Gall, Roulin et Fournet, 2012 ; Zelazo et Carlson, 2012).

Les recherches en neuroéducation montrent que l'inhibition et la mémoire de travail sont étroitement liées au développement des compétences en lecture, en grammaire et en mathématiques d'où l'importance de les stimuler précocement (Bull, Espy et Wiebe, 2008 ; Lanoë, Lubin, Vidal, Houdé et Borst, 2016 ; Roell, Viarouge, Houdé et Borst, 2017). Le contrôle inhibiteur est engagé lorsqu'un sujet doit faire preuve de résistance, de sortir de ses routines ou de se centrer sur une information spécifique sans tenir compte du reste des informations présentes qu'elles soient perceptives, motrices, cognitives ou émotionnelles (Friedman et Miyake, 2004). Quant à la mémoire de travail, elle *« constitue l'atelier du cerveau »* (Houdé et Borst, 2018, p. 201) en rendant possibles le maintien actif et la manipulation des informations pendant une dizaine de secondes afin d'aboutir à un objectif prédéfini (Diamond et Ling, 2016).

Par ailleurs, la motivation est un élément clé dans le développement des fonctions exécutives puisqu'elle facilite le maintien des consignes et stimule le système stratégique, chef d'orchestre au niveau du fonctionnement exécutif, permettant la définition des objectifs (Samier et Jacques, 2019). De ces faits, tout apprenant peut profiter de la stimulation des fonctions exécutives, mais ce sont ceux qui présentent des déficits à ce niveau qui en bénéficient le plus (Houdé et Borst, 2018) et c'est pour les raisons citées ci-dessus que notre travail de recherche propose de stimuler l'inhibition et la mémoire de travail chez des enfants présentant un TDA/H.

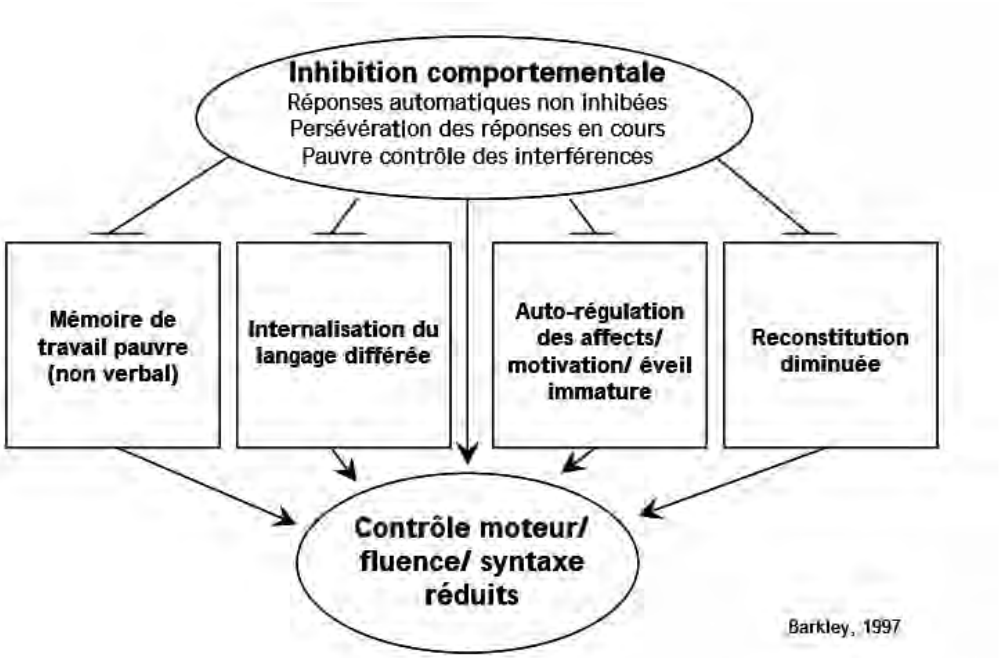
C. Fondements de base de la rééducation des fonctions exécutives chez les jeunes ayant un TDA/H

La démarche suivie afin de concevoir les jeux numériques et de les proposer aux participants s'est fondée sur des études permettant de comprendre le fonctionnement cognitif et exécutif des jeunes ayant un TDA/H. Nous évoquons en premier lieu la triade symptomatologique caractérisant ce trouble, laquelle invoque un déficit attentionnel, une impulsivité et une hyperkinésie (Marquet-Doléac et Soppelsa, 2009).

En deuxième lieu, le modèle de Barkley décrit le TDA/H comme étant un trouble de l'inhibition comportementale et de l'autocontrôle (Albaret, 2005 ; Barkley, 1997) (voir *Illustration 1*). Ce modèle explique d'une manière hypothétique le déficit au niveau de l'inhibition comportementale présent chez les sujets présentant un TDA/H des types hyperactif-impulsif et combiné. L'inhibition comportementale regroupe l'inhibition de la réponse face à un événement, l'arrêt de la réponse en cours autorisant un délai de réflexion ainsi que le contrôle des interférences. Ce déficit se répercute sur le fonctionnement exécutif et plus précisément sur la mémoire de travail non verbale, l'internalisation du langage en lien avec la mémoire de travail verbale, l'autorégulation des motivations et de l'éveil ainsi

que la reconstitution des éléments d'une nouvelle manière.

Figure 1. Le TDA/H comme trouble de l'inhibition comportementale et de l'autocontrôle : Le modèle de Barkley (1997)



En dernier lieu, le modèle à deux voies de Sonuga-Barke met en relief un dysfonctionnement exécutif et une aversion pour le délai (Barkley, 1997) (voir *Illustration 2*). Le modèle à deux voies de Sonuga-Barke permet une vision holistique du TDA/H. La première voie concerne l'inhibition comportementale gérée par la boucle mésocorticale dopaminergique, indépendante du contexte environnemental. La seconde voie concerne l'aversion du délai : c'est la voie mésolimbique dopaminergique qui dépend de l'environnement. Ces deux voies explicitent le comportement et l'investissement d'une personne ayant un TDA/H durant une activité proposée.

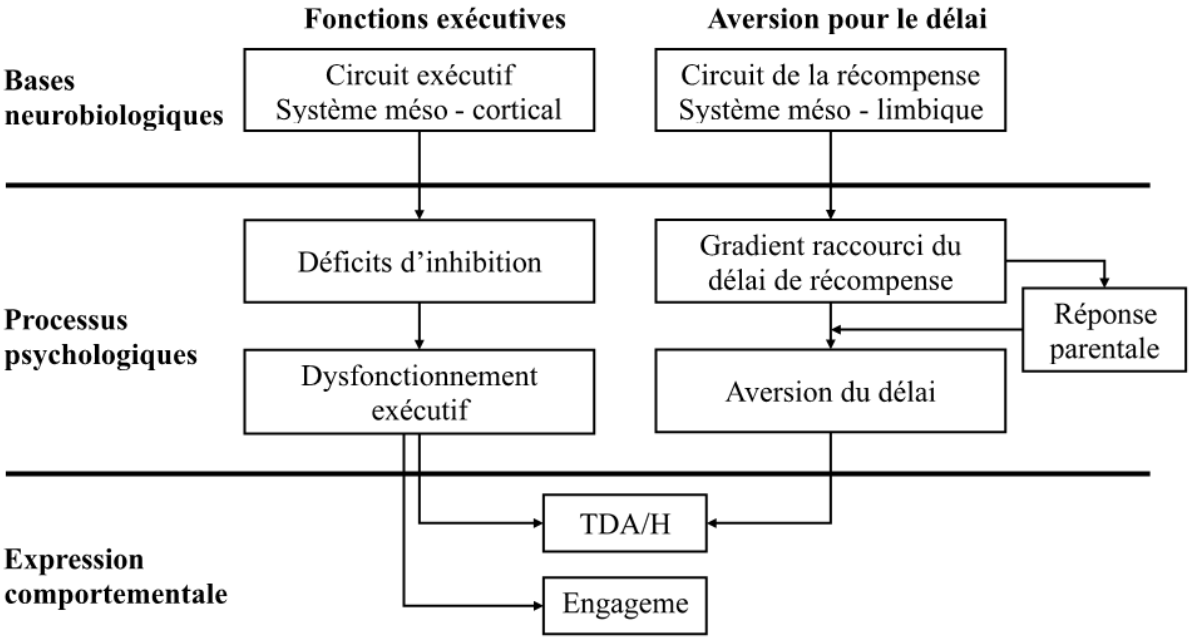
De ces modèles on déduit que la rééducation devrait cibler entre autres l'attention en toutes ses facettes, l'inhibition, la mémoire de travail, la flexibilité cognitive, les compétences de planification et la réduction de l'hyperactivité.

L'utilisation du programme d'auto-instruction est très fréquente surtout en séances de psychomotricité, cette technique devant être installée et maintenue durant plusieurs séances (Meichenbaum et Goodman, 1971). Elle se base sur la description des tâches en cours d'exécution afin que l'enfant puisse verbaliser lui-même et puis intérioriser les tâches en cours d'exécution en passant tout d'abord par le soliloque.

La technique canadienne CO-OP *(Cognitive Orientation to daily Occupational Performance)* est aussi efficace auprès d'enfants ayant un TDA/H. Elle permet de décider d'un but à atteindre et des étapes à suivre, pour ensuite les évaluer et leur permettre de s'autocorriger (Polatajko et Mandich, 2004).

La relaxation et les exercices de stimulation des sens vestibulaires peuvent être utilisés avec les enfants ayant un TDA/H, lorsque le traitement est dans un stade avancé et à condition que l'hyperactivité ne soit pas très aiguë. Ces techniques permettent de réduire les symptômes associés à ce trouble, notamment l'anxiété (Chevalier, Guay et Achim, 2006).

Figure 2. Modèle à deux voies de Sonuga-Barke décrivant la physiopathologie du trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (2013)



Le *drill* attentionnel ou exercice d'attention est aussi une technique utilisable qui se base sur un entraînement intensif et répété de la fonction altérée afin d'aboutir à son amélioration (Sturm, Wilmess, Orgass et Hartje, 1997). Cette technique a été inspirée de la théorie de plasticité cérébrale et a inspiré les techniques d'entraînement cérébral.

D. L'entraînement cérébral assisté par ordinateur

À grand renfort médiatique, les programmes d'entraînements cérébraux deviennent une tendance dans les temps actuels et vantent une amélioration du fonctionnement cognitif. En se basant sur le concept de plasticité cérébrale et sur la faculté du cerveau à récupérer et à se restructurer, l'entraînement des fonctions cognitives permet au système nerveux de s'adapter et de participer à la réduction des conséquences des altérations structurelles causées par des troubles ou pathologies (Habib, 2014). En général, les programmes d'entraînements cérébraux s'adressent à des sujets neurotypiques, peu de programmes sont adaptés aux déficits cognitifs ou exécutifs que ce soit à cause du niveau de départ ou de la progression de la difficulté au fur et à mesure que les niveaux de jeu augmentent.

À condition que les jeux soient conçus d'une manière adaptée, des personnes ayant des déficits au niveau d'un ou de plusieurs domaines cognitifs pourraient bénéficier de ce genre d'entraînement. Nous citons entre autres, les patients atteints d'Alzheimer, les patients atteints de schizophrénies, les jeunes ayant un TDA/H… D'ailleurs, la remédiation cognitive s'inspire de ces entraînements, afin de bien mener les thérapeutiques présentées aux patients (Franck, 2014).

De plus, les jeux numériques sont en train d'être utilisés par des élèves français au service des apprentissages scolaires. Ce sont des *« ressources fonctionnant sur des supports numériques, organisées autour de ressorts et de modalités ludiques […] destinées à développer des connaissances ou des compétences »* (Ministère français de l'éducation nationale de l'enseignement supérieur et de la recherche, 2017). En d'autres termes, la différence entre les jeux vidéo présents sur le marché et les jeux conçus pour les entraînements assistés par ordinateur réside au niveau de l'objectif poursuivi : divertissement pour les premiers, soit les jeux vidéo ; et développement de compétences pour les seconds, soit les jeux conçus pour les entraînements assistés par ordinateur.

Pour démontrer les effets directs qu'ont les entraînements assistés par ordinateur sur le cerveau, des chercheurs ont étudié l'activité cérébrale chez des sujets neurotypiques âgés entre 8 et 12 ans, grâce aux signaux enregistrés par un électro-encéphalogramme réalisé au moment où les sujets jouaient à des

jeux numériques (Mondéjar, Hervas, Johnson, Gutierrez et Latorre, 2016). L'objectif était donc d'analyser les réactions du lobe frontal du cerveau responsable des fonctions exécutives au cours de cinq types de jeux utilisés dans les jeux vidéo commerciaux. Les résultats ont confirmé que ces jeux peuvent effectivement développer les fonctions exécutives et ont permis l'émergence d'une piste de conception de jeux ciblés.

L'un des intérêts de l'utilisation des jeux numériques réside en premier lieu dans le fait que la génération actuelle d'enfants et d'adolescents est fréquemment exposée aux jeux vidéo. Cette génération, très à l'aise avec l'utilisation du numérique, est habituée à ses caractéristiques. Grâce notamment à la rapidité de présentation des stimuli, à la possibilité de créer des expériences pluri-sensorielles et l'accès à distance, l'utilisation de jeux numériques pourrait donc être un moyen d'entraînement des fonctions cognitives déficitaires. Cet usage ne remplace certes pas les rééducations paramédicales, mais sert plutôt comme objet de support. Son utilisation dans le cadre paramédical et neuropsychologique peut se faire sous le nom de *remédiation cognitive assistée par ordinateur*.

III. L'expérience effectuée

Peu d'études montrent les résultats d'un entraînement assisté par ordinateur auprès d'enfants ayant un TDA/H, malgré les fondements théoriques justifiant leur utilisation et leur efficacité. Pour cela, ce travail a testé l'efficacité de l'entraînement à distance assisté par ordinateur comme support à la rééducation psychomotrice sur un groupe de cinq enfants libanais et de le comparer aux résultats de cinq autres enfants ayant suivi la rééducation psychomotrice régulière sans le support de l'entraînement à distance, ceci sur une durée de huit semaines.

A. La démarche expérimentale

La population choisie pour l'expérience est constituée de dix enfants libanais âgés de sept à neuf ans diagnostiqués comme ayant un TDA/H. Le nombre a été fixé à dix pour tenter d'avoir un groupe homogène au niveau de la sévérité du trouble et ainsi de tenter de mieux contrôler les variables.

Les dix enfants ont été divisés également et aléatoirement en un groupe témoin poursuivant la rééducation habituelle et en un groupe expérimental effectuant un entraînement cérébral durant huit semaines en parallèle à la rééducation habituelle. Les moyennes des deux groupes au niveau des différentes épreuves aux pré-tests sont similaires.

Parmi les dix enfants, il y avait sept garçons et trois filles.

> Ces enfants sont scolarisés dans des écoles ordinaires ou inclusives et sont pris en charge depuis au moins deux mois et maximum un an.
>
> Ils possèdent tous un Quotient Intellectuel (QI) appartenant à la moyenne en 90 et 109 selon les indices du test WISC-IV.
>
> Les dix enfants ont été diagnostiqués comme ayant un TDA/H, ils sont tous pris en charge en rééducation psychomotrice présentant un comportement d'agitation en classe et des difficultés scolaires.
>
> Les sujets peuvent être sous traitement médicamenteux (relatif au TDA/H) ou pas selon les prescriptions de leur psychiatre, en effet six jeunes étaient sous traitement pharmacologique et quatre ne l'étaient pas, ils ont été répartis équitablement dans les deux groupes.

Suite à l'évaluation, des réunions ont été faites avec les parents des enfants appartenant au groupe expérimental, durant leurs séances respectives, afin de discuter de l'importance de l'entraînement à effectuer à la maison et de leur expliquer le mode de fonctionnement des jeux élaborés. Les parents ont été encouragés à se montrer vigilants au niveau de la fréquence de l'entraînement et de noter sur une feuille le nombre d'entraînements effectués chaque semaine et de les communiquer au thérapeute au cours de chaque séance. Un suivi quotidien a eu lieu avec les parents afin de s'assurer de la régularité des entraînements effectués à la maison et pour collecter des informations concernant les difficultés rencontrées, le comportement à l'école et les résultats scolaires.

L'intervention a eu lieu selon les étapes suivantes :

- Étape 1 : Pré-test en utilisant les outils d'évaluation précités, auprès des deux groupes ;
- Étape 2 : Entraînement pendant huit semaines pour le groupe expérimental et rééducation habituelle pour les deux groupes ;
- Étape 3 : Posttest aux deux groupes en utilisant les mêmes outils d'évaluation ;
- Étape 4 : Analyse des résultats des deux groupes.

Deux types de tâches d'inhibition ont été sélectionnées pour l'entraînement : la tâche de go/no-go où le sujet doit effectuer ou pas une action suite à un stimulus et la tâche d'attention sélective visuelle où le sujet doit focaliser son attention sur une information en présence de distracteurs. La mémoire de travail dite visuo-spatiale caractérisée par des informations de type visuel agencées dans un espace donné a aussi été choisie parmi les différents types de mémoire de travail. Afin de garantir le développement des fonctions exécutives, l'entraînement doit se faire d'une manière fréquente et l'ajustement continu du niveau de difficulté est essentiel (Diamond, 2012).

L'entraînement proposé au niveau de notre étude inclut trois techniques des quatre proposées pour la rééducation des fonctions exécutives chez les enfants ayant un TDA/H. Le programme d'auto-instruction, le soliloque et l'approche CO-OP ont été expliqués aux parents et aux enfants afin d'être utilisés lors des entraînements à la maison. La fréquence demandée s'est basée sur la technique de *drill* attentionnel (exercice d'attention) et l'importance de l'entraînement intensif. Pratiquement, les parents devaient encourager leurs enfants à verbaliser le but du jeu avant de le jouer, à répéter à voix haute les consignes à effectuer et à décrire les étapes à suivre ainsi que les erreurs effectuées et les alternatives auxquelles il fallait opter. La relaxation n'a pas été utilisée avec tous les enfants puisqu'elle n'est pas complémentaire à la nature de l'entraînement proposé et que les participants ne sont pas tous prêts à le faire.

B. Les jeux numériques conçus

Vingt et un jeux ciblant la tâche *go/no-go*, l'attention sélective visuelle et la mémoire de travail visuo-spatiale, ont été spécifiquement conçus en tenant compte du niveau des enfants et de leurs intérêts. Ces jeux ont été déposés sur une plateforme gratuite et l'accès à l'adresse a été donné au groupe expérimental. L'adresse est la suivante : https://psychomotriciteliban.wordpress.com/

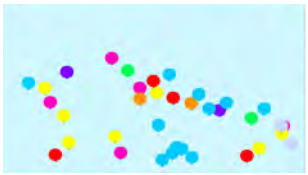
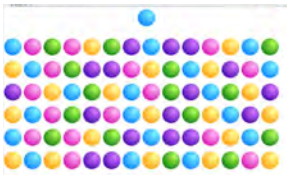
Un travail d'ingénierie pédagogique s'est imposé bien avant le développement des outils numériques : les jeux. Le choix du Modèle ADDIE (Analyse, Design, Développement, Implantation, Évaluation) générique a été fait afin de concevoir ces dispositifs d'enseignement et de formation qui sont adaptés aux besoins du public cible susmentionné. Ainsi, le Modèle ADDIE qui suppose un travail de synthèse intégrant les apports des chercheurs (Chaptal, 2003) a constitué la feuille de route pour le développement de la production de jeux. Basé sur cinq phases ADDIE a permis : 1) d'*Analyser* la situation de départ qui a montré clairement le besoin de créer des outils permettant l'accès à un entraînement intensif de chez soi et de faire un diagnostic des besoins du public cible, les enfants présentant un TDA/H. Ainsi le besoin a été identifié comme étant une plateforme contenant des jeux ciblant les fonctions exécutives ; 2) de faire un *Design* de ce dispositif : 21 jeux d'entraînement cognitif ciblant les fonctions exécutives ont été développés avec un niveau de difficulté augmentant progressivement; 3) de *Développer* ces jeux en utilisant scratch comme langage de programmation favorisant ainsi l'utilisation des logiciels libres ; 4) d'*Implanter* ces jeux sur une plateforme en ligne et à accès libre afin de les rendre accessibles de tout lieu et à tout moment ; 5) d'*Évaluer* le résultat et de recommencer la boucle par la première phase, soit l'analyse, afin de réguler tout ce qui pouvait être amélioré. En effet, tous les jeux ont été modifiés à plusieurs reprises suite aux besoins observés majoritairement par la thérapeute et les parents qui accompagnaient les entraînements de leurs enfants (ils sont encore perfectibles).

Le logiciel *Scratch* a été choisi étant entièrement gratuit et permettant de mettre en place plusieurs situations de jeu, d'importer des images aux formats .png et .jpg, de créer des images en mode vectoriel etc. De plus, ce logiciel permet de partager facilement les jeux sur des plateformes en ligne, il est continuellement mis à jour et ne présente pratiquement pas de blocage et d'erreurs. Le seul *Plug in* nécessaire pour le démarrage des jeux est *Adobe Air*, qui peut être installé. Ainsi, le langage Scratch

est très accessible. Son interface graphique (*Graphical User Interface : GUI*) permet aux programmes d'être structurés en pile de blocs, c'est-à-dire que toute la programmation peut être effectuée à partir de la commande prédéterminée pour être regroupée. Bien que simple, le langage Scratch permet à l'utilisateur de libérer son imagination en développant des programmes interactifs. Cette fiabilité donne à l'auteur un accès très simple pour modifier, enlever ou ajouter une étape sous condition spécifique et en temps réel.

Les enfants participants à l'étude ont montré une aise quant à l'utilisation de l'ordinateur quoiqu'ils préfèrent l'utilisation de la tablette tactile. Ils ont dit être motivés par l'idée d'un entraînement assisté par ordinateur. Un parent a relevé une résistance de la part de son enfant suite à un score bas à une partie de jeu, mais ayant plusieurs jeux à leur disposition, l'entraînement a pu être repris sans grande opposition. L'accès à une connexion Internet relativement lente chez certaines familles a provoqué une impatience de la part d'enfants. Cette difficulté a été résolue par une prise de précaution de la part des parents qui attendaient que les jeux soient prêts avant de demander à l'enfant de démarrer son entraînement.

Tableau 1. Les jeux d'attention sélective visuelle

1	**Éclate les ballons bleus** Jeu de niveau facile où l'enfant est amené à effectuer une recherche visuelle rapide de l'écran afin de trouver les ballons bleus et de cliquer dessus pour les éclater, avant qu'ils ne disparaissent. Des ballons ayant d'autres couleurs sont présents aussi sur l'écran et possèdent un rôle de distraction.	
2	**Les étoiles filantes** Ce jeu nécessite aussi des capacités de balayage visuel, mais cette fois, l'enfant usera de l'attention auditive et visuelle. Il doit attraper les étoiles roses s'il entend de la musique et les autres étoiles en l'absence de musique. L'intermodalité sensorielle le poussera à faire un plus grand effort attentionnel.	
3	**Les balles colorées** Ce jeu présente un niveau plus avancé que les deux sus-exposés. Une balle modèle est fixée en haut de l'écran et change de couleur. Plusieurs balles sont présentes sur l'écran et l'enfant doit cliquer uniquement sur celles qui ont une couleur identique à la balle modèle. Tout en exécutant cette tâche, l'enfant doit être capable de percevoir les changements de couleur de la balle initiale.	
4	**Trouve l'intrus** L'enfant est amené à faire un grand effort de sélectivité attentionnelle. Il doit trouver dans une variété d'éléments celui qui ne figure qu'une seule fois. Les éléments se ressemblent en forme et en couleur, ce qui rend la tâche complexe.	

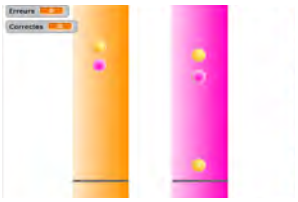
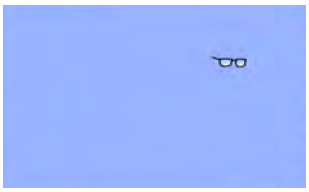
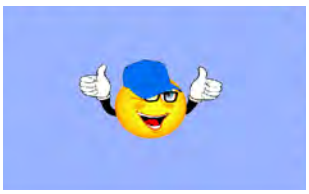
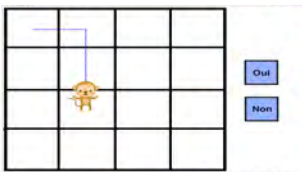
5	**Zap zap** Ce jeu requiert une forte charge attentionnelle ainsi qu'une rapidité de réaction. Sur l'écran sont placées deux colonnes, une rose et une jaune. Des balles glissent dans les deux colonnes. L'enfant doit laisser passer les balles ayant une couleur identique à celle de la colonne où elles glissent et doit cliquer sur les balles ayant une couleur différente pour les supprimer avant qu'elles n'arrivent à la fin.	

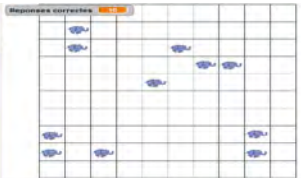
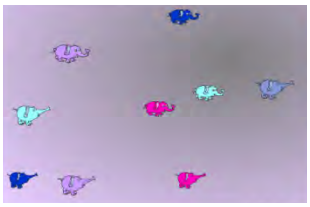
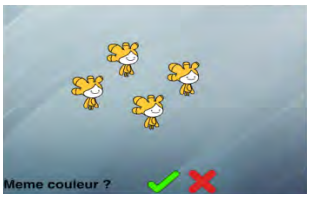
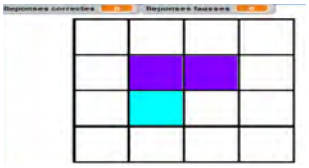
Tableau 2. Les jeux « go/no-go »

1	**Lunettes - chapeaux** Jeu de niveau facile où l'enfant est amené à donner une réponse motrice rapide tout en gérant son impulsivité. L'absence de distracteurs et l'utilisation unique de la modalité visuelle permettent une meilleure inhibition. En effet l'enfant doit cliquer sur la touche « L » s'il voit des lunettes et sur la touche « C » s'il voit des casquettes.	
2	**Lunettes - chapeaux - musique** Jeu similaire au précédent qui fait cette fois intervenir deux modalités : la vision et l'ouïe. Le niveau est donc un peu plus avancé. L'enfant devra donc cliquer sur la casquette s'il entend de la musique ou sur les lunettes si la musique est absente.	
3	**Chasse aux taupes** L'enfant est amené dans ce jeu à avoir une réponse rapide et exacte à la fois. Il doit cliquer sur les taupes dont le ventre est d'une couleur bien précise et ne doit pas cliquer sur le reste des taupes. Un chronomètre a été intégré pour permettre à l'enfant de prendre conscience du temps qu'il est en train de prendre pour effectuer la tâche. Il pourra ainsi comparer ses scores chaque semaine.	
4	**Clique sur le pingouin** Ce jeu contient deux niveaux. Le premier intègre uniquement la modalité visuelle et le second intègre les modalités visuelles et auditives. Comme le reste des jeux d'inhibition, l'enfant doit donner une réponse à la fois rapide et correcte. Dans ce jeu, il doit cliquer sur le pingouin qui lève les bras dans un premier temps, puis sur le pingouin qui lève les bras si en même temps il entend de la musique.	

5	**Attention aux chats** Ce jeu est d'un niveau plus avancé que ceux qui le précèdent. Il intègre uniquement la modalité visuelle, mais les informations reçues changent et l'enfant doit s'y adapter. Il y a des chats de chaque côté de l'écran chacun d'une couleur et des chats apparaîtront au milieu au fur et à mesure du jeu. L'enfant devra envoyer le chat du milieu chez celui qui possède la même couleur. Les chats sur les côtés échangeront leurs places au cours du jeu, l'enfant devra s'adapter au changement sans être impulsif.	
6	**Attention aux chats – niveau 2** Ce jeu suit le même principe que le précédent sauf que l'enfant doit envoyer le chat vers le côté opposé à la couleur qui lui est identique. Ainsi, ce jeu nécessite beaucoup plus de flexibilité attentionnelle et de meilleures capacités d'inhibition.	
7	**La licorne** Le jeu de la licorne nécessite une vitesse de réaction et des compétences d'inhibition. L'enfant est amené à aider la licorne à s'échapper de la sorcière tout en collectant les fruits rouges uniquement. S'il collecte les fruits jaunes, il sera pénalisé.	
8	**La licorne – niveau 2** La même consigne que le jeu précédent est donnée, sauf que dans le niveau 2, l'enfant doit collecter les fraises rouges uniquement. Il ne doit pas collecter le reste des fruits rouges ni les bananes.	

Tableau 3. Les jeux de mémoire visuo-spatiale

1	**Gratte ta mémoire** L'enfant est amené à travers ce jeu à retenir une suite de trois ou quatre éléments visuels chronologiquement. Le niveau est facile, c'est un exercice idéal pour démarrer l'entraînement de la mémoire visuo-spatiale puisque les éléments distracteurs ne sont pas très pointus.	
2	**Les singes et les bananes** Le niveau étant un peu plus difficile que le premier jeu, l'enfant doit cette fois retenir le chemin effectué par un singe et utiliser l'information mémorisée pour l'utiliser ultérieurement. Les chemins augmentent graduellement de complexité.	

3	**Nouvel objet niveau 1** Des éléments vont apparaître progressivement sur l'écran puis disparaître et réapparaître. À chaque fois un seul nouvel élément apparait avec les anciens. L'enfant n'a pas le droit de cliquer sur le même élément deux fois, il doit donc faire un bon effort de mémorisation.	
4	**Nouvel objet niveau 2** Même consigne que le niveau 1 mais les éléments augmentent de complexité, ils se ressemblent et donc l'enfant doit bien retenir les détails.	
5	**Mémoire d'éléphant niveau 1** Des éléphants d'apparence complètement identique vont apparaître progressivement dans un tableau puis disparaître et réapparaître. À chaque fois un seul nouvel éléphant apparait avec les anciens. L'enfant doit cliquer sur le nouvel éléphant à chaque fois. Les emplacements deviennent proches au fur et à mesure qu'on progresse dans le jeu pour augmenter la complexité et stimuler un effort de rétention mnésique.	
6	**Mémoire d'éléphant niveau 2** Cette fois aussi des éléphants vont apparaître progressivement sur l'écran puis disparaître et réapparaître de nouveau. À chaque fois un seul nouvel éléphant apparait avec les anciens. La différence se tient au niveau de l'apparence et des emplacements. L'enfant n'a pas le droit de cliquer sur le même éléphant deux fois, il doit donc bien retenir les détails de l'apparence des éléphants sur lesquels il clique.	
7	**Identiques ou pas ?** Ce jeu présente un niveau de difficulté encore plus avancé que ceux qui précèdent. Plusieurs éléments apparaîtront sur l'écran, ces éléments auront des particularités au niveau de la couleur, de la forme, du nombre et du sens de rotation. À chaque fois que les éléments disparaissent, une question de comparaison avec ceux qui les ont précédés apparaîtra et l'enfant devra répondre par oui ou non. Vu que la question apparait après avoir vu l'élément, un grand effort de restitution mnésique doit être effectué.	
8	**Les carreaux** Ce jeu nécessite beaucoup d'effort de rétention et de restitution mnésiques. Des carreaux de couleurs différentes apparaîtront dans un tableau pour ensuite disparaître. L'enfant devra cliquer sur l'emplacement des carreaux de la couleur indiquée par la consigne. La complexité augmente graduellement.	

C. Les moyens d'évaluation

Les tests neuropsychologiques permettent de décrire avec précision différents processus cognitifs liés aux structures cérébrales qui les sous-tendent. Ils ont la capacité de mesurer de façon standardisée et quantitative les aspects les plus complexes du comportement tel que l'attention, la mémoire, le langage, le raisonnement et les processus émotionnels. Au niveau de la neuroéducation, ces tests servent à détecter une différence suite à l'implémentation d'un protocole pour permettre un regard nouveau sur les méthodes éducatives. Les scores obtenus à l'aide des tests forment les variables indépendantes (Masson et Borst, 2017).

La tâche *go/no-go* a été évaluée grâce au subtest marche-arrête de la batterie TEA-ch (Manly, Robertson, Anderson et Mimmo, 2004), l'attention sélective visuelle a été évaluée par le subtest recherche dans le ciel de cette même batterie. La mémoire visuo-spatiale a été évaluée grâce au subtest empan à l'envers du test des blocs de Corsi (Albaret et Fournier, 2014).

IV. Les résultats statistiques

Les tableaux des mesures sont disponibles en annexe.

A. Analyse statistique des résultats au niveau de l'attention sélective visuelle

Le Test T pour échantillons indépendants « *Independent Samples T Test »* montre qu'au niveau du pré-test, il n'existe pas de différence significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. La valeur *p* est égale à 0.842, supérieure à 0.05. Au niveau du post-test, la différence entre les 2 groupes est significative, la valeur *p* étant égale à 0.002 et inférieure à 0.05. La moyenne du groupe expérimental ($M = 10.4$) étant supérieure à la moyenne du groupe contrôle ($M = 6$) montre que la différence est en faveur du groupe expérimental.

Pour comparer la différence entre le pré-test et le post-test chez les deux groupes le Test sur échantillons appariés « *Paired Samples Test »* est utilisé. On note une évolution significative chez le groupe expérimental avec une valeur *p* égale à 0.008, inférieure à 0.05. Le groupe contrôle présentant la même moyenne en pré-test et post-test, le « *Paired Samples Test* » ne peut être effectué et montre qu'il n'existe pas de différence significative chez le groupe contrôle.

Ainsi, l'entraînement quotidien sur une période de huit semaines semble permettre une meilleure évolution de l'attention sélective visuelle, en comparaison aux méthodes utilisées quotidiennement qui ne montrent pas d'évolution après huit semaines de rééducation.

B. Analyse statistique des résultats au niveau de la tâche go/no-go

Notons qu'au niveau du subtest marche – arrête nous avons des scores de dégradation, ceci signifie que plus les scores sont élevés plus les difficultés sont sévères.

Le Test T pour échantillons indépendants « *Independent Samples T Test »* montre qu'au niveau du pré-test, il n'existe pas de différence significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. La valeur *p* est égale à 0.943, supérieure à 0.05. Au niveau du post-test, la différence entre les deux groupes n'est pas significative, la valeur *p* étant égale à 0.225 et supérieure à 0.05. Il n'existe donc pas de différence entre les deux groupes suite à l'entraînement.

Pour comparer la différence entre le pré-test et le post-test chez les deux groupes le Test sur échantillons appariés « *Paired Samples Test »* est utilisé. On note une évolution significative chez le groupe expérimental avec une valeur *p* égale à 0.002, inférieure à 0.05. De même, une évolution significative chez le groupe contrôle est notée avec une valeur *p* égale à 0.003, inférieure à 0.05. En comparant la différence entre les deux groupes, on trouve une évolution légèrement supérieure chez le groupe expérimental.

Ainsi, l'entraînement quotidien sur une période de huit semaines permet une évolution de l'inhibition au niveau de la tâche *go/no-go*, mais cette évolution n'est pas significativement meilleure que celle retrouvée suite aux méthodes usuelles de rééducation.

C. Analyse statistique des résultats au niveau de la mémoire de travail visuo-spatiale

Le Test T pour échantillons indépendants « *Independent Samples T Test »* montre qu'au niveau du pré-test, il n'existe pas de différence significative entre le groupe expérimental et le groupe contrôle. La valeur *p* est égale à 0.545, supérieure à 0.05. Au niveau du post-test, la différence entre les deux groupes est légèrement significative, la valeur *p* étant égale à 0.094 et inférieure à 0.1. La moyenne du groupe expérimental (M = 3.2) étant supérieure à la moyenne du groupe contrôle (M = 2.6) montre que la différence est en faveur du groupe expérimental.

Pour comparer la différence entre le pré-test et le post-test chez les deux groupes le Test sur échantillons appariés « *Paired Samples Test »* est utilisé. L'évolution n'est pas significative chez le groupe expérimental avec une valeur *p* égale à 0.178, supérieure à 0.05. Le groupe contrôle présentant la même moyenne en pré-test et post-test, le « *Paired Samples Test* » ne peut être effectué et montre qu'il n'existe pas de différence significative chez le groupe contrôle.

Ainsi, l'évolution de la mémoire de travail visuo-spatiale observée suite à l'entraînement quotidien sur une période huit semaines n'est pas significative chez le groupe expérimental et les méthodes quotidiennes ne montrent pas d'évolution suite à huit semaines de rééducation.

La fréquence d'entraînement aux jeux a été collectée et l'analyse faite grâce au test de Kendall. La corrélation entre la fréquence d'entraînement et l'évolution observée a montré une dépendance directe avec une corrélation significative au niveau 0.01 pour l'inhibition, l'attention sélective visuelle, la mémoire de travail : inhibition r = 0.947, attention sélective visuelle r = 0.892 et mémoire de travail visuo-spatiale r = 0.734. Ceci montre que la fréquence d'entraînement et l'évolution notée évoluent parallèlement en crescendo.

Les résultats collectés permettent de montrer que l'entraînement cognitif utilisé comme support à la rééducation habituelle accélère l'évolution. Il est certain que huit semaines de travail pour une population de dix enfants ne suffisent pas pour avoir des résultats généralisables au niveau des compétences évaluées en présence de l'entraînement ou en son absence. Les résultats obtenus permettent de démontrer l'importance de l'entraînement assisté par ordinateur aux jeux numériques en tant que support à la rééducation psychomotrice. La différence entre les moyennes réside dans le fait que huit semaines de rééducation psychomotrice à raison d'une séance par semaine ne sont pas suffisantes, elles permettent toutefois de travailler des stratégies de rééducation que l'enfant peut appliquer seul à distance en s'entraînant sur les jeux numériques.

V. Contraintes face à l'utilisation de l'entraînement effectué

Plusieurs obstacles furent relevés lors de l'application de cet entraînement. On ajoute à la durée d'entraînement mentionnée auparavant, les problèmes techniques rencontrés quant à la qualité de la connexion Internet au Liban, la plus ou moins grande disponibilité des parents pour accompagner leurs enfants lors des entraînements, ce qui a induit des fréquences d'entraînement relativement basses pour certains enfants, ainsi que la préférence de l'utilisation des tablettes tactiles beaucoup plus utilisées de nos jours par les enfants, en comparaison aux ordinateurs utilisés au niveau de cette recherche.

De plus, les enfants ayant participé à l'expérience n'ont pas de profils similaires même si leurs projets thérapeutiques et les conditions de passation et de rééducation sont identiques. Les différences individuelles, sociales et environnementales seraient une des causes des différences dans la rapidité d'évolution et dans l'implication face au travail ayant lieu.

VI. Suggestions futures

Dans une perspective d'application profonde de cette remédiation grâce à l'entraînement assisté par ordinateur et pour pallier les difficultés rencontrées, plusieurs pistes de réflexion s'avèrent pertinentes afin de comprendre :

- Comment élaborer une application mobile en supplément à la plateforme accessible grâce à un ordinateur. L'accès sera plus facile aux enfants et moins pénible aux parents ;
- Comment augmenter et varier les jeux, en ciblant un plus grand panel de fonctions exécutives

et en diversifiant les niveaux de difficulté et les thèmes pour intéresser encore plus les enfants et les motiver ;

- Comment augmenter la durée d'entraînement, pour arriver à six mois, si possible. Ainsi, les enfants auront le temps d'entraîner un plus grand nombre de fonctions exécutives ;
- Comment tester les jeux sur un plus grand échantillon et à l'échelle internationale pour recueillir des résultats plus précis et significatifs ;
- Comment utiliser dans les jeux des avatars dans lesquels les enfants pourraient se projeter, pour augmenter leur confiance en soi et leur permettre de dépasser leurs limites. Les avatars permettent aux enfants ayant une faible estime de soi de surpasser cette difficulté et de prendre leur force de celle de l'avatar (Huerre, 2013) ;
- Comment utiliser à travers le site web des techniques permettant de collecter une base de données concernant les utilisateurs des jeux pour pouvoir relever la fréquence d'utilisation.

Ajouter à la méthodologie de collecte des résultats, l'utilisation de l'imagerie par résonance magnétique fonctionnelle. Ceci afin de montrer quelles régions au niveau du cerveau sont mobilisées lors des entraînements (Masson et Borst, 2017).

VII. Conclusion

Le trouble déficitaire de l'attention avec ou sans hyperactivité (TDA/H) accompagné d'un dysfonctionnement cognitif spécifique peut transformer la période d'apprentissage en un fardeau pour les enfants et par la suite pour leurs professeurs (Moret et Mazeau, 2013). Il a pris une importance croissante au cours des vingt-cinq dernières années, tant au niveau de la préoccupation centrale des parents et des éducateurs qu'au niveau de l'intérêt fourni par les praticiens de la santé mentale et par les chercheurs. Une première description médicale de la symptomatologie a été fournie par le psychiatre américain Benjamin Rush en 1812 (Rush, 1812) et depuis, des milliers de recherches ont été entreprises pour permettre la compréhension de ce trouble et des moyens de développement des compétences déficitaires. L'étude présentée dans cet article a sélectionné trois compétences parmi les fonctions exécutives déficitaires chez les enfants ayant un TDA/H et a proposé de les développer grâce à un entraînement assisté par ordinateur, par des jeux numériques présentés d'une manière quotidienne. Ceci, en s'appuyant sur une panoplie de modèles théoriques étudiant le trouble déficitaire de l'attention d'une part et le développement des fonctions exécutives d'autre part. La sélection de la compétence d'inhibition au niveau des tâches d'attention sélective et des tâches de type *go/no-go* en parallèle à la compétence de mémoire de travail s'est basée sur le fait que ces compétences sont nécessaires pour le bon déroulement de la majorité des apprentissages scolaires.

Cette recherche a porté sur un entraînement assisté par ordinateur à partir de jeux numériques. L'équipe souhaitait aligner l'intérêt des sujets pour les jeux vidéo en ligne et l'exploration en contexte paramédical d'un objet médiateur supposé les motiver suffisamment pour que les enfants puissent avoir une exposition fréquente aux jeux de manière à pouvoir observer un bénéfice thérapeutique relativement aux stimuli visés.

Les parents ont été formés aux méthodes d'auto-instruction, de soliloque et à la technique CO-OP pour accompagner au mieux leurs enfants.

S'il n'est pas simple de remédier à ces dysfonctionnements et aux lacunes conséquentes au niveau académique, nous faisons l'hypothèse que ce n'est cependant pas impossible.

Les jeux numériques que notre recherche a proposés présentent des stimuli rapides, multimodaux et ludiques permettant de travailler les fonctions ciblées. Nous avons fait l'hypothèse que ce travail pour se faire d'une manière efficace et amusante.

Notre protocole a permis de mettre en œuvre un entraînement assisté par ordinateur d'une manière quotidienne sur une période de huit semaines et nous avons pu en mesurer des effets auprès d'enfants puis les comparer avec les mesures réalisées avec d'autres enfants qui suivaient un protocole aux méthodes de rééducation usuelle.

Nos résultats ont permis de mesurer une évolution significativement meilleure de l'attention sélective

visuelle et une évolution significative avec une légère différence non significative au niveau de la tâche go/no-go.

Concernant la mémoire de travail visuo-spatiale l'entraînement assisté par ordinateur sur une période de huit semaines, nos résultats montrent la présence d'une évolution qui reste non significative alors que la rééducation habituelle montre l'absence d'une amélioration.

L'expérience effectuée a ciblé uniquement trois sous-domaines des compétences pouvant être déficitaires chez un enfant ayant ce trouble et elle a démontré que l'entraînement des fonctions atteintes en parallèle à la rééducation habituelle et au traitement pharmacologique si nécessaire peut accélérer l'évolution attendue.

Il serait donc intéressant de poursuivre nos recherches pour étayer l'hypothèse selon laquelle effectuer des entrainements fréquents seraient bénéfique pour ces enfants. Des études ultérieures concernant ces enfants ayant un TDA/H pourraient par exemple compter sur des entraînements avec une fréquence de cinq jours par semaine, en multipliant les jeux et les compétences ciblées.

Néanmoins, il nous semble important de procéder à des mesures sur de long termes car la rééducation des dysfonctionnements exécutifs que présente un enfant ayant un TDA/H est une procédure complexe qui s'étale sur une longue durée. Aussi il convient de s'inquiéter du soutien à l'enfant et à la famille dont la présence et l'accompagnement continu des parents est essentiel pour garantir de meilleurs résultats.

Références

Albaret, J. M. (2005). Le TDA/H comme trouble de l'inhibition comportementale et de l'auto-contrôle : le modèle de Barkley. F. Joly, *L'hyperactivité en débat*, 146-148. Toulouse : Eres. [En ligne] http://www.psychomot.ups-tlse.fr/albaret2005.pdf

Albaret, J. M. et Fournier, M. (2014). Étalonnage des blocs de Corsi sur une population d'enfants scolarisés du CP à la 6e. *Développements*, 85-91. [En ligne] http://www.psychomot.ups-tlse.fr/Fournier2014.pdf

American Psychiatric Association. (2013). *Diagnostic and statistical manual of mental disorders* (éd. 5th). Arlington, VA : American Psychiatric Publishing. [En ligne] https://doi.org/10.1176/appi.books.9780890425596

Barkley, R. (1997). Behavioral inhibition, sustained attention, and executive functions : constructing a unifying theory of ADHD. *Psychological Bulletin*, 121(1), 65-94. [En ligne] https://doi.org/10.1037/0033-2909.121.1.65

Bidwell, L. C., Mccleron, F. J. et Kollins, S. H. (2011). Cognitive enhancers for the treatment of ADHD. *Pharmacology Biochemistry & Behavior*, 99, 262-274. [En ligne] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/21596055

Bourgeois, F. T., Kim, J. M. et Mandi, K. D. (2014). Premarket safety and efficacy studies for ADHD medications in children. *PLoS ONE*, 9(7), *e102249*. [En ligne] https://doi.org/10.1371/journal.pone.0102249

Bull, R., Espy, K. A. et Wiebe, S. A. (2008). Short-term memory, working memory, and executive functions in preschoolers : Longitudinal predictors of mathematical achievement at age 7 years. *Developmental neuropsychology*, 33, 205-228. [En ligne] https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/87565640801982312

Casey, B. J. et Caudle, K. (2013). The teenage brain : Self control. *Current direction in psychological science*, 22, 82-87. [En ligne] https://dx.doi.org/10.1177%2F0963721413480170

Chaptal, A. (2003). *L'efficacité des technologies éducatives dans l'enseignement, scolaire. Analyse critique des approches française et américaine*. Paris : L'Harmattan.

Chevalier, N., Guay, M.-C. et Achim, A. (2006). *Trouble déficitaire de l'attention avec hyperactivité - Soigner, éduquer, surtout valoriser*. Québec : Presse de l'Université du Québec.

Collins, A. et Koechlin, E. (2012). Reasoning, learning and creativity : frontal lobe function and human decision making. *Public Library of Science Biology*, 10(3), e1001293. [En ligne] https://doi.org/10.1371/journal.pbio.1001293

Diamond, A. (2012). Activities and Programs That Improve Children's Executive Functions. *Current Directions in Psychological Science*, 21(5), 335-341. [En ligne] https://doi.org/10.1177 /0963721412453722

Diamond, A. (2013). Executive functions. *Annual review of psychology*, 64, 135-168. [En ligne] https://doi.org/10.1146/annurev-psych-113011-143750

Diamond, A. et Ling, D. S. (2016). Conclusions about interventions, programs, and approaches for improving executive functions that appear justified and those that, despite much hype, do not. *Developmental cognitive neuroscience*, 18, 34-48. [En ligne] https://doi.org/10.1016 /j.dcn.2015.11.005

Franck, N. (2014). La remédiation cognitive, défense de la clinique en psychiatrie. *Santé mentale*, 99-112. [En ligne] https://doi.org/10.3917/eres.sasso.2014.01.0099

Friedman, N. P. et Miyake, A. (2004). The relations among inhibition and interference control functions : a latent-variable analysis. *Journal of experimental psychology*, 133, 101-135. [En ligne] https://doi.org/10.1037/0096-3445.133.1.101

Godefroy, O. (2008). *Fonctions exécutives et pathologies neurologiques et psychiatriques. Évaluation en pratique clinique*. Marseille : Solal.

Habib, M. (2014). *La constellation des dys. Bases neurologiques de l'apprentissage et de ses troubles.* Paris : De Boeck Solal.

Houdé, O. et Borst, G. (2018). *Le cerveau et les apprentissages.* Paris : Nathan.

Huerre, P. (2013). *Faut-il avoir peur des écrans* ? Paris : Doin.

Lanoë, C., Lubin, A., Vidal, J., Houdé, O. et Borst, G. (2016). Inhibitory control is needed to overcome written verb inflection errors. Evidence from a developmental negative priming study. *Cognitive development*, 37, 18-27. [En ligne] https://doi.org/10.1016/j.cogdev.2015.10.005

Manly, T., Robertson, I. H., Anderson, V. et Mimmo, S. I. (2004). *TEA-Ch Test d'évaluation de l'attention chez l'enfant.* Paris : ECPA.

Marquet-Doléac, J. et Soppelsa, R. (2009). Le trouble du déficit de l'attention/hyperactivité : aspects temporels du syndrome et place du psychomotricien. *Approche neuropsychologique des apprentissages chez l'enfant,* 21, 397-401. [En ligne] http://www.psychomot.ups-tlse.fr/marquet2009.pdf

Masson, S. et Borst, G. (2017). *Méthodes de recherche en neuroéducation.* 2017 : Presses de l'Université du Québec.

Meichenbaum, D. et Goodman, J. (1971). Training impulsive children to talk to themselves : a means of developing self-control. *Journal of abnormal psychology*, 77, 115-126. [En ligne] https://psycnet.apa.org/doi/10.1037/h0030773

Ministère français de l'éducation nationale de l'enseignement supérieur et de la recherche. (2017). *Jeux numériques*. [En ligne] http://eduscol.education.fr/jeu-numerique/#/article/1539

Mondéjar, T., Hervas, R., Johnson, E., Gutierrez, C. et Latorre, J. M. (2016). Correlation between Videogame Mechanics and Executive Functions through EEG analysis. *Journal of Biomedical Informatics*, 63, 131–140. [En ligne] https://doi.org/10.1016/j.jbi.2016.08.006

Moret, A. et Mazeau, M. (2013). *Le syndrome dys-exécutif chez l'enfant et l'adolescent.* Paris : Elsevier Masson SAS.

Plizka, S. R. (1998). Comorbidity of attention deficit / hyperactivity disorder with psychiatric disorder : an overview. *Journal of clinical psychiatry*, 59(7), 50-59. [En ligne] https://www.ncbi.nlm.nih.gov/pubmed/9680053

Polatajko, H. J. et Mandich, A. (2004). *Enabling Occupation in Children : The Cognitive Orientation to Daily Occupational Performance* (CO-OP) Approach. Ontario : CAOT Publications ACE.

Richa, S., Rohayem, J., Chammai, R., Kazour, F., Haddad, R., Hleis, S. et Gerbaka, B. (2014). ADHD prevalence in Lebanese school-age population. *Journal of Attention Disorders*, 18, 242-246. [En ligne] https://doi.org/10.1177/1087054712445065

Roell, M., Viarouge, A., Houdé, O. et Borst, G. (2017). Inhibitory control and decimal number comparison in school-aged children. *Plos one*, 12(11), [En ligne] https://doi.org/10.1371/journal.pone.0188276

Roy, A., Le Gall, D., Roulin, J. et Fournet, N. (2012). Les fonctions exécutives chez l'enfant : approche épistémologique et sémiologie clinique. *Revue de neuropsychologie neurosciences cognitives et cliniques*, 4(4), 287-297. [En ligne] https://doi.org/10.3917/rne.044.0287

Rush, B. (1812). *Medical inquiries and observations upon the diseases of the mind.* Philadelphia : Kimber and Richardson.

Sablier, J., Stip, E. et Franck, N. (2009). Remédiation cognitive et assistants cognitifs numériques dans la schizophrénie : état de l'art. *L'Encéphale*, 35, 160-167. [En ligne] https://www.em-consulte.com/article/210738/alertePM

Samama, D., Voisin, C., Komano, O. et Jouvent, R. (2017). *Pour une remédiation à distance.* Dans N. Franck*, Remédiation cognitive.* Issy-les-Moulineaux : Elsevier Masson.

Samier, R. et Jacques, S. (2019). *Neuropsychologie et stratégies d'apprentissage.* Paris : Tom Pousse.

Sonuga-Barke, E. (2013). The dual pathaway model of AD/HD : an elaboration of neuro-developmental characteristics. *Neuroscience and Biobehavioral Reviews*, 27, 593-604. [En ligne] https://doi.org/10.1016/j.neubiorev.2003.08.005

Soppelsa, R., Albaret, J. M. et Corraze, J. (2009). Les comorbidités : théorie et prise de décision thérapeutique. *Les entretiens de psychomotricité*, 5-20. [En ligne] http://www.psychomot.ups-tlse.fr/soppelsa2009.pdf

Sturm, W., Wilmess, K., Orgass, B. et Hartje, W. (1997). Do Specific attention deficits need specific training. *Neuropsychological Rehabilitation*, 7(2), 81-103. [En ligne] https://doi.org/10.1080/713755526

The Adore study group. (2004). ADORE - Attention deficit hyperactivity disorder observational research in Europe. *European Child and Adolescent Psychiatry*, 13(1), 36-42. [En ligne] https://doi.org/10.1007/s00787-004-1004-8 \t _10.1007/s00787-004-1004-8

Vygotsky, L. S. (1962). *Thought and Language.* Cambrige : MA : MIT Press.

Yang, P., Chung, L. C., Chen, C. S. et Chen, C. C. (2004). Rapid improvement in academic grades following methylphenidate treatment in attention-deficit hyperactivity disorder. *Psychiatry and Clinical Neurosciences*, 58, 37-41. [En ligne] https://doi.org/10.1111/j.1440-1819.2004.01190.x

Zelazo, P. D. et Carlson, S. M. (2012). Hot and Cool Executive Function in Childhood and Adolescence : Development and Plasticity. *Child development perspecitves*, 6(4), 354-360. [En ligne] https://doi.org/10.1111/j.1750-8606.2012.00246.x

Annexes

Annexe 1. Moyenne des deux groups en pré-test et post-test

Group Statistics					
	Ex Co	N	Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean
Prtest 1	Experimental	5	5.800	1.4832	.6633
	Control	5	6.000	1.5811	.7071
Prtest 2	Experimental	5	15.120	2.8517	1.2753
	Control	5	15.000	2.2880	1.0232
Prtest 3	Experimental	5	2.800	.4472	.2000
	Control	5	2.600	.5477	.2449
Potest 1	Experimental	5	10.400	1.5166	.6782
	Control	5	6.000	1.5811	.7071
Potest 2	Experimental	5	11.660	3.8895	1.7394
	Control	5	14.300	2.2327	.9985
Potest 3	Experimental	5	3.200	.4472	.2000
	Control	5	2.600	.5477	.2449

Annexe 2. Independent Samples T Test

Independent Samples Test										
		Levene's Test for Equality of Variances		t-test for Equality of Means						
									95% Confidence Interval of the Difference	
		F	Sig.	t	df	Sig. (2-tailed)	Mean Difference	Std. Error Difference	Lower	Upper
Prtest 1	Equal variances assumed	.083	.781	-.206	8	.842	-.2000	.9695	-2.4358	2.0358
	Equal variances not assumed			-.206	7.968	.842	-.2000	.9695	-2.4373	2.0373
Prtest 2	Equal variances assumed	.095	.765	.073	8	.943	.1200	1.6351	-3.6504	3.8904
	Equal variances not assumed			.073	7.641	.943	.1200	1.6351	-3.6815	3.9215
Prtest 3	Equal variances assumed	1.524	.252	.632	8	.545	.2000	.3162	-.5292	.9292
	Equal variances not assumed			.632	7.692	.545	.2000	.3162	-.5343	.9343
Potest 1	Equal variances assumed	.022	.885	4.491	8	.002	4.4000	.9798	2.1406	6.6594
	Equal variances not assumed			4.491	7.986	.002	4.4000	.9798	2.1399	6.6601
Potest 2	Equal variances assumed	1.034	.339	-1.316	8	.225	-2.6400	2.0056	-7.2650	1.9850
	Equal variances not assumed			-1.316	6.378	.233	-2.6400	2.0056	-7.4780	2.1980
Potest 3	Equal variances assumed	1.524	.252	1.897	8	.094	.6000	.3162	-.1292	1.3292
	Equal variances not assumed			1.897	7.692	.096	.6000	.3162	-.1343	1.3343

Annexe 3. Paired Samples Test

Paired Samples Statistics					
		Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Pair 1	Prtest 1	5.900	10	1.4491	.4583
	Potest 1	8.200	10	2.7406	.8667
Pair 2	Prtest 2	15.060	10	2.4382	.7710
	Potest 2	12.980	10	3.2977	1.0428
Pair 3	Prtest 3	2.700	10	.4830	.1528
	Potest 3	2.900	10	.5676	.1795

Paired Samples Test

		Paired Differences					t	df	Sig. (2-tailed)
		Mean	Std. Deviation	Std. Error Mean	95% Confidence Interval of the Difference Lower	Upper			
Pair 1	Prtest 1 - Potest 1	-2.3000	2.7909	.8825	-4.2965	-.3035	-2.606	9	.028
Pair 2	Prtest 2 - Potest 2	2.0800	1.6226	.5131	.9192	3.2408	4.054	9	.003
Pair 3	Prtest 3 - Potest 3	-.2000	.4216	.1333	-.5016	.1016	-1.500	9	.168

Paired Samples Statistics

Ex Co			Mean	N	Std. Deviation	Std. Error Mean
Experimental	Pair 1	Prtest 1	5.800	5	1.4832	.6633
		Potest 1	10.400	5	1.5166	.6782
	Pair 2	Prtest 2	15.120	5	2.8517	1.2753
		Potest 2	11.660	5	3.8895	1.7394
	Pair 3	Prtest 3	2.800	5	.4472	.2000
		Potest 3	3.200	5	.4472	.2000
Control	Pair 1	Prtest 1	6.000[a]	5	1.5811	.7071
		Potest 1	6.000[a]	5	1.5811	.7071
	Pair 2	Prtest 2	15.000	5	2.2880	1.0232
		Potest 2	14.300	5	2.2327	.9985
	Pair 3	Prtest 3	2.600[a]	5	.5477	.2449
		Potest 3	2.600[a]	5	.5477	.2449

a. The correlation and t cannot be computed because the standard error of the difference is 0.

Usage des tablettes numériques pour favoriser le passage à l'écrit de collégiens présentant un trouble spécifique du langage écrit

Use of digital tablets to promote writing of middle school students with specific learning disorder

Laetitia Boulc'h
Laboratoire EDA, Université Paris Descartes, Paris, France
Malika Soufi
Académie de Paris, Paris, France

Résumé

La présente étude s'intéresse aux élèves dyslexiques-dysorthographiques de 6ème/5ème scolarisés en ULIS TAP (Unité Localisée pour l'Inclusion Scolaire – Trouble des APprentissages) et vise à déterminer dans quelle mesure l'utilisation de tablettes tactiles favorise leur autonomie lors des temps de scolarisation en classe ordinaire et tout particulièrement pour le passage à l'écrit. Les résultats obtenus soulignent l'intérêt de la tablette, aisément prise en main par les élèves, elle facilite l'organisation matérielle, accélère la prise de notes et améliore la qualité graphique et syntaxique des écrits produits. Cependant, d'autres aspects comme le correcteur orthographique ou l'écriture intuitive complexifient l'activité et empêchent certains élèves de focaliser leur attention sur le contenu du cours et les informations centrales à mémoriser.

Mots clés : tablette, écriture, autonomie, dyslexie, collège

Abstract

The present study is about students with specific learning disorder from 6th / 5th grade in ULIS TAP (Localized Unit for School Inclusion - learning disabilities). It aims to determine the extent to which the use of tablets makes them more autonomous during regular schooling and especially for writing activities. The results obtained underline the interest of the tablet. It is easily handled by students, it facilitates material organization, speeds up note-taking and improves the graphic and syntactic quality of the written. However, other aspects such as spell checking or predictive writing make the activity more complex and prevent some students from focusing their attention on course content and important information to memorize.

Keywords: *tablet, writing, autonomy, dyslexia, middle school*

I. Introduction

Le trouble spécifique de l'apprentissage du langage écrit, connu sous le terme de « dyslexie développementale » se caractérise par un ensemble de difficultés durables pour apprendre à lire et à écrire, malgré un niveau intellectuel normal, un bon environnement socio-éducatif et l'absence de troubles d'ordre visuel, perceptif ou psychologique (OMS, 1994). Parallèlement à la prise en charge rééducative par des spécialistes, l'enseignant est incité à procéder à diverses adaptations pédagogiques afin de compenser au mieux les difficultés liées au handicap. Dans ce cadre, l'apport des TICE (technologies de l'information et de la communication pour l'enseignement) en tant que support pédagogique pourrait permettre de répondre aux besoins spécifiques des élèves dyslexiques.

Cette recherche s'intéresse plus particulièrement à l'apport des tablettes tactiles dans les classes pour faciliter la scolarisation des élèves présentant un trouble spécifique du langage écrit. Elle vise plus précisément à examiner, auprès de collégiens scolarisés en ULIS TAP (Unité Localisée pour l'Inclusion Scolaire – Trouble des APprentissages), l'apport de l'utilisation de ces outils. Nous cherchons plus particulièrement à déterminer dans quelle mesure l'utilisation d'une ardoise numérique favorise l'autonomie des élèves dyslexiques dans le cadre du temps de scolarisation en classe ordinaire et tout particulièrement pendant les moments de prise de notes et de rédaction.

II. Éléments théoriques

A. Les troubles des apprentissages. La dyslexie-dysorthographie et ses conséquences sur les apprentissages

En 1970, l'Organisation Mondiale de la santé reconnaît officiellement la dyslexie ; elle apparaît au sein de la Classification Internationale des Maladies sous la référence *« F.81.0 : Trouble spécifique de la lecture »* (OMS, 1994). Elle toucherait environ 5% de la population (Barrouillet et al., 2007).

On définit généralement la dyslexie à partir de ce qu'elle n'est pas :

> *« la dyslexie développementale est évoquée lorsque des difficultés d'apprentissage du langage écrit se manifestent chez des enfants d'intelligence normale, ne souffrant d'aucune défaillance neurologique, sensorielle, psychiatrique ou socioculturelle avérée »* (Delahaie, 2009).

Du fait des difficultés qu'elle engendre dans l'acquisition de la lecture, la dyslexie est souvent à l'origine de grandes difficultés scolaires pour l'élève. Les répercussions sur les apprentissages sont multiples (Ecalle, Magnan et Ramus, 2007). Concernant l'écrit, l'élève dyslexique parvient difficilement à appliquer le code grapho-phonétique et/ou à retrouver l'orthographe lexicale des mots. À ces difficultés, propres à l'efficacité des processus cognitifs impliqués dans la lecture et l'écriture des mots, s'ajoutent fréquemment des troubles associés touchant 1- l'orientation spatiale, ce qui entraîne des difficultés à se repérer sur l'espace de la feuille, 2- les processus attentionnels et mnésiques qui limitent la rétention des informations dans la situation de prise de notes, ou encore 3- les capacités d'abstraction et de catégorisation, ce qui les pénalise lorsqu'ils doivent traiter et synthétiser différents documents ou différentes informations simultanément.

En synthèse, l'écriture spontanée tout comme la copie ou l'écriture sous dictée constituent des activités lentes, peu efficaces et cognitivement coûteuses. L'élève dyslexique a donc souvent besoin de plus de temps et d'aide pour réaliser les tâches demandées. Souvent peu autonome, il peut être rapidement découragé et exprimer un rejet de la lecture, de l'écriture et un désinvestissement progressif de tous les apprentissages scolaires. La recherche d'autonomie demeure donc un des principaux objectifs pour ces élèves. Selon Poulet (2013), les aides humaines et matérielles, telle que l'utilisation des nouvelles technologies, sont susceptibles de placer l'élève au centre des apprentissages, de manière à ce qu'il reste actif et de ce fait un apprenant efficace :

> *« si l'autonomie n'est pas l'indépendance, elle pourrait se définir comme la capacité de se servir de l'aide à bon escient ».*

B. Modes de scolarisation des élèves dyslexiques et adaptations pédagogiques

Depuis 2005, la loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées[1] a apporté de nombreux changements dans la scolarisation des élèves handicapés. La principale innovation de cette loi réside dans le fait que tout enfant ou adolescent présentant un handicap ou un trouble invalidant peut être scolarisé dans une école ordinaire au plus près de son domicile. Elle réaffirme également certains aménagements dans la scolarité des élèves tels que les tiers-temps supplémentaires lors de toute évaluation.

Si la scolarisation en classe ordinaire prédomine, les élèves à besoins spécifiques peuvent aussi être intégrés à une ULIS (Unité localisée pour l'Inclusion Scolaire). L'ULIS est un dispositif scolaire qui accueille en principe dix élèves répartis sur tous les niveaux du collège. Elle prévoit pour chaque élève un temps de scolarisation, dit d'inclusion, dans une classe ordinaire de l'établissement scolaire. Le reste du temps, soit 5 à 12 heures par semaine, ils sont rassemblés autour d'un enseignement spécialisé, coordinateur de l'ULIS.

Outre la présence d'un(e) Auxiliaire de Vie Scolaire (AVS), des outils numériques comme les ordinateurs et plus récemment des outils comme des ordinateurs ou des tablettes sont proposées aux élèves pour pallier leurs difficultés à l'écrit notamment. Quelques recherches se sont penchées sur l'intérêt d'utiliser ces technologies en classe auprès d'élèves typiques, plus rares sont celles portant sur les élèves présentant des troubles spécifiques des apprentissages.

C. TIC et trouble spécifique du langage écrit

Depuis le début des années 2010, les tablettes sont de plus en plus régulièrement utilisées dans les classes dans le cadre d'activités d'écriture en primaire notamment (Villemonteix et al., 2015 ; Walsh et Simpson, 2013, 2014). Certaines études indiquent que la tablette améliore l'écrit d'un point de vue quantitatif mais également qualitatif puisque les élèves sont souvent plus créatifs et s'appuient sur un plus grand nombre de ressources (Karsenti et Fiévez, 2014). De plus, les pratiques d'écriture sont améliorées notamment parce que ces outils favorisent l'écriture collaborative au sein d'un groupe (Bernard, Boulc'h et Arganini, 2013 ; Sullivan, 2013). Il est à noter cependant que chez les jeunes élèves de cycle 2 pour qui les processus de révision et de planification ne sont pas encore automatisés, la tablette peut faciliter les révisions mais essentiellement de surface et à condition que les ressources mises à disposition (Boulc'h et Beauvais, 2017) et l'étayage de l'enseignant le permettent (Nogry et Beauvais, 2019).

Dans le cas des élèves présentant des troubles des apprentissages, quelques études ont montré que ces outils engendrent davantage de motivation car ils constituent des *« environnements facilitants et constituent des aides techniques qui permettent de lever les obstacles à l'écrit »* (Bernard, Boulc'h et Achard, 2013). D'un point de vue rédactionnel, ils permettent à ces élèves de produire des textes plus étoffés (Hébert[2]). Du point de vue gestuel, ils fluidifient le geste d'écriture (Berninger, Nagy, Tanimoto, Thompson et Abbott, 2015) et du point de vue lecture, ils présentent une ergonomie qui facilite le déchiffrage et la compréhension grâce à la possibilité de réduire facilement le nombre de mots par ligne (Schneps et al., 2013).

Ces quelques recherches sont généralement conduites auprès d'élèves « dys » scolarisés dans des classes ordinaires et très rarement dans le cadre de l'enseignement spécialisé.

En France, au niveau institutionnel, quelques expérimentations ont vu le jour, notamment le projet ministériel « Clis'Tab » qui pendant deux ans a étudié l'intérêt pédagogique de la tablette numérique pour des élèves en situation de handicap scolarisés en CLasse pour l'Inclusion Scolaire (CLIS – actuellement nommée « ULIS-école »). Dans cette recherche, les élèves présentant des troubles spécifiques du langage et des apprentissages ont reçu une tablette qu'ils ont pu utiliser dans le cadre scolaire et familial. Les enseignants ont été formés afin de se familiariser avec le matériel et les

[1] Aspects essentiels de la loi du 11 février 2005, dite loi pour l'égalité des droits et des chances, la participation et la citoyenneté des personnes handicapées (2006). Reliance 22(4), 81-85. doi :10.3917/reli.022.0081.

[2] Hébert, D. (2013). HandiTAbs, expérimentation « Tablette 2013 - École2demain » au sein de la CLIS4 de Colmar. Deuxième appel à projets de Solidarités Numériques. Paris (5 septembre).

ressources susceptibles de répondre aux besoins spécifiques des élèves. Des aides techniques et pédagogiques ont été apportées tout au long du projet. À différents moments de l'expérimentation, des questionnaires et des entretiens ont permis de collecter des informations sur l'utilisation des tablettes en classes (pratiques, ressources utilisées, difficultés rencontrées…) et sur les effets des tablettes sur les apprentissages et l'inclusion des élèves. Malgré des problèmes techniques et certaines contraintes de fonctionnement, les résultats (Heitz-Ferrand, 2015) montrent une modification du rapport aux apprentissages des élèves ainsi que dans le développement de compétences langagières orales et écrites. Plus précisément, les enseignants et les AVS interrogés soulignent, comme dans les recherches portant sur les élèves typiques, l'augmentation de la motivation et de la créativité ainsi que des transformations au sein du groupe : davantage de travail en commun, de tutorat entre pairs et d'interactions positives. Les données obtenues soulignent aussi que, chez ces élèves qui peuvent facilement perdre leurs repères visio-spatiaux, la tablette constitue par rapport à l'ordinateur un espace physique restreint (un seul plan) qui les aide à se repérer. Enfin, la tablette a *« été créatrice d'autonomie »*, car elle offre la possibilité de corriger, de recommencer facilement l'activité et de garder une trace des informations. Du point de vue de la maîtrise de la langue, les enseignants déclarent que les élèves écrivent davantage seul, sans passer par une dictée à l'adulte (mais n'ont pas encore idée de se corriger) et qu'elle libère certains de l'effort cognitif et physique que représente le maniement d'un stylo.

Cette recherche laisse entrevoir des possibilités intéressantes pour améliorer les pratiques d'écriture et la scolarisation des élèves présentant des troubles spécifiques des apprentissages. Cependant, dans cette étude, la tablette n'a été que rarement utilisée en inclusion. De plus, elle portait sur une population très hétérogène d'élèves qui présentaient aussi bien des troubles du langage que des trisomies 21 ou encore des troubles autistiques et qui ne font donc pas forcément face aux mêmes difficultés. Enfin, elle s'appuie essentiellement sur les propos et le ressenti des enseignants recueillis via des entretiens.

La tablette pourrait donc constituer un support de médiation intéressant pour passer à l'écrit. Les possibilités qu'elle offre aux élèves présentant des troubles spécifiques du langage écrit doivent être davantage explorées. Ces élèves peuvent bénéficier d'aménagements dans le cadre du Projet Personnalisé de Scolarisation (PPS). Le recours à un(e) Auxiliaire de Vie Scolaire (AVS) est une solution fréquente. L'aide humaine qu'elle apporte est primordiale mais dans les faits, il est parfois difficile que chaque élève soit accompagné à la hauteur de ses besoins (Gombert, Feuilladieu, Gilles et Roussey, 2008). Le recours aux différents outils informatiques actuels pourrait alors favoriser son autonomie. Dans cette recherche, il s'agit donc de déterminer dans quelle mesure la tablette numérique peut compenser ou compléter l'aide humaine chez des élèves présentant un trouble spécifique du langage écrit scolarisés en ULIS TAP (Unité Localisée pour l'Inclusion Scolaire – trouble des apprentissages) en favorisant leur autonomie lors du passage à l'écrit.

III. Méthodologie

Notre expérimentation a été menée en ULIS-collège dans un établissement du 12e arrondissement de Paris. L'objectif était d'utiliser les tablettes numériques pour favoriser l'autonomie des élèves lors des tâches d'écriture. Les élèves concernés étaient regroupés en ULIS cinq heures par semaine et étaient en inclusion en classe ordinaire le reste du temps. Lors de ces temps d'inclusion, l'aide d'un(e) AVS (auxiliaire de vie scolaire) s'avérait indispensable, notamment lorsqu'il s'agissait de lire ou dans toute activité nécessitant un passage à l'écrit. Des observations de classe et des entretiens menés tout au long de l'expérimentation ont permis d'analyser dans ce cas précis les apports et les limites des tablettes pour favoriser l'autonomie des élèves dans les activités d'écriture.

A. Population

Cinq collégiens scolarisés en ULIS-collège ont participé à cette expérimentation. Ils présentaient tous une dyslexie-dysorthographie. L'un d'entre eux était également dysgraphique et dyspraxique et rencontrait d'importants troubles attentionnels. Ces élèves présentaient la particularité d'être peu autonomes pendant les temps d'inclusion. La présence d'un(e) AVS collective était indispensable notamment pour les aider à prendre des notes, rédiger toute sorte d'écrits, à organiser leur matériel en classe et à lire tous types d'écrits (consignes, questions, textes…).

Ces élèves étaient issus de milieux sociaux différents mais avaient accès à un ordinateur et à Internet depuis chez eux et possédaient tous une tablette numérique personnelle. Ils avaient tous le français pour langue maternelle.

B. Déroulement

Les cinq collégiens ont reçu en classe de 5ème une tablette numérique avec laquelle ils ont travaillé durant trois semestres (les deux derniers semestres de 5ème et le premier semestre de 4ème).

Les tablettes ont été distribuées en janvier lors d'un regroupement avec la coordinatrice et l'auxiliaire de vie scolaire collective (l'AVSco), en charge de plusieurs élèves au sein d'une même classe. La prise en main s'est faite très rapidement. Cependant, l'enseignante a tout de même guidé les élèves pour les aider à découvrir d'autres fonctionnalités telles que les différentes fonctions d'édition (couper, coller…) et l'utilisation du logiciel de traitement de texte *Evernote.*

Après cette phase de prise en main, les élèves ont utilisé la tablette durant quatre mois en ULIS, puis durant chaque cours de français en inclusion en classe « ordinaire », de manière à gérer, sans l'aide de l'adulte, leurs prises de notes, leurs évaluations mais également différentes activités d'écriture. Pour ce faire, ils ont utilisé l'application *Itouch* ainsi qu'un cahier de cours numérique de français. L'objectif de ce cahier de cours n'était pas d'obtenir des notes sans faute d'orthographe ou de grammaire mais de permettre à l'élève d'être autonome en classe c'est-à-dire de noter l'ensemble du cours pour le retrouver et éventuellement le corriger avec aide, ultérieurement. Enfin, le rectorat n'ayant pas autorisé les élèves à rapporter la tablette à leur domicile, l'application *Dropbox* a été utilisée afin de leur permettre, ainsi qu'à leurs parents, d'accéder au contenu du cahier de cours depuis leur domicile par Internet.

C. Recueil de données

Afin de mener à bien cette recherche, nous nous sommes appuyés sur de nombreuses observations en ULIS et en fond de classe « ordinaire », sur des entretiens réguliers menés tout au long de l'expérimentation avec les élèves, la coordinatrice ULIS et le professeur de français de la classe d'intégration des élèves concernés. Des questionnaires préalables ont également été utilisés de manière à cibler les caractéristiques de la population étudiée, à savoir leurs difficultés, leurs milieux sociaux et leurs parcours scolaires respectifs… L'enseignante y a répondu de manière individuelle pour chaque élève concerné par l'expérimentation.

L'autonomie de l'élève et la qualité du passage à l'écrit ont été évaluées via l'observation en classe « ordinaire » de quatre séances de français. Deux d'entre elles, l'une avec tablette l'autre sans tablette, nécessitaient une prise de notes (copie d'informations notées au tableau et de commentaires oraux de l'enseignant). Deux autres séances, l'une avec tablette l'autre sans tablette, étaient basées sur une activité de rédaction. Ces séances se sont déroulées en fin d'expérimentation après trois semestres d'utilisation des tablettes en classe. Ce choix permettait de limiter certains biais en atténuant les effets d'attraits liés à la nouveauté et en ne mesurant l'impact de la tablette avec ses outils sur les productions écrites que lorsque celui-ci est bien connu et pris en main par les apprenants.

Chaque observation a duré 60 minutes. L'autonomie des élèves a été évaluée en comparant leur attitude et leur production écrite en fonction de l'utilisation ou non de la tablette. Ont été pris en compte : le nombre de sollicitations de l'enseignant avec et sans tablette, le temps consacré à l'organisation matérielle durant toute la séance, le temps supplémentaire consacré à la copie par rapport à l'élève le plus lent.

Pour évaluer la qualité du passage à l'écrit lors de la prise de notes, nous avons évalué différents critères via une échelle de Likert en 5 points (de 1 « pas du tout d'accord » à 5 « tout à fait d'accord ») :

- Le respect du sens ;
- La présence des informations importantes/pertinentes ;
- L'absence d'informations répétées et marginales ;
- La lisibilité des notes ;
- La qualité de la syntaxe ;
- La structuration des informations (retour à la ligne, paragraphes…).

Pour la phase de rédaction nous avons pris en compte d'autres critères, toujours évalués via une échelle de Lickert en 5 points :

- La longueur du texte ;
- La qualité de la syntaxe (les phrases sont compréhensibles) ;
- L'organisation spatiale du texte (paragraphes, retour à la ligne …) ;
- La créativité (originalité du propos) ;
- Le temps supplémentaire consacré à la rédaction par rapport aux consignes de temps.

Des critères à la fois quantitatifs (longueur, durée) mais également qualitatifs ont été pris en compte. Les recherches s'intéressant à l'impact des outils numériques (le traitement de texte notamment) sur la production écrite montrent souvent qu'elle est améliorée d'un point de vue quantitatif mais pas toujours d'un point de vue qualitatif (Crinon, 2002). Le temps accordé à l'activité et l'augmentation de la longueur du texte reflète l'engagement dans la tâche. L'amélioration qualitative (organisation respect des normes, capacités à développer des idées) montre qu'au-delà de l'aspect motivationnel, le choix des outils peut permettre de dégager des ressources attentionnelles qui ne sont alors plus uniquement focalisées sur la mise en texte, la graphie ou le respect de normes orthographiques. L'élève peut disposer de ressources pour faire interagir le processus de mise en texte avec ceux de planification et de révision et pour penser le fond autant que la forme de son écrit (Nogry et Beauvais, 2019).

IV. Résultats

A. Retour des élèves

Lors du premier regroupement, les élèves ont donné leurs premières impressions sur la tablette et ont anticipé les utilisations qu'ils pourraient en faire. Les premières réactions ont été contrastées : s'ils apprécient tous l'objet en tant que tel, l'utilisation dans le cadre scolaire ne semble vraiment convaincre que deux d'entre eux. Ces derniers ont supposé qu'elle leur faciliterait le geste d'écriture. Ils ont également mis en avant la possibilité de se faire lire tout type de texte et l'intérêt de pouvoir choisir la police qui leur convient le mieux et ont supposé qu'il serait plus simple de s'organiser et de retrouver leurs notes et les documents.

À l'issue des quatre mois d'utilisation en ULIS, les élèves ont été interrogés sur leurs usages de la tablette et leur ressenti. Les élèves déclarent taper beaucoup plus vite qu'ils n'écrivent au stylo, même sur un clavier tactile.

> *« Ça permet d'écrire plus vite et avoir toutes les leçons ». « Ça m'aide à écrire plus vite (...) prendre le cours en photo si le prof le met au tableau ».*

Un des élèves explique que cette première expérience s'avère très positive pour lui car il est parvenu à copier l'ensemble du cours au tableau dans le temps qui était imparti au reste de la classe, ce qu'il ne pouvait faire sans aide lorsqu'il n'utilisait pas la tablette.

L'ensemble des élèves déclarent que les logiciels de traitement de texte leur permettent de corriger quelques fautes d'orthographe/grammaire et de retranscription phonétique mais qu'il demeure fastidieux d'intégrer des schémas.

B. Évaluation de l'autonomie et de la qualité du passage à l'écrit dans les temps d'inclusion.

Comme indiqué précédemment, l'autonomie de l'élève et la qualité du passage à l'écrit ont été évaluées via l'observation en classe « ordinaire » de quatre séances de français où les élèves disposaient ou non de tablettes.

Lorsqu'ils utilisaient une tablette, les élèves ont préparé leur matériel en très peu de temps. Au cours de la séance, ils n'ont pas changé de support et n'ont pas utilisé les fournitures situées dans leur trousse. Le temps consacré à l'organisation matérielle a été largement diminué passant de 10,6 minutes à 6,4 minutes en moyenne.

Les élèves ont rencontré moins de problèmes d'organisation. En effet, tous les documents sont rassemblés sur le même support, au sein de la même application. Cela leur permet de retrouver rapidement, par eux-mêmes, la bonne information au bon endroit sans avoir recours à l'aide d'un adulte.

Tableau 1. Autonomie des élèves (activités de copie et rédaction)

	Sans tablette	**Avec tablette**
Nombre de sollicitations de l'enseignant	2,4	1,1
Temps consacré à l'organisation matérielle durant la séance	10,6 minutes	6,4 minutes
Temps supplémentaire consacré à l'écriture par rapport à l'élève le plus lent	6,6 minutes	1 minute

Concernant les sollicitations de l'enseignant, les élèves habituellement très demandeurs d'aide ont sollicité deux fois moins l'enseignant. Il est à noter que cette différence est moins flagrante pour les élèves discrets qui sollicitent généralement peu l'adulte, même lorsqu'ils sont en difficulté.

Autre point positif, lorsqu'ils utilisent la tablette, le temps de copie est également diminué (équivalent au temps passé par les élèves sans trouble de l'écrit). Les élèves ont pu prendre des notes en même temps que l'ensemble de la classe, sans aucun temps supplémentaire. Ils écrivent tous plus vite sur le clavier tactile de la tablette qu'à la main.

C. Qualité du passage à l'écrit lors des phases de prise de notes et de rédaction

Les résultats montrent que, dans l'ensemble, le recours aux tablettes a permis aux élèves d'obtenir des écrits lisibles permettant de se relire plus facilement (voir *Tableaux 2 et 3*). La syntaxe utilisée et la retranscription graphique sont correctes.

Cependant, lors des phases de prise de notes, les élèves rencontrent toujours de grandes difficultés à effectuer un tri entre les différentes informations verbales qui leur parviennent. Il est facile de penser que la surcharge cognitive liée à l'activité de graphisme empêche ces élèves d'accéder au sens et de mener en parallèle une tâche de sélection des informations (Alamargot et Chanquoy, 2004). Si la tablette les décharge bien de cette activité de graphisme puisqu'elle leur permet de taper relativement vite, ils ont tout de même tendance à tout écrire, mêmes les informations marginales ou répétées. Il semblerait donc qu'ils ne parviennent pas toujours à accéder au sens de ce qu'ils écrivent. Ils se focalisent avant tout sur la tâche de copie. Les entretiens réalisés avec les élèves à ce sujet montrent que certains sont capables de reformuler ce qui a été étudié alors que d'autres ne sont en mesure de répéter que quelques brides disparates sans réelle signification.

Tableau 2. Qualité du passage à l'écrit lors de la phase de prise de notes

	Sans tablette	Avec tablette
Respect du sens	4,1	4,2
Les informations importantes sont relevées	3,6	3,8
Les informations répétées ou marginales sont mises de côté	1,8	1,6
Les notes sont lisibles	3	4,6
La syntaxe permet de se relire facilement	3,6	4,1
Les informations sont structurées	2	1,8

Selon un codage basé sur une échelle de Lickert en 5 points

Dans la même logique, les informations ne sont pas plus structurées car les élèves se contentent de taper au kilomètre.

Lors des phases rédactionnelles (voir *Tableau 3*), les élèves ont pu produire des textes avec une présentation de bien meilleure qualité, même si pour l'un d'entre eux, les difficultés relatives à l'organisation de la page demeurent.

Les textes produits sont en moyenne plus denses mais les erreurs de syntaxe ne sont pas beaucoup moins nombreuses et l'originalité n'est pas plus au rendez-vous.

Tableau 3. Qualité du passage à l'écrit lors de la phase de rédaction

	Sans tablette	Avec tablette
Les phrases sont compréhensibles (syntaxe)	2,6	2,9
Le texte est organisé dans l'espace	1,8	3,4
Le texte est créatif	3	3
Les notes sont lisibles	3,5	4,3

Selon un codage basé sur une échelle de Lickert en 5 points

Il faut noter que l'écriture prédictive, alors qu'elle aurait pu être une aide, a posé problème car elle a conduit les élèves à interrompre leur activité de rédaction pour s'interroger sur l'orthographe du mot qu'ils sont en train d'écrire. L'élève est placé dans une situation de double-tâche entre lesquelles il doit en permanence alterner, ce qui génère un surcoût cognitif qui pénalise la qualité de sa production écrite.

D. Du point de vue des enseignants

Lors des entretiens, l'enseignant de français et l'enseignant spécialisé ont indiqué apprécier la facilité de la prise en main, la qualité de l'écran, l'organisation de l'interface. La tablette présente, selon eux, de nombreuses qualités techniques, parfois supérieures à celle d'un ordinateur. *Evernote* leur semble une application adaptée aux élèves dyslexiques. Ses fonctions d'édition permettent d'adapter, comme tout logiciel de traitement de texte, la présentation des supports sur lesquels les élèves travaillent (type et taille de police, espacement des lignes et des caractères...). L'application D*ropbox* a permis aux élèves d'accéder à leurs cours depuis chez eux, sans rapporter pour autant la tablette à la maison. Elle leur a également permis de partager facilement des fichiers lors des regroupements en ULIS ou depuis tout lieu avec accès Internet.

Par ailleurs, les enseignants notent que les élèves ont fait preuve de plus de motivation dans les différentes pratiques d'écriture lorsqu'elles étaient effectuées sur les tablettes. Comme souvent, ce

nouvel objet technologique semble très attractif. *« Les élèves étaient motivés, plus que s'ils avaient dû écrire manuellement, mais autant qu'avec un ordinateur ».*

Ils évoquent cependant plusieurs contraintes qu'ils n'avaient pas forcément anticipées : applications payantes, absence de technologie Flash ce qui limite l'accès à un certain nombre de ressources. Pas de support USB ce qui est absolument nécessaire lorsque l'absence de connexion Internet en classe d'inclusion rend impossible de partager les données. Par ailleurs, pour obtenir un même niveau d'utilisation qu'un ordinateur, de nombreuses applications se sont avérées payantes. Difficultés récurrentes avec ce type de tablette que d'autres recherches ont déjà mises en avant (Villemonteix et Khaneboubi, 2013).

V. Discussion

Cette recherche exploratoire, portant sur une population restreinte souligne que la tablette numérique peut faciliter l'autonomie des élèves dyslexies-dysorthographiques de 6ème et de 5ème en contexte d'inclusion.

Les élèves ont rapidement pris en main la tablette et ses outils et les ont manipulés aisément même lorsqu'ils présentaient des troubles de la coordination motrice. Comme le soulignent Young et al. (2012), *« ses avantages sont évidents : pointage direct sur une icône ou sur un lien avec le doigt, usage du multitouch (agrandissement/réduction d'images par plusieurs doigts), simplicité et rapidité des actions à effectuer sur la tablette qui engagent des gestes simples, utilisés dans la vie de tous les jours ».*

Les bénéfices s'observent sur l'organisation et la gestion du temps. La tablette (avec ses outils) a permis avant tout d'organiser et classer les documents et les différentes données d'un cours au sein d'un objet plus facile à manipuler que le classeur pour ces élèves. Elle permet de centraliser les informations et de les retrouver à tous moments dans la classe ULIS, dans le cours de français en inclusion mais aussi au domicile grâce à Internet. Pour les dyslexiques qui présentent fréquemment des difficultés à se repérer dans l'espace et dans le temps et des difficultés d'ordre organisationnel et méthodologique (Ramus, 2005), la tablette (avec ses outils) constitue une aide pour leur permettre d'être plus efficaces et autonomes dans leur scolarité et leurs apprentissages.

Les effets positifs de la tablette s'observent également au niveau des productions écrites qui deviennent plus lisibles, l'utilisation du clavier palliant efficacement les problèmes de graphisme des élèves qui écrivent plus vite et plus lisiblement. Néanmoins, s'ils sont certes déchargés des contraintes graphiques, il peut être complexe pour ces élèves de se concentrer simultanément sur le contenu du cours, sur la prise de notes et sur le tri des informations qui leur parviennent. Nous avons en effet observé des stratégies de prise de notes au kilomètre sans tri des informations, sans structuration du contenu. D'après l'enseignant spécialisé, lors des temps d'inclusion, cette tâche est généralement prise en charge par l'AVS qui prend des notes, pointe les éléments importants, trie, surligne, énonce, reformule. Il est cependant souvent difficile d'obtenir un accompagnement des élèves handicapés sur l'ensemble des cours de la semaine. Certains élèves refusent d'être accompagnés par un(e) AVS lors des temps d'inclusion en classe ordinaire. La tablette numérique pourrait permettre d'éviter à l'élève de se retrouver totalement démuni, notamment lors des séances d'écriture. Nous considérons que la tablette numérique peut être envisagée comme complémentaire de l'aide humaine plutôt que totalement palliative.

Concernant la mise en œuvre des processus rédactionnels et par conséquent la qualité des textes produits, les résultats sont plus mitigés, voir quasi-nuls. Sur ce point, les effets dépendent vraisemblablement, tout comme pour l'ordinateur, de différentes variables qui peuvent influencer ses effets : le contexte physique, l'âge, les compétences en écriture, la familiarité avec le traitement de texte etc. (Crinon, 2002). Pour illustrer en quoi les compétences en écriture et les capacités de traitement de l'information peuvent moduler l'effet que la tablette produit sur la qualité des productions écrites, nous souhaitons revenir sur une des particularités de ces supports : l'option d'écriture prédictive. Cette fonctionnalité permet, théoriquement, de simplifier la saisie du texte sur les claviers tactiles en présentant à l'avance, le mot que le rédacteur est susceptible ou en train d'écrire (Villemonteix et al. 2015). Elle peut paraître intéressante notamment pour des scripteurs possédant de faibles compétences en orthographe lexicale, comme les dyslexiques. En réalité, cette « aide », semble constituer une

entrave pour ces élèves. Les résultats d'une étude exploratoire menée chez des élèves de cycle 2 par Nogry et Beauvais (2015) confirment le caractère possiblement gênant de la saisie prédictive. Elle interrompt la rédaction et peut devenir source d'interférences notamment chez les plus jeunes élèves pour lesquels les normes orthographiques et les processus cognitifs en jeu dans l'activité d'écriture ne sont pas encore très intériorisés et automatisés (Berninger et Swanson, 1994).

VI. Conclusion

Les résultats sont donc mitigés, si la tablette a permis à la plupart des élèves d'être plus rapides et plus autonomes, elle présente des particularités qui peuvent nuire à la qualité et la structuration des prises de notes et des textes produits. Les élèves ont globalement adhéré aux outils proposés, mais surtout en regroupement en classe ULIS. Certains d'entre eux ont parfois été gênés de l'utiliser en inclusion en classe ordinaire, ce qui soulève la question de la stigmatisation des élèves en situation de handicap, notamment dans cette période particulière du développement où ils entrent dans l'adolescence (Humphrey et Mullins, 2002). La tablette numérique assez proche du format papier (support plat posé sur la table) plus discrète qu'un(e) AVS ou qu'un ordinateur nous semblait pouvoir être facilement adoptée par ces élèves, cela n'a pas été le cas pour tous. Au-delà de l'apport de ces outils numériques pour la scolarisation des élèves présentant des troubles spécifiques du langage et des apprentissages, la question de la stigmatisation que présentent ces outils aux yeux des élèves reste à creuser.

De la même manière, d'autres recherches devraient être menées pour préciser les ressources et utilisations possibles des tablettes permettant de compenser les difficultés des élèves « dys ». Plusieurs pistes intéressantes sont à explorer comme les vidéos de synthèse des cours d'inclusion, le carnet vocal en langue vivante, les cartes mentales ou encore les enregistrements pour l'autoévaluation. Ces outils peuvent permettre de contourner les difficultés des élèves, tout en conservant le même objectif d'apprentissage que pour les élèves de la classe de référence.

Au cours de cette expérimentation plusieurs applications ont été proposées, dont :

- Les cartes heuristiques : en réduisant la quantité d'écrit et en focalisant l'attention des élèves sur les idées principales et leurs articulations, elles offrent une alternative intéressante au texte linéaire classique qui pose souvent des problèmes aux élèves atteints de troubles spécifiques du langage. Au sein du dispositif testé, la majorité des élèves a utilisé l'application « *Sparkvideo* » qui permet de réaliser des vidéos de synthèse en y regroupant des mots clés, des images et en y associant leur voix pour ajouter davantage de contenu.
- Le carnet vocal : pour faciliter l'apprentissage d'une langue vivante, notamment de l'anglais qui est particulièrement complexe et opaque, l'application « *Chatter Pix Kids* » a été utilisée. Elle permet de mémoriser la prononciation d'un mot via la création d'un carnet de vocabulaire imagé. L'élève prend une photo de l'objet ou de l'action voulu et y ajoute sa voix ainsi que du texte.

Ces dispositifs pourraient permettre aux élèves d'améliorer leur prise de notes, leur compréhension du cours ou tout simplement d'oser s'exprimer en anglais. Naturellement, chaque élève se saisit différemment des outils et des applications mis à disposition. La diversité des outils proposée permettrait à chacun de choisir celui qui s'adapte au mieux à ses difficultés et à son fonctionnement cognitif.

Références

Alamargot, D. et Chanquoy, L. (2004). Apprentissage et développement dans l'activité de rédaction de textes. Dans A. Piolat, *Ecritures. Approches en sciences cognitives* (pp.125-146). Aix-en-Provence : Presses Universitaires d'Aix-en-Provence.

Barrouillet, P., Billard, C., De Agostini, M., Démonet, J.F., Fayol, M., Gombert, J.E., Habib, M., Le Normand, M.T., Ramus, F., Sprenger-Charolles, L. et Valdois, S. (2007). *Dyslexie, dysorthographie, dyscalculie : bilan des données scientifiques*. Rapport de recherche de l'Institut national de la santé et de la recherche médicale (INSERM). [En ligne] https://hal-lara.archives-ouvertes.fr/hal-01570674

Bernard, F.X., Boulc'h, L. et Achard, S. (2013). *Tablettes tactiles et apprentissages langagiers. Le cas d'une étude menée en CLIN*. Actes du Congrès international de l'AREF 2013 (Actualité de la recherche en éducation et en formation). Montpellier : Université de Montpellier 2.

Bernard, F.X., Boulc'h, L. et Arganini, G. (2013). Utilisation de tablettes numériques à l'école. Une analyse du processus d'appropriation pour l'apprentissage. *Sticef*, 20, 1-18. [En ligne] http://sticef.univ-lemans.fr/num/vol2013/03-bernard-atame/sticef_2013_NS_bernard_03p.pdf

Berninger, V., Nagy, W., Tanimoto, S., Thompson, R. et Abbott, R.D, (2015). Computer instruction in handwriting, spelling, and composing for students with specific learning disabilities in grades 4-9. *Computers & Education*, 81, 154-168.

Berninger, V.W. et Swanson, H.L. (1994). Modification of the Hayes and Flower model to explain beginning and developing writing. Dans E. Butterfield (dir.), *Advances in cognition and Educational Practice. Vol. 2. Children's writing: toward a process theory of development of skilled writing* (pp. 57-82). Greenwich, CT : JAI Press.

Boulc'h, L. et Beauvais, C. (2017). Écrire avec une tablette tactile à l'école primaire : effet de l'écriture intuitive sur les productions d'élèves. *Colloque SILE, Symposium International sur la Littéracie à l'École.* Ajaccio, 26-27 juin 2017.

Crinon, J. (2002). Apprendre à écrire. Dans D. Legros et J. Crinon (dir.), *Psychologie des apprentissages et multimédia* (pp. 107-127). Paris : Armand Colin.

Delahaie, M. (2009). *L'évolution du langage chez l'enfant, de la difficulté au trouble. Guide ressources pour les professionnels.* Saint-Denis : INPES, Dossiers Varia. [En ligne] http://inpes.santepubliquefrance.fr/CFESBases/catalogue/pdf/719.pdf

Ecalle, J., Magnan, A. et Ramus, F. (2007). L'apprentissage de la lecture et ses troubles. Dans S. Ionescu et A. Blanchet (dir.), Nouveau cours de psychologie. *Psychologie du développement et de l'éducation* (Vol. coordonné par J. Lautrey). Paris : PUF.

Gombert, A., Feuilladieu, S., Gilles, P.Y. et Roussey, J.Y. (2008). La scolarisation d'élèves dyslexiques sévères en classe ordinaire de collège : lien entre adaptations pédagogiques, points de vue des enseignants et vécu de l'expérience scolaire des élèves. *Revue française de pédagogie*, 164, 123-138. [En ligne] http://rfp.revues.org/2141

Heitz Ferrand, M-H. (2015). *Clis'Tab* : premiers résultats d'un projet innovant. *La nouvelle revue de l'adaptation et de la scolarisation*, 69(1), 191-206.

Humphrey, N. et Mullins, P. (2002). Self-concept and self-esteem in developmental dyslexia. *Journal of Research in Special Educational Needs*, 2, 1-13.

Karsenti, T. et Fiévez, A. (2014). *L'iPad à l'école : de l'adoption à l'innovation*. Éditions Grand-Duc : Montréal.

Nogry, S. et Beauvais C. (2019). Écrire avec des tablettes à l'école élémentaire : Analyse de l'activité des élèves. Dans S. Nogry, L. Boulc'h et F. Villemonteix (dir.). *L'école et les TIC : culture numérique, instruments et accompagnement*. Lille : Presses universitaires du Septentrion.

Nogry, S. et Beauvais, C. (2015). Écrire avec des tablettes à l'école élémentaire : Analyse de l'activité des élèves. Dans S. Nogry, L. Boulc'h et F. Villemonteix (dir.), *Le numérique à l'école primaire. Pratiques de classe et supervision pédagogique dans les pays francophones* (pp. 33-52). Villeneuve d'Ascq : Presses Universitaires du Septentrion.

OMS - Organisation Mondiale de la Santé (1994). *Classification Internationale des Maladies. Troubles spécifiques du développement des acquisitions scolaires*. Paris *:* Masson.

Poulet, I. (2013). *Troubles spécifiques des apprentissages à l'école et au collège : dysphasie, dyslexie, dysorthographie, dysgraphie, dyscalculie*. Lyon : Chronique Sociale.

Ramus, F. (2005). De l'origine biologique de la dyslexie. *Psychologie & Éducation*, 60, 81-96.

Schneps, M.H., Thomson, J.M., Sonnert, G., Pomplun, M., Chen, C. et Heffner-Wong, A. (2013).

Shorter lines facilitate reading in those who struggle. *PloSONE*, 8(8). [En ligne] http://dx.doi.org/10.1371/journal.pone.0071161

Sullivan, R. M. (2013). The tablet inscribed : Inclusive writing instruction with the iPad. *College Teaching*, 61(1), 1-2.

Villemonteix, F., Hamon, D., Nogry, S., Séjourné, A., Hubert, B. et Gélis, J.M. (2015). *Expérience tablettes tactiles à l'école primaire – ExTaTE.* Rapport de recherche - Laboratoire EMA. [En ligne] https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01026077/

Villemonteix, F. et Khaneboubi, M. (2013). Étude exploratoire sur l'utilisation d'iPads en milieu scolaire : entre séduction ergonomique et nécessités pédagogiques. *Sciences et Technologies de l'Information et de la Communication pour l'Éducation et la Formation*, 20, 445-464.

Walsh, M. et Simpson, A. (2014). Exploring literacies through touchpad technologies: The dynamic materiality of modal interactions. *Australian Journal of Language and Literacy*, 37(2), 96-106.

Walsh, M. et Simpson, A. (2013). Touching, tapping… thinking? Examining the dynamic materiality of touch pad devices for literacy learning. *Australian Journal of Language and Literacy*, 36(3), 148-157.

Young, J.G., Trudeau, M., Odell, D., Marinelli, K. et Dennerlein, J.T. (2012). Touch -screen tablet user configurations and case supported tilt affect head and neck flexion angles. Work : *Journal of Prevention, Assessment & Rehabilitation*, 41(1), 81-91.

Jouets programmables de type Bee-Bot : représentations et effets cognitifs chez les écoliers de cinquième primaire au Burundi

Bee-Bot Programmable Toys: Representations and Cognitive Effects on Burundian fifth form Primary Schoolchildren

Claver Nijimbere
Laboratoire ReSTE, École Normale Supérieure, Bujumbura, Burundi
Emmanuelle Voulgre
Laboratoire EDA, Université Paris Descartes, Paris, France
Etienne Barahinduka, Remegie Ndovori
Laboratoire ReSTE, École Normale Supérieure, Bujumbura, Burundi
Georges-Louis Baron
Laboratoire EDA, Université Paris Descartes, Paris, France

Résumé

Cette contribution s'intéresse à la programmation d'un robot de type Bee-Bot pour la résolution des problèmes dans quatre classes de cinquième année primaire au Burundi. Il s'inscrit dans le projet Supervision PEdagogique et Ressources, Recherche Coopérative Francophone (SUPERE-RCF[1]) financée par l'AUF[2] et l'OIF[3]. Le travail a lieu dans deux établissements, l'un public et l'autre privé. Une approche qualitative mobilisant des entretiens semi directifs a été utilisée. Les principaux résultats de l'étude révèlent que si la programmation de Bee-Bot leur permet la résolution des problèmes élèves vivent un certain nombre de difficultés différentes selon les écoliers et les établissements concernés.

Mots clés : SUPERE-RCF, ANR DALIE, ANR IE-CARE, jouet programmable, Bee-Bot, apprentissage de l'informatique, primaire, Burundi

Abstract

This contribution focuses on the programming of a Bee-Bot robot for problem solving in four primary fifth grade classes in Burundi. It is part of the Teaching Supervision and Resources project, Francophone Cooperative Research (SUPERE-RCF) funded by AUF and OIF. The work takes place in two institutions, one public and the other private. A qualitative approach involving semi-structured interviews was used. The main results of the study reveal that if Bee-Bot's programming allows them to solve student problems, they experience a number of different difficulties depending on the schoolchildren and institutions concerned.

Keywords: *SUPERE-RCF, ANR DALIE, ANR IE-CARE, Bee-Bot, programmable toys, computer learning, burundian primary schoolchildren*

[1] Site support de la recherche Supervision PEdagogique et REssources Recherche Coopérative Francophone (SUPERE-RCF) http ://eda.shs.univ-paris5.fr/supere/doku.php?id=start
[2] Site de l'Agence Universitaire Francophone (AUF) https ://www.auf.org/
[3] Site de l'Organisation Internationale Francophone (OIF) http ://www.francophonie.org/

I. Robotique pédagogique : contexte et questions de recherche

En informatique, Duchâteau (1993) distinguait deux grands groupes : la programmation informatique classique utilisant l'ordinateur et la programmation robotique qui, tout en procédant d'une démarche conceptuelle commune, utilise comme technologie un robot. En 2012, Drot-Delange rappelle que l'apprentissage de l'informatique peut s'envisager soit avec un ordinateur ou avec des objets programmables soit sans technologie, sans ordinateur, ce qui est alors appelé « informatique débranchée ». Si de nombreux travaux de recherche tente d'identifier les intérêts pédagogiques de l'enseignement de l'informatique dans différents pays, qu'en est-il en Afrique alors que l'achat de petits robots y est encore très couteux en 2019 ?

Notre contribution s'intéresse à la programmation d'un robot de type Bee-Bot pour la résolution des problèmes dans quatre classes de cinquième année primaire au Burundi. Son but est de comprendre comment les élèves de 5ème année à l'École Fondamentale[4], construisent des connaissances informatiques basiques en robotique pour résoudre des problèmes simples donnés, par la programmation d'un robot de type Bee-Bot.

Notre recherche s'inscrit dans le cadre d'une collaboration de chercheurs en éducation de l'École Normale Supérieure de Yaoundé (Cameroun), de l'École Normale Supérieure de Bujumbura (Burundi) et du laboratoire Education, Discours et Apprentissages : EDA (EA 4071) de l'Université Paris Descartes (France).

Cette recherche ainsi que la recherche action de Djeumeni et Voulgre (2017) qui interrogent la compréhension des Bee-Bot par des écoliers au Cameroun s'inscrivent toutes deux à la fois dans le projet Supervision PEdagogique et Ressources, Recherche Coopérative Francophone (SUPERE-RCF[5]) financée par l'AUF[6] et l'OIF[7] et sont en continuité des travaux de l'ANR DALIE[8], « Didactique et Apprentissages de l'informatique à l'école Primaire ». Notons aussi que depuis 2019, l'ANR IE-CARE[9] se situe en continuité de l'ANR DALIE.

En éducation, l'importance pédagogique attribuée aux objets programmables et aux robots a permis l'émergence d'un champ d'étude spécifique : la robotique pédagogique (RP). Aussi, notre première partie relative à une revue de littérature reviendra sur les différentes recherches.

Après avoir présenté notre méthodologie, nous tenterons d'apporter des éléments de réponses aux questions suivantes dans notre partie résultats : Quelles sont les représentations des élèves de ce type de robot ? Quelles sont les difficultés vécues par ces élèves dans un contexte de programmation de ce type de robot qu'ils ne connaissent pas ? Et quels types de stratégies ces élèves ont-ils mobilisées durant leurs tentatives de programmation ?

II. Une revue de littérature en robotique éducative

A. Une approche pédagogique prometteuse en termes d'apprentissages

Le champ de recherche en pédagogie éducative s'est construit à partir du langage de programmation Logo, œuvre de Papert (1994), qui était utilisé en classe aux États-Unis et en France dans les années 1985, notamment avec le Plan Informatique pour Tous (Béziat, 2013). L'approche constructiviste de l'apprentissage permettrait alors d'enseigner à des enfants

[4] L'école Fondamentale compte 9 années de scolarisation et remplace l'école Primaire qui n'en comptait que 6.
[5] Site support de la recherche Supervision PEdagogique et REssources Recherche Coopérative Francophone (SUPERE-RCF) http ://eda.shs.univ-paris5.fr/supere/doku.php?id=start
[6] Site de l'Agence Universitaire Francophone (AUF) https ://www.auf.org/
[7] Site de l'Organisation Internationale Francophone (OIF) http ://www.francophonie.org/
[8] Site support de la recherche DALIE Didactique et Apprentissage de l'Informatique à l'École http ://dalie.unilim.fr/
[9] IE-CARE : Informatique A L'école : Conceptualisations, Accompagnement, Ressources http://iecare.lip6.fr/

comment programmer et notamment à l'aide d'une tortue. En 1993, Duchâteau rappelait l'intérêt pour l'apprentissage de la programmation des robots à l'école. Notons par exemple que la programmation des robots offre un contexte favorisant la réflexion lors de résolutions des problèmes et que le robot permet d'observer un feed-back immédiat par le mouvement de l'objet, sur la qualité de la programmation de l'élève qu'il peut lui-même observer et juger avant même l'intervention de l'enseignant.

Vivet puis Nonnon ont tenté de comprendre comment utiliser ce type d'objet programmable au-delà de la formation professionnelle en vue de procurer des apprentissages scolaires (Vivet, 2000 et Nonnon, 2002). Livingstone note qu'un fort plaisir d'apprendre et qu'un engagement accru des enfants est remarquable (Livingstone, 2009). Alimisis explique le développement des compétences cognitives (2013).

Gaudiello et Zibetti (2013) parlent de « *révolution technologique »* qui a marqué le début du XXI[e] siècle et qui conduit à l' « *ère du robot* ». Selon eux, la RP vise à renouveler l'enseignement du côté des éducateurs et à améliorer l'apprentissage du côté des élèves. Selon ces auteures, *« l'apprentissage avec la robotique repose sur l'interaction entre les jeunes apprenants et un robot humanoïde ou animoïde qui recouvre le rôle de compagnon pour les apprenants ou d'assistant pour l'enseignant. La finalité éducative vise à provoquer des réactions empathiques et à créer des interactions cognitives et sociales »* (Zibetti et Gaudiello, 2016). Cette application de la robotique implique l'usage de kits robotiques de construction et de programmation. Comme le précisent les auteures, la finalité éducative de cette dernière est d'acquérir des connaissances et des compétences liées à une matière scolaire précise parmi celles enseignées. Il s'agit alors d'agir sur l'acquisition des compétences transversales telle que la *« résolution de problèmes, la communication, la prise d'initiatives »* permettant de développer chez les apprenants diverses *« compétences cognitives, métacognitives, sociales »*. Ces compétences peuvent se construire à travers la planification des problèmes à résoudre. Les différents choix conduisent les élèves à développer leur esprit critique. La réalisation des tâches complexes peut conduire à prendre *« confiance en soi »,* prendre de décisions, à s'autocorriger, à améliorer son travail individuellement ou collectivement.

Comme le souligne Christophe Reverd (2016), la robotique pédagogique est un dispositif qui permet de concrétiser des notions abstraites telles que le diamètre d'une roue et la distance parcourue, les mouvements et les angles, la détection d'obstacles et les fréquences d'ondes, etc. Se référant à Yannick Dupont, Christophe Reverd (2016) donne trois utilisations possibles de la robotique : (1) outils d'investigation scientifique pour explorer des phénomènes naturels, observables, ressentis par des capteurs, etc. ; (2) outils de modélisation pour expliquer un phénomène ; (3) outils d'ingénierie par la conception d'une solution à un problème.

Mandin (2016), pour sa part aborde les compétences professionnelles requises pour *« l'insertion de la robotique éducationnelle au sein de séquences pédagogiques »* qui nécessite le soutien des élèves en fonction de leurs besoins.

Baron, Drot-Delange et Touloupaki (2016) dans le cadre de l'ANR DALIE reviennent sur les éléments principaux de la constitution du champ de la robotique éducative au sein des recherches en sciences de l'éducation.

Dolbeau-Bandin (2017) indique l'intérêt de la RP dans la scolarité par la possibilité ainsi offerte aux élèves de comprendre la notion d'intelligence artificielle. Elles donnent trois exemples d'applications pédagogiques concrètes de la robotique. La première application concerne l'apprentissage de la robotique où le robot est uniquement utilisé comme support d'apprentissage. Dans une telle situation, l'apprentissage peut servir la mécanique, l'électronique et l'informatique dans une approche collaborative. La deuxième application pédagogique est l'apprentissage *avec* la robotique. Cet aspect de la robotique consiste en une

interaction entre l'utilisateur et le robot. La troisième application est l'apprentissage par la robotique.

B. Des recherches-actions en Grèce, en France et au Cameroun

Komis et Misirli (2012) ont exploré les possibilités de la construction des concepts de programmation avec des robots programmables de type Bee-Bot chez les enfants de la maternelle. Les chercheurs pour ce faire, ont organisé une formation pour quelques enseignants volontaires leur permettant, par une approche d'ingénierie didactique, de concevoir une série de scénarii éducatifs à expérimenter en classe avec leurs élèves de maternelles.

Dans le cadre de l'ANR DALIE, Voulgre, Weller et Jang (2016) ont analysé les représentations des élèves du cycle 3 d'écoles primaires et de leurs enseignants participant au projet, pour comprendre quelle culture informatique est acquise au cours de séance de découverte et de programmation de l'objet programmable Thymio. Les résultats montrent que les apprentissages des enfants ne s'arrêtent pas seulement aux savoirs informatiques mais sont axés sur l'expression orale et écrite de la langue française, sur des notions mathématiques, artistiques dans une approche de pédagogie du Projet. Enfin, des compétences de collaboration se construisent au cours des échanges entre élèves à propos des problématiques à résoudre, ils peuvent aussi s'enrichir à partir des interactions avec l'enseignant, témoins des dialogues et des raisonnements lors du suivi de l'activité collaborative et des réponses que les élèves apportent à l'enseignant.

Dans le cadre du projet de recherche Supervision PEdagogique et REssources-Recherche Coopérative Francophone (SUPERE-RCF)[10] interrogeant les évolutions nécessaires à mettre en œuvre dans le cadre de l'accompagnement des changements des pratiques imposés par la prise en compte du numérique dans l'enseignement et ses conséquences sur les apprentissages, Djeumeni-Tchamabe et Voulgre (2017) montrent qu'en ce qui concerne les robots, les représentations des élèves sont influencées par leurs usages sociaux des technologies de l'information et de la communication, notamment des jeux vidéo, des dessins animés disponibles sur les téléphones mobiles et les télévisions. De plus, elles constatent que, au cours des manipulations des Bee-Bots, les élèves sont capables d'identifier leurs différents types de boutons. Néanmoins, elles remarquent que les élèves éprouvent des difficultés à formuler leurs conclusions sur les fonctions des touches de ce type de robot après leurs tests. Ce constat a poussé ces chercheuses à questionner les réformes possibles liées aux notions du numérique et d'informatique à l'école primaire notamment en termes de formation des enseignants.

Notons alors en continuité de ces recherches que depuis 2014, une initiation à l'informatique est enseignée au niveau des Écoles Fondamentales au Burundi (Ndikuriyo et Voulgre, 2016 et 2018). Cet enseignement se fait transversalement dans à deux domaines disciplinaires, celui des *« Sciences et Technologies »* et celui des *« Sciences Humaines »*. L'enseignement de ces notions informatiques ne permet pas de rendre les apprentissages des élèves concrets (Nijimbere, 2012) dans la mesure où il s'agit d'une approche débranchée, sans matériel. Les futurs enseignants de ce niveau de formation apprennent alors à utiliser les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) à l'École Normale Supérieure de Bujumbura (Ndovori, Voulgre, Barahinduka et Baron, 2016).

[10] http ://eda.shs.univ-paris5.fr/supere/doku.php?id=start

III. Cadre théorique

Nous nous situons dans le cadre théorique des champs conceptuels de Gérard Vergnaud (1990). Cet auteur définit le champ conceptuel comme *« un espace de problème ou de situations-problèmes dont le traitement implique des concepts et des procédures de plusieurs types en étroite connexion, ainsi que les représentations langagières et symboliques susceptibles d'être utilisées pour les représenter ».* Cette approche théorique s'intéresse aux pré-requis indispensables pour acquérir de nouveaux apprentissages, à la manière dont les savoirs doivent se construire avec la croissance cognitive de l'apprenant et l'évolution de ses conceptions. La théorie des champs conceptuels caractérise aussi bien des situations comme des tâches. En effet, selon Vergnaud, toute situation complexe peut être analysée comme une combinaison de tâches ; les processus cognitifs et les réponses des sujets sont alors fonction des situations auxquelles ils sont confrontés (Vergnaud, 1990).

Cette approche a déjà été utilisée par Barrué et Vigot (2016) lorsqu'ils interrogeaient les enjeux d'apprentissages avec un scénario de programmation de jouets programmables mis en œuvre en formation avec un groupe de professeurs stagiaires des écoles. Le scénario pédagogique, élaboré par ces derniers et destiné à des élèves de l'école maternelle devait avoir pour objectif, la résolution d'une situation-problème.

Tableau 1. Erreurs des élèves et stratégies des étudiants stagiaires (Barrué et Vigot, 2016)

Erreurs des élèves	**Stratégies des étudiants stagiaires**
Rotation du robot sur lui-même au lieu d'avancer	Utiliser son corps pour simuler le déplacement du Bee-Bot
Utiliser successivement les différentes flèches du robot pour une action souhaitée	
Repérage de l'espace	
Combinaison des cartes de direction et de programmation	
Ne pas être d'accord sur le chemin à suivre pour résoudre un problème donné	Donner l'opportunité de discuter des différentes possibilités : le « chemin » le plus court n'est pas une obligation
Choix des cartes pour construire le « chemin » à l'aide du langage intermédiaire	Consacrer beaucoup de temps à la prise en main des commandes de direction
Une erreur quelconque repérée	Donner aux élèves l'opportunité de retrouver la source de l'erreur
Manque de prérequis sur les noms, les formes géométriques et les couleurs	Faire pointer la forme géométrique sur le plateau avant que l'élève se lance
	Donner la possibilité de fractionner le chemin à suivre en proposant de rallonger ensuite le nombre d'action pour que l'élève progresse
Problème de décantation des élèves vis-à-vis de la disposition spatiale des cartes pour l'élaboration du chemin dans la construction du langage intermédiaire	Conserver le sens vertical dans le sens global de l'avancée du robot

Dans sa thèse, au niveau de l'école primaire, Spach (2017) montre qu'en contexte de programmation des robots de type Bee-Bot, les jeunes enfants, en situation de résolution de problèmes simples. Ainsi les élèves apprendraient des concepts informatiques lors d'activités et feraient référence au programme, à l'algorithme, au langage, à la mémoire, aux données du

robot. Spach fait une corrélation entre ce que les activités des élèves permettent de faire avec un robot et cinq concepts informatiques que sont l'algorithme, la machine, le langage et l'information et l'interface. Selon Spach, les élèves construisent lors de leurs actions sur et avec le robot, des représentations des macro-notions qui ne leur ont pas été explicitées et qui interviennent indirectement pour faire acquérir aux élèves une représentation des algorithmes linéaires simples.

IV. Méthodologie

Rappelons que nous souhaitons comprendre comment les élèves de cinquième année primaire au Burundi peuvent construire des connaissances informatiques basiques avec un robot de type Bee-Bot, quelles difficultés ils rencontrent et comment ils les surmontent.

Pour apporter des réponses à ces questions, une approche méthodologique de type qualitatif mais aussi comparatif entre les pratiques des élèves de deux établissements scolaires a été utilisée.

Initialement, le protocole de recherche devait être semblable à celui proposé au Cameroun (Djeumeni et Voulgre, 2017). Nous avons cependant adopté un autre protocole souple décrit ci-après :

La recherche a concerné des élèves de 5ème année de niveau primaire provenant de deux établissements d'enseignement fondamental, l'un public et l'autre privé.

Les deux établissements disposaient chacun de deux classes parallèles de cinquième A et B.

Dans l'établissement privé intervenant dans la recherche, chaque classe compte trente élèves soit au total soixante élèves pour les deux classes. L'établissement public compte deux cent quarante élèves à raison de cent vingt élèves par classe :

- Dans un premier temps, une séance devait permettre l'exploration du robot par les manipulations libres ;
- Dans un deuxième temps, les Bee-Bot devaient être laissées à quatre enseignants des quatre classes concernées pour que les élèves de ces classes continuent à se familiariser avec le robot ;
- Dans un troisième temps, au cours du troisième trimestre de l'année scolaire 2016-2017, un trimestre après la première la « visite de classe », une deuxième visite a été organisée pour la collecte de données par entretien.

Dans chaque classe, il a été choisi, de façon aléatoire et genrée, quatre élèves dont deux garçons et deux filles. Au total seize élèves, huit filles et huit garçons ont participé à l'expérimentation.

À côté de l'entretien individuel mené par un chercheur auprès de chaque élève, une observation des manipulations de l'élève a été réalisée. Les entretiens ont été enregistrés et les manipulations filmées.

L'entretien permettait à chaque élève de dire ce que l'objet (robot Bee-Bot) représentait pour lui et d'en donner une description personnelle.

Ensuite, une ou deux situations problèmes étaient proposées aux élèves :

- Commander le robot pour qu'il dessine un carré d'un certain nombre de pas de côté ;
- Commander le robot pour qu'il dessine un rectangle pour ceux qui réussissaient le carré.

Si la première situation-problème était réussie, alors une deuxième situation-problème était proposée au même élève.

Les données collectées ont été qualitativement analysées. La partie suivante présente les premiers résultats de notre expérimentation.

V. Résultats

A. Illustrations des séances et changement de protocole

Les séances d'expérimentation ont eu lieu dans deux écoles, l'une privée et l'autre publique. Les images suivantes (voir *Tableau 3*) représentent respectivement les manipulations d'un écolier d'une école privée et une séance de questions à un écolier d'une école publique.

Tableau 2. Séances d'expérimentation du Bee-Bot par des écoliers

Illustration 1 : Un écolier d'une école privée manipulant le Bee-Bot	Illustration 2 : Séance de questions portant sur les touches de direction du Bee-Bot

La séance de découverte et d'exploration de ce type de robot a permis de faire des manipulations libres par quelques élèves volontaires. Dans chaque classe, certains enfants étaient appelés un à un pour « jouer » avec la Bee-Bot devant le groupe classe. Compte tenu du nombre d'élève par classe, du nombre d'élèves volontaires, du temps de manipulation du robot par un seul élève et du temps imparti pour cette activité par l'enseignant tous les élèves n'ont pas pu s'essayer à la manipulation. Le rôle de la maitresse de classe présente a été essentiel dans la gestion de l'attente et de la frustration des élèves.

Nous pouvons confirmer que la majorité des élèves n'avaient jamais vu de robot de type Bee-Bot.

Après cette première séance de découverte de Bee-Bot avec les élèves, nous avons choisi de modifier le protocole que nous avions décidé de suivre initialement conforme aux conditions de la recherche-action du Cameroun (Djeumeni et Voulgre, 2017) afin de l'adapter encore davantage au contexte local du Burundi. À cet effet, deux Bee-Bot ont été laissés à chacun des quatre enseignants affectés dans les classes concernées par notre étude. Les outils initialement prévus pour la collecte des données ont été remplacés. Les questions des entretiens ont été modifiées afin que les élèves les comprennent mieux et qu'elles correspondent mieux aux compétences traitées en classe.

B. Résultats de la première phase : séance en classe

1. Des difficultés à verbaliser ce que l'objet représente

Au premier contact avec le Bee-Bot, très peu d'élèves sont parvenus à dire ce que l'objet représentait. En effet, une minorité d'élèves voyaient le Bee-Bot soit comme un jouet, une poupée, une abeille, une souris sans savoir comment ils pouvaient jouer avec ou l'utiliser.

Beaucoup d'autres restaient bouche bée : ils n'avaient rien à répondre à la question qui était posée relative à ce que représentait pour eux cet objet présenté.

Leurs difficultés à verbaliser ce que l'objet représente étaient dues à des problèmes d'expression en français. Certains élèves ne parvenaient pas à s'exprimer en français pour dire ce qu'ils pouvaient voir ou penser ou comprendre de cet objet.

2. Une nécessité de dialoguer en Kirundi

La situation d'incompréhension des élèves face à l'objet présenté a conduit l'équipe à échanger avec eux dans leur langue maternelle, le kirundi.

3. Une nécessité d'une approche ludique

L'efficacité de la première séance est due au fait que les élèves en général aiment jouer. Petit à petit, tous les élèves voulaient jouer en même temps, tâtonner, toucher les boutons, voir le robot se mouvoir.

Cette séance a donc favorisé la découverte de ce robot Bee-Bot.

4. Des difficultés à faire-faire au robot une figure géométrique

Une élève, qui parlait très bien le français, a réussi au premier essai la programmation du Bee-Bot pour qu'il construise un carré mais n'a jamais réussi à programmer et faire exécuter le rectangle au robot : nous faisons l'hypothèse que cette élève avait mémorisé les étapes de cette première programmation après avoir observé les chercheurs sans toutefois comprendre le fonctionnement du Bee-Bot.

C. Résultats de la troisième phase : séance individuelle

1. Une nécessité de tâtonnement pour comprendre comment faire-faire un carré

Au courant de la deuxième séance, aucun des 16 élèves n'est arrivé à programmer le Bee-Bot pour qu'il trace un carré ou une autre figure donnée (rectangle, ligne brisée) avant le quatrième essai. En **effet, la quasi-totalité d'élèves ont réussi à faire faire le carré après au moins trois essais.**

Tableau 3. Réussites/échecs des écoliers à faire faire le carré selon le nombre d'essai effectués et le genre

Numéro d'écoliers	Age (années)	Genre (G/F)	École (publique/privée)	Classe (A/B)	Réussi/Pas réussi
1	10	G1	Privée	A	4ème essai
2	10	G2	Privée	A	4ème essai
3	10	F1	Privée	A	4ème essai
4	10	F2	Privée	A	1er essai
5	11	G3	Privée	B	2ème essai
6	10	G4	Privée	B	Pas réussi
7	11	F3	Privée	B	2ème essai
8	11	F4	Privée	B	Pas réussi
9	12	G5	Publique	B	Pas réussi
10	11	G6	Publique	B	Pas réussi

Numéro d'écoliers	Age (années)	Genre (G/F)	École (publique/privée)	Classe (A/B)	Réussi/Pas réussi
11	10	F5	Publique	B	Pas réussi
12	12	F6	Publique	B	Pas réussi
13	9	F7	Publique	A	Pas réussi
14	11	F8	Publique	A	Pas réussi
15	10	G7	Publique	A	Pas réussi
16	13	G8	Publique	A	Pas réussi

2. Des performances hétérogènes entre les élèves des écoles publique et privé

Quatre essais au maximum étaient donnés à chaque écolier pour faire dessiner le carré par le Bee-Bot. Trois quarts des écoliers du privé (6/8), dont 3 filles et 3 garçons, ont réussi l'épreuve, alors qu'aucun élève du public (0/8) n'y est parvenu après les quatre essais.

S'agissant de l'expression française, les élèves du privé comprennent rapidement les consignes et les remarques données en français et s'expriment mieux par rapport à ceux du public.

Nous avons observé des difficultés d'expression et de compréhension en français chez la plupart des élèves du public : nous étions obligés de parler en langue nationale, le Kirundi, pour qu'ils comprennent.

3. Donner la solution n'est pas forcément suffisant pour atteindre l'objectif souhaité

Certains élèves ne sont pas parvenus à faire-faire un carré au robot Bee-Bot à la fin du sixième essai.

Par ailleurs, si certains ont pu tracer un carré, ils n'ont pas forcément pu tracer le rectangle par la suite.

Néanmoins, les élèves concernés par les essais multiples ont tous gardé une motivation soutenue jusqu'au nième essai – erreurs autorisé. Pour des raisons de temps, nous avons alors fixé le nombre d'essais maximum par l'écolier pour passer aux suivants.

Lors du quatrième essai, nous avons donné toute la consigne en Kinrudi (citation ci-après traduite en Français), étape par étape, pour que l'élève numéro 10 puisse programmer la construction d'un carré de deux pas de côté :

> *« (1) Fyonda rimwe kuka buto ko kugwiza, (2) fyonda kabiri kuka buto kaja i mbere, (3) fyonda rimwe kuka buto gakatira i buryo, (4) fyonda kabiri kuka buto kaja i mbere, (5) fyonda rimwe kuka buto gakatira i buryo, (6) fyonda kabiri kuka bouto kaja i mbere, (7) fyonda rimwe kuka buto gakatira i buryo, (8) fyonda kabiri kuka bouto kaja i mbere, (9) fyonda rimwe kuri GO »,* ***ce qui veut dire*** *: « (1) Appuie une fois sur le signe de multiplication (X), (2) appuie deux fois sur le bouton avancer, (3) appuie une fois sur le bouton tourner à droite, (4) appuie deux fois sur le bouton avancer, (5) appuie une fois sur le bouton tourner à droite, (6) appuie deux fois sur le bouton avancer,(7) appuie une fois sur le bouton tourner à droite, (8) appuie une fois sur le bouton avancer,(9) appuie une fois sur le bouton GO ».*

Malgré ces consignes détaillées, l'élève n'a pas réussi à faire-faire construire le carré par le Bee-Bot.

D. Stratégies utilisées par les élèves

1. Des stratégies à construire sans références

La situation-problème proposée aux élèves leur demandait une résolution par programmation alors qu'ils n'en avaient jamais réalisée avant. Ils ne pouvaient pas se référer à des situations déjà vécues.

Pour que le Bee-Bot trace au sol un mouvement en forme de carré les élèves devaient réfléchir aux mouvements de l'objet : cela a engendré des difficultés de raisonnement et de représentation dans l'espace des mouvements de l'objet pour y parvenir.

2. Des pensées magiques à déconstruire

Certains élèves pensaient que ce robot Bee-Bot, qu'ils assimilaient à une abeille, était doté d'une certaine autonomie lui permettant de gérer librement ses déplacements.

Contrairement à leurs représentations, nous avons dû leur expliciter que le déplacement devait être programmé.

Ce changement de paradigme n'a pas été simple.

3. Une attribution de programmation difficile pour chacun des boutons

Plusieurs élèves ont confondu les différentes touches de directions du robot représentées par des flèches. Ils appuyaient par exemple sur la flèche de direction de l'objet « aller vers la droite » ou « aller vers la gauche » alors qu'ils souhaitaient programmer un mouvement du robot vers la gauche ou vers la droite.

Il fut aussi parfois difficile à comprendre la grandeur du « pas » et de « l'angle de la rotation » du Bee-Bot. Par conséquent, alors que l'angle de rotation était pré-fixé à 90° par mouvement programmé, certains élèves appuyaient deux fois (ou plus) sur la même flèche de direction ce qui faisait faire un demi-tour à la Bee-Bot (voire davantage).

4. De l'importance des stratégies de correction de la programmation

La majorité des élèves ont éprouvé des difficultés à corriger des erreurs commises dans la programmation. Certaines stratégies utilisées par les élèves en cas d'échec ont été notamment de refaire la commande, mettre à jour la mémoire par la touche X et éteindre le robot pour recommencer.

VI. Discussion, conclusion et perspectives

Lors de la première phase de notre recherche, les élèves étaient très intéressés par la découverte de cet objet de telle façon que nous avions de la peine à maintenir le calme dans la classe : tous voulaient le toucher et jouer avec alors que nous ne disposions que d'un nombre limité de robots.

Lors de la troisième phase de la recherche, certains élèves, essentiellement ceux de l'école privée, étaient capables de donner des descriptions très détaillées de ce que le robot pouvait réaliser et aussi de chercher ou vérifier pourquoi, dans certains cas, le Bee-Bot ne fonctionnait pas comme prévu. Ils le tournaient dans tous les sens, le renversaient pour vérifier s'il était ouvert ou fermé.

Comme pour la recherche-action au Cameroun, (Djeumeni-Tchamabe et Voulgre, 2017), les notions de programmation du robot n'apparaissent pas dans le discours des élèves du privé ni

dans ceux des élèves du public même si certains arrivaient à le programmer pour une activité donnée.

Les élèves du privé, ayant plus d'aisance à s'exprimer en français, sont arrivés à expliquer et énoncer leur raisonnement et leur manipulation durant l'observation, comme les élèves du privé observés au Cameroun.

Nous faisons l'hypothèse aussi que les élèves des classes du privé ont pu s'entrainer davantage lors de la deuxième phase, avant la troisième. Ils étaient plus familiarisés avec ce robot ce qui a sans doute contribué à mieux le programmer.

Il apparaît assez clairement que le Bee-Bot n'est pas « simple » à programmer sans une période de prise en main suffisante pour comprendre les fonctionnalités de chaque touche, et essentiellement en ce qui concerne la touche permettant d'effacer le programme en mémoire. Son utilisation en classe nécessite des conditions à définir tant sur le plan de l'organisation de l'espace que sur les objectifs à atteindre. L'enseignant doit avoir un minimum de connaissances et de compréhension de l'objet pour pouvoir séquencer des consignes précises à faire réaliser par les élèves.

Nous questionnons alors comment accompagner les enseignants à poursuivre l'utilisation des Bee-Bots malgré des effectifs pléthoriques des classes et des difficultés de gestion de classes que les activités pédagogiques pourraient induire.

En perspective, nous proposons de questionner l'accompagnement des enseignants pour initier des apprentissages créatifs chez les élèves compte tenu des initiatives récentes comme celles d'une association dénommée « Great Lakes initiatives for Communities Empowerment »[11] (GLICE) qui depuis 2010 tente de former des enfants hors de l'école et de celles de l'École Normale Supérieure de Bujumbura qui propose des enseignements relatifs à quelques notions informatiques aux futur-e-s enseignant-e-s de l'école fondamentale depuis l'année académique 2011-2012 avec le système BMD (Baccalauréat, Mastère, Doctorat)[12].

Références

Alimisis, D. (2013). *Robotique dans l'enseignement et de l'éducation en robotique : Shifting focus de la technologie à la pédagogie.* Actes de la 3e Conférence internationale sur la robotique dans l'éducation 2012 (pp. 7-14). Faculté de Mathématiques et Physique, université Charles de Prague, Prague.

Barrué, C. et Vigot, N. (2016). Jouets programmables comme outils cognitifs : pratiques pédagogiques de stagiaires professeurs des écoles Dans *Les actes en ligne du colloque Didapro-DidaSTIC, Université de Namur, Belgique*. [En ligne] https://didapro6.sciencesconf.org/83332/document

Baron, G-L., Drot-Delange, B. et Touloupaki, S. (2016). L'éducation à l'informatique à l'école primaire : une bibliographie sélective commentée. *Adjectif.net.* [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?Article382

Berry, G. (2008). Comment donner une culture générale informatique à tous les élèves ? Conférence organisée par l'association Enseignement Public et Informatique (EPI) au salon Educatice 2008. [En ligne] http://www.epi.asso.fr/revue/docu/d0901a.htm

Béziat, J. (2013). Les TIC à l'école primaire en France : informatique et programmation. *EpiNet*, 159. [En ligne] https://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1311d.htm

[11] Site web du Great Lakes initiatives for Communities Empowerment : http ://glice.bi/index.php/qui-sommes-nous/our-mission/2-non-categorise/15-robotique, consulté le 23 avril 2019

[12] http ://www.adjectif.net/spip/spip.php?breve704, consulté le 14 juin 2019

Djeumeni-Tchamabe, M. et Voulgre, E. (2017). Faire la classe différemment au Cameroun avec la robotique pédagogique : Bee-Bot avec des élèves de 10-12 ans (pp. 503-521). Dans Groux, D., Voulgre, E., Combemorel, C., et Langouët, G. (2017), *Réformer l'école ? L'apport de l'éducation comparée - Hommage à Louis Porcher*. Paris : L'Harmattan.

Dolbeau-Bandin, C. (2017). L'apprentissage par la robotique : vers une robotique éducationnelle constructiviste ? Sur le site de l'Institut pour l'Étude des Relations Homme-Robots (IERHR). [En ligne] https://www.ierhr.org/lapprentissage-par-la-robotique-vers-une-robotique-educationnelle-constructiviste/

Drot-Delange, B. (2012). Enseignement de l'informatique, éducation aux technologies de l'information et de la communication en France, dans l'enseignement général du second degré. *Spirale*, 50, 25-37.

Duchâteau, C. (1993). *Robotique-Informatique : mêmes ébats, mêmes débats, mêmes combats.* Dans Regards sur la robotique pédagogique-Actes du 4e colloque sur la robotique pédagogique. Liège : Université de Liège, 10–33.

Gaudiello, I. et Zibetti, E. (2013). La robotique éducationnelle : état des lieux et perspectives. *Psychologie Française*, 58(1), 17-40. [En ligne] http://doi.org/10.1016/j.psfr.2012.09.006

Komis, V. et Misirli, A. (2012). Robotique pédagogique et concepts préliminaires de la programmation à l'école maternelle : une étude de cas basée sur le jouet programmable Bee-Bot Dans *Didapro-DidaetSTIC5*. Université Blaise Pascal.

Livingstone, S. (2009). *Children and the Internet: Great Expectations*, *Challenging Realities*. Cambridge: Polity. The London School of Economics and Political Science.

Mandin, S. (2016). Apprendre par la manipulation physique grâce aux robots. *L'Agence Nationale des Usages des TICE*. [En ligne] http://www.cndp.fr/agence-usages-tice/que-dit-la-recherche/apprendre-par-la-manipulation-physique-grace-aux-robots-100.htm

Ndikuriyo, E. et Voulgre, E. (2016). Quels accompagnements pour l'enseignement de l'informatique à l'École Fondamentale du Burundi ? *Adjectif.net.* [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article394

Ndikuriyo, E. et Voulgre, E. (2018). Quels accompagnements pour l'enseignement de l'informatique à l'École Fondamentale du Burundi ? *Adjectif.net.* [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article455

Ndovori, C., Voulgre, E., Barahinduka, E. et Baron, G.-L. (2016). Les usages des TICE par les lauréats de l'ENS de Bujumbura. *Adjectif.net*. [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article=404

Nijimbere, C. (2012). Informatique et enseignement au Burundi, quelles réalités ? *Adjectif.net*. [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article105etlang=fr

Nijimbere, C. (2015). *L'enseignement de savoirs informatiques pour débutants, du second cycle de la scolarité secondaire scientifique à l'université en France : une étude comparative.* Thèse soutenue à l'université Paris Descartes sous la direction de G.-L. Baron. [En ligne] https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-01410094/document

Nonnon, P. (2002). Robotique pédagogique et formation de base en science et technologie. *Aster - Recherches en didactique des sciences expérimentales*, 34. [En ligne] http://documents.irevues.inist.fr/handle/2042/8787

Papert, S. (1994). *L'enfant et la machine à connaitre*. *Repenser l'école à l'ère de l'ordinateur*. Paris : Dunod.

Reverd, C. (2016). Quelle est la place de la robotique pédagogique au sein de l'éducation ? Billet de *La Vitrine Technologie Éducation*. [En ligne] https://www.vteducation.org/fr/laboratoires/synthese/quelle-est-la-place-de-la-robotique-pedagogique-au-sein-de-leducation

Spach, M. (2017). *Activités robotiques à l'école primaire et apprentissage de concepts informatiques : quelle place du scénario pédagogique ? Les limites du co-apprentissage.* Thèse soutenue à l'université Paris Descartes sous la direction de G.-L. Baron.

Vergnaud, G. (1990). La théorie des champs conceptuels. *Recherches en Didactique des Mathématiques*, 10(23), 133-170.

Vivet, M. (2000). Des robots pour apprendre. *Revue des Sciences et Techniques Éducatives*, 7(1), 17-60.

Voulgre, E., Weller, C. et Jang, A. (2016). Thymio en cycle 3 en France : qu'est-ce qu'un robot en termes de culture informatique ? *Adjectif.net.* [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article390

Zibetti, E. et Gaudiello, I. (2016). L'usage de la robotique à l'école. *Agence des usages TICE*. [En ligne] https://www.reseau-canope.fr/agence-des-usages/lusage-de-la-robotique-a-lecole.html

Les TIC pour la qualité de l'enseignement de la physique au Burundi : réalisation d'une application qui simule un circuit électrique

ICT as an enhancement in the teaching of physics: implementation of an application that simulates an electrical circuit

Rachel Akimana, Alexis Banuza, Abdoul Kana, Ildephonse Nsengiyumva
CRDS, Université, du Burundi, Bujumbura, Burundi
Claver Nijimbere
Laboratoire ReSTE, École Normale Supérieure, Bujumbura, Burundi
Jean-Marie Ndagijimana
Lycée Gisenyi, CRDS, Burundi

Résumé

Le présent article présente tout d'abord l'état des lieux de l'enseignement de la Physique au Burundi. S'appuyant sur le constat de la nécessité de recourir aux simulations informatiques dans la conduite des travaux pratiques en classe dans l'enseignement des sciences physiques, un projet de recherche est en cours pour élaborer un laboratoire virtuel d'activités d'enseignement-apprentissage pour l'accompagnement des enseignants et des élèves. L'article consiste alors à rendre compte de la conception et de la réalisation d'une application de simulation des circuits électriques RC, RL et RLC. L'application y est décrite et son analyse comme ressource pédagogique a été aussi menée. Les résultats permettent une reconnaissance de la valeur ajoutée de l'application.

Mots clés : Burundi, simulation, circuit électrique, enseignement, physique, accompagnement

Abstract

This article first presents the state of play of the teaching of physics in Burundi. Based on the recognition of the need for computer simulations in the conduct of classroom work in physical science education, a research project is underway to develop a virtual laboratory for teaching-learning activities for the accompaniment of teachers and students. The article, then, reports on the design and implementation of a simulation application of RC, RL and RLC electrical circuits. The application is described and its analysis as educational resource was also conducted. The results allow recognition of the added value of the application.

Keywords: *Burundi, simulation, electrical circuits, teaching, physics, accompaniment*

I. Problématique

Les Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) sont petit à petit en train de devenir un des piliers du savoir au même titre que la lecture et l'écriture. Savoir utiliser les outils informatiques s'avère être incontournable, notamment pour les enseignants, comme support d'enseignement, comme illustrateur de notions ou encore pour la conduite d'expériences (Voulgre, Wallet et Baron, 2018).

Notre travail interroge alors l'utilisation d'une application en ligne pour mener des expériences en physique dans les établissements d'enseignement fondamental au Burundi afin de pallier une part des difficultés de mises en pratique de cette discipline avec les élèves.

Banuza (2014), Banuza, Nijimbere et Ndikuryayo (2016) et Banuza, Lumonge, Ndikuryayo et al (2017) montrent que l'enseignement des sciences en général et de la physique en particulier souffre de beaucoup de problèmes au Burundi. Par exemple, Banuza (2014) a identifié les principaux problèmes de l'enseignement de la physique dont quelques-uns sont le manque d'enseignants qualifiés, le matériel didactique, de laboratoires équipés et fonctionnels ou encore l'incompatibilité du programme avec les grilles horaires, l'obsolescence des manuels scolaires face à l'évolution des connaissances et des modalités d'enseignement de type uniquement transmissif rendant les élèves passifs en classe.

En 2013, d'après le travail de recherche de Banuza (2014), lors de visites dans des écoles ayant la section scientifique A (dont les cours principaux sont la physique et les mathématiques), une seule école sur dix avait un laboratoire équipé et fonctionnel, deux étaient sans laboratoire, cinq avaient un laboratoire mais non fonctionnel et deux autres écoles avaient alloué les salles destinées aux laboratoires de physique à autre chose soit comme salle de cours ou de stockage de matériels de construction (Banuza, 2014). Par ailleurs, là où il y a les laboratoires, le matériel n'y est pas. Quant aux manuels scolaires, lors des visites dans les écoles secondaires par les chercheurs du Centre de Recherche en Didactique des Disciplines et de Diffusion des Sciences (CRDS), il a été constaté que si des bibliothèques existent, elles sont fournies en livres anciens et très peu en rapport avec les programmes en vigueur.

Les analyses des observations menées par Banuza (2014) lors des séances de cours de physique rapportent que les principales activités de l'élève étaient la prise des notes, l'écoute du professeur, la discussion avec le professeur sur les concepts de physique et la réalisation des exercices en sciences physiques. Les élèves semblaient toujours être à l'écoute du professeur qui exposait magistralement son cours, les connaissances sans suffisamment privilégier le temps consacré aux expériences.

La réalisation des expériences est une activité qui n'est pas couramment réalisée dans l'enseignement de la physique dans les écoles secondaires burundaises. Notre recherche interroge alors comment cet enseignement peut faciliter ou pas le raisonnement de tous les élèves ?

Quant à la qualification des enseignants, la majorité des enseignants sont non qualifiés alors que Mivuba (2008) précise bien que la qualité des enseignants joue sur la qualité de l'éducation.

Les mêmes résultats avaient été trouvés lors des recherches faites dans le cadre des mémoires sous l'encadrement du Centre de Recherche en Didactique et de Diffusion des Sciences (CRDS) au sein de l'Université du Burundi. Ces recherches montrent que l'enseignement des sciences physiques au Burundi surtout dans sa partie expérimentale rencontre les problèmes suivants :

- Un manque de laboratoires ;
- Un manque d'équipements suffisants pour la conduite des expériences là où il y a des laboratoires ;
- Des difficultés à gérer des effectifs élevés d'élèves pendant la période des expériences ;
- Des difficultés à gérer le temps des expériences.

Bien que quelques-uns de ces résultats ne soient pas encore publiés, nous constatons que la situation nous interpelle pour trouver des solutions provisoires afin d'améliorer la qualité de l'enseignement de la physique au Burundi.

Cela étant, l'équipement des laboratoires coûte cher et dépasse les capacités des écoles burundaises. Banuza (2014) avait pu proposer la fabrication du matériel localement, mais pour quelques sujets

comme le courant alternatif, cette solution semble peu s'y prêter.

Notre recherche questionne comment modifier la situation ? Comment proposer des solutions alternatives à l'équipement des laboratoires ? Quelles sont ces alternatives ?

Nous focaliserons sur la question de recherche suivante : comment concevoir une application pour la conduite des expériences de physique dans le contexte des écoles secondaires du Burundi ?

L'objectif de notre travail est la conception d'une application informatique simulant les circuits électriques et se situant dans le cadre de l'amélioration de la qualité de l'enseignement au sein du chapitre sur le courant alternatif au niveau de l'enseignement secondaire au Burundi. Il s'agirait d'un premier module dans la création d'un laboratoire virtuel (projet de recherche en cours).

Après la présentation des cadres théorique et conceptuel, nous allons décrire successivement (1) la méthodologie, (2) les modélisations, (3) le développement de l'application, (4) les résultats et discussions et (5) la conclusion et les perspectives.

II. Cadre théorique

Beaucoup d'études ont été déjà réalisées sur les laboratoires virtuels souvent en comparaison avec les laboratoires physiques classiques et convergent sur leur efficacité à bien des égards. Par exemple, Rutten et al. (2012) ont abordé la question de l'efficience des simulations informatiques en comparaison avec la conduite classique des classes avec deux questions de recherche : (1) Comment est-ce que l'enseignement traditionnel des sciences peut être amélioré avec l'usage des simulations informatiques ? (2) Comment est-ce que les simulations informatiques peuvent être utilisées dans le processus d'apprentissage et l'atteinte des objectifs. Pour cela, ils ont fait une revue des travaux de recherche qui traitent de l'impact des simulations informatiques sur l'apprentissage, en explorant les bases de données des publications en ligne dont ERIC (2011), SCOPUS (2011), ISIS Web of knowledge (2011). Ils ont procédé par regroupement des articles traitant des thèmes similaires. L'efficience des simulations informatiques comme outils pour remplacer ou préparer des travaux de laboratoires a été reportée dans beaucoup de publications. La capacité de diversification dans la visualisation des outputs ainsi que l'engagement des apprenants dans le processus d'apprentissage ont été reportés aussi.

Manisha (2013) a fait une étude sur l'efficacité des laboratoires virtuels dans le développement des concepts physiques dans le cas particulier de leçon sur l'effet photoélectrique. L'étude a été menée sur 50 élèves d'une école secondaire du Gopal en Inde. Les élèves ont été divisés en deux groupes : le groupe de contrôle travaillant dans un laboratoire de physique et le groupe expérimental travaillant avec des simulations informatiques. L'étude de Manisha a conclu que les résultats de l'apprentissage de l'effet photoélectrique étaient meilleurs pour le groupe expérimental travaillant avec des simulations informatiques.

De Jong et al (1998) analysent l'efficience des laboratoires virtuels dans l'apprentissage par découverte et comment ces simulations peuvent contribuer dans la définition des hypothèses, la conception des expériences, la prédiction et l'analyse des résultats et la modération du processus d'apprentissage avec des modèles évolutifs. Il s'agit d'une revue suivie d'une analyse comparative des travaux faits sur l'apprentissage par découverte. L'accès à l'information, la diversification et la multitude des outils d'évaluation et l'évolutivité dynamique des simulations informatiques ont été retenus par De Jong et al. comme des critères contribuant à un meilleur apprentissage par découverte.

Lewis (2014), dans son article où il aborde la question des avantages et des inconvénients de l'usage des technologies virtuelles de simulation dans la conduite des expériences, montre que les laboratoires virtuels au même titre que les laboratoires classiques permettent de renforcer l'acquisition des connaissances. Mieux que les laboratoires classiques, les laboratoires virtuels permettent de réaliser une large gamme d'expériences à moindre coût et permettent à tout élève de faire des manipulations quelle que soit la distance à laquelle il travaille.

Signalons que le présent travail s'inscrit aussi dans le cadre d'une série d'autres activités de recherche dans la sous-région. Comme Lumonge (2010) nous cherchons à comprendre pourquoi les élèves ne comprennent pas les sciences. Il avait trouvé que si on ne tient pas compte des conceptions des élèves

lors de l'enseignement apprentissage, ces derniers ne retiendront pas beaucoup de choses. Après évaluation, les élèves restent avec leurs conceptions.

Concernant particulièrement la notion de courant alternatif, les recherches de Banuza, Ntwari, Kabungulu et Niyiragira (2017) relatives aux conceptions des élèves du Lycée Makamba ont montré que l'enseignement apprentissage sur ce thème n'aurait pas permis l'évolution des conceptions des élèves. Par exemple, après apprentissage, il y avait des élèves qui disaient : *« un courant continu est un courant qui se termine pendant un certain temps tandis qu'un courant alternatif est produit par l'électricité »*. Ils disaient encore que *« la tension fournie par une centrale hydroélectrique est transmise sous une tension très élevée parce que cette puissance est consommée par beaucoup d'appareils »*. Les chercheurs font l'hypothèse que le manque de matériel didactique serait la principale cause de l'absence d'évolutions des conceptions des élèves avant et après le cours.

L'usage des laboratoires virtuels est présenté dans plusieurs projets :

- Celui de Simulations interactive PhET (https://phet.colorado.edu/fr/) de l'Université du Colorado Boulder qui a déjà créé des millions des simulations mathématiques et de sciences interactives gratuites. Pour le cas particulier de l'électricité en physique, on y trouve au moins 30 simulations (champ électrique, résistance dans un fil, semi-conducteurs etc…). Malheureusement les circuits RC, RL et RLC ne sont pas représentés ;
- Le projet Vlab (http://www.vlab.co.in/) initié par le gouvernement indien vise à offrir un accès à distance à des laboratoires dans différents disciplines. Les simulations relatives aux différentes branches de la physique telles l'astrophysique, la physique moderne, la thermodynamique etc… y sont accessibles gratuitement.

Notre projet ne vient pas tout simplement comme une application de plus. En effet, nous savons qu'une application doit être faite en respectant le flux d'informations et la politique de gestion de l'entité pour laquelle l'application est faite. Ceci fait que malgré la multitude d'applications existantes, nous avons jugé bon de concevoir une application propre répondant aux protocoles et au flux d'informations en vigueur dans nos écoles secondaires qui ne sont pas nécessairement pris en compte dans les applications déjà existantes.

III. Cadre conceptuel

Cette partie nous permet de préciser les notions de physique auxquelles fait référence l'application en ligne que nous avons tenté de construire.

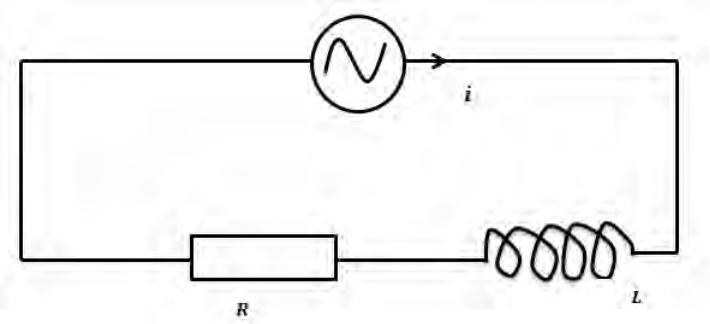
A. Le courant alternatif

Le courant alternatif est un courant électrique périodique qui change de sens deux fois par période et qui transporte des quantités d'électricité alternativement égales dans un sens et dans un autre. Le courant alternatif a une composante continue (valeur moyenne) nulle et s'enseigne dans la classe de troisième post fondamental sections sciences. Trois circuits feront objet de notre application à savoir : le circuit RL (*Résistance et L'inductance*), le circuit RC (*Résistance et Condensateur*) et le circuit RLC (*Résistance, L'inductance et Condensateur*).

B. Un circuit RL

Un circuit RL est un circuit électrique contenant une résistance et une bobine (ayant une certaine valeur d'inductance) ; il est utilisé dans diverses applications, comme filtre passe-bas ou passe-haut, ou dans les convertisseurs de courant continu. Contenant deux composants, il se décline en deux versions différant dans la disposition des composantes (série ou parallèle). *L'illustration 1* suivante donne le circuit RL en série.

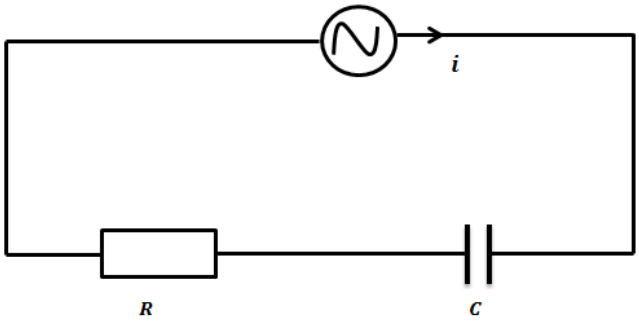
Figure 1. Circuit RL



C. Un circuit RC

Un circuit RC est un circuit électrique composé d'une résistance (R) et d'un condensateur de capacité (C) montés en série.

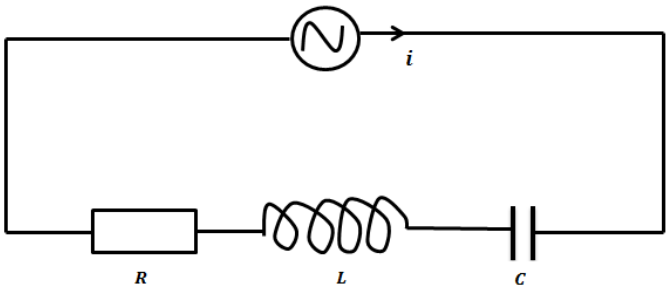
Figure 2. Circuit RC



D. Un circuit RLC

Un circuit RLC est un circuit linéaire contenant une résistance électrique, une bobine et un condensateur. Il existe deux types de circuits **RLC** (série ou parallèle), selon l'interconnexion des trois types de composants. Le comportement d'un circuit **RLC** est généralement décrit par une équation différentielle du second ordre.

Figure 3. Circuit RLC



Dans la partie suivante, nous allons présenter la méthodologie et l'application que nous avons conçue.

IV. Méthodologie

La méthodologie de travail peut être décrite en quatre étapes :

La première étape dans la réalisation de cette application a été le choix du sujet de travail. Le cours de sciences physiques comporte plusieurs parties, l'application s'est limitée uniquement au chapitre du courant alternatif : cas des circuits électriques (RC, RL et RLC). Ce chapitre fait appel à des notions de mécanique (concepts de force, travail, puissance et énergie).

La deuxième étape a été de concevoir le modèle de l'application. Cette deuxième étape s'avère être la plus laborieuse et la plus délicate. Le modèle construit doit être un refrain de la situation réelle en termes de structures (entités constituantes) et d'interactions (flux d'informations entre les entités).

Une troisième étape est une visite de terrain requise pour la maîtrise du mode de fonctionnement des structures concernées par l'application. La visite de terrain a été réalisée pendant les stages pédagogiques des étudiants de deuxième licence en physique dans les écoles secondaires du Burundi.

La quatrième étape a permis de concevoir l'application. Cette dernière étape est réalisée à l'aide des outils informatiques à partir du modèle établi dans la section précédente. Il s'agit d'une étape purement technique qui nécessite une maîtrise des outils informatiques utilisés.

V. Modélisations

Dans le monde de l'entreprise et dans le milieu académique, il existe de nombreuses techniques de modélisation de processus pouvant être utilisées tantôt comme méthodes tantôt comme langages de modélisation ou tout simplement comme outils informatiques intégrés. Les méthode MERISE (Dionisis, 1998) et Unified Modeling Language (UML) (Miles et Hamilton, 2008) sont les méthodes de modélisation les plus largement utilisées. Le modèle de l'application a été conçu avec le langage de modélisation UML. Il s'agit d'un langage d'analyse et de conception se basant sur la création de modèles successifs de plus en plus affinés afin de mettre en place une solution au problème étudié. Les différentes phases du développement avec UML au moyen du profil de gestion du projet peuvent être représentées au moyen d'une série de neuf diagrammes permettant de comprendre de manière visuelle les concepts définis.

De ces neufs diagrammes, nous avons choisi d'en présenter deux, le diagramme de cas d'utilisation montrant les fonctionnalités et les acteurs de l'application et le diagramme de classe illustrant la structure interne de l'application. Le diagramme de cas d'utilisation est un des diagrammes représentant les aspects comportementaux du système. Il est le plus facilement compréhensible par les non-informaticiens. En revanche, le diagramme de classes est exploitable par les informaticiens. Il donne une vue logique du modèle et permet aux informaticiens de collaborer sur un projet de conception car il donne une vue unifiée du système. Le diagramme de classes est l'un des diagrammes représentant les aspects structurels du système à modéliser.

A. Le diagramme de cas d'utilisation

Le diagramme des cas d'utilisation illustre les liens entre les différents cas et les intervenants dans les différents scénarios considérés. Ce diagramme permet d'expliquer les fonctionnalités de l'application sans devoir entrer dans les détails interne de l'application. Il met en évidence les acteurs de l'application et leurs rôles respectifs exprimés sous le vocable de cas d'utilisation.

Un acteur est un élément externe au logiciel qui échange des informations avec lui. Les acteurs peuvent être les utilisateurs pour lesquels le logiciel est développé ou des utilisateurs requis pour la maintenance du système. Un acteur dans le diagramme est représenté par un bonhomme allumette (*stickman*).

Un cas d'utilisation est une fonctionnalité de l'application. C'est simplement une réponse à la question : dans quel cas, dans quelle situation, souhaitez-vous utiliser l'application ? Un cas d'utilisation est représenté à l'aide d'une ellipse avec un verbe d'action à l'intérieur.

Un acteur et le logiciel communiquent par le biais des cas d'utilisation et cela est manifesté par une ligne reliant l'acteur et le cas d'utilisation.

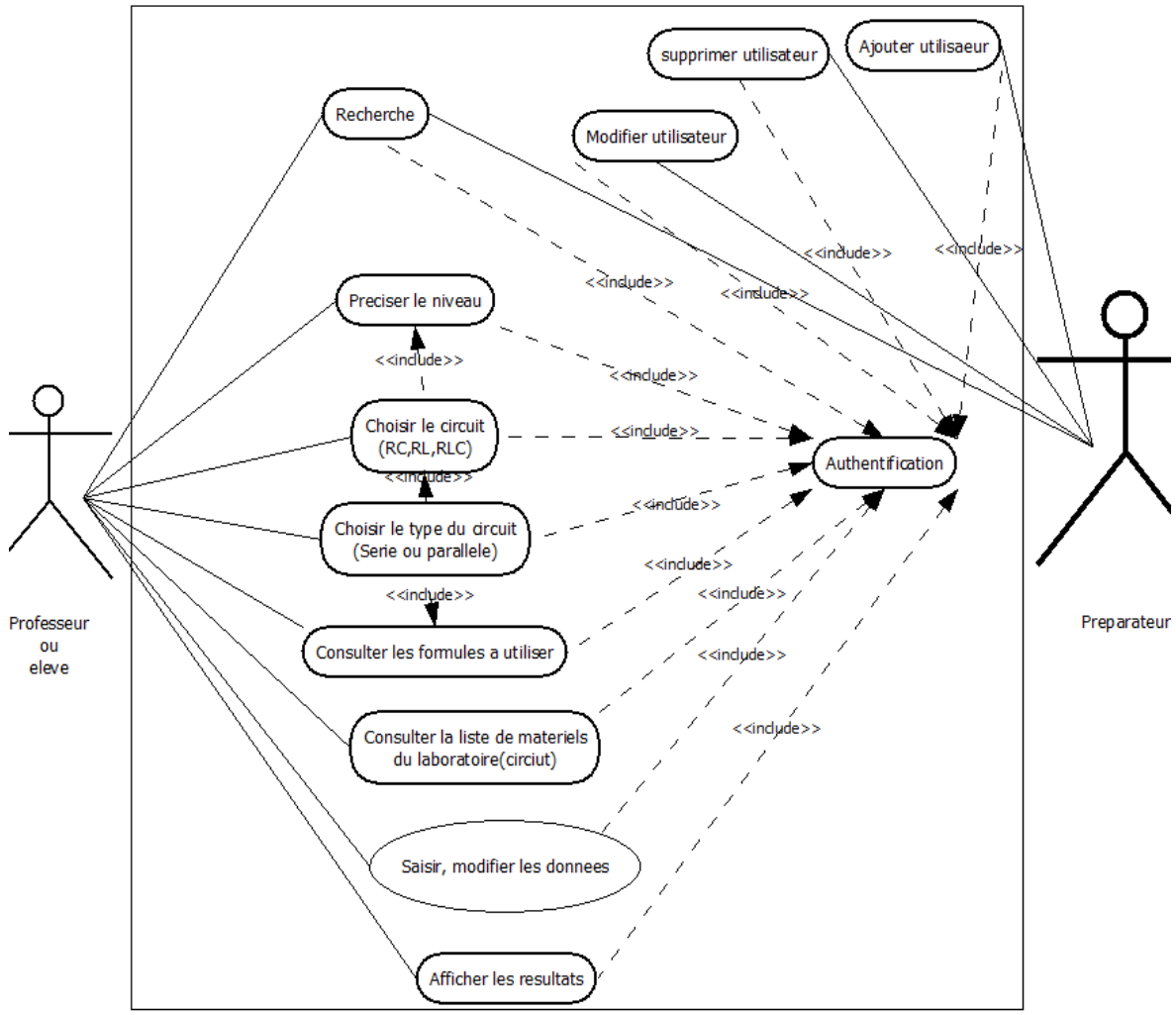
Le modèle de notre application suppose trois types d'utilisateurs avec les mêmes droits : un enseignant, un apprenant et un préparateur :

- Pour l'enseignant, le modèle peut être utilisé pour illustrer et compléter son cours par des travaux pratiques ;
- L'apprenant quant à lui, peut l'utiliser pour renforcer ses apprentissages ou faire des exercices sur les circuits électriques ;

- Pour le préparateur ou l'agent de laboratoire qui assiste le professeur enfin, le modèle peut contribuer dans la préparation des travaux pratiques.

Les trois acteurs (enseignant, apprenant et préparateur) interagissent avec le logiciel par le biais des cas d'utilisation authentification, saisir les données, choisir le niveau etc.

Figure 4. Diagramme de cas d'utilisation.JPG

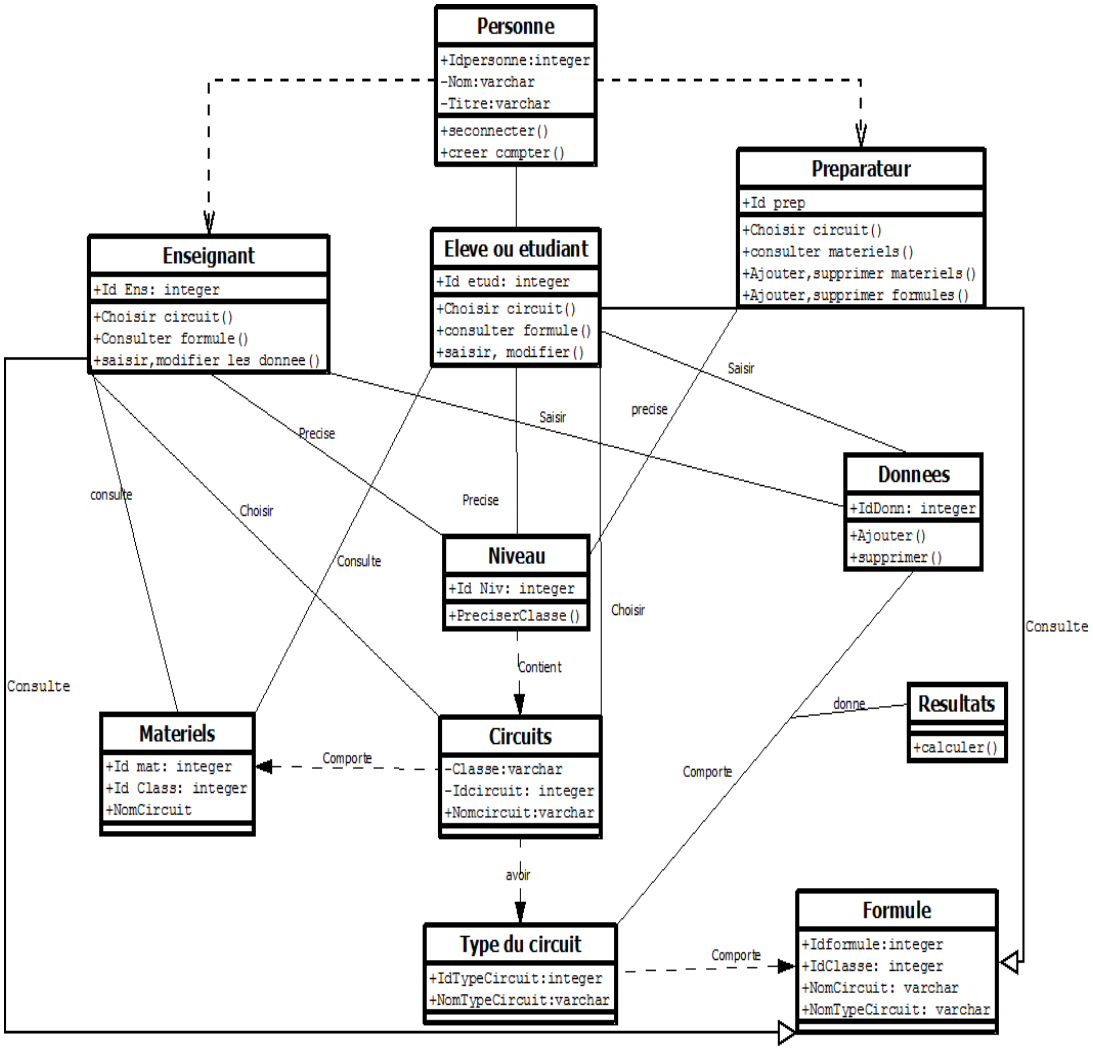


B. Le diagramme de classes

Alors que le diagramme de cas d'utilisation montre un système du point de vue des acteurs, le diagramme de classes en montre la structure interne. Il permet de fournir une représentation abstraite des objets du système qui vont interagir pour réaliser les cas d'utilisation.

Dans le diagramme de classes, un rectangle divisé en 3 compartiments modélise une classe. Le premier compartiment contient le nom de la classe, le deuxième compartiment contient les attributs et le troisième compartiment contient les méthodes. Une classe est la description formelle d'un ensemble d'objets ayant une sémantique et des caractéristiques communes. Un objet est une instance d'une classe. Par exemple dans le diagramme ci-dessous, nous avons la classe Personne, ayant les attributs nom et titre. À la classe personne sont associées les méthodes : se connecter et créer compte.

Figure 5. Diagramme de classes de l'application.JPG



VI. Le développement de l'application

La dernière étape a visé le développement informatique de l'application.

A. Les outils utilisés

Les outils utilisés sont les suivants :

- HTML (*HyperText Markup Language*) : il s'agit d'un langage permettant la lecture de documents sur Internet à partir de machines différentes, grâce au protocole HTTP. Il permet aussi d'accéder via le réseau à des documents repérés par une adresse unique, appelée URL (*Universal Resource Location*) ;
- CSS (*Cascading Style Sheets*) : il s'agit d'un instrument de mise en forme et de présentation de pages HTML générées dynamiquement ;
- MYSQL est un système de gestion de base de données (SGBD) qui permet d'entreposer des données de manière structurée (base, table, champs, enregistrements). La base de données contenant les différents objets que nous avons déclarés dans le diagramme de classe a été conçu avec MYSQL ;
- PHP est un langage de programmation, très proche syntaxiquement du langage C, destiné à être intégré dans des pages HTML. C'est ce langage qui a été utilisé pour afficher le contenu de la base de données sous le format exprimé dans les requêtes.

B. Deux exemples de codage de l'application

Dans cette section, nous revenons sur quelques exemples de codes relatifs à la création des utilisateurs et à leur enregistrement dans la base de données avec MYSQL, PHP et HTML.

Les utilisateurs s'enregistrent dans la base de données dans une table que nous avons nommée utilisateurs. Le code de création de la table est annexé à cet article (*annexe I*). Un utilisateur est caractérisé par quatre attributs : le nom, le prénom, le login et le mot de passe.

Le code PHP HTML d'insertion des utilisateurs dans la table est mis dans l'*annexe II* de l'article.

C. Les difficultés de codage et contournements

Normalement le codage consiste en une traduction en objets informatiques du modèle construit lors de la modélisation. Si la phase de modélisation a été fidèle, le codage ne cause particulièrement pas de problèmes. Une maîtrise des outils de programmation utilisés et la compréhension du modèle de l'application sont des conditions indispensables à la réussite de la partie développement de l'application.

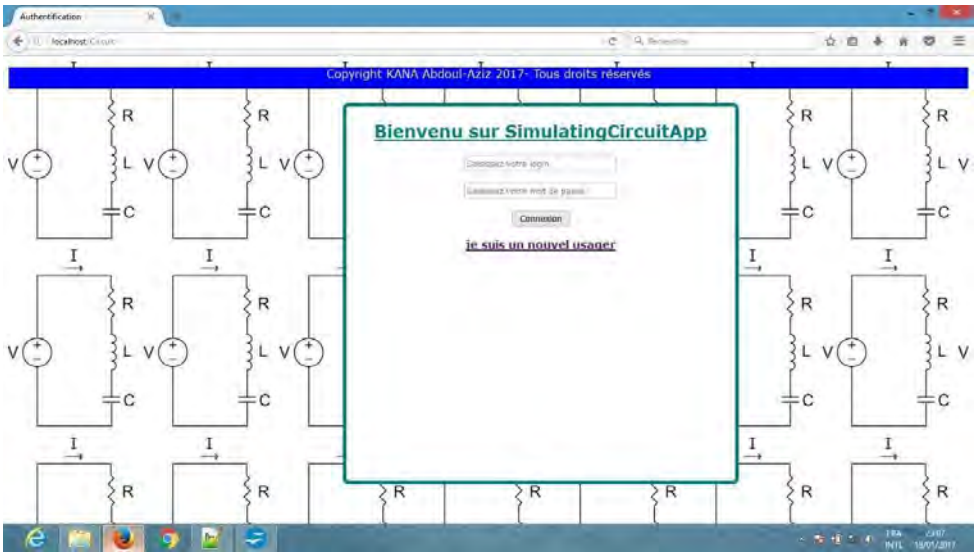
VII. Résultats et discussions

A. Résultats

Le principal résultat de ce travail a été la réalisation de l'application *SimulatingCircuitApp* dont la présentation est faite via quelques interfaces. Les interfaces suivantes sont des captures d'écrans de l'application et présentent quelques-uns des cas d'utilisation identifiées dans le diagramme de cas d'utilisation.

L'illustration 6, présente le cas d'utilisation « S'authentifier » par lequel passe tout utilisateur de l'application. Cette authentification requiert un login et un mot de passe qui sont deux des attributs de tout utilisateur enregistré dans la base de données.

Figure 6. Page d'identification de l'application.JPG

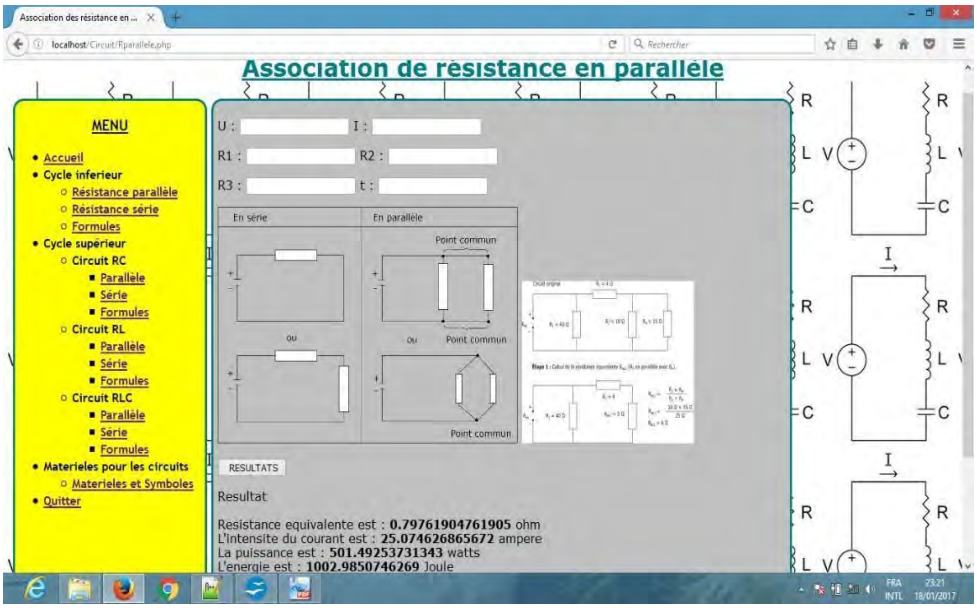


Cette capture d'écran présente la phase d'authentification d'un utilisateur qui est déjà présent dans la base de données ou d'un utilisateur qui se connecte pour la première fois et qui doit d'abord s'enregistrer dans la base de données. Le premier doit juste fournir son login et son mot de passe alors que le second devra entrer tous les attributs d'un utilisateur (voir code, *annexe I*).

L'illustration 7, présente le cas d'utilisation « afficher les résultats », par lequel un élève ou un professeur après s'être authentifié, choisit le type de circuit et entre les données (les valeurs des paramètres du circuit pouvant être la valeur des résistances, de la tension etc.). Par exemple cette

simulation lui permettra de calculer la résistance équivalente, l'intensité du courant, la puissance et l'énergie. Les données sont choisies aléatoirement. Ces captures d'écrans indiquent au lecteur que l'application fonctionne et donne des résultats suivant les fonctionnalités définis dans le diagramme de cas d'utilisation.

Figure 7. Affichage des résultats.JPG



Cette capture d'écran correspond à la phase où un élève voudra utiliser l'application pour faire des exercices d'une façon autonome. Il choisit un type de circuit, le type de montage et entre les données requises pour le circuit. Les valeurs des données sont choisies aléatoirement.

B. Discussion

Dans les lignes qui suivent, nous nous interrogeons sur l'intérêt pédagogique de l'application *SimulatingCircuitApp*, surtout dans le contexte burundais. Nous allons aussi proposer un protocole d'expérimentation de l'application.

Notre application a des points communs avec d'autres applications telle que celle utilisée dans l'enseignement-apprentissage du schéma électrique dans un environnement numérique de travail avec laquelle Paratore (2010) montre l'exécution d'exercices au moyen du *logiciel schémapli*. Cette application favorise l'apprentissage d'algorithmes dont les règles d'actions utilisées par les sujets reposent notamment sur des propriétés du domaine de la géométrie mais aussi du domaine de l'électrotechnique présentes dans la situation. Dans le même ordre d'idée, notre application numérique proposée peut être au service de l'enseignement des concepts physiques. Elle peut permettre la résolution de certaines difficultés (notamment liées aux représentations naïves des notions d'intensité et de tensions ; des représentations schématiques électriques ne respectant pas les règles, ne respectant pas la continuité électrique etc.) liées à l'enseignement de l'électricité en physique, essentiellement des circuits RC, RL et RLC.

Notre application numérique est un Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH). Comme le précise Tchounikine (2002), les EIAH concernent des *« travaux visant à définir des éléments de méthodes et de techniques reproductibles et/ou réutilisables facilitant la mise en place (conception – réalisation – expérimentation – évaluation - diffusion) d'environnements de formation ou d'apprentissage en permettant de dépasser le traitement ad hoc des problèmes. ».*

Selon cette définition, notre application numérique offre un environnement pouvant permettre la modélisation d'un contexte de formation (en présentiel ou à distance). Comme système informatique, cette application numérique peut être mise à profit dans le contexte de l'enseignement/apprentissage : elle peut notamment être utilisée par les apprenants impliqués dans une situation d'apprentissage et à

accompagner ou susciter leur apprentissage (Tchounikine et Tricot, 2011). Par sa médiation, cette application peut non seulement favoriser les interactions des acteurs intervenant dans l'enseignement-apprentissage de la physique mais aussi faciliter l'enseignement/apprentissage des concepts physiques.

Le contexte de l'enseignement/apprentissage offert par cette application numérique rentre dans la vision inspirée du constructivisme. En effet, si l'apprentissage humain consiste en une modification (positive) de la capacité à réaliser une tâche sous l'effet d'une interaction avec l'environnement (Tchounikine et Tricot, 2011), notre application offre un environnement intégrant des agents humains (apprenant, enseignant et préparateur) et artificiels (machines). Cette application leur offre des conditions d'interactions, localement ou à travers les réseaux informatiques ou encore des conditions d'accès à des applications formatives, humaines et/ou médiatisées, locales ou distribuées (Tchounikine, 2002).

Dans une situation d'enseignement de la physique, les trois acteurs (apprenant, enseignant et préparateur) sont en général en interaction pour une bonne réussite de l'acte d'enseignement-apprentissage. Dans ce contexte, la machine peut y tenir différents rôles (non mutuellement exclusifs) : outils de présentation de l'information, outils de traitement de l'information, notamment dans la résolution des exercices avec l'apprenant ou outils de communication entre l'homme (enseignant ou apprenant) et la machine ou entre les hommes (enseignant, apprenant et préparateur et même l'administrateur réseau) à travers les machines.

Comme tout EIAH, notre application numérique semble renfermer les potentialités pédagogiques importantes : offrir une représentation visuelle des concepts physiques à apprendre notamment les circuits RC, RL et RLC en vue de bien les comprendre, permettre aux apprenants et aux enseignants d'interagir entre eux lors de l'enseignement-apprentissage sur ces concepts, mais aussi permettre la manipulation des paramètres desdits circuits d'une manière virtuelle. Il est vrai que pas mal d'écoles au Burundi ne disposent pas suffisamment d'outils informatiques, mais, à défaut d'avoir un ordinateur par élève ou groupe d'élèves, les conditions minimales requises pour réalisation des expériences à travers l'application est d'avoir un ordinateur connecté à Internet pour l'enseignant et un projecteur. Ces conditions minimales sont disponibles dans certaines écoles du Burundi, notamment certaines écoles pilotes du CRDS comme les Lycées Cibitoke et Ijenda. L'application sera hébergée sur un serveur et accessible pour tout élève ou enseignant ayant le lien. Cela permettra à chaque élève qui trouve un ordinateur d'accéder à l'application et de s'exercer même à domicile. Le *tableau 1* qui suit présente une synthèse de ces différents aspects que nous venons d'aborder.

Tableau 1. Synthèse des différents aspects de l'analyse EIAH relatifs à notre application

Caractéristiques spécifiques selon Tchounikine et Tricot (2011)	**Caractéristiques de l'application SimulatingCircuitApp permet de valider sous conditions**
Environnement Informatique pour l'Apprentissage Humain (EIAH) :	*SimulatingCircuitApp* a pour but l'apprentissage des élèves
Un EIAH permet la modélisation d'un contexte de formation (en présentiel ou à distance) :	L'application une fois testée sera utilisée dans les ateliers de formation organisés par le CRDS pour les enseignants de Physique au moins une fois l'année.
Un EIAH peut être mise à profit dans le contexte de l'enseignement/apprentissage : il peut notamment être utilisée par les apprenants impliqués dans une situation d'apprentissage et à accompagner ou susciter leur apprentissage :	Un élève est aussi un acteur du système. Pendant le processus d'enseignement apprentissage, l'application peut être utilisée par l'enseignant seul ou avec les apprenants en cas de disponibilité d'ordinateurs connectés. Après l'apprentissage, les apprenants peuvent travailler seuls sur l'application lors de la révision.

Par sa médiation, cette application peut non seulement favoriser les interactions des acteurs intervenant dans l'enseignement-apprentissage de la physique mais aussi faciliter l'enseignement/apprentissage des concepts physiques :	L'application facilitera l'assimilation des notions de physique en rapport avec les circuits électriques RC, RL et RLC. Elle permettra de rendre les apprenants actifs lors de l'enseignement/apprentissage.
Vision inspirée du constructivisme :	L'application permet à l'apprenant de construire son savoir à travers la manipulation des outils informatiques. L'apprenant n'est pas passif. Il est actif.
Présentation de l'information :	Par une recherche (cas d'utilisation), l'apprenant pourra visualiser les différents aspects des circuits (composants, montage, etc.).
Outils de traitement de l'information notamment dans la résolution des exercices avec l'apprenant :	L'application permet aux apprenants de faire des exercices en introduisant les valeurs des paramètres d'un circuit donné. L'application fait les calculs et les visualise.
Outils de communication entre l'homme (enseignant ou apprenant) et la machine ou entre les hommes (enseignant, apprenant et préparateur et même l'administrateur réseau) à travers les machines :	L'application permet la communication entre l'homme et la machine.

Au Burundi, les établissements scolaires manquent encore des ressources pédagogiques papiers. Comme un EIAH, cette application numérique peut être au service de la virtualisation et de la gestion des ressources pédagogiques (Broisin, 2006). Cet auteur, Broisin, montre qu'un EIAH fournit deux services complémentaires qui conduisent à la virtualisation des ressources pédagogiques : d'une part, une vue unique d'un ensemble de ressources pédagogiques renfermées dans des viviers de connaissances distincts et d'autre part, un accès facilité à celles-ci à travers les plates-formes d'apprentissages sous forme d'une architecture ouverte basée sur des standards de l'e-formation.

En effet, une fois améliorée, notre application peut contribuer à mettre à disposition de beaucoup d'établissements scolaires, une masse importante de ressources numériques pédagogiques à tous les niveaux et dans tous les domaines d'apprentissage notamment en physique *(*Marzin et al., 2007). Néanmoins, la construction de ce type de ressources reste sujette à un autre défi crucial notamment celle de l'accès de l'électrification pour beaucoup d'infrastructures scolaires au Burundi (Nijimbere, 2012).

Jusqu'à maintenant, l'application n'a pas encore été utilisée, nous comptons d'abord le tester. Nous suivrons le protocole suivant :

> L'application sera mise à la disposition d'une classe expérimentale pour être utilisée dans une situation pédagogique. Pour cela, le rôle de l'enseignant sera de démontrer et d'expliquer les circuits RL, RC et RLC en les simulant dans l'application. Les apprenants, à leur tour, devront réaliser ces circuits par simulation dans la même application.
>
> Les résultats seront comparés à ceux des apprenants de la classe qui aura réalisé les mêmes circuits au laboratoire réel et à ceux des apprenants qui auront appris ces circuits de manière habituelle au Burundi, c'est-à-dire à l'aide des schémas et dessins sur le tableau. Dans chacune des trois classes, un pré-test et un post-test seront administrés respectivement avant et après les enseignements.

Par ailleurs, au-delà des méthodes et des procédés d'enseignement-apprentissage, les entretiens permettront de mieux identifier et comprendre les anciennes représentations des élèves relatives à ce qu'ils pensent et savent des nouvelles notions enseignées qui favorisent ou entravent l'assimilation des notions (Tardif, 1992).

Enfin, nous prévoyons aussi des entretiens pour comprendre les représentations des élèves mais aussi celles des enseignants et des autorités scolaires relatives aux EIAH (Environnement Informatique d'Apprentissage Humain), ou aux laboratoires virtuels et à leurs intérêts pédagogiques.

Après cette période de test, nous comptons mettre notre application sur un serveur avec une adresse IP publique, pour qu'elle puisse être utilisée en ligne.

VIII. Conclusion et perspectives

Le travail de recherche avait pour objectif de proposer un EIAH pouvant contribuer à l'amélioration de l'enseignement de la physique à l'école secondaire au Burundi au service de la qualité des apprentissages des élèves.

Après une brève présentation de l'état de l'art de l'enseignement de la physique, quelques diagrammes de l'application ont été proposés et une analyse pédagogique de l'objet a été effectuée.

Cette analyse motive la pertinence selon laquelle l'application proposée peut s'inscrire au sein de processus d'enseignement-apprentissage sous certaines conditions.

Ce travail est une réalisation partielle d'un projet visant la réalisation d'un laboratoire virtuel avec davantage d'applications numériques disponibles et répondant aux normes et à l'éthique d'un EIAH numérique.

En termes de perspectives de recherche, nous allons tester l'application en situation réelle de classe. Les tests nous permettront de mieux comprendre son efficacité et les limites de l'application pour adapter les remédiations soit orales, soit d'un point de vue informatique. Des enrichissements seront apportés et l'application pourra ainsi faire partie du laboratoire virtuel en cours de mise en place.

Références

Banuza, A. (2014). *Des machines simples au concept de travail. Introduire les bases de la dynamique dans l'enseignement de la Physique au Burundi*. Riga : Presses Académiques Francophones.

Banuza, A., Nijimbere, C. et Ndikuryayo, F. (2016). De l'espace numérique à sa pédagogisation : comment améliorer la qualité de l'enseignement des sciences au lycée Cibitoke ? *Adjectif.net*. [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article417

Banuza, A., Ndikuryayo, F., Lumonge, Z. D., Masudi, K. J. et Kabungulu, M. C. (2017). *La recherche en didactique des sciences en Afrique des Grands-Lacs : Une dynamique vivante.* Les cahiers du CERUKI, 52, 335-348.

Banuza, A., Ntwari, I., Kabungulu, M. C. et Niyiragira, J. P. (2017). *Conceptions des élèves du Lycée Makamba sur le courant alternatif : l'activité d'enseignement-apprentissage joue-t-il un rôle décisif ?* Bukavu : Editions du CERUKI, 54, 30-42.

Broisin, J. (2006). *Un environnement informatique pour l'apprentissage humain au service de la virtualisation et de la gestion des objets pédagogiques*. Thèse soutenue à l'université de Toulouse 3 sous la direction de P. Vidal. [En ligne] https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00367682

De Jong, T. et Van Joolingen, W. R. (1998). *Scientific discovery learning with computer simulations of conceptual domains.* Review of Educational Research, 68(2), 179–201.

Dionisi, D. (1998). *L'essentiel sur Merise*. Paris : Edition Eyrolles.

Eylon, B. S. et Ganiel, U. (1990). Macro-micro relationships: The missing link between electrostatics and electrodynamics in students' reasoning. *International Journal of Science Education*, 12, 79-94. [En ligne] https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/0950069900120107

Lewis, D. I. (2014). The pedagogical benefits and pitfalls of virtual tools for teaching and learning laboratory practices in the Biological Sciences. *The Higher Education Academy.*

Lumonge, D. (2010). *Le concept énergie en physique. Étude des relations entre conceptions, compétences et savoirs disciplinaires chez les élèves congolais et belges de 14 à 18 ans*. Thèse soutenue à l'université de Mons.

Manisha, B. (2013). Developing Concepts in Physics Through Virtual Lab Experiment: An Effectiveness Study. *Techno LEARN - International Journal of Educational Technology*, 3(1), 43-50.

Marcotte, S. (1993). Compte rendu de [Tardif, J. (1992). Pour un enseignement stratégique : l'apport de la psychologie cognitive. Montréal : Éditions Logiques.] *Revue des sciences de l'éducation*, 19(2), 421–422. https://doi.org/10.7202/031636ar

Marzin, P., Girault, I., Wajeman, C., d'Ham, C., Sanchez, E. et Cross, D. (2007). *L'utilisation d'un arbre des tâches pour concevoir et analyser des situations d'apprentissage : trois T.P. intégrant la conception d'un protocole expérimental par les élèves, en géologie, chimie et physique*. Dans Actes des Journées de l'ARDIST 2007 - Association pour la Recherche en Didactique des Sciences et des Techniques 2007 (pp. 257-264). La Grande Motte, France. [En ligne] https://telearn.archives-ouvertes.fr/hal-00197198

Miles, R. et Hamilton, K. (2008). *Learning UML 2.0: A Pragmatic Introduction To Uml.* California: Edition O'Reilly.

Mivuba, A. (2008). *La formation des enseignants de l'enseignement secondaire général et technique*, Bujumbura, Burundi, Mineduc.

Nijimbere, C. (2012). Informatique et enseignement au Burundi, quelles réalités ? *Adjectif.net* [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article105

Paratore, P. (2010). *L'enseignement-apprentissage du schéma électrique dans un Environnement Informatique d'Apprentissage Humain : un problème de didactique de la physique*. Thèse de doctorat soutenue à l'université de Lyon 2 sous la direction de J.-C. Regnier. [En ligne] http://paratore-nicolas.com/articles/these_en_ligne_n.paratore.pdf

Tchounikine, P. (2002). Pour une ingénierie des Environnements Informatiques pour l'Apprentissage Humain. *Revue I3*, 2(1), 59-95.

Tchounikine, P. et Tricot, A. (2011). Environnements informatiques et apprentissages humains. Dans C. Garbay et D. Kayser. *Informatique et sciences cognitives : Influences ou confluence ?* (pp. 153-186). Paris : OPHRYS / MSH.

Rutten, N., van Joolingen, W. & van der Veen, J. (2012). The learning effects of computer simulations in science education. *Computers & Education*, *58,* 136–153.

Voulgre, E., Wallet, J. et Baron, G. L. (2018). Technologies de l'information et de la communication et Sciences de l'éducation : regards historiques. *Adjectif.net*. [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article468

Annexes

Annexe 1. Code MYSQL pour la création de la table utilisateurs

```
SET SQL_MODE = "NO_AUTO_VALUE_ON_ZERO";
SET AUTOCOMMIT = 0;
START TRANSACTION;
SET time_zone = "+00 :00";
/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_CLIENT=@@CHARACTER_SET_CLIENT */;
/*!40101 SET @OLD_CHARACTER_SET_RESULTS=@@CHARACTER_SET_RESULTS */;
/*!40101 SET @OLD_COLLATION_CONNECTION=@@COLLATION_CONNECTION */;
/*!40101 SET NAMES utf8mb4 */;
-- Base de données :  `SIM_AP`
```

```
-- Structure de la table `utilisateurs`
CREATE TABLE `utilisateurs` (
  `id_utilisateur` int(4) NOT NULL,
  `nom` varchar(20) NOT NULL,
  `prenom` varchar(20) NOT NULL,
  `login` varchar(20) NOT NULL,
  `mot_de_passe` varchar(20) NOT NULL
) ENGINE=InnoDB DEFAULT CHARSET=latin1;
-- Index pour les tables déchargées
--- Index pour la table `utilisateurs`
--
ALTER TABLE `utilisateurs`
  ADD PRIMARY KEY (`id_utilisateur`);
-- AUTO_INCREMENT pour les tables déchargées
-- AUTO_INCREMENT pour la table `utilisateurs`
ALTER TABLE `utilisateurs`
  MODIFY `id_utilisateur` int(4) NOT NULL AUTO_INCREMENT;
COMMIT;
/*!40101 SET CHARACTER_SET_CLIENT=@OLD_CHARACTER_SET_CLIENT */;
/*!40101 SET CHARACTER_SET_RESULTS=@OLD_CHARACTER_SET_RESULTS */;
/*!40101 SET COLLATION_CONNECTION=@OLD_COLLATION_CONNECTION */;
```

Annexe 2. Code HTML PHP pour l'enregistrement des utilisateurs dans la base de données

Dans le code ci-dessous, nous allons créer un formulaire PHP permettant d'enregistrer des utilisateurs dans la table utilisateurs de notre base de données.

```
<html>
                <head><title>Bienvenue sur le SimulatingCircuit</title></head>
                <body>
                <h1></h1>
                <form name="inscription" method="post" action="formulaire.php">
                Nom : <input type="text" name="nom"/> <br/>
                Prenom : <input type="text" name="prenom"/><br/>
                        Login : <input type="text" name="login"/> <br/>
                Mot de passe : <input type="text" name="mot_de_passe"/><br/>
                <input type="submit" name="valider" value="enregistrer"/>
                </form>
                </body>
</html>
<?php
$servername = "localhost";
$username = "root";
$password = "root";
if(isset($_POST['nom'])&&isset($_POST['prenom'])&&isset($_POST['login'])&&isset($_POST['mot_de_passe'])){
                $nom = $_POST['nom'];
                $prenom = $_POST['prenom'];
   $login = $_POST['login'];
                $mot_de_passe = $_POST['mot_de_passe'];
                echo $nom;
   echo "<br>";
        try {
                $conn = new PDO("mysql :host=$servername;dbname=SIM_AP", $username, $password);
                // set the PDO error mode to exception
                $conn->setAttribute(PDO : :ATTR_ERRMODE, PDO : :ERRMODE_EXCEPTION);
                echo "Ok";
        $sql = "INSERT INTO utilisateurs (nom, prenom, login,mot_de_passe) VALUES (?,?,?,?)";
                $conn->prepare($sql)->execute([$nom, $prenom, $login,$mot_de_passe]);
                }
catch(PDOException $e)        {
                echo "Connection failed : " . $e->getMessage();          }
}else{
   echo "Pas de donnees recu!";}?>
```

Mise en place des environnements numériques de travail dans l'enseignement technique et la formation professionnelle au Togo, quels risques de désillusions

Implementation of digital working environments in technical education and vocational training in Togo, what risks of disillusionment

Kokou Awokou
Laboratoire SEF, INSE, Université de Lomé, Lomé, Togo

Résumé

À la suite d'un diagnostic du système éducatif togolais, le ministère des enseignements primaire et secondaire chargé de l'enseignement technique et de la formation professionnelle a fait le choix d'améliorer la qualité de son enseignement. Pour y parvenir, le gouvernement a initié notamment un programme de déploiement d'Environnements Numériques de Travail (ENT) dans les Lycées d'Enseignement Technique et de la Formation et les Lycées Scientifiques. Inspirés du modèle français, les ENT ont été déployés dans certains établissements. Les objectifs poursuivis sont de rendre accessibles des ressources pédagogiques nouvelles et de promouvoir l'utilisation des TIC pour améliorer la qualité de l'enseignement, de faciliter la collaboration entre les acteurs nationaux, régionaux et locaux (établissements scolaires) et de généraliser l'utilisation de la démarche par compétences dans les établissements concernés. La recherche présentée repose sur des observations, des questionnaires et des entretiens auprès d'acteurs de quatre établissements et une approche systémique utilisant le carré PADI de Wallet (2004 et 2010). Les résultats exposés dans cet article tentent de décrire le dispositif global et permettent d'identifier certains facteurs inquiétants et questionnant l'efficience du déploiement en regard des coûts investis relativement à l'équipement et à la formation et en regard des usages réels des ENT au Togo.

Mots-clés : enseignement technique, formation professionnelle, environnement numérique de travail, Moodle

Abstract

Following a diagnosis of the Togolese education system, the Ministry of Primary and Secondary Education in charge of Technical Education and Vocational Training decided to improve the quality of its teaching. To achieve this, the government has initiated a program for the deployment of Digital Work Environments (ENT) in technical and training high schools and scientific high schools. Inspired by the French model, ENTs have been deployed in some institutions. The objectives are to make available new educational resources and to promote the use of ICTs to improve the quality of teaching, to facilitate collaboration between national, regional and local (school) actors and to generalize the use of ICTs. the skills-based approach in the institutions concerned. The research presented is based on observations, questionnaires and interviews with actors from four institutions and a systemic approach using Wallet's PADI square (2004 and 2010). The results presented in this article attempt to describe the overall system and identify certain worrying factors and question the efficiency of the deployment compared to the costs invested in terms of equipment and training and the actual uses of the NTS at Togo.

Keywords: *technical education, vocational training, digital working environment, Moodle*

I. Introduction

L'un des objectifs de l'éducation au Togo, comme dans beaucoup de pays africains et dans le monde d'ailleurs, est de faciliter l'insertion professionnelle des citoyens et de contribuer à leur valorisation dans l'emploi. Cependant, selon le Rapport d'État sur le Système Éducatif National (RESEN) au Togo, *« les individus qui n'ont jamais été à l'école sont très peu en situation de chômage, comparativement à leurs homologues qui y ont été. Ils présentent en effet les taux de chômage les plus faibles, estimés à près à 5% lorsqu'on considère les jeunes de 15-29 ans et à 4% environ dans la population des 15-64 ans »* (MEPSFP, 2013, p. 159). Ainsi, paradoxalement, les togolais qui ont été à l'école se caractérisent par un niveau de chômage relativement plus élevé et qui croît au fur et à mesure que l'on monte dans la pyramide éducative, ce qui permet d'interroger l'adéquation entre les formations et les besoins du pays qui peine à se moderniser et qui par conséquent aussi questionne les moyens pour maintenir les apprenants en formation et l'adéquation entre la qualité des compétences acquises par les diplômés et leurs valeurs sur le marché de l'emploi.

Dans un autre document élaboré par les ministères en charge du secteur de l'éducation au Togo intitulé « Plan Sectoriel de l'Éducation, 2010-2020 » (PSE, 2010) au Togo, l'une des priorités fixées par les autorités d'ici à 2020 est d'améliorer la qualité et l'efficacité interne du service éducatif. Il s'agit d'améliorer les apprentissages dans le primaire et le secondaire à travers le développement des innovations nécessaires, pour permettre aux élèves d'atteindre le niveau minimum requis de connaissances et de compétences. Ces innovations comptent parmi elles notamment l'utilisation des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) au service des apprentissages.

Les questions soulevées par notre recherche portent sur l'approche pédagogique choisie ou implicitement injonctive par les acteurs pilotant le dispositif ENT auprès des enseignants, la configuration du dispositif mis en place et l'ancrage institutionnel de l'ENT.

Notre article présente tout d'abord le contexte et la problématique de l'utilisation des TIC dans l'enseignement au Togo pour améliorer la qualité de l'enseignement. Nous interrogeons les effets attendus de cette modernisation du système d'enseignement et posons la question de l'impact de ces prescriptions sur les pratiques pédagogiques en classe. Notre travail se termine par la présentation des résultats relatifs aux représentations d'enseignants et autres acteurs concernés par les ENT puis par une discussion sur les risques présents questionnant l'accompagnement nécessaire pour les changements dans le système éducatif liés au numérique.

II. Contexte politique et institutionnel de l'étude

A. Contexte du secteur de l'enseignement technique et de la formation professionnelle

L'ambition du gouvernement togolais pour le secteur de l'enseignement technique et la formation professionnelle est de mettre en œuvre une nouvelle politique de ce sous-secteur orientée vers la satisfaction des besoins du marché du travail et une claire définition des rôles de l'État et du privé en fonction de leurs avantages comparatifs. Le gouvernement entend améliorer l'offre de service et la qualité de l'enseignement et améliorer l'encadrement pédagogique. Cette partie repose sur le PSE, (2010).

Il s'agit pour le gouvernement :

- *De faciliter l'accès et la disponibilité des manuels scolaires et matériels didactiques aux élèves et aux enseignants ;*
- *De réviser les programmes d'enseignement et de les professionnaliser dans le secondaire ;*
- *D'améliorer la pertinence des formations dans l'enseignement technique, la formation professionnelle et l'enseignement supérieur ;*
- *D'initier les élèves des niveaux post-primaires à une culture d'entreprise ;*
- *Et de promouvoir l'accès aux TIC dans le système de formation.*

Dans ce sens, les activités impulsées prévues par le gouvernement concernent :

- *La restructuration de l'offre publique de formation (étude sur les besoins de formation, création, suppression, adaptation de filières, etc.) ;*
- *L'actualisation des contenus de formation des enseignants ;*
- *La réhabilitation des équipements des établissements ;*
- *La construction et l'équipement de nouveaux lycées*.

Concernant le volet TIC, le gouvernement prévoit :

- *D'introduire l'informatique dans les programmes scolaires de l'enseignement secondaire ;*
- *De créer des centres multimédias dans les établissements d'enseignement secondaire ;*
- *De former les enseignants et le personnel des services des ministères en charge de l'éducation à l'utilisation des outils informatiques*.

Le déploiement des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) et des Environnements Numériques de Travail (ENT) dans les Établissements d'Enseignement Technique relève de cette volonté politique d'améliorer la qualité de l'enseignement.

Nous faisons l'hypothèse que cette volonté politique relève de ce que Wallet (2004) appellerait un optimisme béat selon lequel l'introduction d'Internet pourrait peut-être pour la première fois de son histoire *« se diffuser »* très rapidement en intégrant l'Afrique à la toile mondiale.

B. Choix technologiques et pédagogiques lié au dispositif de l'ENT

Nous faisons l'hypothèse que c'est dans cette perspective que se situe le projet de développement des ENT dans l'enseignement technique au Togo. Aussi, sur initiative du Chef de l'État, une société française a été sélectionnée pour un dispositif permettant d'utiliser des outils numériques dans la gestion administrative et les activités pédagogiques de quatre établissements dont deux Lycées d'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle (LETFP) et deux Lycées Scientifiques (LS).

L'objectif visé par l'État est de déployer des Environnements Numériques de Travail (ENT) dans tous les lycées techniques du Togo pour rendre accessibles les ressources pédagogiques nouvelles et promouvoir l'utilisation des TIC pour améliorer la qualité de l'enseignement technique, pour faciliter la collaboration entre les acteurs nationaux, régionaux et locaux (établissements scolaires) et généraliser l'utilisation de la démarche compétences dans les établissements techniques.[1]

Les actions réalisées ont permis d'équiper les établissements des structures d'encadrement en moyens informatiques, d'assurer la formation des différents acteurs, d'élaborer et de mettre en œuvre des instruments de suivi et de supervision accessibles avec des droits spécifiques selon les fonctions et les responsabilités de chacun.

L'intégration des TIC dans la vie des établissements de formation repose sur l'installation d'un réseau informatique connecté à Internet et à une plateforme de collaboration. La liaison Internet entre les établissements permettra de gérer la circulation des informations administratives et pédagogiques, selon les priorités définies par les acteurs de la communauté éducative.

Toutefois, nous faisons l'hypothèse que le déploiement des ENT dans l'enseignement technique et la formation professionnelle se révèle être un investissement risqué au regard des difficultés liées à l'approche pédagogique, aux acteurs, au dispositif et à l'ancrage institutionnel des dispositifs mis en place.

[1] Le Togo a initié une politique de renforcement de l'enseignement des sciences et technologies en créant des lycées scientifiques. Ces établissements sont censés accueillir les meilleurs élèves ayant réussi le Brevet d'Études de Premier Cycle (BEPC) avec les meilleures notes en mathématiques, en physique et chimie et sciences de la vie et de la terre.

III. Revue de littérature

Au cours des années 1990, l'apparition des Technologies de l'Information et de la Communication (TIC) a nourri en Afrique des espoirs pour faire face efficacement aux problèmes liés à l'enseignement (Awokou, 2007). Face aux difficultés contribuant à une détérioration de la qualité de l'enseignement, les États se sont orientés vers l'utilisation des outils technologiques en émergence notamment les TIC.

Concernant les ENT, des études ont été conduites dans certains pays et ont montré une grande hétérogénéité de dispositifs.

Quelques exemples concernent particulièrement la France :

- En Sciences de Gestion Missonier en 2008 dans sa thèse (Missonier, 2008) analyse les stratégies mises en œuvre par les décideurs et les concepteurs dans le déroulement de l'implantation d'un ENT ;
- On peut évoquer encore la thèse en Sciences de l'Information et de la Communication de Billouard (2011) portant sur l'ENT à l'université ;
- En sciences de l'éducation, la thèse de Voulgre (2011) met l'accent sur leur pilotage de l'ENT. Voulgre (2011) soulève les questions sur les services offerts par l'ENT et les tensions liées à sa nature, les impacts, les utilisations en classe avec les élèves ou uniquement par les enseignants, le suivi des apprenants et le soutien scolaire dont l'ENT pourrait être un canal pour fournir ce service ;
- Deux autres thèses portent sur les usages des ENT en France et au niveau collège, celle de Schneewele (2012) relative aux perspectives d'usages perçues par les acteurs ; et celle de Louessard (2016) relative aux pratiques communicationnelles des familles de collégiens ;
- Notons encore les travaux de Voulgre et Mendoume Aboghe (2017) utilisant le carré PADI de Wallet (2010, p73) pour analyser les pratiques des Conseiller Principaux d'Education (CPE) dans les collèges en Iles de France.

IV. Cadre théorique

Plusieurs définitions sont données aux ENT. Certains chercheurs comme (Gros, 2001) l'assimile au bureau virtuel, d'autres auteurs parlent de cartable électronique (Voulgre, 2011, pp.23-24 et pp.105-107).

L'ENT, selon le Schéma Directeur des Espaces de Travail (SDET) est un dispositif numérique qui regroupe des outils ou applications qui permettent à l'enseignant ou à l'apprenant de dématérialiser son bureau ou son cartable à l'aide des terminaux sous les formes d'ordinateur, de tablette, de smartphone, etc. Cet ensemble virtuel permet à l'enseignant de reproduire en partie les activités de classe à savoir préparer et scénariser son enseignement, mettre des ressources en ligne, faire le suivi des apprentissages et pour l'apprenant d'accéder aux ressources en ligne, d'effectuer des activités d'apprentissage, de communiquer entre pairs et avec l'enseignant.

L'ENT dans l'enseignement technique et la formation professionnelle au Togo est un dispositif similaire au modèle Français mais importé dans un contexte très différent. Le choix des outils mis sur l'ENT pour l'enseignant et les apprenants ainsi que pour le personnel administratif et technique sont déjà présents dans le dispositif sans que ces choix aient été construits par les équipes locales. Nous considérons alors le risque de voir dans cet ENT un dispositif uniquement technique et le risque de sous-estimer le temps d'appropriation des ressources logicielles préexistantes (Daguet et Voulgre, 2010). Par ailleurs, du fait de la présence de fonctionnalités multiples mais nouvelles pour les acteurs du Togo, nous faisons l'hypothèse d'un risque d'une perte de sens du travail liée aux tâches automatisées de l'ENT rendant les procédures et les travaux plus mécaniques, c'est-à-dire, plus systématiques et répétitives : inscription, remplissage des cahiers de texte, le contrôle des présences au cours, le calcul des moyennes des élèves, la production des relevés de notes, etc.

Dans un article, Éric Bruillard dit qu'un *« ENT peut être considéré comme un portail de services offerts à la communauté éducative (enseignants, élèves, administratifs, techniciens, mais aussi parents et*

autres intervenants) que ce soit à l'intérieur ou à l'extérieur de l'établissement : bureau numérique (annuaire, espace de stockage, agenda, outils bureautiques ; les outils de communication (courriel, accès Internet) ; les services de vie scolaire (emploi du temps, notes, absences, information administrative) ; les services pédagogiques et documentaires (ressources pédagogiques, dictionnaires et bases de données, outils de création, de publication et de collaboration). » (Bruillard, 2011).

V. Cadre conceptuel

Pour la présente étude, nous avons fait le choix d'appliquer le modèle d'analyse PADI (Pédagogie, Acteurs, Dispositif et Institution) (Wallet, 2004 et 2010). Ce modèle d'analyse utilisé dans l'étude des dispositifs de formation permet de mettre en relief les aspects importants de tout dispositif d'enseignement ou de formation notamment les dispositifs de formations ouvertes et à distance (FOAD).

Nous avons pu analyser l'ENT en focalisant l'attention sur l'approche pédagogique (P) choisie, les acteurs (A) impliqués, le dispositif (D) et l'ancrage institutionnel (I) du dispositif.

La mise en œuvre de cette approche va nous permettre d'identifier comment le déploiement de tels dispositifs dans l'enseignement technique et la formation professionnelle au Togo peut se révéler difficile.

Nous faisons l'hypothèse que l'état prend des risques à déployer un ENT dans l'enseignement technique et la formation professionnelle au Togo comme disposition d'enseignement apprentissage qui finalement pourrait se révéler peu efficace et voire improductif.

Nous faisons l'hypothèse que le projet reste trop techno centré ne prenant pas assez en compte l'histoire au Togo des pratiques et gestes professionnels des enseignants, ni même l'histoire des clivages interministériels pour la définition et répartition des rôles des acteurs notamment en termes de pilotage et de suivi des formations des acteurs.

VI. Méthodologie

Dans cette étude, notre posture de recherche s'appuie en partie sur notre action professionnelle en tant que formateur dans le système étudié.

Nos données proviennent des deux années 2015 et 2016, durant lesquelles nous avons eu à former à la pédagogie des TIC les enseignants de quatre établissements.

Nous avons saisi l'occasion de cette formation pour étudier le dispositif ENT que l'État togolais à travers le MENP et le METFP était en train de mettre en œuvre au Togo afin de déceler les tensions du système togolais qui risquaient de rendre les ENT inopérationnels.

À la première étape, nous avons procédé à une étude documentaire sur le dispositif mis en place pour mieux cerner les motivations de concepteurs et des initiateurs du projet. Pour cela, nous avons analysé le document de projet intitulé notamment *« des technologies de l'information et de la communication (TIC), développement des environnements numériques de travail dans les établissements »* ; les documents de *« Ressources humaines et organisation »* et la *« Charte d'usage des ENT dans les enseignements techniques au Togo »*. Nous avons lu les documents du RESEN 2013 et du PSE 2014.

Nous avons, lors de 15 déplacements que nous avons effectués, rencontré et échangé avec plusieurs acteurs concernés par le déploiement des ENT dans ces établissements. Ces acteurs sont le chef projet ENT, le concepteur du projet, les cadres en charge de la gestion de l'enseignement technique et de la formation professionnelle notamment la directrice de l'enseignement technique, trois directeurs régionaux de l'enseignement technique et cinq inspecteurs de l'enseignement technique, les quatre chefs des établissements ayant servi d'institutions d'expérimentation avant la généralisation, le personnel enseignant des quatre établissements dont 184 enseignants et chefs d'atelier et les huit personnes en charge de la gestion technique de la plateforme ENT. Soit au total 201 personnes.

Parmi les 201 personnes, le personnel enseignant et les chefs d'ateliers ont eu à répondre à un questionnaire sur papier. Les autres personnes ont été interviewées.

Le questionnaire des enseignants et des chefs d'atelier renseigne sur leur profil (âge, sexe, formation disciplinaire, formation en informatique). Ensuite les autres questions ont porté sur leurs pratiques de classe avant et après le déploiement de l'ENT et sur les changements qu'ils ont notés.

Nous avons conçu un questionnaire à partir du formulaire Google. Certains ont pu remplir ce formulaire en ligne. D'autres ont renseigné les questions sur papier. Nous avons recopié leurs questionnaires en ligne afin de pouvoir traiter les réponses.

Avec les autres personnes, nous avons eu cinq entretiens en décembre 2015 et en juillet 2016 et plus de dix rencontres informelles d'échanges.

Tableau 1. Synthèse des acteurs concernés par la recherche et modalités méthodologiques

Public-cibles	Outils d'investigation	Outils de dépouillement	Codes de dépouillement
Chef projet ENT, Directrice de l'Enseignement Technique, les Directeurs Régionaux, les Inspecteurs, les Chefs d'Établissement, Personnel en charge de la gestion technique de la plateforme ENT	Interview, entretien de groupe	Analyse des contenus	CP : Chef Projet ENT ; DET : Directrice de l'Enseignement Technique ; DR1, DR2, DR3 : Directeurs Régionaux ; I1, I2, 13, I4, I5 : Inspecteurs ; CE1, CE2, CE3, CE4 : Chefs d'établissement ; PI1, PI2, PI3, PI4, PI5, PI6, PI7, PI8 : Personnel Informatique en charge de la gestion technique de la plateforme ENT.
Chefs d'atelier et enseignants	Questionnaire	Analyse quantitative avec Excel	CAE
Groupes classes Élèves	Grille d'observation	Analyse quantitatif et qualitatif	GC1, GC2, GC3, GC4 : Groupes classes

Nous avons observé les activités d'apprentissage de 304 élèves des classes terminales des deux lycées d'enseignement technique et de formation professionnelle et deux lycées d'enseignement scientifique. Les 304 élèves étaient répartis en huit groupes d'environ 40 élèves pendant les cours hebdomadaires d'informatique. Nous avons eu l'occasion d'effectuer des observations de classes pendant six semaines. La grille d'observation a pris en compte la gestion de leur profil sur la plateforme, l'utilisation des logiciels installés et les performances réalisées.

VII. Analyses des données

A. Approche pédagogique et ENT

Au Togo, se conformer aux normes institutionnelles en vigueur implique de suivre, quand on est enseignant, l'approche par compétence (APC) qui est centrée sur l'élève et sur des comportements observables et mesurables. Elle implique de pouvoir évaluer l'élève dans « sa capacité à faire ». Soulignons le fait que l'APC a remplacé l'approche par objectif (APO) expérimenté au début des années 1980.

1. Des méthodes traditionnelles qui persistent face aux besoins de changements liés aux ENT

Au cours de notre enquête, nous avons interrogé les enseignants des quatre établissements sur leurs pratiques pédagogiques en classe. Les méthodes traditionnelles d'enseignement restent la méthode largement utilisée par les enseignants.

À la question Q7 relative à l'activité de l'enseignant en classe, 166 enseignants répondant ont coché l'item « dicter les cours ». 182 chefs d'ateliers disent que *« terminer son cours c'est avoir fini de dicter les cours rédigés »*. Trois raisons principales sont évoquées, en trois arguments ci-dessous.

Un premier argument est lié aux effectifs pléthoriques : l'analyse des réponses de la question Q11 permet de comprendre que l'argument principal de cette posture enseignante est liée aux effectifs pléthoriques selon les chefs d'ateliers et les enseignants.

Un deuxième argument est lié aux conditions de travail : parmi les répondants, 76 dénoncent des raisons liées aux conditions de travail.

Un troisième argument est lié au manque de temps pour réaliser le programme scolaire : 90% des répondants disent qu'ils *« ne disposent pas de temps pour des activités d'apprentissage »* et 161 chefs d'ateliers et enseignants disent que le temps consacré aux activités des apprenants se limite à des *« exercices à effectuer à domicile par les élèves ».*

Les commentaires rappellent les attendus des Inspecteurs : *« au Togo, l'enseignant est évalué sur la base du niveau d'avancement dans son enseignement ou cours » ; « les enseignants qui n'arrivent pas à terminer le programme doivent rendre compte de ce manquement à ses devoirs à l'inspecteur ».*

2. Matériel pédagogique peu ou pas présent et ENT porteurs d'espoirs ?

Des visites d'ateliers nous ont permis de constater la vétusté et le manque de supports pédagogiques. Par exemple, dans un atelier de mécanique automobile, le moteur automobile qui servait à faire des simulations a été acheté en 1987.

L'analyse des discours permet de comprendre l'espoir que certains acteurs portent aux projet d'ENT permettant alors de pallier le manque de ressources : un chef de projet confie que *« le numérique est une solution pour faire face au manque de manuels, de matériels pédagogiques et d'autres ressources ».*

Les enseignants semblent aussi s'informer sur les documents que peut héberger l'ENT : cent vingt-trois ont indiqué pouvoir déposer des documents aux formats PDF, HTML ou Word.

3. Typologie des activités demandées aux apprenants

L'une de nos préoccupations est de savoir ce que contient un cours proposé par un enseignant et quels sont les types d'activités qui sont demandées aux apprenants en lien avec les cours. Pour répondre à cette question, nous avons eu à analyser des contenus d'enseignements assurés par des enseignants.

À partir des réponses des enseignants, nous avons listé les contenus déclarés et nous avons établi des liens entre ces contenus et les activités supposées des apprenants relativement à la mémorisation de contenus, de reproduction de contenus, de résolution de questions et l'élaboration de contenus. Il ressort de cette analyse le *tableau 2* ci-après :

Dans la première colonne, nous avons répertorié les contenus enseignés et dans la première ligne, nous avons répertoriés les activités d'apprentissage. Nous avons croisé et les contenus et les activités d'apprentissage pour avoir le pourcentage des activités d'apprentissage.

Tableau 2. Analyse des types d'activités proposées par les enseignants aux élèves à partir des déclarations de contenus de cours

% d'activités selon le type **Contenus** **Déclarés des cours**	Mémorisation	Reproduction	Résolution	Élaboration	**Total %**
Définitions, théories, descriptions, exemples, etc.	50	0	15	0	65

Tableaux, schémas, diagrammes, photos, etc.	0	25	0	10	35
Contenus sonores, audiovisuels, autres	0	0	0	0	0
Total	50	25	15	10	100

Il ressort de notre analyse que les ressources sonores et audiovisuelles ne sont pas utilisées en classe. Les contenus à mémoriser par les élèves représenteraient 50% des activités de l'apprenant, les contenus permettant aux élèves de reproduire compteraient pour 25% des activités, les contenus à traiter sous la forme de résolution de problèmes ne seraient présentes que dans 15% des activités et enfin les contenus permettant d'élaborer figureraient seulement dans 10% des activités.

Notons encore que même les enseignements de langues comme le français, l'anglais et l'allemand ne semblent pas appuyer sur des ressources sonores ou audiovisuelles.

Nous avons relevé que les activités des enseignants occupaient 90% du temps en classe et que les activités des apprenants se limitaient surtout à la copie sous dictée des cours pour la mémorisation de leurs contenus.

Enfin, ces enseignants déclarent majoritairement que leurs programmes sont terminés lorsqu'ils ont fini de dicter les contenus de l'enseignement.

Cette analyse porte sur des questionnaires renseignés par des enseignants avant la mise en œuvre des ENT. Nous faisons donc l'hypothèse que l'approche pédagogique que pourrait permettre les utilisations par un enseignant d'un l'ENT apportera un changement dans les perspectives d'utilisation par les élèves en lien avec ce que les enseignants concernés peuvent percevoir des contenus et des objectifs de leurs cours.

Dans ce contexte d'approche pédagogique, nous questionnons alors comment conduire les enseignants à utiliser les ENT pour y déposer des ressources au service des apprentissages des élèves et qui permettent une approche socioconstructiviste de l'apprentissage, voir connectiviste (Voulgre, 2014) et comment les accompagner à choisir les ressources qu'ils pourront déposer sur les ENT et encore comment leurs permettre de comprendre l'intérêt de proposer des activités aux élèves pour que ces derniers s'engagent dans les tâches de complexités cognitives variées pour qu'ils deviennent acteurs de leurs apprentissages.

4. Les difficultés ressenties par les enseignants qui utilisent l'ENT

Avec l'utilisation de l'ENT, les enseignants disent appréhender et redouter les bouleversements importants auxquels ils doivent prendre part à savoir privilégier dans les pratiques de classe, des activités d'apprentissage et surtout diversifier les ressources pédagogiques.

La question Q25 demandait aux enseignants de qualifier leur travail. 85% des enseignants déclarent que leur travail avant l'utilisation de l'ENT était *« plus facile »*.

D'après l'analyse des argumentations, les enseignants disent qu'à la production et l'utilisation quasi exclusive des ressources écrites traditionnelles, ils doivent savoir rechercher, produire et utiliser des ressources sonores ou audiovisuelles. Ainsi, la rationalisation de la démarche d'enseignement apprentissage, le recours aux ressources éducatives nouvelles et l'utilisation d'outils numériques suscitent chez 55% d'enseignants des craintes.

Certains enseignants semblent douter de la possibilité de changer de posture et s'interrogent sur les modalités qui sont envisagées, notamment par les inspecteurs pour accompagner les changements : *« pensez-vous que nous pouvons changer les choses ? » ; « Nos inspecteurs sont-ils prêts et ont-ils les mêmes compétences pour pouvoir nous accompagner ? » ; « Comment terminer à temps les programmes scolaires si nous devons privilégier les activités des apprenants ? ».*

Ces préoccupations cachent difficilement les résistances des enseignants face à l'innovation que constitue le déploiement ENT et la nouvelle approche pédagogique que cela induit. Ces résistances ont

été établies par plusieurs études, notamment les recherches de Daguet et Voulgre (2011) qui ont constaté le non-usage ou le faible usage, voire le désengagement, d'enseignants face aux nouvelles exigences des ENT si le changement de posture est précipité sans accompagnement à long terme.

B. Les acteurs

Les acteurs concernés par le dispositif ENT au Togo sont divers. On distingue au niveau des établissements : les élèves, les enseignants, le personnel administratif et le personnel pédagogique, le personnel TIC, les chefs de travaux, les intendants, secrétaires, censeurs, proviseurs. Au niveau institutionnel nous identifions les inspecteurs et au niveau organisationnel, le chef de projet et les membres du comité de pilotage composé des chefs d'établissement, des représentants du patronat, des industriels, des chefs d'entreprises ainsi que les représentants des ministères[2] concernés par le projet ENT.

À côté des différents acteurs traditionnels de l'école, apparaissent de nouveaux acteurs comme le personnel TIC et les représentants du patronat, des industries et des entreprises.

L'introduction du personnel TIC dans l'espace scolaire est une nouveauté dans le système éducatif au Togo. Notons d'ailleurs que très peu d'initiatives de transformation de l'éducation ont entrainé la création de personnel nouveau dans l'espace scolaire notamment dans l'enseignement technique et la formation professionnelle. Ainsi, dans chaque établissement, le personnel TIC est composé de deux informaticiens spécialisés en gestion de bases de données, de réseaux Internet et d'applications. Ils peuvent alors assurer un service en continu dans l'établissement et organiser une suppléance.

1. Sur le terrain, le personnel TIC éprouve des difficultés à intégrer l'espace scolaire

L'une des raisons est administrative : bien que placé sous la responsabilité du chef d'établissement, en l'occurrence le proviseur, le personnel TIC reçoit ses ordres de l'administration du projet, notamment le chef projet. Il est rétribué par le budget du projet ENT qui est soutenu financièrement par le ministère des Postes et de l'Économie Numérique (MPEN).

Nos observations permettent de relever quelques difficultés liées à ce statut : à plusieurs reprises (cinq fois), nous avons relevé que toutes les demandes ou décisions du chef d'établissement devaient être soumises à l'approbation du chef du projet qui se trouve généralement dans la capitale, loin de l'établissement ; ce qui crée des frustrations et des malentendus entre ce personnel TIC et le chef d'établissement où il travaille.

La deuxième raison des difficultés d'intégration de ce personnel vient de sa formation en informatique sans volet pédagogique. Ainsi, n'ayant pas une formation en pédagogie, le personnel TIC dit éprouver parfois des difficultés à comprendre et à répondre aux besoins des enseignants, ce que confirment les enseignants. De leur côté les enseignants sans formations en informatique disent aussi éprouver des difficultés à expliciter leurs besoins ou à comprendre les réponses techniques de ce personnel.

L'utilisation de certains logiciels ou d'un dispositif comme Moodle, nécessite cependant que les informaticiens soient capables de formuler des objectifs permettant aux enseignants d'envisager comment utiliser les fonctionnalités au service d'activités d'apprentissages. De la présentation des dispositifs techniques dépend une part des représentations des possibles que l'enseignant pourra envisager d'utiliser pour formuler des consignes et des tâches, faire des choix de ressources éducatives adaptées et élaborer les contenus et des évaluations.

Conscients de cette insuffisance, les huit informaticiens recrutés et affectés dans les quatre établissements ont, au cours de nos entretiens, émis le vœu de se former à la pédagogie tout comme les enseignants qui sont formés à l'utilisation des applications et à la pédagogie des TIC. Mais ce souhait tarde à se réaliser. Aucune formation pédagogique n'est prévue pour le personnel TIC alors que ce

[2]Il s'agit du Ministère des Enseignements Primaire et Secondaire et de la Formation Professionnelle, du Ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Professionnelle et du Ministère des Postes et de l'Économie Numérique.

personnel informatique pourrait jouer un rôle clé dans le dispositif ENT.

Rappelons alors la synthèse que Bruillard écrite en 2011 à partir de travaux de recherche dans le contexte du système scolaire français, que le personnel TIC, assure la médiation entre un système technique complexe et les enseignants.

Nos observations dans les établissements visités ont permis de constater qu'ils sont dépositaires de l'expertise technique dans l'établissement et que le succès des ENT est en grande partie entre leurs mains.

Une troisième raison relative aux difficultés d'intégration des informaticiens est probablement liée à leur rémunération : au Togo, le personnel TIC gagnent environ 150 euros par mois, alors que pour le même niveau de qualification, il peut gagner trois fois plus dans d'autres institutions. Sur les huit agents engagés pour le projet, quatre informaticiens ont 22 ans ; trois ont 23 ans et un a 25 ans et ils sont alors tentés d'aller ailleurs faire carrière.

Le projet a déjà enregistré deux démissions sur les huit personnes employées. Le PI4 est parti poursuivre ses études de master et le PI8 a trouvé un poste mieux rémunéré dans une banque de la capitale.

Ces agents disent tous qu'ils acceptent ce poste en attendant de trouver mieux. Le PI1 a dit : *« je suis ici en attendant de trouver mieux. J'ai déposé un dossier de candidature dans trois banques. Dès que je serai recruté, j'y vais »*. PI7 qui a 22 ans et qui était en poste dans un des lycées dans une ville secondaire a confié qu'il allait partir la rentrée prochaine pour poursuivre un master en France.

2. Des difficultés liées à la dépendance entre maintenances et utilisations pédagogiques des ENT

Les départs du personnel informaticien permettant la maintenance des ENT dans les établissements scolaires risquent de paralyser la gestion de la plateforme dans plusieurs établissements pendant de longues semaines avant que d'autres agents remplaçants soient embauchés et formés.

Cette situation de dépendance de l'ENT vis-à-vis du personnel informatique rend ce dispositif vulnérable, selon tous les proviseurs. Deux proviseurs (CE2 et CE4), au cours d'une rencontre ont affirmé que le projet était *« trop dépendant de ce personnel informatique » ; « Leur simple absence rend le dispositif inopérationnel »*. Le chef projet (CP) conscient de cette situation de dépendance à l'égard de ce personnel déclarent qu'*« il est pour le moment difficile d'envisager une alternative vue le manque de formation du personnel enseignant ».*

Nous questionnons alors comment chaque établissement parviendra à penser une formation des enseignants pour que des référents puissent maintenir l'accès à l'ENT dans l'établissement en cas de départ brutal d'un ou des deux informaticiens et dans le cas d'une généralisation des ENT dans tous les établissements.

3. La place des autres partenaires encore à définir ?

Dans le document portant sur les engagements et les services de l'ENT, il est stipulé à la page 5 que l'ENT devait renforcer *« les liens avec les entreprises »*. Pour cela, une charte de partenariat secteur public et secteur privé pour le développement des compétences techniques et professionnelles a été signée entre le ministère de l'Enseignement Technique et la Formation Professionnelle (METFP), le patronat togolais et la Chambre de Commerce et d'Industrie du Togo (CCIT). Il a été défini le cadre de la participation du secteur privé à la définition des profils et à l'élaboration des programmes de formation.

L'analyse de nos entretiens conduit à questionner la réalité du discours sur le nécessaire partenariat entre l'école et l'entreprise :

En effet, les membres de la direction de l'enseignement technique signalent dans les entretiens que les représentants du patronat et de la CCIT sont absents des réunions prévues et organisées autour de l'ENT. D'autres acteurs tels que des proviseurs, des directeurs régionaux de l'enseignement technique, des enseignants affirment lors d'entretiens que les représentants du patronat ne participent pas non plus

à ces réunions partenariales pour soutenir les ENT. Par ailleurs, après consultation et analyse d'une dizaine de procès-verbaux de ces réunions, nous constatons que ces représentants sont absents des signataires.

4. Une nécessité de formation et de soutien

Certains acteurs comme les enseignants et les apprenants s'adonnent aux différentes formations, mais, selon notre analyse d'entretiens, tel ne semble pas être le cas du personnel administratif et d'encadrement pédagogique notamment les chefs d'établissement, les censeurs, les inspecteurs, etc.

Concernant les inspecteurs, leur rôle reste stratégique dans la réussite de la mise en place des ENT. En effet étant donné leurs missions, ils sont responsables de l'encadrement pédagogique des enseignants et ils participent aux choix et à la mise à disposition des ressources éducatives nouvelles.

Nous questionnons alors comment et avec quels moyens le gouvernement du Togo peut agir pour mieux définir la place et le rôle de chacun des partenaires.

C. Dispositif

1. Un dispositif techno-centré mais avec de grandes ambitions pédagogiques et didactiques ?

L'ENT a été conçu par une société française dénommée « *E Global Action* » localisée, à Paris. L'ENT est construit selon un modèle français donc, en principe, selon les recommandations du Schéma Directeur des Espaces Numériques de Travail (SDET V6.2)[3] puis implémenté au Togo.

En plus de l'aspect technique de l'ENT, le dispositif éducatif pédagogique prévoit plusieurs aménagements de locaux :

- L'équipement dans chaque établissement, d'une salle informatique de 25 ordinateurs et d'une connexion Internet ;
- Une connexion Wi-Fi permettant de desservir toutes les salles de classe et les ateliers ;
- L'équipement d'une autre salle nommée alors salle de production pour les enseignants avec une connexion Internet wifi et une dizaine d'ordinateurs ;
- Une dizaine d'ordinateurs portables et deux vidéoprojecteurs mis à disposition des enseignants pour effectuer des enseignements dans les salles de cours ou les ateliers ;
- Une salle machine équipée d'un serveur et de deux ordinateurs pour administrer l'ENT et servant de lieu de travail au personnel informatique (2 agents par établissements, équivalent à un seul temps plein).

Comment alors, l'ensemble de ces équipements visent notamment le développement d'utilisations pédagogiques et didactiques des services de l'ENT ?

2. Un dispositif de partage de ressources et de collaboration ?

La plateforme ENT telle que conçue est un dispositif de partage de ressources et de collaboration entre les différents acteurs identifiés plus haut.

Elle intègre pour ce faire quatre groupes d'applications logicielles interopérables :

- Un groupe d'applications logicielles pour la gestion administrative : les logiciels permettent de renseigner et de stocker des fichiers élèves, d'organiser semi automatiquement des emplois du temps, de compléter des cahiers de texte électronique, d'éditer les relevés de notes pour chaque discipline et chaque élève, etc. ;
- Un groupe d'applications logicielles pour la gestion pédagogique : espace documentaire avec des ressources et la possibilité de produire des cours (Moodle) ;

[3] SDET https ://eduscol.education.fr/cid56994/sdet-version-vigueur.html

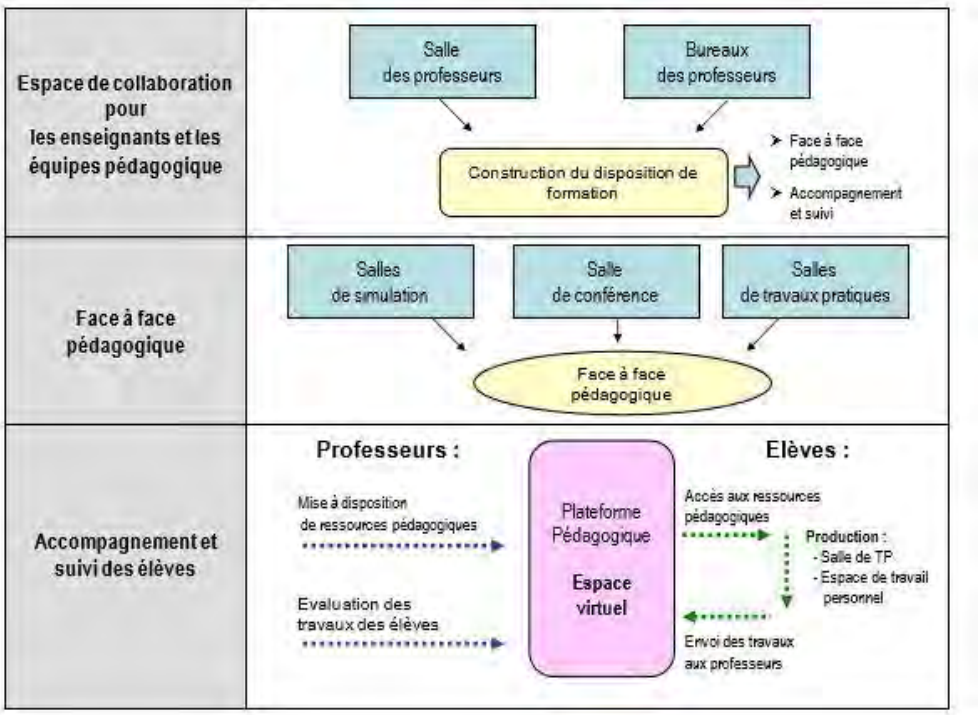
- Un groupe d'applications logicielles pour l'animation pédagogique : espace documentaire avec des kits pédagogiques et l'accès à des ressources éducatives en ligne à partir d'url, un logiciel pour créer un fichier de note par classe pour chaque enseignant et visible par le personnel de direction permettant d'accéder aux notes et aux absences aux sanctions pour le suivi individualisé des élèves ;
- Un groupe d'application pour les relations des acteurs de l'établissement avec l'extérieur notamment le monde du travail : espace de stockage de fichiers entreprise, de fichiers de stages, d'outils de suivi de stages.

L'accès à ces quatre groupes d'applications logicielles interopérables et à toutes leurs fonctionnalités spécifiques se fait à partir d'un bureau virtuel qu'il est possible d'ouvrir à partir d'un ordinateur, tablettes, smartphones connectés à la plateforme ENT. Ainsi, chaque enseignant ou élève disposent d'un bureau virtuel accessible avec un nom d'utilisateur et d'un mot de passe personnel et lui donne droit à des accès personnalisés aux quatre groupes d'application et à certaines de leurs fonctionnalités en fonction du profil d'utilisateur qui a été défini pour l'utilisateur.

3. Synthèse schématique du dispositif global de l'équipement ENT dans les établissements

L'ensemble du dispositif est organisé selon l'*illustration 1* suivante :

Figure 1. Organisation de la plateforme ENT



Cette description témoigne et interroge l'étendue d'une vision au riche potentiel « pédagogique » que peut recouvrir l'ENT dans les imaginaires des professionnels en termes d'utilisation.

4. L'attribution de droits selon les profils des utilisateurs

Le bureau virtuel du proviseur permet d'accéder aux applications lui permettant de communiquer et de partager des documents avec son personnel, de gérer les effectifs, d'établir les bulletins des élèves et de faire le suivi des activités du personnel et des élèves.

Le bureau virtuel de l'enseignant permet d'accéder aux applications permettant à l'enseignant de communiquer avec ses collègues et ses élèves, d'accéder à une bibliothèque en ligne, d'organiser ses

activités de classe, de suivre les apprenants, de préparer et d'animer ses cours dans les groupes-classes. Elles lui permettaient de faire un suivi individualisé des apprenants et de rapporter automatiquement les notes des élèves.

Concernant l'apprenant, le bureau virtuel de l'élève permet d'accéder aux applications lui permettant de communiquer avec ses enseignants et ses pairs, de consulter la bibliothèque en ligne, d'effectuer les activités d'apprentissage (produire des travaux, avoir des feedbacks des enseignants, etc.).

Sur Moodle, il est conféré aux parents un droit de visite des enseignements dispensés. Les parents peuvent s'informer sur les cours suivis et communiquer avec les enseignants.

Ci-après une *illustration 2* permettant de visualiser une interface de gestion de cours sur Moodle :

Figure 2 Capture d'écran d'un cours sur Moodle de l'ENT Source : ENT de l'étude

5. Limites du déploiement des ENT

Dans les quatre établissements concernés par notre étude, lors de nos visites les 26 et 27 septembre 2016, nous avons remarqué qu'aucune des salles de cours n'était connectée à Internet par le dispositif Wi-Fi comme prévu dans le projet initial afin de permettre aux enseignants d'effectuer des cours en s'appuyant sur ce dispositif.

Pour effectuer certains enseignements, les enseignants devaient réserver l'unique salle équipée d'ordinateurs. Seul un établissement disposait de deux salles d'une capacité totale de 60 ordinateurs. Par conséquent les élèves étaient regroupés par 30 ou 40 pour utiliser les ordinateurs.

Une des conséquences concernait un engorgement de la salle informatique dans trois établissements qui ne disposaient que d'une salle de 20 ordinateurs. Les élèves se retrouvaient à plus de cinq autour d'un ordinateur compte tenu des effectifs pléthoriques.

Par ailleurs, les élèves n'étant pas équipés individuellement de terminaux connectés à Internet par wifi car non prévus par le dispositif, cela excluait de facto la possibilité pour les élèves de travailler en dehors des salles dédiées ou à domicile comme prévu dans le dispositif.

Concernant les bureaux virtuels, s'il a été prévu la possibilité de créer un bureau virtuel pour les encadreurs de stages, au moment où nous avons étudié le dispositif :

- Nous n'avons pas vu les traces du profil d'encadreur de stage dans les entreprises ;
- Nous n'avons pas vu les traces du profil parents d'élèves.

6. Limites de l'accès aux logiciels et à de nouvelles compétences

En analysant la liste des logiciels ou applications mis à la disposition des enseignants et des apprenants, indépendamment des logiciels de bureautique (traitement de texte, tableur, PréAO,…) pour les travaux personnels, nous avons constaté qu'il n'existe pas de logiciels de simulations et logiciels professionnels tels que *Win Relais*, *AutoCAD Electrical, OrCAD*, pour les filières électroniques ou *SolidWorks, AutoCAD Mechanical* pour les filières de construction mécanique ou *Archicad, Schemapplic*, *SAARI*, *Algobox, designcad* ou encore *Open Sankoré*, pour les autres filières.

Et pourtant nous avons constaté que certains enseignants et élèves utilisent déjà ces logiciels dans leurs enseignements. C'est le cas des applications comme *AutoCAD Electrical, AutoCAD Mechanical, Archicad, SAARI.*

Nous avons constaté que ces applications n'étaient pas disponibles sur les bureaux virtuels des enseignants ni dans ceux des élèves. On peut alors relever ici un écart entre les ressources fournies par l'ENT et les ressources dont ont besoin les utilisateurs notamment les enseignants et leurs apprenants.

Nous questionnons alors les moyens qui seront mis en œuvre par le système afin de donner le temps aux enseignants de construire de nouvelles utilisations et de nouvelles compétences (Daguet et Voulgre, 2011) pour transférer les anciens gestes professionnels vers d'autres logiciels.

Comment des formations seront-elles pensées et rendues disponibles aux enseignants et aux autres acteurs ? (Voulgre, 2010).

7. Des freins aux changements ?

Dans le cadre de la mise en place d'ENT, nous questionnons les freins aux changements qui peuvent être multiples :

- Notons des freins en termes de capacités réelles surévaluées pour la gestion systématique et obligatoire de formation ;
- Notons encore des freins organisationnels liés aux mouvements des personnels privant un établissement d'un acteur formé vers un des établissements ne disposant pas d'ENT.

Certains acteurs ne souhaitent pas se former pour des raisons personnelles et évoquent leur âge (départ à la retraite), leurs charges administratives ou des occupations diverses pour justifier leur refus de se former. Trois chefs d'établissement (CE1, CE3 et CE4) prétextent souvent des tâches administratives pour ne pas prendre part à des séances de formation à la scénarisation et à la mise en ligne de leurs enseignements.

Enfin, certains acteurs se sentent *« oubliés »*, cela semble être le cas des Inspecteurs d'après leurs confidences lors des entretiens.

Ces situations conduisent à des blocages de la dynamique d'utilisation des ENT dans les classes.

D. Ancrage institutionnel

1. De quelles compétences éducatives du MPEN ?

La création et le déploiement de l'ENT dans l'enseignement technique et la formation professionnelle au Togo portent en eux quelques antagonismes institutionnels qui risquent de fragiliser l'efficacité et la survie du dispositif.

Le document de projet affirme que l'ENT est *« une volonté politique »* du Chef de l'État d'améliorer la qualité de l'enseignement. Cette volonté étant affirmée, c'est au ministère des Postes et de l'Économie Numérique (MPEN) qu'est attribuée la responsabilité de mettre en œuvre et d'accompagner le projet ENT.

Toutefois aucun document ne vient définir les rôles des ministères, à savoir le ministère de l'Enseignement Technique et de la Formation Technique (METFP) et le ministère des Enseignements Primaire et Secondaire et de la Formation Professionnelle (MEPSFP) dont les champs sont impactés par cette action. Cela pose la question de la compétence éducative du MPEN.

Il est dit dans le document projet que les trois ministères à travers leurs représentants, siègent au comité national de pilotage du projet. Si tous les acteurs impliqués reconnaissent la pertinence d'améliorer la qualité de l'enseignement par le déploiement d'un tel dispositif dans les établissements d'enseignement général et technique au Togo, la presque totalité des personnes rencontrées (enseignants, proviseurs) dans les établissements estiment que l'ancrage institutionnel du projet est mal défini. Pour les inspecteurs I2, I3 et I5 interrogés, il s'agit d'un *« projet de plus ! »*. Ils soulignent aussi le fait que le MPEN *« n'a aucune compétence pour mener à bien des projets dans l'enseignement »* et ils précisent que c'est au ministre qu'ils ont des comptes à rendre, pas au MPEN.

2. Enjeux financiers et luttes de pouvoir dans le déploiement de tels dispositifs

Il faut relever que la mise en place de tels dispositifs donne lieu à des financements importants engendrant souvent des appétits et des mésententes sur l'utilisation du financement.

Au cours d'une audience, le ministre de l'enseignement technique et de la formation professionnelle a confié qu'il a besoin d'argent pour acheter des ordinateurs afin de doter les établissements de matériel pour l'organisation des épreuves au baccalauréat. Il explique qu'il n'a pas pu recevoir la somme souhaitée car d'autres choix ont été privilégiés pour lesquels il n'approuvait pas l'objectif qu'il jugeait plus *« compliqué »* à mettre en œuvre.

En effet au METFP, selon la DET, les priorités en matière d'innovation dans le secteur de l'enseignement doivent servir *« la dotation de matériels informatiques suffisants pour une évolution des pratiques de certains enseignements qui continuent de s'appuyer sur les machines à écrire mécaniques »*.

Les priorités sont orientées vers l'acquisition et l'utilisation lors des cours, d'ordinateurs et de logiciels professionnels qui préparent les apprenants aux compétences recherchées dans les entreprises. En exemple on cite *Archicad, Schemapplic, SAARI* etc.

Les arguments identifiés montrent que certains acteurs restent réservés sur la pertinence du choix de l'ENT. Ainsi les personnels des ministères bénéficiaires montrent très peu d'empressement à s'approprier l'ENT traduisant ainsi leur mécontentement face à une situation qu'ils perçoivent être de non droit.

Lors de la toute première séance de formation à l'attention des enseignants et des chefs d'atelier, les enseignants ont soulevé le besoin d'être rémunérés pour leur participation aux séances de formation :

- Le ministre y a opposé une fin de non-recevoir ;
- Le ministre a estimé qu'un enseignant n'avait pas à être payé pour avoir de nouvelles compétences.

Dans ces instances, les inspecteurs semblent aussi avoir un rôle à jouer. Pour l'instant, rien ne semble les motiver à soutenir le projet. Aucun des inspecteurs n'a eu, semble-t-il jusqu'à présent, à encadrer les formations.

VIII. Conclusion

La mise en place de l'ENT dans les LETP et dans les LS au Togo marque un tournant important dans le fonctionnement administratif et pédagogique des établissements d'enseignement au Togo.

En questionnant les acteurs impliqués par le déploiement de l'ENT sous les angles de l'approche pédagogique, du dispositif mis en œuvre et de l'ancrage institutionnel, nous avons décelé des difficultés. Nous rappelons ici les trois principales tensions identifiées.

La première est en rapport avec la difficulté des enseignants à mettre en œuvre l'approche par

compétences telle que le recommande les autorités éducatives au Togo. Cette approche qui a pour fondement théorique le socioconstructivisme devait permettre une meilleure utilisation du dispositif ENT déployé ;

La deuxième tension a trait au rôle incontournable du personnel informatique chargé de la gestion technique du dispositif dans les établissements. Ce personnel informatique éprouve des difficultés à s'inscrire dans l'écosystème des institutions scolaires parce que relevant de la tutelle du MENP. De plus, les sollicitations dont il est l'objet sur le marché de l'emploi et les offres financières importantes qui les accompagnent rend difficilement pérenne sa présence dans les établissements d'enseignement technique ;

La dernière soulève la question de l'ancrage institutionnel du projet. En effet, le projet ENT est une initiative du MENP et du METFP. Cela semble provoquer un empiètement du premier sur le champ d'action du second. Cette situation a des conséquences sur le positionnement des acteurs du METFP par rapport au projet. Ces différentes tensions peuvent générer un ensemble de tensions rendant difficile voire impossible le retour sur les investissements.

Malgré de nombreuses volontés pour soutenir le projet des ENT, il est difficile de prédire un avenir dynamique et rapide.

Références

Awokou, K. (2007). *De l'intégration des médias et des TIC dans l'éducation : le cas du Togo*. Thèse soutenue à l'université de Rouen sous la direction de J. Wallet (Université de Rouen) et de K.-M. Nubukpo (Université de Lomé). [En ligne] https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00139109/document

Billouard, D. (2011). *Les environnements numériques de travail, proposition d'une démarche d'intégration*. Thèse soutenue à l'université Jean Moulin-Lyon 3 sous la direction de L. Bouzidi. [En ligne] https://halshs.archives-ouvertes.fr/halshs-00692273/document

Bruillard, E. (2010). Le déploiement des ENT dans l'enseignement secondaire : entre acteurs multiples, dénis et illusions. *Revue française de pédagogie*, 177. [En ligne] http://rfp.revues.org/3410

Bruillard, E. (2011). Discours généraux sur les TIC en éducation : beaucoup de slogans peu étayés, en quête de débats. *Epinet*, 138. [En ligne] http://www.epi.asso.fr/revue/articles/a1110e.htm

Bruillard, E. et Hourbette, D. (2008). Environnement numérique de travail, un modèle bureaucratique à modifier. *Argos*, 44, 29-34.

Chaptal, A. (2007a). Paradoxes des usages des TICE : réflexions croisées sur les usages en classes par les enseignants en France, aux États-Unis et au Royaume-Uni. *Dossiers de l'ingénierie éducative*, 53, 73-92.

Chaptal, A. (2007b). Usages prescrits ou annoncés, usages observés. *Documents numérique*, 10(3), 81-106.

Cros, F. (1997). L'innovation en éducation et en formation. *Revue française de pédagogie*, 118. 127-156.

Cuban, L. (1986). *Teachers and machines. The classroom use of technology since 1920*. New York: Teachers college Press.

Daguet, H. et Voulgre, E. (2011). Discours et pratiques autour des environnements numériques de travail : utopie ou réalité ? In M. Bétrancourt, C. Depover, V. Luengo et al. (dir.), *À la recherche de convergence des acteurs des environnements informatisés d'apprentissage humains* (pp. 231-241). [En ligne] https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00607184/document

Louessard, B. (2016). *Environnements numériques de travail et pratiques communicationnelles des familles de collégiens Le cas de l'ENT e-lyco et des collèges Sarthois.* Thèse soutenue à l'université du Maine sous la direction de M. Arnaud. [En ligne] https://hal.archives-ouvertes.fr/tel-01408055/document

Missonier, S. (2008). *Comprendre pour aider. Analyse réticulaire de projets de mise en œuvre d'une technologie de l'information : le cas des espaces numériques de travail.* Thèse soutenue à l'université de Nice sous la direction J. F. Lebraty. [En ligne] https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00368354/document

Moeglin, P. (2010). *Les industries éducatives*. Paris : PUF.

MPEN (2013). *Intégration des technologies de l'information et de la communication (TIC), développement des environnements numériques de travail dans les établissements*. Rapport ministériel, Lomé, Togo.

MEPSFP (2014). *Plan sectoriel de l'éducation* (PSE) 2014-2025. Lomé, Togo.

MEPSFP (2013). *Rapport d'état du système éducatif* (RESEN) 2013. Lomé, Togo.

PSE (2010). *Plan sectoriel de l'éducation*, 2010-2020. [En ligne] http://www.unesco.org/education/edurights/media/docs/741e28b2cc504d44e777248687d10628824a0116.pdf

Puimatto, G. (2005). Réseaux numériques éducatifs. *Distances et savoirs*, 3(3), 283-309.

Schneewele, M. (2012). *Implantation d'un E.N.T. dans l'enseignement secondaire, analyse et modélisation des usages : le cas lorrain.* Thèse soutenue à l'université de Lorraine sous la direction de A. Zapatas et S. Nowakowski. [En ligne] https://hal.univ-lorraine.fr/tel-01749214/document

Voulgre, E. (2010). Espace numérique de travail en collège. Études sur la formation des enseignants. *Distances et savoirs*, 8(4), 585-600. [En ligne] http://www.cairn.info/revue-distances-et-savoirs-2010-4-p-585.htm

Voulgre, E. (2011). *Une approche systémique des TICE dans le système scolaire français : entre finalités prescrites, ressources et usages par les enseignants*. Thèse soutenue à l'université de Rouen sous la direction de J. Wallet. [En ligne] http://shs-app.univ-rouen.fr/civiic/memoires_theses/textes/these_VOULGRE.pdf

Voulgre, E. (2014). Accompagnée puis accompagnatrice en formation à distance : construction identitaire ou diplopie ? *Table ronde « Transfert et développement des acquis de la FOAD », colloque international « Mutations de l'accompagnement dans les formations en ligne »*, Université de Rouen, 8-10 octobre 2014. [En ligne] https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-01307877

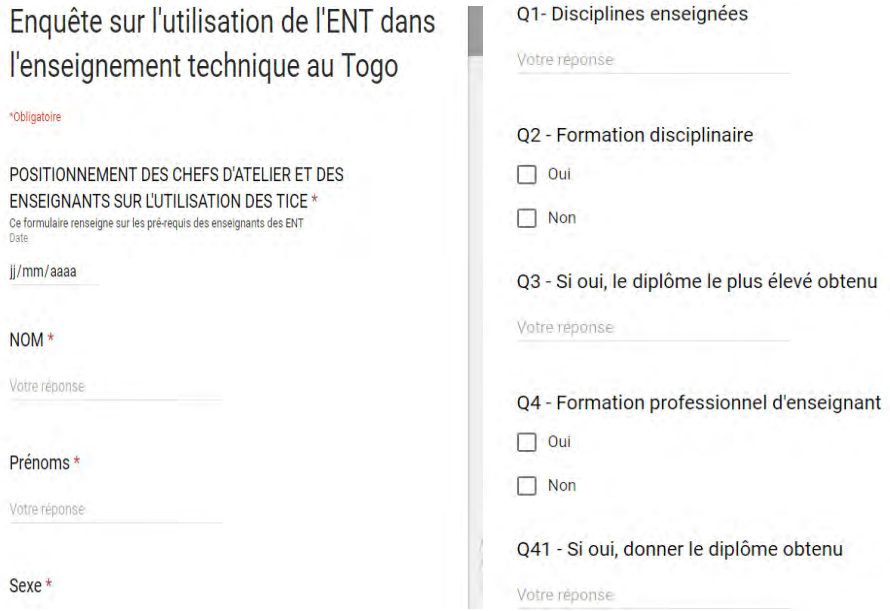
Voulgre, E. et Mendoume Aboghe, N.-P. (2017). *Quelles utilisations d'un environnement numérique de travail par les CPE : une étude de cas dans deux collèges de l'académie de Créteil 2015-2016*. Rapport de synthèse ENT93-N du laboratoire EDA, Université Paris Descartes. [En ligne] https://urlz.fr/8Lmc

Wallet, J. (2004). De la Net économie à la Net pédagogie… La fin des bulles spéculatives ? *Éducation permanente*, 157.

Wallet, J. (2010). Technologie et gouvernance des systèmes éducatifs. Dans B. Charlier et F. Henri (dir.), *Apprendre avec les technologies*, (pp. 71-80). Paris : Presses Universitaires de France. [En ligne] https://www-cairn-info.sirius.parisdescartes.fr/apprendre-avec-les-technologies--9782130575306-page-71.htm

Annexe

Extraits du questionnaire aux chefs d'atelier et aux enseignants



Enquête sur l'utilisation de l'ENT dans l'enseignement technique au Togo

*Obligatoire

POSITIONNEMENT DES CHEFS D'ATELIER ET DES ENSEIGNANTS SUR L'UTILISATION DES TICE *

Ce formulaire renseigne sur les pré-requis des enseignants des ENT

Date

jj/mm/aaaa

NOM *

Votre réponse

Prénoms *

Votre réponse

Sexe *

Q1- Disciplines enseignées

Votre réponse

Q2 - Formation disciplinaire

Oui

Non

Q3 - Si oui, le diplôme le plus élevé obtenu

Votre réponse

Q4 - Formation professionnel d'enseignant

Oui

Non

Q41 - Si oui, donner le diplôme obtenu

Votre réponse

Réussir la transition numérique par la recherche collaborative. Analyse de cas d'accompagnement d'enseignants dans leur intégration du numérique en contexte scolaire

Successful digital transition through collaborative research. Case study analysis of support for teachers in their digital integration in the school context

Audrey Kumps, Laëtitia Dragone, Sabrin Housni, Bruno De Lièvre, Gaëtan Temperman
Service de Pédagogie Générale et des Médias Éducatifs, Université de Mons, Belgique

Résumé

Le numérique occupe une place de plus en plus importante dans la société, par conséquent son intégration dans les salles de classe semble incontournable. Dans cet article nous interrogeons comment les enseignants peuvent l'utiliser au service de la qualité des apprentissages des élèves. Pour cela, un accompagnement technopédagogique semble être une nécessité pour tous les acteurs de l'enseignement. Notre démarche d'étude de cas a pour but de documenter deux exemples d'intégration du numérique, un concerne le français et l'autre les mathématiques, dans 11 salles de classe du début de l'enseignement primaire en Belgique. Les résultats interprétés à partir du modèle TPACK permettent de fournir quelques pistes de réflexion pour les futurs enseignants, les formateurs d'enseignants et toutes autres personnes désireuses d'intégrer le numérique dans leurs classes.

Mots clés : accompagnement technopédagogique, intégration du numérique, freins, enseignants primaires

Abstract

Digital is becoming more and more important in society, so its integration into classrooms seems unavoidable. In this article, we ask how teachers can use it to improve the quality of student learning. For this, a technopedagogical support seems to be a necessity for all the actors of education. Our case study approach aims to document two examples of digital integration, one for French and one for mathematics, in 11 classrooms at the beginning of primary education in Belgium. The results interpreted from the TPACK model make it possible to provide some ideas for future teachers, teacher trainers and all other people wishing to integrate digital into their classes.

Keywords: *technopedagogical support, digital integration, obstacles, primary teachers*

I. Introduction

Devant l'omniprésence du numérique, le système éducatif est appelé à susciter et à accompagner au mieux le développement de nouvelles compétences du XXIe siècle. En effet, le numérique a complètement bouleversé nos façons d'interagir, de communiquer, de nous informer, de nous exprimer, de travailler et de nous divertir.

Pour réussir cette transition numérique, nous interrogeons quelles sont les nouvelles formes d'enseignement et les nouveaux outils d'apprentissage qui apparaissent et amènent des changements au sein des classes ? Comment les élèves et les enseignants peuvent-ils saisir ces nombreuses possibilités, en termes d'apprentissage, de pratiques d'enseignement, de communication et de créativité que peut offrir le numérique ?

Le ministère francophone de l'Éducation de la Fédération Wallonie-Bruxelles de Belgique (FWB, 2017) prévoit dans la réforme « Pacte pour un Enseignement d'Excellence », un vaste changement du système éducatif belge, de se pencher sur les stratégies numériques pour répondre à cette réalité. Plusieurs volets y sont considérés comme essentiels : définir des compétences et des contenus associés à la société numérique ; des mesures d'accompagnement et de formation de l'ensemble des acteurs de l'enseignement ; l'équipement des établissements scolaires ; la valorisation de la diffusion et du partage de pratiques.

Ces différents axes d'action prévus dans la stratégie numérique répondent aux recommandations énoncées dans le dernier Baromètre Digital Wallonia (Digital Wallonia, 2018), enquête réalisée auprès de 2585 enseignants primaires, secondaires, spécialisés et de l'enseignement en promotion sociale en mai 2017. L'objectif de l'enquête était de publier un rapport dédié au numérique pour la Région Wallonne questionnant les équipements numériques des établissements, les usages pédagogiques du numérique, les compétences des enseignants et leurs perceptions par rapport au numérique. Il en ressort que pour renforcer et dynamiser la place du numérique, cinq axes complémentaires entrent en jeu : (1) la formation initiale et continue des enseignants ; (2) l'infrastructure numérique dans les écoles ; (3) le support technique et logistique ; (4) l'accompagnement pédagogique des initiatives ; (5) les collaborations et les échanges entre les acteurs de l'éducation.

Malgré l'émergence de nouveaux outils numériques et de leur accessibilité facilitée, leur utilisation en contexte scolaire ne suit pas la même trajectoire. Dès la fin du XXe siècle, divers auteurs s'intéressent aux facteurs d'intégration du numérique en classe. Ainsi, selon Lachance (1999), les hésitations des enseignants face au numérique trouvent leur origine dans des difficultés d'appropriation des innovations technopédagogiques et ce, même si leur attitude est positive à l'égard de celui-ci. Ce constat est confirmé par Salomon (2000) selon lequel l'inquiétude, l'enthousiasme, le scepticisme, la réticence… sont les sentiments ressentis par les enseignants face aux technologies.

Outre les attitudes des enseignants, un des facteurs déterminants dans l'intégration du numérique en classe est *« le soutien dont ils devraient pouvoir bénéficier tout au long du processus d'intégration. »* (Peraya, Viens et Karsenti, 2002, p. 254). Enfin, Isabelle, Lapointe et Chiasson (2002) pointent le manque d'utilisations pédagogiques des outils numériques. En effet, l'intégration du numérique nécessite non seulement des compétences techniques mais aussi *« d'avoir des compétences pédagogiques spécifiques …, ce qui induit le besoin d'une formation ciblée et pratique. »* (Akkari, Cleary et Corty, 2008, p. 45). Finalement, il apparaît que depuis les années 80, l'accompagnement des enseignants dans leurs pratiques TIC en classe est un sujet important dans les recherches en sciences de l'éducation (Villemonteix, 2012). Cependant, de manière empirique, l'observation des pratiques TICE effectives en classe ne démontre pas une intégration massive des technologies (Béziat, 2012). A l'heure actuelle, les constats précédents restent de circonstance. Néanmoins, la perception du numérique par les enseignants est assez positive (Digital Wallonia, 2018). Les conseils prodigués par les chercheurs en ce début du XXIe siècle semblent toujours d'actualité au regard de la lente intégration du numérique en contexte scolaire. Effectivement, les enseignants émettent quelques demandes en termes de formations, de personnes ressources techniques et de conseillers technopédagogiques (ibidem).

Forts de nos constatations relatives aux difficultés des enseignants et au soutien dont ils ont besoin pour faciliter l'intégration du numérique (Villemonteix, 2012), nous avons investigué la mise en œuvre d'accompagnements technopédagogiques auprès de douze enseignants de l'enseignement primaire. Ces retours d'expérience nous ont permis de dégager des pistes de réflexion sur l'accompagnement d'enseignants dont pourraient bénéficier les formateurs technopédagogiques et les futurs conseillers technopédagogiques, fonctions récemment mises en place dans le cadre de la stratégie numérique pour l'éducation en Fédération Wallonie-Bruxelles.

II. Revue de la littérature

Notre examen de la littérature questionne, d'une part, l'intégration du numérique à des fins pédagogiques et, d'autre part, l'accompagnement technopédagogique des enseignants. Par ailleurs, nous présenterons les modèles conceptuels qui ont guidé notre recherche. Pour ce faire, nous nous intéresserons au modèle de Niess et al. (2009) ainsi qu'au modèle de l'innovation sociale (Réseau québécois en innovation sociale, 2011).

A. Intégration du numérique en contexte scolaire et accompagnement technopédagogique

L'utilisation du numérique dans les pratiques pédagogiques de l'enseignant peut stimuler sa créativité. Toutefois, celle-ci se heurte à toute une série de limites que les établissements scolaires n'aident pas à surmonter par le biais d'un accompagnement suffisant et efficace (Devauchelle, 2016).

Comment les outils numériques servent de facilitateurs dans le dispositif d'accompagnement des élèves ? Faute de véritable formation, les enseignants qui maîtrisent vraiment cet instrument font partie d'une minorité (Flewitt, Kucirkova et Messer, 2014). Bien que pour certains auteurs (*e.g.* Béziat, 2012), une maîtrise des usages des TICE ne semble pas être suffisante à une pratique effective en classe, l'exploitation du numérique en classe est très dépendante des compétences numériques de l'enseignant d'après les constats du Rapport Digital Wallonia (2018).

Notons d'ailleurs que la première recommandation du baromètre Digital Wallonia (2018), visant à renforcer et à dynamiser la place du numérique éducatif, est la formation initiale et continue des enseignants dans le but d'améliorer l'adoption de pratiques numériques en classe par les enseignants.

En effet, si un des freins est le manque de ressources matérielles mis à disposition des enseignants, l'enquête de Digital Wallonia (2018) montre également un sentiment d'efficacité personnelle assez bas en ce qui concerne les manipulations techniques et les exploitations pédagogiques liées à l'utilisation du numérique. L'utilisation pédagogique des outils numériques nécessite une formation dont les enseignants ne bénéficient pas en suffisance (Henry et Vandeput, 2012).

En plus d'une formation initiale qui devrait faciliter l'intégration du numérique et d'une formation continue qui fournirait des conseils adaptés aux besoins des enseignants (Karsenti et Gauthier, 2006), il est important de fournir aux établissements un accompagnement technopédagogique lors de leurs différentes initiatives. En effet, les enseignants semblent ne pas toujours disposer des compétences techniques et du matériel nécessaire à une intégration innovante du numérique (Many, McGrail, Myrick, Sackor et Tinker Sachs, 2011). En effet, ces chercheurs disent que, outre la maîtrise technique de ces outils numériques, les enseignants doivent les mettre en œuvre en classe. Le partage de pratiques, la constitution de communautés réflexives et la veille pédagogique pourraient répondre à ce besoin et initier les enseignants à une réflexion sur la manière d'intégrer les outils numériques au sein de leur pratique pédagogique (Kumps, De Lièvre, Temperman, 2017).

Comme Cros (2009) le souligne déjà en 2009, accompagner les enseignants se révèlerait être la voie la plus adaptée à la formation continue. Bien qu'informer les enseignants en les sensibilisant à l'intégration du numérique par des exemples d'usages soit un réel besoin, il semble aussi nécessaire de les aider en les soutenant dans leurs projets. Par ailleurs, cet accompagnement visant, notamment, le développement professionnel parait comme *« un facteur clé dans l'expérience d'ajustements et/ou de modifications de pratiques »* (Savoie-Zajc, 2010, p.10).

Pour mener à bien cet accompagnement, il parait encore important que les enseignants perçoivent positivement, la valeur de la tâche, sa contrôlabilité et leur sentiment de compétence (Viau, 2009). Une

revue de la littérature nous a permis d'identifier différentes réflexions le permettant.

Dans un rapport de recherche, Collin et Karsenti (2011, p.14) précisent que les enseignants souhaiteraient *« une meilleure intégration des formations à la réalité de leurs situations d'enseignement-apprentissage ».* L'une des pistes proposées par ces acteurs de terrain est de réaliser les formations au sein même des classes. Pour que l'enseignant trouve de la valeur à la tâche, leur accompagnement pourrait être davantage personnalisé et l'apprenant, responsabilisé. Pour ce faire, l'accompagnement partirait d'un besoin de l'accompagné (Colognesi, Beausaert et Van Nieuwenhoven, 2018) et serait sans doute mieux adapté aux activités quotidiennes des enseignants (Peterson, 2013).

Pour ce qui est de sa contrôlabilité, tout accompagnement *« suppose la reconnaissance de l'autonomie du sujet »* (Jorro, 2012, p.5) par le biais d'une co-élaboration lors de la création du scénario. Par ailleurs, l'accompagnement, visant l'autonomie du tutoré est envisageable à des fins de formation pour le développement professionnel des enseignants. L'intervention nécessite, également, de s'inscrire dans la durée et permettre un processus réflexif de leurs pratiques.

Quant à leur sentiment de compétence, une réflexion peut être engagée sur les leviers permettant de surmonter les obstacles (Colognesi, Beausaert et Van Nieuwenhoven, 2018). Afin d'aider l'accompagné à identifier ses besoins de développement professionnel, l'accompagnant peut être présent en classe afin de le guider dans son processus de réflexion (Moldoveanu, 2014). L'attitude de l'accompagnant a semble-t-il aussi une incidence sur le suivi : positive, elle permettrait l'apparition et la consolidation du sentiment de compétence de l'accompagné (Paul, 2009).

Ces premières lectures concernant l'accompagnement à l'intégration du numérique nous donnent la possibilité de mener une réflexion sur le suivi à apporter aux enseignants participant à notre étude. D'abord, ce suivi semble donc nécessiter d'être personnalisé et ancré dans les activités quotidiennes de l'enseignant. Il semble encore demander également une certaine autonomie de l'enseignant, pour permettre et favoriser son développement professionnel et son sentiment de compétence.

Fort de ces constats, il apparaît opportun de se pencher sur des modèles conceptuels favorisant d'une part, la participation active des enseignants dans le processus d'innovation, d'autre part, sur le niveau d'intégration des outils numériques en contexte scolaire.

B. Modèles conceptuels

Nous nous sommes tout d'abord concentrés sur le modèle de l'innovation sociale (Réseau québécois en innovation sociale, 2011). Les étapes préconisées par cette recherche collaborative ont guidé notre méthodologie tout au long de notre expérimentation. Le modèle de Niess et *al*. (2009) a permis d'approcher une mesure de l'évolution de l'intégration du numérique des enseignants participant à notre étude et ce, dans le contexte d'un scénario technopédagogique élaboré en co-construction entre chercheurs et enseignants.

1. Modèle de l'innovation sociale (Réseau québécois en innovation sociale, 2011)

Le réseau québécois en innovation sociale a développé un modèle collaboratif qui met en évidence un processus de développement de l'innovation en trois étapes :

- La première phase d'émergence consiste en l'identification d'une situation insatisfaisante et en la conception d'un projet en collaboration avec les acteurs de terrain et le chercheur ;
- La deuxième étape vise à expérimenter sur le terrain le projet, le dispositif et de mesurer les effets sur la problématique identifiée à l'étape 1 ;
- La dernière phase est celle de la diffusion auprès de l'équipe (appropriation de proximité) et, éventuellement, en formation auprès d'un public plus large (appropriation étendue).

L'ensemble du processus est ponctué de phase de communication et de réflexion (Modèle de l'innovation sociale, Réseau québécois en innovation sociale, 2011).

2. Modèle de Niess et al. (2009)

Le modèle de Niess et al. (2009) s'appuie sur celui du TPACK (Mishra et Koehler, 2006). Il définit le changement technique permettant à l'enseignant d'être au centre de la structure, ce qui entraîne, pour ce dernier, une analyse de ses pratiques. Les auteurs postulent que les enseignants progressent à travers un processus de développement en cinq étapes lorsqu'ils intègrent une technologie particulière dans l'enseignement et l'apprentissage :

- La reconnaissance (connaissances), où les enseignants sont capables d'utiliser la technologie et de reconnaître l'alignement de la technologie avec un contenu disciplinaire, mais n'intègrent pas la technologie dans l'enseignement et l'apprentissage ;
- L'acceptation (persuasion), où les enseignants forment une attitude favorable ou défavorable envers l'enseignement et l'apprentissage au moyen d'une technologie appropriée ;
- L'adaptation (décision), où les enseignants s'engagent dans des activités qui mènent à un choix d'adopter ou de rejeter l'enseignement et l'apprentissage avec une technologie appropriée ;
- L'exploration (mise en œuvre), où les enseignants intègrent activement l'enseignement et l'apprentissage d'une discipline avec une technologie appropriée ;
- L'avancement (confirmation), où les enseignants évaluent les résultats de la décision d'intégrer l'enseignement et l'apprentissage d'une discipline avec une technologie appropriée.

La lecture de ces modèles nous permet de préciser notre méthodologie. Le modèle de l'innovation sociale (2011) va permettre de proposer un accompagnement des enseignants personnalisé et en accord avec leurs activités quotidiennes. Le modèle de Niess et al. (2009) permet d'apprécier le développement professionnel et le sentiment de compétence de l'enseignant concernant les usages pédagogiques du numérique tout au long de l'accompagnement.

III. Contexte

Cette recherche a eu lieu au cours de l'année scolaire 2017-2018 dans cinq écoles de la province du Hainaut (Belgique). Cette étude a été réalisée par deux chercheurs dans le cadre de la réforme « Pacte pour un enseignement d'Excellence » au sein de laquelle la stratégie numérique représente un des axes prioritaires. Dans ce contexte, deux études de cas (6 classes de l'enseignement primaire abordant un concept mathématique (1) et 6 classes de l'enseignement primaire traitant un aspect de la langue française (2) ont été mises en place.

A. Analyse de cas

1. Intégration du numérique pour traiter un aspect de la langue française

Six enseignants ont bénéficié d'un accompagnement dans la mise en pratique d'un dispositif technopédagogique. Trois classes de première primaire (équivalent de la classe préparatoire en France, CP) et trois classes de deuxième primaire (équivalent du cours élémentaire 1 en France, CE1) ont travaillé pendant trois mois sur un dispositif en didactique du français nommé « Publier nos écrits ». Les élèves ont intégré un réseau social (*Twitter, Facebook*…) ou un blog dans leur classe pour de publier leurs écrits, de lire et de répondre aux différentes réactions des personnes externes afin de répondre à une des visées de l'écrit : être lu. Chaque jour, lors du rituel, les élèves accédaient à un ordinateur placé dans la classe ou dans la cyberclasse pour publier la phrase du jour et lire les commentaires reçus par rapport à leur message publié la veille.

Tableau 1. Contexte de travail des enseignants participant à l'étude de cas français en fonction de l'école, de leur année d'enseignement et du nombre d'élèves

École 1	**École 2**	**École 2**			
Enseignant 1	Enseignant 2	Enseignant 3	Enseignant 4	Enseignant 5	Enseignant 6
1ère primaire	2e primaire (équivalent du cours élémentaire 1 en France, CE1)				
27 élèves	15 élèves	25 élèves	16 élèves	21 élèves	26 élèves

2. Intégration du numérique pour aborder un concept mathématique

En ce qui concerne la seconde étude, six enseignants de première année du primaire et leurs élèves ont pris part à cette recherche dans le cadre d'un dispositif technopédagogique intitulé « Petite balade virtuelle autour de notre école » s'étalant sur une durée de trois mois. La compétence de l'utilisation des représentations spatiales par le biais d'outils numériques est visée. Le scénario pédagogique se compose de différentes phases, elles-mêmes constituées de plusieurs tâches telles que le classement de photos d'un parcours réalisé, la construction d'un modèle réduit et le recours à un service de cartographie en ligne. Au cours de ce scénario, les élèves sont invités à observer les manipulations des logiciels *Google Earth, Google Street View et Google Maps* par l'enseignant.

Tableau 2. Contexte de travail des enseignants participant à l'étude de cas en mathématiques en fonction de l'école et du nombre d'élèves

École 1	**École 2**				
Enseignant 1	Enseignant 2	Enseignant 3	Enseignant 4	Enseignant 5	Enseignant 6
1ère primaire (équivalent de la classe préparatoire en France, CP)					
18 élèves	16 élèves	21 élèves	23 élèves	19 élèves	22 élèves

IV. Méthodologie

A. Recherche collaborative

Le modèle de l'innovation sociale (Réseau québécois en innovation sociale, 2011) a été mis en œuvre tout au long de notre étude en respectant le processus de développement de l'innovation selon les trois étapes décrites par l'auteur :

- La première phase (émergence) a consisté à identifier une situation insatisfaisante (janvier 2018) : les douze enseignants rencontrés avaient conscience d'une forme de plus-value que pouvait apporter le numérique dans leur pratique pédagogique quotidienne. Néanmoins, aucun de ceux-ci ne le mobilisait pour différentes raisons invoquées telles que l'absence et/ou le manque d'accès à l'équipement, le manque de soutien technique, un faible sentiment de compétence, les difficultés liées à la gestion de classe. Ces facteurs sont autant de freins à l'intégration du numérique. Ces différentes informations ont été récoltées lors d'entretiens directifs. Dans le but d'inhiber les freins préalablement repérés, les chercheurs ont accompagné ces enseignants dans l'élaboration (co-construction) et la mise en œuvre de scénarios technopédagogiques au sein de leur classe ;
- La deuxième phase (expérimentation*)* s'est déroulée de février à mai 2018 où les chercheurs ont suivi les enseignants de P1/P2 et ont veillé à accompagner individuellement ces derniers à chacune des séances d'apprentissage que prévoyait le dispositif technopédagogique. Les effets

de cet accompagnement ont été appréciés par le biais de l'évolution des profils des enseignants et de leur processus dans l'intégration des technologies en classe ;

- La dernière phase (appropriation) s'est déroulée en deux étapes : (1) la diffusion de cette expérimentation auprès de l'équipe éducative de chaque enseignant accompagné a été réalisée au mois de juin 2018 ; (2) la publication auprès de la communauté scientifique.

B. Questions de recherche

Face aux nombreux freins mis en évidence dans la littérature concernant l'intégration du numérique en contexte scolaire, l'objectif de notre recherche est d'évaluer la mise en place d'un accompagnement technopédagogique d'enseignants du primaire sur leurs utilisations des technologies pour l'éducation. Pour y parvenir, nous formulons deux questions de recherche complémentaires.

1. Les obstacles à l'utilisation du numérique en contexte scolaire

En quoi les freins répertoriés dans la littérature sont-ils une réalité pour les enseignants de notre échantillon ? (Q1).

La revue de la littérature nous a permis de répertorier les seuils d'entrave rencontrés par les enseignants dans l'utilisation des technologies à des fins pédagogiques. Un entretien directif avec chacun de ceux-ci a permis de dégager spécifiquement leurs obstacles. En fonction de ces derniers, une catégorisation des enseignants à l'intégration du numérique a été établie.

2. L'accompagnement technopédagogique

En quoi un soutien technopédagogique basé sur la catégorisation des freins permet-il aux enseignants d'évoluer dans leurs processus d'intégration du numérique au sein de leur classe ? (Q2)

En fonction de la catégorisation élaborée, nous avons mis en place un accompagnement technopédagogique spécifique. Nous avons apprécié les effets de celui-ci en observant l'évolution des enseignants dans leur processus d'intégration du numérique. C'est le modèle de Niess et al. (2009) qui nous a permis d'apprécier cette évolution.

V. Résultats

Notre analyse des résultats se structure autour des deux questions de recherche que nous avons formulées.

A. Les obstacles à l'utilisation du numérique en contexte scolaire (Q1)

Les douze enseignants rencontrés présentent un profil assez similaire concernant leur intégration du numérique. Ainsi, leurs compétences numériques se limitent à une utilisation dans leurs pratiques personnelle et professionnelle comme lors de recherche d'informations ou de création de contenus. Bien que leur attitude à l'égard des TIC soit positive, aucune utilisation du numérique en classe avec les élèves n'est réalisée pour différentes raisons explicitées ci-dessous. De ce fait, les élèves ne mobilisent aucune compétence numérique.

Une catégorisation des profils des enseignants a pu être établie au regard des différents freins déclarés lors des entretiens. De cette façon, nous distinguons cinq profils différents d'enseignants : les enseignants fonceurs (1), les enseignants aux besoins techniques (2), les enseignants aux besoins gestionnaires (3), les enseignants prudents (4) et les enseignants ayant peu confiance en eux (5). Cette catégorisation, réalisée sur la base du profil des enseignants en début d'expérimentation, a uniquement pour but de leur proposer un accompagnement personnalisé en fonction des freins déclarés. En effet, à terme, l'objectif de cet accompagnement est de favoriser l'intégration pédagogique du numérique, qu'importent les freins initiaux.

Tableau 3. Profils identifiés en fonction des freins des enseignants à l'intégration du numérique

	Freins à l'intégration du numérique					
	Manque d'équipement	Manque d'idées d'usages contextualisés	Faible sentiment de compétence	Anxiété liée à l'utilisation du numérique	Manque de soutien technique	Difficultés liées à la gestion de classe
Profil 1 Le fonceur (N=1)	X	X				
Profil 2 L'enseignant aux besoins techniques (N=5)		X	X	X	X	
Profil 3 L'enseignant aux besoins gestionnaires (N=3)	X	X	X	X		X
Profil 4 Le prudent (N=2)	X	X	X	X	X	X
Profil 5 L'enseignant ayant peu confiance en lui (N=2)		X	X	X		

Nous pouvons constater (voir *Tableau 3*) que la totalité de notre échantillon regrette le manque d'idées d'usages contextualisés du numérique. Viennent ensuite le faible sentiment de compétence des enseignants et l'anxiété causée par son usage pour douze de nos enseignants. En troisième lieu, le soutien technique est mis en cause par sept de nos enseignants. Six de nos enseignants témoignent du manque de ressources matérielles fournies par l'établissement. Enfin, un souci de gestion de classe est le frein le moins mentionné bien qu'ils soient cinq enseignants à le soulever.

Nous explicitons les cinq catégories d'enseignants mises en évidence ci-dessous :

- Le fonceur est l'enseignant qui dit ne pas ressentir d'anxiété ni de difficultés particulières à l'utilisation du numérique dans sa classe. Il lui manque juste des exemples concrets de pratiques contextualisées pour oser se lancer ;
- Les enseignants aux besoins techniques ont une certaine crainte à utiliser le numérique dans leur classe. Ces enseignants redoutent le problème technique. Ils ne sentent pas capables de le résoudre en situation ;
- Les enseignants aux besoins gestionnaires englobent les enseignants qui voient une difficulté à gérer leur classe lors d'activités numériques avec leurs élèves. Ils ont bien conscience qu'un scénario technopédagogique bouscule leur méthodologie et leur pédagogie, ce qui les amène à penser que les élèves vont être plus dissipés étant donné l'environnement moins cadré ;
- Le prudent représente l'enseignant qui est angoissé à l'idée d'introduire du numérique dans leur classe. Les problèmes techniques, le changement de posture de l'enseignant, leur non-compétence informatique et le manque d'idées contextualisées repoussent l'intégration du numérique chez cet enseignant. Il se sent complètement démuni face à l'enseignement de ces nouvelles compétences ;
- Les enseignants ayant peu confiance en eux ressentent une grande anxiété à oser les activités numériques avec leur classe. Ils ne se sentent pas compétents pour la création d'un scénario original, efficace et adapté à leurs élèves.

Compte tenu de ces cinq catégories différentes, un accompagnement spécifique a été envisagé. Nous explicitons ces accompagnements au regard du modèle de Niess et al. (2009) que nous avons décrit dans la partie Modèles conceptuels.

B. L'accompagnement technopédagogique (Q2)

Chaque profil a évolué de façon différente au sein des trois phases de la recherche collaborative (Réseau québécois en innovation sociale, 2011). Ainsi, l'évolution des cinq étapes (Reconnaissance, Acceptation, adaptation, exploration, avancement) du processus de développement du modèle de Niess et al. (2009) dans l'intégration du numérique varie en fonction des profils identifiés, des freins repérés ainsi que de l'accompagnement mis en œuvre. Nous présentions les évolutions de chaque profil ci-dessous.

1. Le profil 1 : Le fonceur (N=1)

L'entretien révèle que cet enseignant mobilise le numérique dans sa pratique professionnelle (recherche d'informations et création de contenus pédagogiques). Il est capable d'utiliser le numérique et reconnaît sa plus-value, mais ne l'intègre pas dans sa pratique pédagogique (RECONNAISSANCE).

Lors de l'explication du dispositif, ce dernier a une attitude positive envers l'utilisation pédagogique de numérique et accepte que l'expérimentation soit menée dans sa classe après lui avoir précisé l'accompagnement dont il allait bénéficier : un soutien occasionnel à sa demande. Le concept BYOD abréviation de l'anglais « *bring your own device* », en français, PAP pour « Prenez vos Appareils Personnels » ou AVEC pour « Apportez Votre Équipement Personnel De Communication » a été suggéré à l'enseignant pour pallier le manque de matériel numérique en classe (ACCEPTATION).

Un temps de midi est consacré à l'aménagement du dispositif. Des modifications ont été apportées au niveau du matériel didactique du scénario pédagogique. Un ordinateur a été apporté par l'enseignant et un autre a été fourni par un élève (ADAPTATION).

L'enseignant s'engage activement dans la mise en œuvre des activités prévues dans les séquences d'apprentissage. Il fait preuve d'une pleine autonomie, aucune sollicitation envers le chercheur n'a été émise lors de cette étape (EXPLORATION).

Avant la fin du dispositif expérimenté, l'enseignant a proposé un autre usage contextualisé du numérique pour avoir l'avis du chercheur : Écrire le compte-rendu de la prochaine sortie scolaire, en y intégrant les photos prises, à destination des parents (AVANCEMENT).

2. Le profil 2 : Les enseignants aux besoins techniques (N= 5)

Ces enseignants utilisent le numérique dans leur pratique professionnelle pour la création de contenus pédagogiques et la gestion des données élèves (Bulletins, présences, budgets…). Ils reconnaissent l'apport positif du numérique, mais ne l'intègrent pas dans leur classe (RECONNAISSANCE).

Lors de l'explication du dispositif, ces enseignants se montrent négatifs face au projet présenté et, de ce fait, sont plutôt réticents à prendre part à l'expérimentation. En considérant les freins repérés lors des entretiens, nous leur avons proposé un accompagnement centré sur les compétences techniques. Les enseignants, rassurés par cette guidance réduisant leur anxiété, ont accepté de s'impliquer dans ce projet (Acceptation).

Un temps de midi est consacré à l'aménagement du dispositif. Des modifications ont été apportées au niveau de l'agencement des séquences du scénario pédagogique (Adaptation).

Les enseignants s'engagent dans la mise en œuvre des activités prévues dans les séquences d'apprentissage avec une aide technique du chercheur. Une conversation « *messenger* » a été initiée pour permettre aux enseignants de discuter de leurs activités, du scénario pédagogique, de leurs angoisses, de leurs exemples de pratique. Les interventions du chercheur et cette communauté d'enseignants ont permis de progressivement retirer le soutien technique pour leur laisser pleine autonomie (Exploration).

Bien que ces enseignants aient émis l'idée de réitérer ce scénario d'apprentissage l'an prochain, ils n'ont pas soumis lors de la recherche collaborative un nouvel usage contextualisé du numérique. Ils n'ont donc pas, au mois de juin 2018, atteint le dernier stade : celui de l'avancement.

Après l'intervention du mois de juin, le chercheur a été recontacté par ces enseignants qui ont, entre temps, mis en place un autre dispositif technopédagogique. Ces enseignants ont, par conséquent, atteint le stade d'avancement après la fin du projet.

3. Le profil 3 : Les enseignants aux besoins gestionnaires (1er temps : N = 3 ; 2e temps : N = 2)

Les 3 enseignants ayant ce profil témoignent d'une utilisation du numérique dans leur pratique professionnelle pour créer du contenu pédagogique et pour communiquer (par exemple, se mettre d'accord sur le contenu d'une évaluation). Bien que ceux-ci n'utilisent pas le numérique dans leur pratique pédagogique, ils sont conscients que son utilisation peut être bénéfique (Reconnaissance).

Lorsque le chercheur a présenté le dispositif, ces enseignants étaient plutôt hésitants à s'engager dans cette expérimentation. Compte tenu de leurs craintes liées à la gestion de la classe, nous les avons rassurés sur notre présence et notre soutien tout au long du projet. Ceci a permis de dissiper leurs inquiétudes. De plus, face au manque d'équipement au sein de la classe, ces enseignants ont eu une alternative : soit réserver la salle informatique de l'école, impliquant un changement de local, soit apporter leur matériel personnel. À la suite de ces propositions, deux enseignants se sont montrés positifs envers ce projet. Cependant, le troisième n'a pas souhaité continuer la collaboration, car aucune des alternatives proposées pour pallier le manque d'équipement ne lui convenait. Cet enseignant s'est donc arrêté au stade de l'acceptation (Acceptation).

Un temps de midi est consacré à l'aménagement du dispositif. Un ajustement a été apporté au niveau de la plateforme de diffusion : le réseau social préalablement proposé au sein du dispositif a été remplacé par un autre, mieux maîtrisé par ces enseignants (Adaptation).

Appuyés par le soutien du chercheur dans la gestion de la classe, ces enseignants s'engagent dans la réalisation des séquences d'apprentissage. Au fur et à mesure de l'avancée du projet, grâce au soutien du chercheur, ces enseignants se sont progressivement sentis aptes à gérer eux-mêmes l'ensemble du groupe classe, les rendant pleinement autonomes (Exploration).

À la suite de l'expérimentation, ces enseignants ont fait part au chercheur de leurs volontés de réitérer des scénarios technopédagogiques au sein de leur classe (écriture collaborative, correspondance avec des classes étrangères…), ainsi que de leur volonté de l'équiper d'un matériel numérique. Le chercheur leur a donc suggéré de remplir un appel à projet (École Numérique) pour obtenir ledit matériel (Avancement).

4. Le profil 4 : L'enseignant prudent (N = 1)

Cet enseignant déclare avoir recours au numérique dans sa pratique professionnelle pour la création de ses leçons et interrogations, mais aussi, pour partager son contenu pédagogique avec ses collègues via Dropbox. Toutefois, celui-ci n'utilise pas le numérique avec ses élèves (Reconnaissance)).

Lorsque le dispositif lui a été présenté, celui-ci présentait une attitude plutôt défavorable à participer à ce projet. En considérant les freins dégagés lors de l'entretien réalisé préalablement, le chercheur a proposé un accompagnement technique et un appui dans la gestion de la classe. Ceci a permis de rassurer cet enseignant. Concernant le manque d'équipement, le chercheur a présenté le concept BYOD à l'enseignant. À la suite de ces propositions, il s'est montré positif envers ce projet (Acceptation).

Le dispositif a été aménagé lors d'un temps de midi. Des modifications ont été apportées au niveau du découpage des séquences pédagogiques. En termes de matériel, l'enseignant a décidé d'utiliser son ordinateur portable (Adaptation).

Soutenu par le chercheur dans les appuis techniques et la gestion de la classe, cet enseignant s'engage dans le projet. Grâce à cet accompagnement spécifique et adapté à ce profil, son faible sentiment de compétence et son anxiété tendent à s'amoindrir pour laisser progressivement place, d'abord, à une autonomie semi-dirigée, suivie d'une autonomie totale (Exploration).

L'enseignant a proposé au chercheur, un autre usage contextualisé du numérique : utiliser le moteur de recherche *Qwant Junior* pour rechercher une recette ou un mot. Par ailleurs, il a fait part de son souhait d'utiliser plus régulièrement la technologie et, de ce fait, va réaliser les démarches nécessaires pour obtenir du matériel numérique (Avancement).

5. Le profil 5 : Les enseignants ayant peu confiance en eux (N = 2)

Les deux enseignants liés à ce profil utilisent le numérique pour chercher des informations, créer du contenu pédagogique et pour la gestion des élèves (Bulletins, cahier de notes, comptabilité …). Leur utilisation du numérique se limite à leur pratique professionnelle, aucune intégration dans leur classe n'est mise en œuvre (Reconnaissance).

Lors de la présentation du dispositif, ces enseignants étaient, au départ, défavorables à ce projet. Cette attitude provient d'un sentiment d'insécurité lié aux changements apportés par l'utilisation du numérique en classe. Au contraire, ces enseignants ne présentent pas de problèmes spécifiques en termes de compétences techniques et de gestion de groupe. Afin d'accompagner ces enseignants, le chercheur propose alors d'être uniquement présent afin de leur donner un sentiment de sécurité et de répondre à leurs questions en cas de besoin. De facto, leur attitude a évolué positivement (Acceptation).

Lors d'un temps de midi consacré à l'aménagement du dispositif, les enseignants l'ont modifié en supprimant des séquences et en les agençant différemment (Adaptation).

Épaulés par le chercheur, les enseignants se sont engagés dans ce projet. Le chercheur intervient très peu, voire pas du tout et ses interventions émanent d'une demande de l'enseignant. Au fur et à mesure de l'avancée du projet, leur anxiété s'est estompée et ces enseignants ont pris conscience de leurs compétences (Exploration).

Lors de notre présentation de l'expérimentation aux équipes éducatives, ces enseignants ont déclaré au chercheur qu'ils avaient créé un compte *Instagram*, dans le cadre d'une sortie pédagogique prévue dans un parc animalier, où les élèves posteraient des photographies d'animaux en les commentant avec leur nom (Avancement).

La communauté mise en place pour les enseignants du profil 2 a été rapidement élargie à l'ensemble des onze enseignants. Cette démarche a permis, d'une part, de prendre connaissance du dispositif expérimenté par les autres enseignants et, d'autre part, un échange d'idées.

Nous pouvons constater que, quel soit le profil des enseignants, ceux-ci progressent dans leur intégration du numérique. Néanmoins, leur progression entre les étapes diffère en fonction de leur profil.

VI. Discussion

Les douze enseignants faisant partie de notre étude sont bien conscients du changement de notre société et de l'importance de la transformation de leur enseignement (Fullan, Hill et Crevola, 2006 ; Tardif et Lessard, 2005). Ces derniers étaient donc en demande d'un soutien technopédagogique pour répondre à cette transition numérique. Néanmoins, la créativité pédagogique dont ils doivent faire preuve se trouve limitée par de nombreux freins que l'enquête Digital Wallonia (2018) aborde.

Les freins à l'utilisation du numérique recensés au sein de l'échantillon tels la faible maîtrise des outils numériques, les incertitudes méthodologiques et pédagogiques, le manque de ressources matérielles, le faible sentiment d'efficacité personnelle et le manque d'idées de mise en œuvre en classe ont aussi été recensés comme étant les obstacles à l'utilisation du numérique en classe corroborent avec les freins initialement repérés dans la littérature (*e.g.* Devauchelle, 2016; Digital Wallonia, 2018; Mishra, Koehler et Kereluik, 2009).

Ces différentes réticences appuient l'idée de la nécessité d'une formation continue, initiale ou d'un accompagnement des enseignants à l'utilisation du numérique en contexte scolaire (Cros, 2009 ; Henry et Vandeput, 2012 ; Karsenti et Gauthier, 2006).

L'entretien réalisé en amont de notre expérimentation fait ressortir que les enseignants éprouvent ces mêmes diverses difficultés explicitées dans notre revue de littérature face au numérique scolaire. Il semble donc opportun de fournir un suivi (formation ou accompagnement) adapté aux besoins des enseignants comme peuvent l'inciter les travaux de Karsenti et Gauthier (2006) pour pouvoir les aider en les soutenant dans leurs propres projets. En outre, notons l'idée que l'enseignant puisse trouver du sens à ses activités pour que l'activité fonctionne.

Compte tenu de la progression des enseignants dans l'intégration des technologies en classe, ceci nous porte à croire que l'accompagnement individuel et spécifique aux freins identifiés a eu des effets bénéfiques sur l'intégration du numérique. Cette constatation nous semble valider l'efficacité des accompagnements prodigués :

- L'enseignant au profil dit « fonceur », très autonome, a bénéficié d'un soutien occasionnel émanant de ses demandes ;
- Les enseignants avec des besoins techniques, anxieux de l'utilisation du matériel numérique en classe, ont profité de la présence de l'accompagnant et d'un soutien technique ;
- Les enseignants aux besoins gestionnaires, ont obtenu un soutien dans la gestion de la classe, afin qu'ils puissent gérer l'aspect technique du scénario ;
- L'enseignant au profil « prudent » a reçu la présence de l'accompagnant qui pouvait l'épauler tant sur les aspects techniques que pédagogiques ;
- Enfin, pour les enseignants ayant peu de confiance en eux, la seule présence de l'accompagnant a suffi à leur fournir un sentiment de sécurité et à pouvoir, de fait, mener le scénario pédagogique de manière autonome.

Aussi, l'accompagnement (et formation) mené(e) auprès des enseignants pendant six mois nous permet de faire ressortir plusieurs questionnements de recherche que nous avons jugés appropriés pour une intégration facilitée du numérique en classe.

Premièrement, il peut être souhaitable de mieux comprendre comment l'accompagnement des enseignants peut être personnalisé afin de permettre à chacun de définir ses objectifs pour faire évoluer les obstacles qui lui sont propres (Colognesi, Beausaert et Van Nieuwenhoven, 2018). L'enseignant peut ainsi percevoir la valeur de l'accompagnement (Viau, 2009).

Ensuite, questionnons comment est-il préférable d'accompagner les enseignants ?

En effet, Collin et Karsenti (2011) exposent que les enseignants éprouvent des difficultés à transposer les contenus découverts dans les formations au sein de leur classe. Les enseignants *« suggèrent donc que les formations aient lieu en classe et impliquent les élèves »* (Collin et Karsenti, 2011, p.14) afin de s'ancrer dans les activités quotidiennes des enseignants comme le précise Peterson (2013) dans « Professional Learning » où il identifie les conditions nécessaires pour susciter le développement professionnel.

Reste à étudier encore comment ceci va faciliter le transfert des enseignants à d'autres scénarios technopédagogiques. Ainsi, comment privilégier le co-enseignement afin de les guider dans leur processus de réflexion (Colognesi, Beausaert et Van Nieuwenhoven, 2018) tout en contrant les différents obstacles de ceux-ci par un appui spécifique et permettre le développement de leurs compétences pédagogiques spécifiques au numérique (Akkari, Cleary et Corty, 2008) en leur assurant une pleine autonomie (Jorro, 2012).

Étant donné le caractère collaboratif de l'accompagnement, la co-construction du scénario technopédagogique (accompagnateur/enseignant) nous paraît également essentielle afin que l'enseignant se sente autonome (Jorro, 2012) et qu'il puisse contrôler la mise en œuvre de l'activité qu'il va dispenser par sa participation active (Viau, 2009). Réfléchir aux stratégies permettant de travailler en étroite collaboration nous semble donc une nécessité.

Enfin, la constitution de communautés réflexives a permis, d'une part, le partage d'idées de pratiques technopédagogiques, mais aussi d'échanger sur les obstacles qu'ils rencontrent, ce que Kumps, De Lièvre et Temperman (2017) ont déjà identifié et, d'autre part, a contribué à l'inhibition des freins à

l'intégration du numérique. Nous émettons l'hypothèse que les interactions entre ces enseignants, membres de cette communauté, instaurent un sentiment d'appartenance et constituent une forme de soutien, facteur déterminant dans le processus d'intégration du numérique d'après Peraya, Viens et Karsenti (2002) et contribue à mener à bien leur projet. Une voie à exploiter qui nous paraît pertinente est d'amener les enseignants ayant des pratiques innovantes à faire part de leurs expériences à la communauté éducative tant proche qu'éloignée comme le propose le Réseau québécois en innovation sociale (2011).

L'accompagnement, source d'ajustements et de modifications des pratiques (Savoie-Zajc, 2010), nous semble constituer une voie à exploiter, car il paraît permettre le développement professionnel des enseignants et, plus spécifiquement, leurs compétences technopédagogiques (Akkari, Cleary et Corty, 2008) ; en témoigne leur souhait de réitérer le scénario proposé et d'établir d'autres activités technopédagogiques.

Selon nous, la progression dans l'intégration du numérique des enseignants accompagnés et ce, pour certains jusqu'au stade de l'avancement atteste de leur acceptation du numérique comme une ressource pertinente dans leur pédagogie. De ce fait, nous pensons que les freins détectés lors des entretiens entravant l'usage du numérique en classe comme le présente Bétrancourt (2007) tendent à diminuer au fur et à mesure des expériences technopédagogiques accompagnées.

VII. Conclusion

L'ambition poursuivie au travers de ces deux études de cas était d'étudier l'implantation d'accompagnements technopédagogiques auprès de douze enseignants de l'enseignement primaire. En fonction de profils mis en évidence à partir de freins à l'intégration du numérique identifiés et catégorisés par une analyse thématique des discours des enseignants recueillis par entretiens, nous avons pu mettre en place un appui particulier et avons apprécié leur évolution grâce au modèle de Niess et al. (2009).

Nous soulignons que quels que soient leurs profils et, par conséquent, les freins initiaux identifiés, les douze enseignants ont progressé selon les différentes étapes du processus de développement du modèle de Niess et al. (2009).

Bien que les résultats ne puissent être généralisés, ces retours d'expériences nous permettent néanmoins de suggérer quelques pistes problématisées pour un soutien technopédagogique spécifique aux obstacles ressentis par les enseignants à l'intégration du numérique, mais aussi adapté à leurs besoins et objectifs personnels.

L'analyse des deux expérimentations d'accompagnement d'enseignants au service de l'intégration du numérique en contexte scolaire relatives aux disciplines du français et des mathématiques, a permis de questionner la place de :

- La participation active de l'enseignant dans l'élaboration du dispositif technopédagogique (co-construction) ;
- L'accompagnement en contexte réel de classe afin de s'ancrer dans les activités quotidiennes des enseignants ;
- L'accompagnement individualisé des enseignants en ce qui concerne leur intégration du numérique : comment cet accompagnement doit-il se faire en fonction des freins de l'enseignant et dans le but d'inhiber ceux-ci ? Ainsi, comment commencer tout accompagnement par un entretien permettant de mettre en évidence ces freins ? En fonction des résultats de l'analyse de ces derniers, comment une assistance technique, organisationnelle, pédagogique, de gestion de classe peut-elle être envisagée par l'accompagnant ? Comment cette aide apportée à l'enseignant peut-elle être enlevée progressivement (étayage/désétayage) pour laisser place à l'autonomie totale du maître ? ;
- La création d'une communauté d'enseignants (par exemple : un groupe *messenger*) : comment alors permettre à ce groupe de réflexion de partager des idées, des questions, des peurs et jouer un rôle motivationnel auprès des enseignants qui s'encouragent mutuellement ?

Au terme de ce présent article, ces deux études de cas ont permis d'apporter des précisions aux champs d'étude de l'accompagnement technopédagogique. En termes de perspectives, il semble donc intéressant de poursuivre les investigations autour des appuis au numérique dispensés aux enseignants. Les recherches sur l'accompagnement en contexte réel, individualisé, spécifique aux freins identifiés, collaboratif et ayant comme finalité la communication de la pratique innovante effectuée sont à poursuivre. Il serait donc opportun de réitérer cette étude à plus large échelle afin d'étayer nos résultats.

Références

Akkari, A., Cleary, C. et Corti, D. (2008). L'intégration des TIC dans l'enseignement secondaire. *Formation et pratiques d'enseignement en question*, 7, 29-49. [En ligne] http://www.revuedeshep.ch/site-fpeq-n/Site_FPEQ/7_files/2008-7-Cleary.pdf

Bétrancourt, M. (2007). L'ergonomie des TICE : quelles recherches pour quels usages sur le terrain ? Dans B. Charlier et D. Peraya (dir.), *Transformation des regards sur la recherche en technologie de l'éducation* (pp.77-89). Bruxelles : De Boeck. [En ligne] https://www.cairn.info/transformation-des-regards-sur-la-recherche--9782804155216-p-77.htm

Béziat, J. (2012). Former aux TICE : entre compétences techniques et modèles pédagogiques. *Revue internationale des technologies en pédagogie universitaire,* 9(1-2), 53–62. [En ligne] https://doi.org/10.7202/1012902ar

Carraud, F. (2010). Faut-il être accompagné pour apprendre à enseigner ? *Recherche et formation*, 63, 121-132. [En ligne] https://doi.org/10.4000/rechercheformation.332

Collin, S. et Karsenti, T. (2011). *Avantages et défis inhérents à l'usage des ordinateurs portables au primaire et au secondaire : Enquête auprès de la Commission scolaire Eastern Townships*. Montréal, QC : CRIFPE.

Colognesi, S., Van Nieuwenhoven, C. et Beausaert, S. (2018). L'accompagnement des enseignants tout au long de la carrière défini autour de quatre fondements. Dans C.Van Nieuwenhoven, S. Colognesi et S. Beausaert (dir.), *Accompagner les pratiques des enseignants. Un défi pour le développement professionnel en formation initiale, en insertion et en cours de carrière* (pp. 5-14). Louvain-la-Neuve : Presses universitaires de Louvain.

Cros, F. (2009). Accompagner les enseignants innovateurs : une injonction ? *Recherche et formation*, 62, 39-50. [En ligne] https://doi.org/10.4000/rechercheformation.409

Devauchelle, B. (2017). *Éduquer avec le numérique*. Paris : ESF Sciences humaines.

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

Flewitt, R., Messer, D. et Kucirkova, N. (2015). New directions for early literacy in a digital age : The iPad. *Journal of Early Childhood Literacy*, 15(3), 289-310. [En ligne] https://doi.org/10.1177/1468798414533560

Fullan, M., Hill, P. W. et Crévola, C. (2006). *Breakthrough*. Thousand Oaks: Corwin Press.

Henry, J. et Vandeput, E. (2012). *Dispositif de formation/certification de la maîtrise des TIC pour les élèves des 3e degrés de transition - Rapport final*. Liège : Université de Liège. [En ligne] http://enseignement.be/download.php?do_id=9396

Isabelle, C., Lapointe, C. et Chiasson, M. (2002). Pour une intégration réussie des TIC à l'école : De la formation des directions à la formation des maîtres. *Revue des sciences de l'éducation*, 28(2), 325-343. [En ligne] https://doi.org/10.7202/007357ar

Jorro, A. (2012). L'accompagnement, comme processus singulier et comme paradigme. Dans E. Charlier et S. Biémar (dir.), *Accompagner : Un agir professionnel* (pp. 5-7). Bruxelles : De Boeck. [En ligne] https://www.cairn.info/accompagner-un-agir-professionnel--9782804168902-p-5.htm

Karsenti, T. et Gauthier, C. (2006). Les TIC bouleversent-elles réellement le travail des enseignants ? *Formation et profession,* 12(3), 2-4. [En ligne] http://www.karsenti.ca/pdf/scholar/ARP-karsenti-32-2006.pdf

Kumps, A., De Lièvre, B et Temperman, G. (2017). L'utilisation du numérique dans l'apprentissage du français. *Cahiers pédagogiques*. [En ligne] http://www.cahiers-pedagogiques.com/L-utilisation-du-numerique-dans-l-apprentissage-du-francais

Lachance, D. (1999). L'éducation et la maîtrise sociale des technologies. Dans M. Leclerc (dir.), *Disparition ou réorganisation du travail ?* (pp. 127-138). Québec : Presses de l'Université du Québec.

Lessard, C. et Tardif, M. (2005). *La profession d'enseignant aujourd'hui : évolutions, perspectives et enjeux internationaux*. Bruxelles : De Boeck.

Many, J., McGrail, E., Myrick, C., Sackor, S. et Tinker Sachs, G. (2011). Technology Use in Middle-Grades Teacher Preparation Programs. *Action in Teacher Education*, 33, 63-80.

Ministère francophone de l'Éducation de Belgique. (2017). *Pacte pour un Enseignement d'Excellence : Avis N°3 du Groupe Central*. Bruxelles.

Mishra, P. et Koehler, M. J. (2006). Technological Pedagogical Content Knowledge: A Framework for Teacher Knowledge. *Teachers College Record*, 108(6), 1017-1054. [En ligne] http://one2oneheights.pbworks.com/f/MISHRA_PUNYA.pdf

Mishra, P., Koehler, M. J. et Kereluik, K. (2009). The song remains the same: Looking back to the future of educational technology. *TechTrends,* 53(5), 48-53.

Moldoveanu, M. (2014). *L'accompagnement du processus d'appropriation par le personnel enseignant de pratiques efficaces d'intégration des élèves à risque en classe régulière*. Québec : Fonds de recherche Société et Culture Québec.

Ng, W. (2015). *New Digital Technology in Education*. *Conceptualizing Professional Learning for Educators.*Cham: Springer International Publishing. [En ligne] http://doi.org/10.1007/978-3-319-05822-1

Paul, M. (2009). L'accompagnement : d'un dispositif social à une pratique relationnelle spécifique. Dans J.M. Barbier, E. Bourgeois, G. Chapelle et J.-C. Ruano-Borbalan (dir.), *l'Encyclopédie de la formation* (pp. 613-646). Paris : PUF.

Peraya, D., Viens, J. et Karsenti, T. (2002). Introduction : Formation des enseignants à l'intégration pédagogique des TIC : Esquisse historique des fondements, des recherches et des pratiques. *Revue des sciences de l'éducation*, 28(2), 243-264. [En ligne] https://doi.org/10.7202/007353ar

Peterson, D.S. (2013). Professional Learning. Communities, Whole-school meetings, and cross schools Sharing. Dans B. M. Taylor et N. K. Duke (dir.), *Handbook of Effective Literacy Instruction* (pp. 246-278). New-York: Guilford Press.

Réseau québecois en innovation sociale. (2011). *Favoriser l'émergence et la pérennisation des innovations sociales au Québec : Synthèse des travaux de la communauté d'intérêt sur l'innovation sociale*. Québec : Université du Québec.

Salomon, G. (2000). *It's not just the tool, but the educational rationale that counts*. [En ligne] https://web.archive.org/web/20010708130139/aace.org/conf/edmedia/00/salomonkeynote.htm

Savoie-Zajc, L. (2010). Les dynamiques d'accompagnement dans la mise en place de communautés d'apprentissage de personnels scolaires. *Éducation et formation*, 293, 9-20. [En ligne] http://revueeducationformation.be/include/download.php?idRevue=9&idRes=60

Viau, R. (2009). *La motivation en contexte scolaire*. Bruxelles : De Boeck.

Villemonteix, F. (2012). *Accompagner les technologies en éducation* : *de quoi parle-t-on ?* Communication lors du Colloque scientifique international sur les TIC en éducation : bilan, enjeux actuels et perspectives futures, CRIFPE, Montréal.

Facebook : un moyen d'améliorer l'orthographe française des étudiants algériens ?

Facebook: a way to improve the French spelling of Algerian students?

Layla Azzoug Benyelles
Université Abou Bakr Belkaid, Tlemcen, Algérie

Résumé

Le niveau des compétences en orthographe française des étudiants algériens est un sujet d'inquiétude et cette question semble être banalisée par les didacticiens dans les programmes de FLE. Dans un univers connecté, nous faisons part d'une utilisation innovante de *Facebook* (*FB*) pour un apprentissage non formel de l'orthographe française chez une vingtaine d'étudiants algériens de première année universitaire en français. Nous avons analysé les différentes interventions tutorales, réactives et proactives réalisées par l'enseignante sur le « Mur » et la « Messagerie *Facebook* ». Ces interventions ont favorisé l'apprentissage en facilitant la communication entre étudiants et enseignante, ce qui a potentiellement permis à l'enseignante d'adapter au mieux l'enseignement aux carences des étudiants. Les résultats obtenus indiquent une remise à niveau de certaines compétences orthographiques chez certains étudiants.

Mots clés : didactique FLE, interventions proactives du tuteur, interventions réactives du tuteur, apprentissage de l'orthographe, réseau social *Facebook*

Abstract

The level of French spelling skills of Algerian students is a concern and this issue seems to be trivialized by didacticians in FLE programmers. In a connected universe, we share an innovative use of *Facebook* (*FB*) for a non-formal learning of French spelling in about twenty Algerian students of French first year. We analyzed the various tutorial, reactive and proactive interventions offered by the "wall" and "*Facebook* Messaging". These interventions fostered learning by facilitating communication between students and teachers, which potentially allowed the teacher to better adapt teaching to their shortcomings. The results obtained indicate that some students have upgraded certain spelling skills.

Keywords: FLE didactics, tutor proactive interventions, tutor reactive interventions, spelling learning, social network *Facebook*

I. Introduction

L'orthographe, une composante importante de l'écrit, constitue une redoutable difficulté pour celui qui ne la maitrise pas. Elle altère la qualité de la communication entre individus et constitue un facteur important de sélection, elle peut entraver l'accès à un emploi ou à une promotion. Les difficultés orthographiques auxquelles sont confrontés les étudiants algériens apprenant la langue française, découragent plus d'un enseignant. Observer les copies des étudiants permet de se rendre compte de la situation[1]. Pourtant l'écrit demeure la base de l'évaluation des compétences des étudiants en Algérie. Comment alors l'utilisation de *Facebook* peut être mise au service des processus enseignement-apprentissage de la langue ?

Après une présentation de notre problématique, d'une courte revue de littérature et de la méthodologie, nous aborderons les résultats de la recherche et ouvrirons des perspectives.

II. Problématique et objectif de recherche

« Orthographe capricieuse, grammaire absconse : le français est réputé difficile » selon Eluerd et Orcenna (2017) et *« l'orthographe française est l'une des plus difficiles au monde »* dit Fayol (2003). Pourtant elle semble être banalisée par les didacticiens. Sur une trentaine de méthodes FLE analysées par Suleiman et Malkawi (2012), *« les activités orthographiques au sens propre du terme sont pratiquement inexistantes ou presque »* (p.126), elles sont généralement inadaptées car elles *« s'acharnent sur l'orthographe des noms propres…, l'écriture des chiffres etc. »* (p.134).

En Algérie, selon les résultats issus d'une analyse d'un questionnaire[2], les étudiants semblent bien conscients de leurs difficultés, ils contestent la banalisation de l'orthographe, au niveau de l'apprentissage et regrettent les grandes sanctions au moment de l'évaluation. Ils contestent aussi les cours traditionnels qu'ils trouvent *« décontextualisés », « inadaptés », « ennuyeux »* ou *« rares »*.

L'usage croissant des outils numériques de réseautage social et notamment de *Facebook* chez les étudiants algériens nous a interpellée. Ce réseau est leur préféré, il fait partie intégrante de leur vie (selon les résultats issus d'une analyse d'un questionnaire)[3] à cause de son aspect communicatif et collaboratif (Ala-Mutka, 2010 ; Mazman et Usluel, 2010). En dehors de la classe, la plupart se connectent longuement sur ce réseau pour être à jour de ce qui se passe autour d'eux et dans le monde entier, pour partager aussi les intérêts, publier leurs idées, leurs sentiments, mentionner des « j'aime » pour les idées qui leur plaisent, demander des informations, apprendre de nouvelles choses, nouer des relations sociales etc.

Notre problématique interroge cet écart entre les usages de ces étudiants et l'absence d'usages en cours. Nous tenterons alors de comprendre comment profiter des opportunités de ce réseau social pour l'utiliser au service de la remise à niveau de compétences orthographiques des étudiants algériens de la première année universitaire en français ?

III. Revue de littérature

L'intégration des réseaux sociaux dans le domaine de l'enseignement/apprentissage suscite l'intérêt des didacticiens. Plusieurs chercheurs ont mis en évidence l'efficacité de l'utilisation de *Facebook* pour l'enseignement/apprentissage des langues étrangères. Ainsi, Blattner et Fiori (2009), Kabilan, Ahmad et Abidin (2010) ont montré que les membres d'un groupe *Facebook* peuvent développer des compétences communicatives, pragmatiques et linguistiques en s'exposant à *« des variétés linguistiques et expressions familières que les départements de langue et les manuels ne peuvent égaler »* (traduction libre) (Blattner et Fiori, 2006, p.36).

Dans des études plus récentes, comme celles de Blattner et Lomicka (2012), Hamada (2013), *Facebook* a été utilisé pour un projet de télécollaboration entre des étudiants de nationalités différentes où chacun apprend la langue de l'autre. Les résultats montrent que *Facebook* a contribué à favoriser la motivation

[1] Voir les résultats du test initial dans le tableau 1
[2] Voir annexe, questionnaire 2
[3] Voir annexe, questionnaire 1

et à améliorer le niveau de la langue (grammaire et vocabulaire).

Wang et al. (2012) ont exploité *Facebook* comme une plateforme d'apprentissage en ligne en tant qu'alternative à certains espaces payants.

Bowman et Akcaoglu (2014) ou encore Wells (2008), avaient utilisé *Facebook* comme un espace de communication et d'échange hors la classe pour assurer la continuité entre la classe et l'après classe, dans le but de favoriser les interactions étudiant-étudiant et étudiant- enseignant.

L'éclectisme en didactique du F.L.E se situe *« à l'opposé du n'importe quoi méthodologique : il implique de pratiquer des choix méthodologiques reposant sur un critère : l'efficacité ; il impose de délaisser une cohérence globale pour des cohérences locales ; enfin, il requiert pour sa mise en pratique des enseignants dotés d'une formation didactique approfondie »* (Richer, 2007, p.27). Puren (1994) ajoute qu'*« Il n'y a pas de pratiques pédagogiques meilleures que d'autres dans l'absolu, a fortiori supérieures aux autres. Chaque méthode a ses avantages et ses inconvénients plus ou moins bien ajustés à des groupes-classes déterminés »* (p.173).

Face à certaines des difficultés du processus enseignement-apprentissage notamment à l'école lors des pratiques scolaires quotidiennes, des formes d'apprentissage non scolaires ont suscité l'intérêt en tant qu'alternatives ou compléments de l'école comme rapporte Aljerbi, (2015). Aussi, la Commission des Communautés Européennes (2000) officialise trois catégories d'éducation : l'éducation formelle, non formelle et informelle :

> *« L'éducation formelle se déroule dans des établissements d'enseignement et de formation et débouche sur l'obtention de diplômes et de qualifications reconnus » ; « L'éducation non formelle intervient en dehors des principales structures d'enseignement et de formation et n'aboutit généralement pas à l'obtention de certificats officiels. L'éducation non formelle peut s'opérer sur le lieu de travail ou dans le cadre des activités d'organisations ou de groupes de la société civile (associations de jeunes, syndicats ou partis politiques). Elle peut aussi être fournie par des organisations ou services établis en complément des systèmes formels (classes d'enseignement artistique, musical ou sportif ou cours privés pour préparer des examens). L'éducation informelle est le corollaire naturel de la vie quotidienne. Contrairement à l'éducation formelle et non formelle, elle n'est pas forcément intentionnelle et peut donc ne pas être reconnue, même par les individus eux-mêmes, comme un apport à leurs connaissances et à leurs compétences ».* (p.9).

IV. Méthodologie de la recherche

L'enseignante propose un enseignement éclectique non formel sur *FB* en dehors de la classe mais en continuité avec son cours de français à l'université, continuité entre la classe et l'après classe.

À partir des interventions sur *FB* que l'enseignante souhaite « positives », nous souhaitons interroger le potentiel de *Facebook* (*FB*) comme un support pour remédier à l'apprentissage de l'orthographe française des étudiants algériens de la première année universitaire de français.

Nous faisons l'hypothèse que les principales fonctionnalités de *FB*, le Mur et la Messagerie, sont des espaces facilitant les échanges entre l'enseignante et ses étudiants. Nous questionnons comment ces échanges permettent à l'enseignant d'adapter l'enseignement aux besoins des étudiants pour qu'ils puissent améliorer leurs compétences orthographiques.

A. Corpus et terrain d'étude

Notre recherche est menée en ligne, sur un groupe *Facebook*, avec des étudiants algériens de première année universitaire en français (futurs enseignants de français) à l'université Abou Bakr Belkaid de Tlemcen en Algérie.

L'arabe dialectal est la langue maternelle et le français est la première langue étrangère qu'ils ont étudiée pendant dix ans à raison d'environ trois heures par semaine, depuis la 3ème année primaire, équivalent au cours élémentaire deuxième année (CE2) en France, jusqu'au baccalauréat. Après tout ce temps d'étude, ces étudiants alternent (switch) français arabe dialectal, mais ne parviennent pas à s'exprimer

entièrement en français et encore moins à l'écrit bien que dans le système éducatif algérien, l'évaluation porte le plus souvent sur l'écrit, car plus simple, plus précis et plus économique.

Notre échantillon est constitué de 25 participants pour le groupe *Facebook FB* dont 20 étudiantes et cinq étudiants âgés de 18 à 20 ans, néanmoins, à cause des absences et des copies incomplètes, notre corpus s'est réduit à 20 copies exploitables pour l'analyse, dont 17 de femmes et 3 d'hommes.

B. Déroulement de l'expérience

Le projet de l'enseignante souhaite tirer profit des opportunités pédagogiques qu'offre *Facebook* et s'inspire des méthodes « novatrices » en orthographe. Elle utilise quelques exemples issus de la plateforme et du livre « Projet Voltaire »[4] et aussi de la méthode Gaignard (2010).

Le projet de recherche peut se définir comme une « recherche-action ». C'est une *« recherche dans le but d'acquérir des connaissances sur le domaine étudié, action dans le but mettre en œuvre une transformation »* (Dick, 1998; cité par Catroux, 2002).

Il s'agit aussi d'une recherche réflexive dans la mesure où les postures de la chercheure et celle de l'enseignante sont endossées par une même personne. Nous utilisons deux styles d'écriture afin de formaliser les deux postures et prendre de la distance en tant que chercheure sur l'activité enseignante.

La procédure de recherche comporte plusieurs étapes : tout d'abord, l'enseignante a organisé un test d'évaluation. Il s'agit d'une dictée initiale didactisée permettant de découvrir les lacunes orthographiques récurrentes des étudiants (voir *Annexe I*). Sur feuilles de la dictée, les étudiants devaient mentionner leur pseudonyme *FB* à la place de leurs noms, pour garder l'anonymat afin que l'apprentissage se déroule de manière décontractée.

Ensuite l'enseignante a créé un groupe *FB* et elle a demandé à une trentaine d'étudiants de rejoindre le groupe en leur donnant l'adresse électronique du compte. 25 étudiants, dont la majorité féminine, ont accepté de participer à cette expérience (cela ne veut pas dire que l'expérience intéresse plus le genre féminin mais que les étudiants de cette branche FLE sont majoritairement féminins). L'enseignante leur a expliqué, en présentiel, que l'objectif de cette expérience était de remettre à niveau leur orthographe française. Elle leur a expliqué le fonctionnement du groupe *Facebook*. Une bonne partie semblait intéressée, mais un peu sceptique, ce qui peut éventuellement expliquer qu'une vingtaine (80%) était réellement active sur le groupe.

Le projet *FB* propose un enseignement dit « ludique » et consiste à favoriser la communication à double sens enseignant-étudiant.

Sur la messagerie *FB*, l'enseignante devait discuter avec les étudiants, comme une simple amie. Elle devait répondre aux questions des étudiants (voir *Illustrations 7 et 8*) et corriger instantanément les erreurs commises lors des tchats (voir *Illustration 4*). L'enseignante publiait des règles orthographiques simplifiées et argumentées par des exemples (voir *Illustration 3*). Les étudiants devaient avoir masqué leur nom par des pseudonymes par exemple : l'étudiante remplace son nom par le pseudonyme « çh màroou » (voir *Illustration 4*, la flèche rouge). Sur le Mur *FB*, les étudiants devaient chercher l'erreur dans des phrases erronées que l'enseignante avait publiées (voir *Illustrations 1 et 2*). Les étudiants étaient libres de répondre ou de mentionner un « J'aime ».

L'expérience s'est déroulée sur une période de trois mois. Elle a commencé le 16 novembre 2016 et s'est terminé le 15 février 2017.

C. Illustrations des échanges

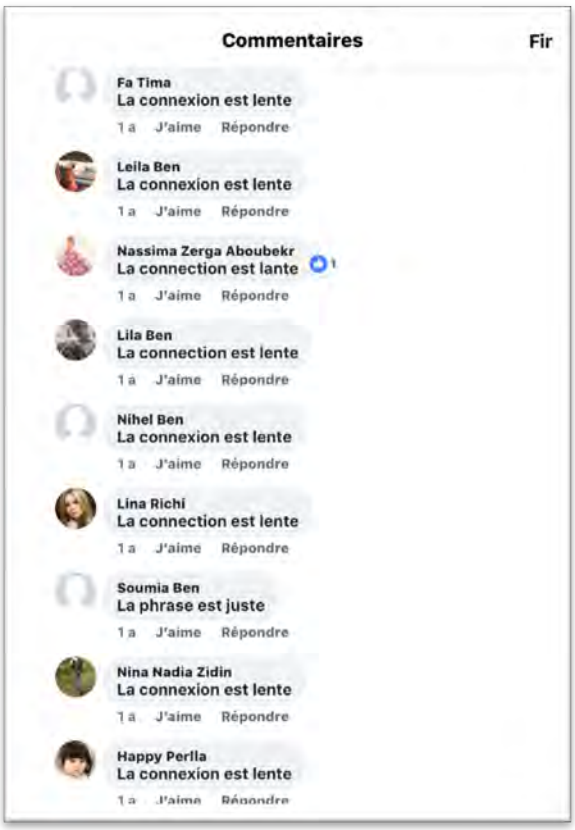
Ci-après trois tableaux permettent de rappeler les illustrations présentées dans la partie précédente.

Le *tableau 1* ci-après présente les questions postées sur le Mur de *FB* et les consignes données aux

[4] Le « Projet Voltaire » s'inspire d'une méthode qui consiste à chercher l'erreur dans une phrase comme chez « Lutin Bazar » ; et propose une règle simple avec des mnémotechniques comme chez Gaignard (2010). Le logiciel détecte les carences des apprenants et répète l'erreur dans d'autres contextes suivis par la règle orthographique, jusqu'à l'acquisition. Cette technique s'appelle « ancrage mémoriel » assurant une mémorisation rapide et durable.

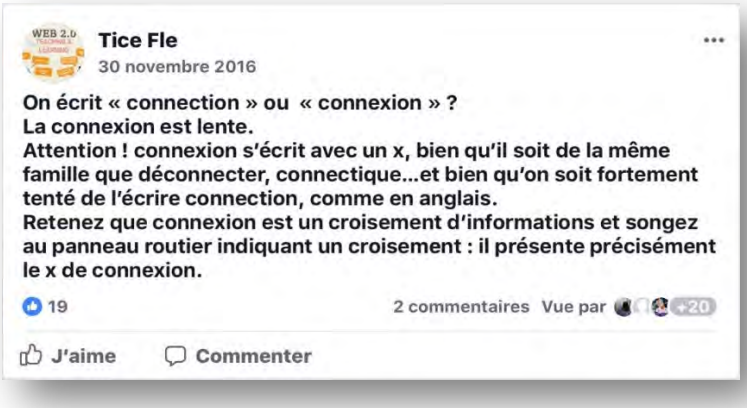
étudiants et des commentaires d'étudiants en lien avec la question.

Tableau 1. Question postée sur le mur

Question postée sur le mur	**Consignes**
Figure 1 : question postée sur le mur	Sur le Mur *FB*, les étudiants devaient chercher l'erreur dans des phrases erronées que l'enseignante avait publiées
Figure 2 : commentaires de l'illustration 1 	Un commentaire en lien avec la phrase

Le *tableau 2* ci-après présente un message de l'enseignante répondant à des commentaires d'étudiants et précise les objectifs poursuivis par l'enseignante.

Tableau 2. Extrait d'un message

Extrait d'un message posté par l'enseignante en relation avec les phrases écrites par les étudiants sur le Mur	**Objectifs de l'enseignante**
Figure 3 : Réponse à l'illustration 1 postée sur le « Mur »  	L'enseignante publiait des règles orthographiques simplifiées et argumentées par des exemples

Le *tableau 3* ci-après présente un extrait de conversation dans lequel on constate l'utilisation des pseudonymes.

Tableau 3. Extrait d'une conversation

Extrait d'une conversation entre des étudiants et l'enseignante	**Objectifs de l'enseignante**
Figure 4 : fragment d'une conversation (enseignant/ étudiant) sur la messagerie *FB* 	Répondre aux questions des étudiants et Corriger instantanément les erreurs Pseudonyme : flèche rouge

V. Évaluation de l'expérience

Pour l'amélioration de l'orthographe des étudiants, l'enseignant a proposé les tâches suivantes : une dictée préliminaire et une autre finale.

A. Dictée préliminaire (pré-test)

La dictée préliminaire avait pour but d'évaluer les difficultés des étudiants en lien avec les notions que les étudiants doivent maitriser. Il s'agit de phrases séparées à écrire en entier pour repérer et analyser minutieusement les lacunes : orthographe lexicale, accords, conjugaison, etc. (voir *Annexe I*).

L'enseignante a laissé du temps aux étudiants pour qu'ils puissent relire ce qu'ils avaient écrit. L'évaluation de la dictée pour cette recherche a porté sur l'orthographe lexicale et grammaticale, mais

ne prenait pas en compte les majuscules et la ponctuation. Toutes les erreurs commises ont été catégorisées selon le modèle de Catach (2016) qui permet une analyse du système orthographique du français et permet de classer les erreurs selon une dominante (calligraphique, extragraphique, phonographique, morpho-grammique, logrammique, idéogrammique et erreurs non fonctionnelles). Nous utilisons les sous-catégories de cette classification pour faciliter la compréhension du lecteur.

B. Dictée finale (post-test)

Pour évaluer les effets du projet *Facebook* sur l'apprentissage des notions orthographiques étudiées, l'enseignante a proposé aux étudiants une dictée lacunaire (dictée à trous : voir *Annexe I*). Cette dictée permettait de cibler l'évaluation sur les problèmes constatés lors du test initial (finales des mots, gestion des accords en genre et en nombre, etc.) en excluant toutes les autres erreurs parasites. Pour cette dictée, l'enseignante a laissé aux étudiants le temps de réviser ce qu'ils avaient écrit.

VI. Présentation et analyse des résultats

Dans le premier temps, nous présentons les résultats globaux du test initial et dans un second, nous exposons en détails les résultats des deux tests et leur comparaison.

A. Résultats globaux et analyse

Le test initial révèle le niveau orthographique des étudiants algériens de première année en français. Sur une dictée, de niveau B1 selon les critères du CECRL (2011), composée de 840 mots ; nous rencontrons 166 erreurs. Les erreurs grammaticales (94) sont légèrement plus nombreuses que les erreurs lexicales (72) (voir *Tableau 4*).

Tableau 4. Niveau des étudiants algériens en orthographe française : Résultats globaux du test initial

Test initial	Nombre d'erreurs	Nombre total des mots dans la dictée	Le pourcentage par rapport aux erreurs
Erreurs lexicales	72	840	(8,57 %)
Erreurs grammaticales	94	840	(11,19 %)
Total des erreurs	166	840	(19,76 %)

Les résultats globaux du test initial indiquent que les étudiants algériens entrant à l'université et censés avoir un niveau B2 en production écrite, éprouvent beaucoup de difficultés en orthographe. Sur une dictée de niveau B1 (CECRL, 2011), en moyenne 19,76%, de mots dictés étaient mal orthographiés soit près de 1 mot sur 5, mais les résultats étaient un peu hétérogènes. Nous constatons à partir de ces types d'erreurs grammaticales que même le système de la langue n'est pas bien acquis.

Nous avons établi un deuxième tableau qui représente de façon détaillée les erreurs. Ce tableau a permis à l'enseignante d'identifier ce sur quoi elle devait intervenir sur *FB*.

B. Comparaison des résultats détaillés des deux tests

Le *tableau 5* présente les erreurs que l'enseignante avait traitées dans le « Projet *Facebook* ». Il présente les résultats aux deux tests avec la classification des erreurs commises selon le modèle de Catach (*2016*) et la comparaison entre les résultats des deux tests pour connaitre l'évolution et les progrès.

Le *tableau 5* ci-dessous présente toutes les erreurs, étudiées (lors du projet *Facebook*) et évaluées (lors du test final), en excluant les erreurs parasites lors du test final (comme le doublement des consonnes pour certains lexiques et certaines formes du pluriel puisqu'il s'agit d'une autre dictée). Elles sont classées selon le modèle de Catach (2016). Les abonnées sur le groupe *Facebook* sont 25 mais à cause

des absences et quelques problèmes, nous n'avons travaillé (analyse des tests) que sur 20 copies.

Nous avons fouillé les « vue » pour extraire les 20 étudiants qui ont été évalués via les deux dictées.

Tableau 5. Catégorisation des types d'erreurs commises lors des deux tests, selon le modèle de Catach (2016), comparaison et nombre de « vues »

Catégories	Sous-catégories	Exemples d'erreurs	Test initial (Test I)	Test final (Test F	Taux d'évolution[5] [(test F – test I) / test I] *100	Nombre de visualisation des 25 publications, sur *FB*
Lexique		Biensûr	16/20 75%	10/20 50%	[(50-75)/ 75)*100] = -33,33% Ce qui fait une évolution de 33,33%	18
		Connec**t**ion	3/20 15%	1/20 5%	66,66%	20
		Cha**qun**	7/20 35%	5/20 25%	28,57%	14
Homophones	Homophones lexicaux	Fois – foi – foie	13/40 32,5%	12/60 20%	38,46%	19
	Homophones grammaticaux	Sont - son - sans	7/60 11,66%	4/80 4%	65,69%	20
		A -à	3/40 7,5%	1/20 5%	33,33%	20
Les marques d'accord dans le GN	L'adjectif possessif avec le nom	Leur - leurs	11/40 27,5%	3/40 7,5%	72,72%	20
	Le déterminant avec le nom	Tout – tous - Tou**ts**	6/20 30%	9/40 22,5%	25%	11
Accord participe-passé	Accord du PP conjugué avec « avoir »	Elle a perdu**e** Les	20/40 50%	2/20 10%	80%	20

[5] Pour comparer deux pourcentages, il ne faut pas soustraire la valeur finale de la valeur initiale mais calculer le taux d'évolution ou de régression. Ceci se fait selon la formule mathématique ((Va – Vd) /Vd) *100 dont Va est la valeur d'arrivée et Vd la valeur de départ ; Qui soit pour notre cas : [(test final – test initial) / test initial] *100. Pour se faire, nous avons utilisé un site en ligne http ://www.calculer-taux-evolution.fr. Les résultats, tous négatifs, montrent que les erreurs ont baissé ; ce qui traduit donc, une évolution (voir un exemple dans la case du premier mot dans le tableau 5 ci-dessus « bien sûr »)

		journaux que j'ai achet**é**				
	Accord du PP conjugué avec « être »	Est rest**é** Sont occup**é**, sont arriv**é**	4/20 20%	10/80 12,5%	37,5%	16
Distinction infinitif-participe	Infinitif après les prépositions Deux verbes qui se suivent	Pour chant**é**, de rang**é** Veuillez renouvel**é**	2/60 3,33%	2/60 3,33%	0%	18
Confondre temps/mode et groupe	Confondre impératif avec le présent de l'indicatif	Demande**s** aux enfants	4/20 20%	2/20 10%	50%	17
Le pluriel	Adjectifs numéraux	Les quatre**s**	10/20 50%	5/20 25%	50%	18
Les résultats globaux			106/420 25,23%	66/500 13,2%	47,68%	

Le *tableau 5* révèle des erreurs de différentes natures. On constate des erreurs essentiellement grammaticales qui touchent donc le fonctionnement de cette langue comme les homophones grammaticaux (sont, son, sans), les marques d'accord dans le GN (l'accord de l'adjectif possessif « leur » avec le nom), les accords du participe passé, le pluriel ainsi que des problèmes de conjugaison comme la confusion entre les temps Mais on trouve aussi beaucoup d'erreurs d'ordre lexical, même sur des mots très familiers comme par exemple : erreur de segmentation sur le mot « bien sûr », erreur de morphologie sur le mot « connexion , chacun », confusion entre les homophones « foi, fois et foie », des altérations de la valeur phonique de certains mots dû aux interférences avec la langue maternelle, etc. Ces erreurs sont spécifiques à notre corpus d'évaluation qui était de faible ampleur et ne traite, bien sûr, qu'une partie des lacunes orthographiques de ces étudiants.

La dernière ligne du *tableau 5* montre que le nombre des erreurs a diminué de 106 erreurs sur 420 mots dictés en phase initiale contre 66 erreurs sur 500 mots dictés en fin de projet, soit une amélioration de presque la moitié (47,68%).

Néanmoins, cette amélioration est variable d'un étudiant à l'autre et d'un mot à l'autre.

L'analyse des résultats révèle que l'amélioration est proportionnelle à l'activité de chaque étudiant sur le groupe *FB* et sa visualisation de la règle. On constate que l'amélioration est importante (elle varie entre 50% et 80%) lorsque les règles sont visualisées par la quasi-totalité des étudiants comme c'est le cas du mot « connexion », des homophones « sont », l'accord de l'adjectif possessif « leur » avec le nom, l'accord du participe passé, le pluriel des adjectifs numéraux. Et elle se réduit (à 25% et 28%) lorsque les règles sont visualisées par seulement 11 ou 14 personnes, comme c'est le cas du déterminant « tout », ou du mot « chacun ».

En somme, nous pouvons faire l'hypothèse que le projet *Facebook* a eu un certain bénéfice, il a ainsi contribué à améliorer le niveau d'orthographe des étudiants algériens.

Néanmoins, l'activité des étudiants sur le groupe *FB* n'est pas le seul facteur à considérer pour comprendre l'origine des progrès constaté.

Nous faisons l'hypothèse que les progrès ont pu avoir lieu grâce aussi :

- À la facilité des structures orthographiques travaillées ;
- À l'explicitation des règles relatives aux structures orthographiques travaillées.

Par exemple, pour le lexique « connexion », la règle contenait une petite astuce pour se rappeler son orthographe. Nous avons constaté une meilleure amélioration pour ce mot comparativement au mot « biensûr ». Pour ce dernier, il s'est présenté plusieurs erreurs (bien sûr, bien sur, bien sure) et de plus, la règle ne contenait pas de moyens mnémotechniques.

Nous avons constaté peu d'erreurs et également peu de progrès dans quelques cas :

Pour l'homophone « à » pour lequel la progression fut seulement de (33,33 %) alors que dès le début, il n'y a eu que 3 erreurs sur 40 réduites à une seule erreur lors du test final.

Pour la distinction infinitif / participe, nous n'avons pas constaté de progression, il y a eu uniquement 2 erreurs lors des deux tests.

C. Facteurs favorisant l'apprentissage de l'orthographe via Facebook

L'enseignante témoigne que l'utilisation de *FB* fut bénéfique à son cours : *« Facebook a permis la mise en œuvre de son projet de pédagogie différenciée dans les meilleures conditions. Le Mur et la Messagerie Facebook étaient un bon terrain pour faciliter les interventions tutorales afin d'améliorer les compétences orthographiques des étudiants » (Enseignante).*

Nous avons analysé les interventions de l'enseignante et pouvons en distinguer deux types que nous exposons dans les parties qui suivent.

1. Interventions proactives

Selon le mode d'intervention de l'enseignante auprès des étudiants, les interventions proactives se manifestent de différentes manières.

Sur l'espace support du Mur de *FB*, l'enseignante pose des questions de type « chercher l'erreur » pour stimuler l'apprenant et le pousser à exploiter ses connaissances en orthographe française et lui proposer par la suite la règle adaptée (voir *Illustrations 1 et 3*).

> *« La proactivité donnerait à l'apprenant le sentiment d'être suivi dans son apprentissage en le stimulant à rester en état de veille cognitive et à exploiter les aides mises à disposition »* (De Lièvre et Depover, 2001). La pertinence de la proactivité est associée à la manière de stimuler l'étudiant. Elle est *« une situation didactique dans laquelle il est proposé au sujet une tâche qu'il ne peut mener à bien sans effectuer un apprentissage précis. Cet apprentissage, qui constitue le véritable objectif de la situation-problème, s'effectue en levant l'obstacle à la réalisation de la tâche. Ainsi, la production impose l'acquisition »* (Meirieu, 1999) et à l'explicitation de la règle pour leur expliquer l'obstacle. Ainsi, *« Si l'enseignant ou l'enseignante veut que les élèves apprennent à résoudre des problèmes, il doit les faire participer activement. Les élèves tireront alors profit de l'interaction. L'enseignant ou l'enseignante se sert d'une stratégie d'enseignement direct pour leur permettre d'acquérir les informations nécessaires* » (Ransom Rogers,1969) (voir *Illustrations 1 et 3*).

Sur l'espace support de la messagerie *Facebook*, lorsque les étudiants commettaient des erreurs en discutant avec l'enseignante, cette dernière intervenait pour corriger. Il s'agit de la **rétroaction corrective**.

La rétroaction corrective *« comprend toute correction qui mentionne explicitement ou implicitement que la production d'un apprenant n'est pas conforme à la langue cible »* (Carroll et Swain, 1993).

L'exposition de l'apprenant à la correction dès qu'il commet une erreur, *« favorise l'acquisition »* selon Long (1996).

Nous constatons que l'enseignante est intervenue de trois façon à la manière de Lyster (1998) :

- ***Correction explicite*** *:* c'était la plus fréquente. Il s'agit de fournir l'orthographe correcte dès que l'étudiant commet une erreur. Par exemple, le mot « posé » a été explicitement corrigé par l'enseignante en répondant « on écrit 'pour poser une question'…après 'pour', le verbe se met à l'infinitif » (*voir Illustration 7, mots soulignés en rouge*) ;
- ***La reformulation*** *:* l'enseignante reformule la proposition de l'apprenant en éliminant l'erreur de façon implicite. Par exemple, « quand je suis en temps libre… » a été reformulé par « quand j'ai du temps libre… » (*voir Illustration 6, mots soulignés en vert) ;*
- ***La répétition de l'erreur :*** la demande de clarification en utilisant des phrases comme « Pardon ? » ou juste un point d'interrogation. Par exemple, « quoi ? », « le dessin ? » (*voir Illustration 6, mots entourés en bleu*).

Nous avons choisi d'étayer nos propos par une conversation qui englobe les 3 caractères cités ci-dessus illustrée avec des couleurs.

Tableau 6. Conversation présentant plusieurs types d'intervention et leur impact

Extrait d'une conversation	**Légende**
Figure 6 : conversation présentant plusieurs types d'intervention et leur impact (Postée le 19/01/2017 à 22 :06) 	Bleu : répétition de l'erreur Rouge : correction explicite Vert : la reformulation Violet : réécriture de la forme corrigée Orange : en lien avec le ressenti de l'étudiant

Les effets de cette rétroaction corrective se manifestent de différentes manières. Elle est souvent ressentie comme *utile*. Elle entraine une *réparation* de la part de l'étudiant. Par exemple, le mot « désin », après négociation, a été corrigé par l'étudiante (*voir Illustration 6, mots entourés en bleu*).

Il en est de même pour la formule « quand je suis en temps libre » que l'étudiante avait utilisé correctement après l'intervention de l'enseignante (*voir les mots soulignés en mauve sur Illustration 6, ci-dessous)*. Cette rétroaction corrective est aussi considérée comme *facilitatrice ;* elle est préconisée dans le cadrage initial et fait partie de l'activité. Elle peut être aussi *gênante*, lorsque l'étudiant est corrigé à chaque fois, la correction est perçue comme une intervention qui réduit la confiance de l'apprenant. Dans notre exemple, l'étudiant a répondu par « oui » suivi d'un émoticône qui montre que l'étudiant est gêné (*voir Illustration 6, mots entourés en orange*).

2. Interventions réactives

Nous avons identifié des interventions réactives lorsque l'enseignante a réagi à une demande de l'apprenant à travers la Messagerie *Facebook*. Les réponses étaient parfois en privé et parfois sur le Mur. Par exemple, sur la messagerie, un étudiant a posé la question « Je ne sais pas si on écrit quant ou quand pour poser une question sur le temps ? » (*voir Illustration 7, séquences entourées de vert).* Et la réponse était « très bien, je vais publier une règle sur le mur » (*voir Illustration 8, réponse*).

Tableau 7. Demande sur la messagerie

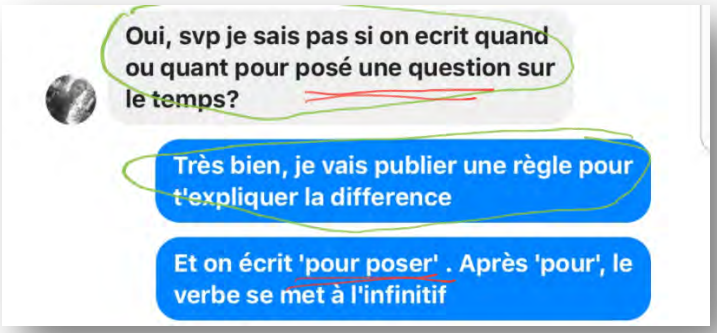
Extrait d'une conversation	**Légende**
Figure 7 : La demande sur la messagerie *FB* (posté le 23/01/2017 à 21 : 05) 	Vert : interventions sont réactives Bleu : répétition de l'erreur Rouge : correction explicite Violet : réécriture de la forme corrigée Orange : en lien avec le ressenti de l'étudiant

Tableau 8. Réponse sur le mur

Extrait d'un mur *FB*
Figure 8 : la réponse sur le mur (posté le 24/01/2017)

Ces modalités réactives pouvaient donner à l'apprenant le sentiment d'être suivi dans son apprentissage et d'obtenir rapidement et facilement une réponse. Ceci nous paraît en accord avec les observations de Mason (1992) lorsqu'il estime que la manière dont les tuteurs interviennent, a plus d'impact que la fréquence de leurs interventions.

3. Limites de ce projet

L'enseignante et les étudiants ont témoigné de bénéfices et de l'aspect motivant de l'utilisation de *FB* pour progresser en langue française. L'enseignante explique aussi le temps nécessaire pour une telle forme pédagogique. Elle dit avoir pris parfois beaucoup de temps pour gérer plusieurs conversations en même temps.

Nous faisons l'hypothèse que ce temps est un frein pour certains enseignants alors que l'expérience peut conduire d'autres enseignants à mieux affiner leurs enseignements par une meilleure représentation des contextes d'utilisation du langage et des erreurs occasionnées.

VII. Conclusion et perspectives

Le projet de recherche relatif à l'utilisation de *FB* s'appuie sur des situations didactiques et tire profit des opportunités pédagogiques qu'offre *Facebook* en s'inspirant des méthodes novatrices en orthographe.

Nos résultats étayent l'hypothèse selon laquelle ce projet a permis d'apporter un soutien orthographique efficace aux étudiants :

- En effet, nous avons pu constater une régression du nombre des erreurs entre le début et la fin du projet à partir du test de la dictée ;
- Nous avons pu constater une corrélation entre l'activité de chaque étudiant au sein du groupe et la baisse de leurs erreurs entre le pré-test et le post-test.

Nous faisons l'hypothèse que lorsque les étudiants commettent tous les mêmes types d'erreurs orthographiques c'est qu'ils en ignorent les règles ou qu'ils les ont oubliées au fil du temps.

Le projet Facebook, non formel, a été mis en œuvre en dehors des principales structures d'enseignement. Il a permis une continuité entre le cours et l'après cours.

Le Mur et la Messagerie *FB* ont permis de mettre en place une pédagogie pour remettre à niveaux certaines compétences orthographiques comme Bowman et Akcaoglu ont déjà pu le constater (2014).

L'utilisation de la messagerie fut un terrain propice à l'enseignante pour détecter d'autres points faibles (voir *Illustrations 4, 5, 7*). Elle les a traités avec différentes interventions tutorales facilitant l'apprentissage de l'orthographe par les étudiants. Les questions de l'enseignante ont suscité l'intérêt des étudiants qui ont dit avoir été motivés par cette approche novatrices comprenant des règles concises, plutôt faciles et sans contraintes formelles.

Désormais, il serait intéressant de pouvoir observer l'évolution des étudiants sur une plus longue période.

Références

Ala-Mutka, K. (2010). *Learning informal online networks and communities*. Luxembourg: Institute for Prospective Technological Studies.

Aljerbi, N. (2015). Facebook : un espace numérique pour un apprentissage informel du FLE en Libye. *frantice.net*, 10. [En ligne] http://www.frantice.net/docannexe/fichier/1175/3.Aljerbi.pdf

Blattner, G. et Fiori, M. (2009). Facebook in the language classroom: Promises and possibilities. *Structional Technology and Distance Learning*, 6(1), 17-28.

Blattner, G. et Lomicka, L. (2012). Facebooking and the social generation: A new era of language learning. *Apprentissage des Langues et Systèmes d'Information et de Communication*, 15(1). [En ligne] http://alsic.revues.org/2413

Bowman, N.D. et Akcaoglu, M. (2014). I see smart people! Using Facebook to supplement cognitive and affective learning in the university mass lecture. *The Internet and Higher Education*, 23, 1-8. [En ligne] 10.1016/j.iheduc.2014.05.003

Carroll, S. et Swain, M. (1993). Explicit and Implicit Negative Feedback: An Empirical Study of the Learning of Linguistic Generalization. *Studies in Second Language Acquisition,* 15, 357-386. [En ligne] http://dx.doi.org/10.1017/S0272263100012158

Catach, N. (2016). *L'orthographe française : Traité théorique et pratique*. 29-50. Paris : Armand Colin.

Catroux, M. (2002). Introduction à la recherche-action : modalités d'une démarche théorique centrée sur la pratique. *Cahiers de l'APLIUT*, 21(3). [En ligne] https://journals.openedition.org/apliut/4276

CECRL (2011). *Cadre Européen Commun de Référence pour les langues pour les langues*. [En ligne] https://rm.coe.int/16802fc3a8

Commission des Communautés Européennes. (2000). *Mémorandum sur l'éducation et la formation tout au long de la vie*. Document du travail, Bruxelles. [En ligne] http://www.see-educoop.net/education_in/pdf/lifelong-oth-frn-t02.pdf

De Lièvre, B. et Depover, C. (2001). Apports d'une modalité de tutorat proactive ou réactive sur l'utilisation des aides dans un hypermédia de formation à distance. Dans E. De Vries, J.-Ph Pernin et J.-P. Peyrin (dir.), *Actes du cinquième colloque* « *Hypermédias et apprentissages » à Grenoble* (pp. 323-330). INRP, EPI. [En ligne] https://edutice.archives-ouvertes.fr/edutice-00000796/document

Dumas, D. (2014). *Le grand livre de l'orthographe*, certificat Voltaire. Paris : Vuibert.

Eluerd, R. et Orcenna, E. (2017). *Les difficultés de l'orthographe*. Paris : Garnier.

Fayol, M. (2003). Les difficultés de l'orthographe. *Cerveau et psycho*, 3. [En ligne] https://www.cerveauetpsycho.fr/sd/apprentissage/les-difficultes-de-lorthographe-5214.php

Gaignard, A.M. (2010). *Coaching orthographique, 9 défis pour écrire sans fautes*. Louvain la neuve : Duculot.

Hamada, M. (2013). A Facebook project for japanese university students (*2*): Does it really enhance student interaction, learner autonomy and English abilities? Dans L.Bradley et S. Thouësny (dir.), *20 Years of Eurocall : Learning from the Past, looking to the Future* (pp. 98–105). Dublin: Research-publishing.net.

Kabilan, M., Ahmad, N. et Abidin, M J. (2010). Facebook: an online environment for learning of English in institutions of higher education. *The Internet and Higher Education,* 13(4), 179-187.

Long, M. (1996). The role of the linguistic environment in second language acquisition. Dans W. Ritchie. et T. Bhatia (dir). *Handbook of second language acquisition*. *Second language acquisition, 2* (pp. 413-468). New York: Academic Press.

Lyster, R. (1998). Negotiation of form, recasts, and explicit correction in relation to error types and learner repair in immersion classrooms. *Language learning*, 48(2)., 183-218.

Mason, R. (1992). *Application of electronic communication for distance education in the third world.* Bangkok: Bangkok Project.

Mazman, S. G. et Usluel, Y. K. (2010). Modeling educational usage of Facebook. *Computers et Education,* 55(2), 444-453.

Meirieu, P. (1999). *Apprendre oui, mais comment*. Paris : ESF éditeur.

Puren, C. (1994). *La didactique des langues étrangères à la croisée des méthodes. Essai sur l'éclectisme.* Paris : Didier.

Ransom Rogers, C. (2013). *L'approche centrée sur la personne*. Grenoble : Ambre.

Richer, J-J. (2007). Quelques remarques sur l'éclectisme en didactique du F.L.E. *Synergies Chine*, 2, 27-34. [En ligne] https://gerflint.fr/Base/Chine2/richer.pdf

Suleiman, S. et Malkawi, N. (2012), L'Orthographe, le Grand Absent des Méthodes F.L.E. *Cross-Cultural Communication*, 8(6), 125-135. [En ligne] http://www.cscanada.net/index.php/ccc/article/viewFile/j.ccc.1923670020120806.1939/3378

Wang, Q., Woo, H.-L., Quek, C.-L., Yang, Y. et Liu, M. (2012). Using the Facebook group as a learning management system: An exploratory study. *British Journal of Educational Technology,* 43(3), 428-438.

Wells, A. (2008). Tchater avec le prof : L'apprentissage d'une langue étrangère par les communautés numériques. *Actes du colloque Langues, espaces numériques et diversité*. France, Limoges. [En ligne] http://insuf-fle.hautetfort.com/media/02/00/381882795.pdf

Annexes

Annexe 1

Test initial : ce test est une dictée complète

Bien sûr ! elle n'a pas lu tous les journaux que j'ai achetés
Demande aux enfants de ranger leur ballon et leurs patins
Les quatre hommes de foi sont venus une fois à la maison pour manger
Chacun disposera d'une connexion gratuite
Elle répond aux questions de son devoir sans réfléchir

Test final : ce test est une dictée à trous qui traite uniquement les erreurs qui ont été commises lors du test initial

Elle est restée sans défense une fois qu'elle a perdu son père
Bien sûr, toutes les cinq sont arrivées à temps pour chanter au concert
Tous les postes sont occupés, veuillez renouveler votre appel.
Demande aux candidats de ranger leur matériel et leurs feuilles
Chacun de nous testera la connexion Internet sur son téléphone
C'est l'homme de foi qui a commandé du foie.

Voici ci-dessous la copie que les étudiants devaient remplir :

1- Elle .... défense, une ..... qu'elle ....

..... Père.

2- ....., ... les ....temps

pour ..... au concert.

3- ..... les postes .... Veuillez ..... votre demande

4- ..... aux candidats de .... matériel ....

Feuilles.

5- ..... de nous testera la ..... internet sur ..... téléphone .

6- C'est l'homme de ..... qui a commandé de .....

Annexe 2. Questionnaires

1. Questionnaire I : *Facebook* et les étudiants algériens

1- Avez-vous un réseau social ?
. Oui
. Non
2- Si oui, le(s)quel(s) :
. Facebook
. Palabea
. Livemocha
. Babbel
. Autres
3- Si vous en avez plusieurs, quel est votre préféré ?
4- Avec quelle fréquence utilisez-vous *Facebook* ?
. Le week-end
. Tous les jours

. Plusieurs fois par jour
5- Quand vous utilisez Facebook, combien de temps connectez-vous ?
6- Environ combien de fois vérifiez-vous *Facebook* pour voir ce que les autres ont publié ?
· Jamais sauf quand je poste mes messages ?
. Le week-end
· Quotidiennement
· Plusieurs fois par jour
7- À quelles fins utilisez-vous *Facebook* ?
. Des fins personnelles
. Des fins de classe
. Autres
-lesquelles ?
8- Quelle(s) langue(s) utilisez-vous sur ce réseau ?
. Français
. Arabe
. Mélange du français et de l'arabe
9- Que faites-vous sur *Facebook* ? (Vous pouvez cocher plusieurs réponses)
. Je commente et je signale que j'aime ce que publient mes amis
. Je publie des actualités et je partage des liens
. Je regarde ce que mes amis ont publié
. Je participe à des tchats à travers la messagerie instantanée
. Autres (expliquez)
10- Si vous utilisez la messagerie Facebook, combien de temps vous y passez ? (par rapport au temps de connexion sur le réseau)
. 20%
. 50%
. 80%
11- Quelle option préférez-vous sur *Facebook* ?
. Le forum commun de discussion (messagerie instantanée)
. Le Mur
. Autres
12- Qu'est-ce qui vous plait sur le mur ?
. Voir ce que les autres ont posté
. Connaitre la vie privée de vos amis
. Apprendre plein de choses que vous ne connaissez pas
. Pratique pour être à jour de ce qui se passe au tour de moi et dans le monde
. Pouvoir commenter des publications et recevoir des réponses
. Vous n'aimez pas
13- Pour vous, un réseau social, c'est pour :
. Communiquer avec vos proches
. Jouer
. Nouer des relations à l'étranger
. Apprendre de nouvelles choses
14- Parlez-vous plus à certaines personnes (que vous croisez régulièrement) sur *Facebook* que dans la réalité ?
. Oui
. Non
- expliquez s'il vous plait.

2. Questionnaire II : attitudes sur l'orthographe et son enseignement

1-Comment estimez-vous votre niveau en orthographe française ?
. Très bon
. Bon
. Moyen
. Médiocre
2-Comment trouvez-vous les cours d'orthographes faites en classe ?
. Insuffisant oui non
. Ennuyeux oui non
. Adapté à vos carences oui non
3-Aimez-vous utiliser *Facebook* pour renforcer votre enseignement d'orthographe ?

Déterminants et indicateurs de l'appropriation des connaissances entre le dispositif pédagogique et le dispositif de recherche : analyse de l'indicateur de performance d'appropriation

Determinants and indicators of the appropriation of knowledge between the pedagogical device and the research device: analysis of the appropriation performance indicator

Ahmed Ibrahimi, Mohamed Khaldi
Université Abdelmalek Essaadi, ENS de Tétouan, Maroc
Mehdi Kaddouri El
Université Mohamed premier, FLSH d'Oujda, Maroc

Résumé

L'article présente le concept d'appropriation de connaissances dans le cadre la scénarisation pédagogique. Il s'agit ensuite de comprendre quelles variables d'un scénario est davantage susceptible d'avoir un impact sur l'apprentissage des étudiants. La recherche menée repose alors sur un contexte de formation universitaire basé sur l'apprentissage collaboratif en ligne avec la plateforme *Claroline Connect*. L'expérimentation examine l'activité de 48 apprenants inscrits en 1ère année du mater spécialisé (ingénierie pédagogique multimédia), à Tétouan, au Maroc répartis en trois groupes expérimentaux (G1, G2 et G3) distribués en 12 équipes. Les résultats concernent l'analyse des performances d'appropriation de ces équipes selon l'effet de leur structuration par les rôles, l'effet de la structuration du forum et selon l'interaction de ces deux effets.

Mots clés : appropriation, scénarisation pédagogique, alignement pédagogique, dispositif technopédagogique

Abstract

The article presents the concept of appropriation of knowledge in the context of educational writing. The next step is to understand which variables in a scenario are more likely to have an impact on the student apprenticeship. The research conducted is based on a university training context based on collaborative learning in line with the Claroline Connect platform. The experiment concerns 48 learners enrolled in the first year of specialized mater (multimedia pedagogical engineering), in Tetouan, Morocco divided into three experimental groups (G1, G2 and G3) distributed in 12 teams. The results concern the analysis of the appropriation performance of these teams according to the effect of their structuring by the roles, the effect of the structuring of the forum and the interaction of these two effects.

Keywords: *appropriation, educational scriptwriting, pedagogical alignment, technopedagogical device*

I. Introduction

Cet article s'appuie sur une recherche relative à un dispositif de formation en ligne. Nous aborderons la notion de scénarisation pédagogique afin d'interroger comment les étudiants apprennent à distance.

Plusieurs aspects sont en jeu : sur quoi focalise la formation ? Sur quelles connaissances (Minder, 1996) ? Sur quelles modalités de réalisation d'activités ? Comment la conception de la formation permet-elle cette focalisation ? Comment sont planifiées les situations d'enseignement, avec quel *« design pédagogique »* (Brien, 1981) ?

Notons que d'autres auteurs nomment la notion de scénarisation pédagogique *« Instructional design »* (Reigeluth, 1999 ; Briggs, 1981), *« Ingénierie didactique », « Planification de l'enseignement »* (Lebrun et Berthelot, 1994).

Pour sa part, Paquette parle d'*« Ingénierie pédagogique »* et définit la notion comme l' *« ensemble des théories et des modèles permettant de comprendre, d'améliorer et d'appliquer des méthodes d'enseignement favorisant l'apprentissage »* (2002, p. 111).

Le travail collaboratif ouvre de multiples possibilités d'intégration d'outils technologiques de l'information et de la communication.

Le présent travail cherche dans ce contexte à identifier les variables susceptibles d'avoir un impact sur l'appropriation des connaissances chez les apprenants dans un contexte de formation universitaire basé sur l'apprentissage collaboratif en ligne.

Dans un premier temps nous allons définir ce qu'est une scénarisation pédagogique et ce que nous nommons « alignement ». Nous décrirons ensuite notre dispositif de recherche et préciserons deux questions. Nous décrivons aussi la modélisation du dispositif de recherche et une mise au point d'un plan expérimental. Nous nous attacherons enfin à l'analyse des performances d'appropriation des équipes selon l'effet de la structuration des équipes par les rôles, l'effet de la structuration du forum et selon l'interaction de ces deux effets.

II. Le dispositif pédagogique

A. Scénarisation pédagogique

La « scénarisation pédagogique » est un processus d'élaboration d'une situation d'apprentissage en mettant en interaction différents objets et acteurs (apprenant, enseignant, ressources, activités, instruments, outils).

Le mot « scénario » qui est à la base de ce processus de scénarisation, trouve son origine dans les domaines artistiques, dans le cinéma plus précisément et est fortement utilisé dans les domaines de gestion, de l'informatique, des télécommunications et de l'ergonomie.

Dans le domaine de l'éducation il est régulièrement associé à l'adjectif « pédagogique » ou au complément de nom « d'apprentissage » et d'autres terminologies proches sont utilisés.

En effet, selon Villiot-Leclercq (2007), le terme de « séquence pédagogique » fait concours à l'époque à « scénario pédagogique » en raison de son utilisation au sein des Instituts Universitaires de Formation des Maîtres IUFM.

De plus, les auteurs soulignent que le terme « scénario pédagogique » est associé par la communauté de pratique à plusieurs autres appellations permettant d'identifier le champ que recouvre le travail de scénarisation : « activités pédagogiques », « maquette pédagogique », « synopsis », « déroulé pédagogique », « module d'enseignement », « progression pédagogique », « parcours pédagogique », « scénario d'usage », « scénario d'encadrement », « scénario de diffusion », « séquence de tâches », « session », « story-board », « trames conceptuelles », « séquence d'apprentissage ».

L'appropriation d'un dispositif technopédagogique est liée à la conception d'un scénario pédagogique. Le processus de scénarisation et les décisions qu'il implique, influencent les processus d'appropriation chez l'apprenant, appropriation des connaissances mais aussi appropriation technologique.

Un des enjeux consiste à concevoir des scénarisations précises, prévoyant l'encadrement et l'aide aux appropriations.

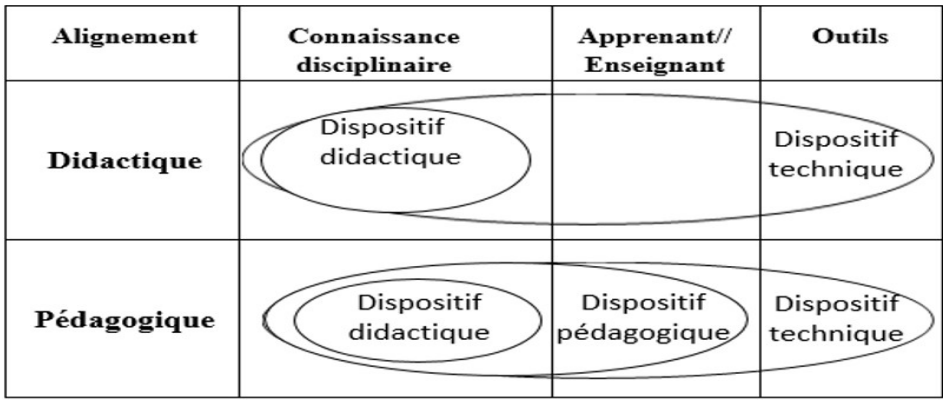
Le dispositif pédagogique a pour but d'assurer une cohérence dans les modalités d'intervention de chacun des acteurs de la formation au sein d'un dispositif technique.

Giardina et Oubenaïssa (2003), à la suite de Paquette, Crevier et Aubin (1997), définissent le scénario pédagogique en tant que structuration cohérente de deux entités qu'ils appellent : *« scénario d'apprentissage »* et *« scénario d'encadrement »*. C'est cette définition que nous adoptons dans la mise en œuvre de notre expérience car elle permet, dans le cadre d'un dispositif de formation à distance, d'aligner au mieux les trois dispositifs : technique, didactique et pédagogique.

B. Alignement pédagogique

Dans ce travail, le processus de scénarisation s'appuie sur le concept d'alignement que nous empruntons à Biggs (1999) et que nous avons développé et expérimenté dans le cadre d'une autre recherche (Ibrahimi et al. 2014) dans laquelle nous proposions deux sortes d'alignement, modélisées comme suit :

Figure 1. Modélisation de l'alignement pédagogique



L'alignement didactique consiste à mettre de la cohérence entre la connaissance disciplinaire et l'apprenant d'une part (ici c'est le principe de transposition didactique qui est mis en œuvre) et entre cette transposition didactique et les outils techniques d'autre part.

Cependant, dans ce genre d'alignement, le risque est de reproduire une situation classique avec des moyens électroniques.

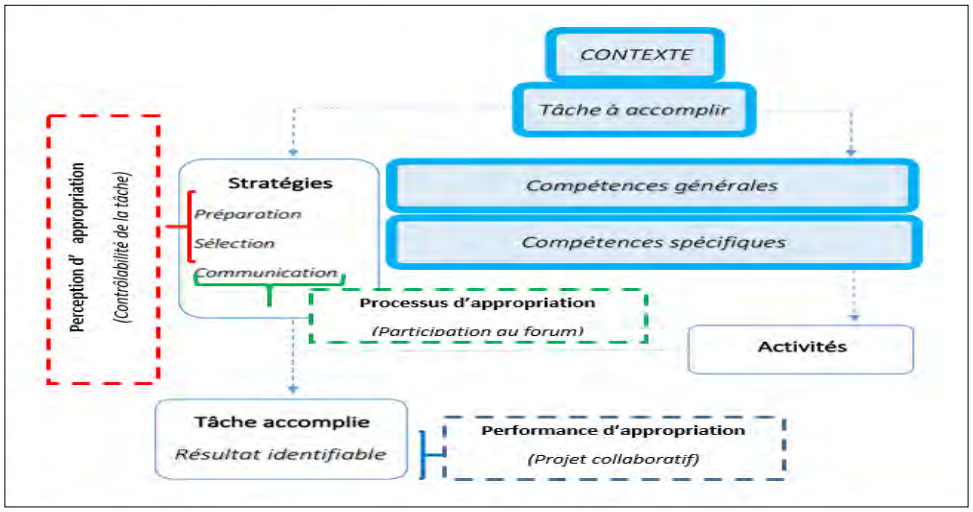
L'alignement pédagogique des artefacts nécessite une réflexion approfondie décrite dans une scénarisation pédagogique. Il s'agit d'y expliciter les actions de chaque acteur (tuteur, enseignant, apprenant) par rapport aux différents dispositifs (technique, didactique et pédagogique).

Le résultat de ce processus permet de décliner le scénario en plusieurs composantes : le scénario d'apprentissage, le scénario d'encadrement et le scénario médiatique (Depover, Quintin et De Lièvre, 2003).

L'alignement pédagogique résulte ici du choix d'un contenu disciplinaire qui s'accommode avec un scénario pédagogique en adéquation avec les fonctionnalités d'un environnement numérique de travail à distance.

Les processus de scénarisation et de modélisation prennent aussi appui sur les théories propres au *Computer-Supported Collaborative Learning* (CSCL) qui stipulent qu'une tâche bien structurée favoriserait mieux le processus cognitif chez l'apprenant. Ces théories viendront appuyer les hypothèses et questions de recherche proposées dans le cadre de ce travail que nous modélisons ainsi.

Figure 2. Modélisation de la scénarisation pédagogique



Selon Dillenbourg (2002), les interactions entre apprenants, lorsqu'ils se structurent à travers des scripts préconçus, soutiennent mieux l'apprentissage collaboratif. La notion de script correspond à des instructions destinées aux étudiants afin de les guider dans la manière d'interagir et de collaborer pour s'acquitter des tâches de travail. Fischer, Kollar, Stegmann et Wecker (2013), définissent distinctement le script de collaboration interne et le script de collaboration externe[1].

Dans le cadre de cette recherche, la conception du scénario pédagogique et de ses différentes caractéristiques, est liée à la mise en œuvre du dispositif de recherche.

III. Le dispositif de recherche

A. Contexte de la recherche

Cette recherche fait suite au travail entrepris par Ibrahimi et al. (2014), dans lequel nous avions travaillé avec un échantillon composé de 98 étudiants, inscrits en 1ère année du DUT (Diplôme Universitaire en Technologies) pour un cours de langue et communication. Nous y avions entrepris de montrer que l'alignement pédagogique, qui reposait sur la scénarisation du travail collaboratif au sein de groupes d'apprenants, influençait positivement le processus d'appropriation des connaissances davantage que l'alignement didactique qui reposait sur la structuration d'un contenu disciplinaire délivré par un dispositif technique. Nous y avions réparti notre échantillon en deux groupes expérimentaux. Le premier groupe (G1) avait travaillé selon le principe de l'alignement didactique qui consistait à structurer le cours selon trois systèmes : (système d'entrée, système d'apprentissage et système de sortie) mis en ligne sur la plateforme *Claroline*. Le deuxième groupe expérimental (G2) avait travaillé selon le principe de l'alignement pédagogique qui reposait sur un scénario basé sur le travail collaboratif dans la réalisation de la tâche.

Le présent travail s'inscrit dans le contexte d'une formation en présentiel en situation réelle, à laquelle nous avons inséré une partie à distance à partir de la plateforme *Claroline Connect*.

Cette formation s'étale sur un semestre pendant lequel les apprenants sont amenés à s'approprier un cadre théorique qui correspond à une méthodologie de travail en quatre phases et à l'exploiter ensuite pour la réalisation d'un projet collaboratif. Cette méthodologie correspond au design incrémental (Depover et al., 2003). À chacune de ces étapes, à partir d'indications, les étudiants élaborent des documents leur permettant la conception du projet.

[1] « An internal collaboration script is a configuration of knowledge components about a collaborative practice and its parts at different levels of complexity (the so-called internal collaboration script components) that guide the person's understanding of and actions in the collaboration. It is assumed that this configuration is built up dynamically from its constituents during a particular instance of collaboration […] An external collaboration script is a configuration of representations (e.g. textual or graphical) of a collaborative practice and its parts at (potentially) different levels of complexity (the so-called external collaboration script components).» (Fischer et al., 2013, p. 4)

Tableau 1. Méthodologie de conception

	Phases de conception		Produits
Validation itérative et incrémentale	Phase 1	Étude préalable	Cahier des charges
	Phase 2	Analyse et structuration du des contenus	Contenu de la formation
	Phase 3	Élaboration des situations d'apprentissage	Maquette-papier
	Phase 4	Insertion des outils de formation dans leur contexte d'utilisation	Outils de formation finalisés

Le *tableau 1* présente les étapes de conception d'un dispositif de formation selon Depover et al. (2003).

Cette démarche s'appuie sur deux principes fondamentaux : l'itération et l'incrémentation. Le premier principe tente d'imposer au concepteur de prendre en considération les décisions prises précédemment lors du passage d'une étape à une autre. Le deuxième principe lui impose de valider chaque étape avant de passer à une autre.

Les données à analyser dans le cadre de cette recherche sont issues des trois phases d'élaboration du projet : phase 1, phase 3 et phase 4. La première phase consiste à produire un cahier des charges en deux moments. La troisième phase du projet consiste à produire une maquette papier des situations d'apprentissage en deux moments aussi. Nous prenons en considération également, la finalisation ou non du produit qui correspond à la phase 4. Ces différentes phases correspondent à des moments les plus denses du projet, car elles appellent à prendre des décisions importantes vis-à-vis de la conception générale du travail et appellent par là-même, une collaboration plus intense.

Les activités collaboratives, correspondantes aux différentes phases d'élaboration du projet final sont réalisées par 12 équipes de 4 apprenants, dont chacun endosse un rôle spécifique. Pour mieux mener l'expérience, nous avons mis en place un plan expérimental croisé : le forum de discussion (structuré vs non structuré) étant associé à l'une des deux modalités de fonctionnement des équipes : modalité 1 : équipe « structurée par les rôles » ; modalité 2 : équipe « non-structurée par les rôles ».

B. Échantillon

Les sujets qui composent notre échantillon sont des étudiants universitaires en formation initiale à l'ENS de Tétouan, au Maroc. Inscrits en 1ère année du Master spécialisé (ingénierie pédagogique multimédia), ils assistent en présentiel à des activités d'appropriation d'une méthodologie de scénarisation pédagogique multimédia et à l'application de cette méthodologie dans le cadre d'une conception d'un projet pédagogique multimédia.

L'expérimentation est réalisée avec 48 apprenants répartis sur deux années académiques : la promotion (2016-2017) et la promotion (2017-2018).

La moyenne d'âge de l'échantillon se situe entre 20 et 24 ans dont 74% est composé de filles. Les caractéristiques des apprenants issus des différentes promotions sont relativement similaires si l'on considère les critères de la présélection et de l'entretien d'embauche qui leur ont été appliqués pour le recrutement à la formation. Nous pouvons donc considérer que, du point de vue de ces critères, les deux promotions ne sont pas différentes et peuvent constituer un seul et même échantillon.

C. Questions de recherche

Nous cernons notre question de recherche autour de deux grands axes. Le premier concerne le dispositif de formation à distance dans sa globalité que nous formulons ainsi :

- **Q.1** : Dans quelle mesure le dispositif technopédagogique destiné à la collaboration en ligne a ou non un effet sur les performances des apprenants ?

Le deuxième concerne l'effet de la scénarisation pédagogique sur le processus d'appropriation que nous formulons ici comme suit :

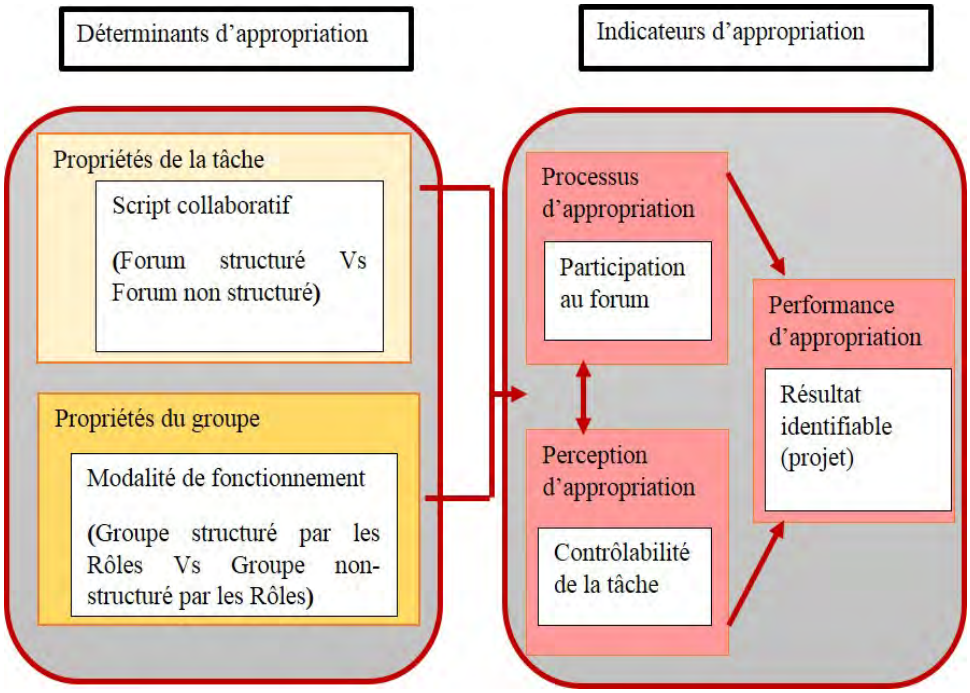
- **Q.2 :** Dans quelle mesure le principe de l'alignement pédagogique a ou non un effet sur l'appropriation d'un dispositif d'enseignement à distance ?

D. Pour une modélisation du dispositif de recherche

Dans ce travail, nous avons mis en place conjointement, deux scripts de collaboration externe. Le premier consiste à structurer le forum en étapes pour favoriser l'appropriation collaborative des connaissances (Gunawardena et al. 1997). Le deuxième consiste à structurer les équipes de manière à former des équipes contrastées selon que les rôles soient attribués ou non (Strijbos et De laat, 2010).

Pour le script de collaboration interne, il est pris en compte par l'observation du système de contrôlabilité de la tâche (Viau, 1994) développé au sein des équipes d'apprenants.

Figure 3. Modélisation du dispositif de recherche



Le modèle du dispositif de recherche (voir *Illustration 3* ci-dessus) que nous mettons en place pour vérifier nos hypothèses s'appuie sur celui que Decamps (2014) suite à celui que Schellens, Van Keer, Valcke et De Wever (2007) ont proposé. Il prend en considération deux aspects qui deviennent, dans le cadre de notre plan expérimental, des variables indépendantes (voir *Illustration 3,* partie gauche), à savoir les propriétés du groupe selon son mode de fonctionnement (groupe structuré par les rôles ou non-structuré par les rôles) et les propriétés de la tâche suivant le script collaboratif.

1. La première composante du modèle du dispositif de recherche traite des propriétés du groupe

Celui-ci se caractérise par une dynamique qui lui est propre. Cette dynamique joue un rôle décisif dans un dispositif technopédagogique destiné à la collaboration en ligne. L'attribution des rôles peut donner une grande part d'autonomie aux membres du groupe en permettant une participation plus équilibrée. Cela crée une interdépendance positive du groupe et une responsabilité partagée vis-à-vis de l'objectif à atteindre par le groupe (Strijbos, 2004). Les rôles aident les membres du groupe à aborder la tâche suivant différents regards. Kollar, Fischer et Hesse (2006) y voient une occasion où chaque partenaire contribue à bien faire fonctionner le groupe. L'assignation des rôles influence directement le processus de collaboration qui influe de sa part sur le processus d'appropriation.

Dans cette perspective, nous envisageons de tester des configurations d'équipes en comparant des équipes où les rôles sont assignés à des équipes où les rôles ne sont pas assignés.

2. La deuxième composante du modèle touche aux propriétés de la tâche

D'après Shaw, (1981) et Pavitt (1998) les effets observés dépendent d'une grande part des caractéristiques propres à la tâche. Dans cette recherche nous considérons que la tâche correspond en une opération mentale sur un objet qui génère un produit (Dillenbourg, 2002). Les connaissances deviennent, dans cette perspective, subordonnées à une élaboration d'un produit nouveau.

Les deux composantes de notre modèle constituent les déterminants du processus d'appropriation. Pour analyser les effets imputables à ces déterminants, nous procédons à une triangulation de trois indicateurs que sont le processus d'appropriation (mesuré à travers les interactions des apprenants dans le forum de discussion), la perception d'appropriation (mesurée à travers le concept de contrôlabilité de la tâche) et la performance d'appropriation (mesurée à travers l'élaboration d'un projet collaboratif). Ces indicateurs (voir *Illustration 3,* partie droite) constituent les variables dépendantes de notre plan expérimental.

E. Plan expérimental

Pour mener à bien le plan expérimental de cette recherche, nous avons structuré le forum selon des fils de discussions en rapport avec une carte heuristique de type *mindmap* mise à la disposition des apprenants. Le forum non structuré bénéficie seulement d'une consigne de la tâche collaborative, sans fils de discussion et sans *mindmap*. De même, nous avons structuré des groupes par des rôles selon la configuration suivante :

- Le chercheur : il recherche des informations pour nourrir les échanges au sein du forum ;
- Le concepteur : il insère des concepts pertinents lors des échanges ;
- Le synthétiseur : il configure une synthèse des échanges ;
- Le modérateur : il modère les échanges du début jusqu'à la fin.

La structuration par les rôles et la structuration du forum constituent les deux facettes d'une analyse portée par un plan expérimental factoriel (à deux facteurs) qui puise sa justification dans le fait qu'il permet de traiter deux types d'effets :

- Les effets principaux de la structuration par les rôles et de la structuration du forum ;
- L'interaction entre ces effets principaux.

Nous utilisons la notation de Rouanet et Lépine, citée par Decamps (2014) suite à Linder (2005) pour symboliser ce type de plan : $\mathbf{S_{16} <M_3*F_2>}$. Ce plan se lit ainsi :

> **<...>** signifie « Emboîté », c'est-à-dire qu'il y a un groupe par modalité ;
>
> ***** signifie « Croisé », c'est-à-dire qu'il n'y a qu'un seul groupe pour toutes les modalités ;
>
> **S** signifie « sujet » et 16 en indice indique le nombre de sujets par modalité ;
>
> **M3** = M est le symbole de la variable indépendante n°1 (Structuration par les rôles) et 3 en indice, indique le nombre de modalités.
>
> **F2** = F est le symbole de la VI n°2 (Structuration du forum) et 2 en indice, indique le nombre de modalités.

Le croisement des deux dimensions M3 et F2 donne lieu à six groupes expérimentaux constitués chacun de deux équipes de quatre apprenants. Au total, 12 équipes et 48 sujets.

1. Variables indépendantes

Le plan expérimental nous permet ainsi de structurer l'analyse autour des effets attachés aux variables

indépendantes suivantes :

- L'effet lié à la structuration des équipes par les rôles (Axe 1) ;
- L'effet lié la structuration du forum par le script collaboratif (Axe 2) ;
- L'effet d'interaction entre la modalité de structuration des équipes et la structuration du forum (Axe 3).

L'analyse de ces effets permettra de montrer le processus d'appropriation du dispositif d'enseignement à distance susceptible de répondre à nos questions de recherche posées préalablement.

Le plan expérimental, adopté dans cette recherche et les effets principaux liés aux variables indépendantes (voir plus haut) orientent ici le choix des hypothèses de recherche. Les variables dépendantes quant à elles, constituent les objets de ces hypothèses : le processus d'appropriation, la perception d'appropriation et la performance d'appropriation.

2. Variables dépendantes

Nous étudions dans cette recherche les effets principaux de deux variables indépendantes (la structuration des équipes par les rôles et la structuration du forum par le script collaboratif) et les effets d'interaction de celles-ci sur trois variables dépendantes : la performance d'appropriation, le processus d'appropriation et la perception d'appropriation.

Notre recherche met au centre le phénomène d'appropriation investi dans des activités collaboratives en ligne. L'analyse et l'interprétation des données qui en découlent, se situent à un niveau groupal (Hoyle, Georgesen et Webster, 2001). Le *tableau 2*, offre une vue synthétique des variables dépendantes et de leur analyse.

Tableau 2. Vue synthétique des variables dépendantes et de la modalité de leur analyse

Variable dépendante	Type de mesure	Moment de mesure	Nature de mesure	Modalité d'observation
Performance d'appropriation	Scores	Phase I, III et IV	Par équipe	Grille descriptive
Processus d'appropriation	Unités de sens	Phase I	Individuelle	Analyse catégorielle
	Unités lexicales	Phase I	Individuelle	Analyse lexico-métrique
Perception d'appropriation	Sentiment de contrôlabilité de la tâche	À la fin de la phase II	Individuelle	Questionnaire

Nous nous attacherons ici à analyser la première variable qui concerne la performance d'appropriation. Cette première catégorie de variables dépendantes a trait à la performance d'appropriation mesurée à travers le projet collaboratif final qui porte sur la production d'un support pédagogique multimédia.

IV. Analyse des performances d'appropriation des équipes

Dans cette partie de la recherche, nous étudions les hypothèses et questions de recherche relatives aux effets de la structuration des équipes par les rôles et de la structuration du forum sur les performances d'appropriation. L'issue de cette étude nous a permis de dessiner les contours du niveau d'appropriation des connaissances au sein d'un dispositif de formation à distance.

L'hypothèse générale relative aux performances d'appropriation au niveau du projet collaboratif (phases de production d'un support pédagogique multimédia), prend la formulation suivante :

- **H.1 :** L'alignement pédagogique qui repose sur la scénarisation du travail collaboratif au sein

de groupes d'apprenants structurés par les rôles et interagissant à travers un forum structuré, influence positivement les performances d'appropriation.

L'analyse s'appuie sur la moyenne des performances de l'équipe à trois phases d'élaboration du projet : La première phase consiste à produire un cahier des charges. La troisième phase du projet consiste à produire une maquette papier des situations d'apprentissage. La moyenne des performances prend en considération également, la finalisation ou non du produit qui correspond à la phase 4.

Ce projet est réalisé par les apprenants de manière collaborative suivant deux versions. La première version est réalisée sans structuration des équipes par les rôles et sans structuration du forum par un script collaboratif. La deuxième version est réalisée avec structuration des équipes par les rôles et avec structuration du forum par un script collaboratif. Les résultats de la première version nous ont permis de mieux contrôler le gain entre les moyennes de performance. La moyenne de performance est calculée suivant une grille descriptive (voir *Annexe*). Cette grille est composée d'un ensemble de critères. L'opérationnalisation de ces critères en niveaux de performance est réalisée à travers la formulation d'énoncés qualitatifs descriptifs déclinés en quatre échelons distincts. Ces échelles descriptives explicitent les différents niveaux d'atteinte relatifs à chaque critère.

Par exemple, le critère « idée mobilisatrice » renvoie à quatre échelles descriptives distinctes :

- Niveau A : l'idée est bien claire, ingénieuse et innovante (4 points) ;
- Niveau B : l'idée est bien claire, ingénieuse mais pas innovante (3 points) ;
- Niveau C : l'idée est bien claire, mais manque d'ingéniosité et n'est pas innovante (2 points) ;
- Niveau D : l'idée n'est pas claire (0 point).

L'ensemble des critères a été opérationnalisé de cette manière. Quant à la pondération et la répartition des points, en raison de l'échelle descriptive à quatre niveaux retenus, un simple pointage sur 4 points a été retenu. Ainsi, pour chaque critère, l'étudiant recevait 4 points s'il se classait au niveau A ou aucun point si sa performance se situait au niveau D. Le niveau B valait 3 points et le niveau C, 2 points. L'attribution d'une pondération exprimée en pourcentage pour chacun des critères permettait de multiplier la note attribuée sur quatre pour obtenir une note finale cumulative sur cent points. La pondération relative attribuée à chaque critère était laissée à la discrétion des membres de l'équipe de recherche qui ont participé à l'évaluation des produits livrés par les équipes collaboratives. Cette méthode apparaissait comme la plus appropriée dans le contexte de cette recherche puisque l'évaluation était assurée par trois membres. La note finale correspond à la somme des trois notes attribuées par les trois membres de l'équipe pour chaque produit.

Pour chaque groupe expérimental, le *tableau 3* affiche la moyenne obtenue pour la phase 1 et 3 du projet collaboratif, selon l'opération d'évaluation critériée que nous venons d'expliciter, selon deux modalités, appelées dans le tableau version 1 et version 2.

La première modalité (ou version) est le produit d'un travail collaboratif sans structuration par les rôles et sans structuration du forum.

La deuxième modalité (ou version), en revanche est le produit d'un travail collaboratif structuré par les rôles et par un forum structuré par des scripts collaboratifs.

La différence des résultats obtenus (nommés dans la suite du texte moyenne ou scores) permet de calculer un gain de performance. Ce gain de performance n'est que la différence entre la moyenne (ou scores) obtenue lors de la première version et la deuxième version pour les deux phases du projet collaboratif 1 et 3. Le résultat de phase 4 (dernière colonne du tableau) prend simplement le critère de finalisation du projet ou de non-finalisation.

Prenons l'exemple du premier groupe expérimental appelé, G1 « non-structuré par les rôles » dans le *tableau 3*. Ce groupe est constitué de quatre équipes qui ont collaboré pour produire un cahier des charges (phase 1 du projet) et une maquette papier (phase 3 du projet) sans qu'elles soient structurées, ni par les rôles ni par un script collaboratif qui structure le forum. Les notes obtenues sont le résultat d'une évaluation critériée décrite précédemment. Ces résultats permettent de calculer le gain de performance lorsque les équipes travailleront à fournir une deuxième version selon une structuration

par les rôles et une structuration d'un forum d'équipe. Le gain exprimé dans le tableau est la différence entre les notes obtenues (appelées aussi dans la suite du texte moyenne ou scores) lors de la première version et la deuxième version du projet collaboratif (phase 1 et 3). La phase 4 du projet permet simplement de constater l'ampleur de la performance par le biais d'une constatation simple : le projet est-il finalisé ou non. Pour le groupe G1 « non-structuré par les rôles », aucune équipe n'a pu finaliser le projet.

Tableau 3. Moyennes et gains au niveau des phases d'élaboration du projet collaboratif

Scores des équipes à deux phases du projet collaboratif				**Phase 1**			**Phase 3**			**Phase 4**
	n	Type de forum		C. des Charges__ _V1	C. des Charges _V2	Gain	Maquette papier _V1	Maquette papier _V2	Gain	Support finalisé Oui / Non
G1 Non-structuré par les rôles		Structuré	µ éq.1	5,22	7, 57	2,35	5,80	7,10	1,30	NON
			µ éq.2	5,44	7,87	2,43	5,86	7,18	1,32	NON
	02	Total	µ.éq.1, 2	5,33	7,72	2,39	5,83	7,14	1,31	00/02
		Non structuré	µ éq.3	5, 11	7,60	2,49	6,11	7,19	1,08	NON
			µ éq.4	5,26	7,85	2,59	6,07	7,62	1,55	NON
	02	Total	µ éq.3, 4	5,18	7,72	2,54	6,09	7,40	1,31	00/02
	04	Total G1.	µ G1	5,22	7, 57	2,35	5,80	7,10	1,30	00/04
G2 Non structuré par les rôles		Structuré	µ éq.5	5,20	7,11	1,91	5,87	7,11	1,24	NON
			µ éq.6	5,41	7,44	2,03	6,07	7,49	1,42	NON
	02	Total éq.	µ éq.5, 6	5,30	7,27	1,97	5,97	7,30	1,33	00/02
		Non structuré	µ éq.7	5,45	7,32	1,87	5,13	6,45	1,32	NON
			µ éq.8	5,54	7,26	1,72	5,44	6,72	1,28	NON
	02	Total	µ éq.7, 8	5,52	7,29	1,77	5,28	6,58	1,30	00/02
	04	Total G2	µ G2	5,41	7,28	1,87	5,62	6,94	1,32	00/04
G3 Structuré par les rôles		Structuré	µ éq.9	6,45	7,58	1,13	5,56	7,11	1,55	NON
			µ éq.10	6,63	7,64	1,01	5,64	7,21	1,57	NON
	02	Total	µ éq.9, 10	6,54	7,61	1,07	5,60	7,16	1,56	00/02
		Non structuré	µ éq.11	6,65	8,45	1,80	5,74	7,56	1,82	OUI
			µ éq.12	6,55	8,41	1,86	5,64	7,44	1,80	OUI
	02	Total	µ 11,12	6,60	8,43	1,83	5,69	7,50	1,81	02/02
	04	Total G3	µ G3	6,57	8,02	1,45	5,64	7,33	1,69	02/04

G1,2,3	12	Total	µ	5,73	7,62	1,89	5,68	7,12	1,44	02/12

Globalement, les données descriptives affichent un gain (brut) d'appropriation pour les deux phases (1 et 3) avec une amélioration de 13,6% entre la première version et la deuxième version des cahiers des charges (ph. 1) et de 20,1% entre la première version et la deuxième version de la production de la maquette papier (ph. 3). Ce gain diffère-t-il selon la modalité de structuration des équipes et ou selon le type de forum ?

A. L'effet de la structuration des équipes par les rôles

L'hypothèse que nous posons ici, cherche à vérifier si la structuration des équipes par les rôles exerce un effet sur les gains d'appropriation. Elle s'exprime ainsi :

- **H1.1** : Les équipes « structurées par les rôles » (G3) réalisent de meilleures performances d'appropriation que les équipes « non structurées par les rôles » (G1 et G2).

Pour mettre à l'épreuve cette hypothèse (H1.1), nous procédons à comparaison des performances d'appropriation aux phases du projet collaboratif, avec une estimation des effets fixes de la version 2 sous contrôle de la version 1, pour vérifier si les groupes se différencient selon la modalité de structuration des équipes. La comparaison s'appuie sur la moyenne obtenue par l'ensemble des équipes qui composent un groupe lors de la version 1 du produit livré et sur la moyenne obtenue pour l'ensemble des équipes qui composent le groupe lors de la version 2 du produit livré. Rappelons que chaque groupe est composé de 4 équipes. Le gain de performance réalisé est calculé selon la différence entre les moyennes obtenues lors de la version 1 et de la version 2 du produit livré (cahier des charges et maquette papier). Les résultats de cette analyse sont présentés dans le *tableau 4* ci-dessous.

Tableau 4. Comparaison des performances d'appropriation selon la modalité de structuration des équipes

Scores des équipes aux phases du projet		**Phase 1**			**Phase 3**			**Phase 4**
Collaboratif*		C. des Charges _V1	C. des Charges _V2	Gain	Maquette papier_V1	Maquette papier_V2	Gain	Version électronique
G1 Non structuré par les rôles	µ	5,22	7, 57	2,35	5,80	7,10	1,30	00/04
G2 Non structuré par les rôles	µ	5,41	7,28	1,87	5,62	6,94	1,32	00/04
G3 Structuré par les rôles	µ	6,57	8,02	1,45	5,64	7,33	1,69	02/04

** Moyenne obtenue par l'ensemble des équipes qui composent un groupe aux phases du projet collaboratif, version 2 sous contrôle de la version 1*

Nous observons, à travers le *tableau 4*, une différence significative dans la première phase (Cahier des charges) en faveur du groupe « structuré par les rôles » (G3) comparativement aux groupes « non structurés par les rôles » (G1 et G2). Cependant, ces deux derniers groupes réalisent un gain supérieur à celui réalisé par le G1. Dans la phase III, en revanche, le G3 réalise une meilleure performance d'appropriation sur les deux niveaux : moyenne et gain et finalise le support avec un score de 2 projets sur 4, alors qu'aucune équipe des groupes G1 et G2, ne réalise la phase 4. Vu la moyenne des équipes obtenues à l'issue de chaque phase du projet collaboratif, on peut dire que la trajectoire de performance semble différer considérablement entre les trois groupes en fonction de la trajectoire des phases du projet collaboratif et en faveur du groupe G3, du fait probable de la structuration des équipes par les rôles.

B. L'effet de la structuration du forum

Nous envisageons ici, l'effet de la structuration du forum, à partir de l'hypothèse suivante :

- **H1.2 :** Les équipes qui interagissent à travers un forum structuré réalisent de meilleures performances d'appropriation que les équipes qui interagissent à travers un forum non structuré.

Pour mettre à l'épreuve cette hypothèse (H1.2), nous procédons à la comparaison des performances d'appropriation aux phases du projet collaboratif, pour vérifier si les groupes se différencient selon la modalité de structuration du forum. Le calcul s'appuie sur la moyenne obtenue, aux phases du projet collaboratif, avec une estimation des effets fixes de la version 2 sous contrôle de la version 1, par l'ensemble des équipes qui ont bénéficié d'un forum structuré, en comparaison avec la moyenne obtenue par l'ensemble des équipes qui n'ont pas bénéficié d'un forum structuré. Rappelons que chaque groupe est composé de 4 équipes, dont deux équipes ont bénéficié du forum structuré alors que les deux autres ont collaboré dans un forum non structuré. Le gain de performance réalisé est calculé selon la différence entre les moyennes obtenues lors de la version 1 et de la version 2 du produit livré (cahier des charges et maquette papier). Les résultats de cette analyse sont présentés dans le *tableau 5*, ci-dessous, qui affiche les résultats des moyennes de performances à la version 2 du travail collaboratif sous contrôle de la première version pour les deux phases du projet (Phase 1 - Cahier des charges et Phase 3 – M. papier) selon les deux modalités de structuration du forum (structuré vs non structuré). Les moyennes de performances sont calculées à partir de la somme des moyennes obtenues par les équipes alors que le gain de performance est le résultat de la différence entre ces moyennes obtenues à la version1 et 2.

Tableau 5. Comparaison des performances d'appropriation selon le type de forum

Version 2 sous contrôle de la Version 1	**Phase 1 : C.Ch**		**Phase 3 : M.P**	
Groupes expérimentaux	μ	gain	μ	gain
Forum structuré	7,53	1,81	7,20	1,58
Forum non structuré	7,81	2,05	7,16	1,48

La comparaison des performances d'appropriation, *tableau 5*, indique une différence minime entre les groupes expérimentaux, qui varie tantôt en faveur d'un groupe, tantôt en faveur d'un autre. Cela signifie que la structuration du forum ne semble pas influencer directement les performances réalisées par les apprenants, qu'il s'agisse de la phase 1 relative au cahier des charges, ou de celle qui leur demande de produire une maquette papier du support pédagogique multimédia (phase 3). Cependant, cette différence reste significative pour la phase 4 du projet collaboratif (finalisation du support pédagogique multimédia). Le nombre de supports finalisés (2 sur 6) joue en faveur du groupe qui bénéficiait d'un forum non structuré.

C. L'effet d'interaction entre la structuration des équipes par les rôles et la structuration du forum par le script collaboratif

Nous avons jusqu'à maintenant examiné séparément, l'effet de la structuration des équipes par les rôles et l'effet de la structuration du forum par le script collaboratif. Ici, nous prenons en considération l'interaction entre ces deux ces effets. Cette interaction appelle une estimation des effets fixes qui a pour objectif de tester l'hypothèse suivante :

- **H1.3 :** Les équipes « structurées par les rôles » (G3) qui interagissent dans un forum structuré réalisent de meilleures performances d'appropriation que les équipes « non structurées par les rôles » (G1 et G2) qui interagissent dans un forum non structuré.

Pour vérifier cette hypothèse, nous prenons en considération les trois groupes expérimentaux selon une comparaison des moyennes obtenues, selon les deux modalités de structuration du forum et pour chaque groupe expérimental (G1, G2, G3). Le *tableau 6*, affiche les résultats de cette démarche.

Tableau 6. Moyennes obtenues selon le type de structuration

	G1 Non structuré par les rôles			**G2 Non structuré par les rôles**			**G3 Structuré par les rôles**		
	Ph. (I)	Ph. (III)	Ph (IV)	Ph. (I)	Ph. (III)	Ph (IV)	Ph. (I)	Ph. (III)	Ph (IV)
Forum									
Structuré	7,72	7,14	0/2	7,27	7,30	0/2	7,61	7,16	0/2
Non-Structuré	7,72	7,40	0/2	7,29	6,58	0/2	8,43	7,50	2/2

L'analyse du *tableau 6* laisse constater un effet de corrélation lié à la non-structuration du forum d'équipe sur les performances d'appropriation du groupe (G3) aux différentes phases du projet par rapport aux autres groupes (G1 et G2). Cet effet se manifeste par des scores plus élevés par rapport aux autres groupes et se confirme par comparaison des équipes issues du même groupe (G3). Les équipes issues du groupe (G3) qui interagissent dans un forum non structuré obtiennent le meilleur score aux différentes phases par rapport aux équipes issues du même groupe (8,43 à la phase 1, 7,50 à la phase 3 et 2/2 des projets finalisés). La non-structuration du forum associée à la structuration par les rôles constitue la condition qui « semble » favoriser le mieux les performances d'appropriation.

V. Conclusion

Dans Ibrahimi et al. (2014), nous avions pu montrer que le forum structuré semblait favoriser la participation des apprenants, générait un nombre important de messages et favorisait une référence plus fréquente aux concepts utilisés dans le cours. Nous avions donc une corrélation forte permettant de supposer que le forum structuré semblait être une aide à la co-construction des connaissances et un soutien pour entretenir le lien social et la motivation au sein des équipes.

Le présent travail montre que l'appropriation d'un dispositif technopédagogique peut être liée à la conception d'un scénario pédagogique. Le processus de scénarisation et les décisions qu'il implique semble fortement liée au processus d'appropriation chez l'apprenant. Plus la scénarisation vise la précision de rôles, des tâches et des consignes, plus l'encadrement semble pouvoir s'effectuer de manière cohérente et semble avoir des effets sur la qualité de l'appropriation.

Dans le cadre de cette recherche, la conception du scénario pédagogique et de ses différentes caractéristiques est liée à la mise en œuvre d'un dispositif de recherche qui vise à mesurer les déterminants et les indicateurs d'appropriation. Dans ce travail, nous avons pu analyser l'indicateur de la performance d'appropriation des connaissances.

La trajectoire de performance diffère considérablement entre les trois groupes, en fonction de la trajectoire des phases du projet collaboratif et en faveur du groupe G3, du fait de la structuration des équipes par les rôles.

Cela peut signifier que la structuration du forum n'influence pas directement les performances réalisées par les apprenants, qu'il s'agisse de la phase (1) relative au cahier des charges, ou de celle qui leur demande de produire une maquette papier du support pédagogique multimédia (phase 3). Cependant, cette différence reste significative pour la phase (4) du projet collaboratif (finalisation du support pédagogique multimédia). Le nombre de supports finalisés (2 sur 6) joue en faveur du groupe qui bénéficiait d'un forum non structuré.

La non-structuration du forum associée à la structuration par les rôles constitue donc la condition qui semble favoriser le mieux les performances d'appropriation. Ces indications peuvent signifier que lorsque les apprenants sont responsables d'un rôle à jouer dans l'équipe mais qui ne sont pas contraints par une structuration préétablie du forum d'équipe, ils réalisent de meilleures performances d'appropriation.

Cependant, la méthodologie utilisée nous a permis d'aboutir à des effets de corrélation et non à des effets de cause et notre échantillon ne nous autorise pas à inférer la portée de nos résultats au-delà du contexte de notre expérimentation. Il serait intéressant d'adopter la même démarche sur un échantillon plus représentatif de la population générale (étudiants de l'université Abdelmalek Essaadi dont les étudiants de l'ENS de Tétouan), pour pouvoir obtenir des tendances généralisables. Il faut aussi noter que les résultats analysés dans cette partie de la recherche prennent en considération seulement les performances d'appropriation des connaissances au sein des groupes expérimentaux, sans tenir compte des performances individuelles, en tenant compte de la dynamique collaborative développée au sein d'un groupe. Dans ce sens, il serait intéressant aussi d'étudier comment les apprenants perçoivent leur propre manière de s'approprier les connaissances au sein du dispositif de formation. Autrement dit, il s'agit de mener une analyse qualitative de la réflexion métacognitive que l'apprenant exerce sur son propre processus d'appropriation des connaissances, pour pouvoir identifier d'autres causes ayant un effet sur la finalisation des projets collaboratifs afin de mettre en œuvre des stratégies pédagogiques capables d'agir sur ces autres paramètres.

Références

Biggs, J. (1999). *Teaching for Quality Learning at University – What the Student Does*. Buckingham : SR HE/Open University Press.

Brien, R. (1981). *Design pédagogique. Introduction à l'approche de Gagné et Briggs*. Ottawa : Éditions Saint-Yves.

Briggs, L.J (1981). *Instructional design: principles and applications*. Englewood Cliffs, NJ: educational Technology publications.

De Sanctis, G. et Poole, M.S. (1994). Capturing the Complexity in Advanced Technology Use: Adaptative Structuration Theory. *Organization Science*, 5(2), 121-147.

Decamps, S. (2014). *La scénarisation pédagogique d'activités collaboratives en ligne*. Thèse soutenue à l'université de Mons sous la direction de C. Depover. [En ligne] www.researchgate.net/publication/262796624_La_scenarisation_pedagogique_d'activites_collaboratives_en_ligne

Depover, C., Quintin, J.-J. et De Lièvre, B. (2003). Un outil de scénarisation de formations à distance basées sur la collaboration. Dans C. Desmoulins, P. Marquet et D. Bouhineau (dir.), *Actes du colloque « Environnements informatiques pour l'apprentissage humain 2003 »* (pp. 115-126) Strasbourg, France.

Dillenbourg, P. (2002). Over-scripting CSCL: The risks of blending collaborative learning with instructional design. In P. Kirschner (Ed.), *Three worlds of CSCL: Can we support CSCL?* (pp. 61-69). Den Haag, The Netherlands: Open Universiteit.

Fischer, F., Kollar, I., Stegmann, K. et Wecker, C. (2013). Toward a script theory of guidance in computer-supported collaborative learning. *Educational Psychologist,* 48(1), 56-66.

Giardina, M. et Oubenaïssa, L. (2003). Projet d'apprentissage/enseignement en ligne, Sciences et technologies de l'information et de la communication pour l'éducation et la formation, *STICEF,* 10. [En ligne] https://hal.archives-ouvertes.fr/hal-00696381/document

Gunawardena, C., Lowe, C. et Anderson, T. (1997). Analysis of a global on-line debate and the development of an interaction analysis model for examining social construction of knowledge. *Journal of Educational Computing Research*, 17(4), 397-431.

Ibrahimi, A., Rais, O. et Khaldi, M. (2014). Dispositif hybride en cours de langue à l'université marocaine. *Adjectif.net*. [En ligne] http://www.adjectif.net/spip/spip.php?article316

Jouët, J. (1992). *Pratiques de communication et changement social*, HDR, Grenoble, Université de Grenoble 3.

Kollar, I., Fischer, F. et Hesse, F. (2006). Computer-supported collaboration scripts - a conceptual

analysis. *Educational Psychology Review.* 18(2), 159-185.

Minder (1996). *La didactique fonctionnelle*. Bruxelles : De Boeck Universités.

Paquette, G. (2002). *L'ingénierie du téléapprentissage : pour construire l'apprentissage en réseaux*. Sainte-Foy : Presses de l'Université du Québec.

Paquette, G., Crevier, F. et Aubin, C. (1997). Méthode d'ingénierie d'un système d'apprentissage (MISA), *Informations In Cognito*, 8, 37-52.

Pavitt, C. (1998). *Small group communication: a theoretical approach*. University of Delaware.

Perriault, J. (1989). *La logique de l'usage*. *Essai sur les machines à communiquer*. Paris : Flammarion.

Reigeluth, C.M. (1999). *Instructional-Design Theories and Models*. *Volume II : A New Paradigm of Instructional Theory*. Mahwah, NJ : Lawrence Erlbaum Assoc.

Romiszowski, A.J. (1981). *Designing Instructional systems.* Londres et New York : Kogan Page et Nochols Publishing.

Schellens, T., Van Keer, H., Valcke, M. et De Wever, B. (2007). Learning in asynchronous discussion groups: a multilevel approach to study the influence of student, group and task characteristics. *Behaviour & Information Technology*, 26, 55-71.

Shaw, M. (1981). *Group dynamics: the psychology of small group behaviour*. New-York, NJ : McGraw-Hill.

Strijbos, J.-W. et De Laat, M. F. (2010). Developing the role concept for computer-supported collaborative learning: An explorative synthesis. *Computers in Human Behavior*, 26(4), 495–505.

Strijbos, W. (2004). *The effect of roles on computer-supported collaborative learning* (thèse de doctorat, Open University, Heerlen, Pays-Bas).

Viau, R. (1994). *La motivation en contexte scolaire*. Bruxelles : De Boeck.

Villiot-Leclercq, E. (2007). *Modèle de soutien à l'élaboration et à la réutilisation de scénarios pédagogiques.* Thèse soutenue sous la direction de A. Dufresne (université de Montréal) et J.-P. Peyrin, et J.-P. David, (université Joseph-Fourier Grenoble I). [En ligne] https://tel.archives-ouvertes.fr/tel-00156604/document

Annexes

Annexe 1. Grille évaluation des cahiers des charges

Grille descriptive pour l'analyse et l'évaluation des cahiers des charges Élaborés par les groupes expérimentaux (G1, G2, G3).		
Groupe : Équipe :		
Quelles sont les informations que l'on retrouve dans le document ? Version_1		Projet d'amélioration pour la Version_2
Idée mobilisatrice	☐	
Bénéfices attendus	☐	
Conditions d'insertion	☐	
Population visée	☐	
Contraintes et ressources	☐	
Objectifs de la formation	☐	
Support de communication	☐	
Coûts et délais de développement	☐	
Conditions de mise à disposition, droits d'auteur	☐	

Annexe 2. Grille évaluation maquette papier

Grille descriptive pour l'analyse et l'évaluation de la maquette papier conçue par les groupes expérimentaux (G1, G2, G3).		
Groupe : Équipe :	V_1	V_2
L'organisation pédagogique du cours		
Présence d'un (ou plusieurs) élément(s) du système d'entrée	☐	☐
Présence d'un (ou plusieurs) élément(s) du système d'apprentissage	☐	☐
Présence d'un (ou plusieurs) élément(s) du système de sortie	☐	☐
Les spécifications d'entrée		
Présente-t-on les objectifs du cours ?	☐	☐
Dans ce cas, les objectifs sont-ils clairement formulés ?	☐	☐
La population visée est-elle précisée ?	☐	☐
Les prérequis sont-ils précisés ?	☐	☐

Les contenus		
La présentation des contenus de la formation est-elle lisible et adaptée aux caractéristiques de la population ?	☐	☐
Les contenus de la formation sont-ils exacts ?	☐	☐
Activités		
Les activités proposées en cours d'apprentissage sont-elles cohérentes par rapport aux objectifs poursuivis ?	☐	☐
La fréquence des activités proposées est-elle adaptée aux objectifs poursuivis ?	☐	☐
Existe-t-il des activités de synthèse et de transfert ?	☐	☐
Les activités sont-elles organisées selon une stratégie d'apprentissage explicite (expositive, par redécouverte guidée, par résolution de problème) ?	☐	☐
Structuration du système d'apprentissage		
La séquence de formation fait-elle appel à des structurants ?	☐	☐
Les éléments essentiels sont-ils mis en évidence ?	☐	☐
Les relations entre les éléments de contenu sont-elles explicites ?	☐	☐
La présentation du contenu et les activités proposées aident-t-elles l'apprenant à structurer les connaissances à acquérir ?	☐	☐
Les aides proposées à l'apprenant vous paraissent-elles adaptées ?	☐	☐
Tests et orientation		
La séquence de formation propose-t-elle des tests en vue d'évaluer :		
Les prérequis ?	☐	☐
Le niveau de maîtrise des objectifs à l'entrée dans le cours ?	☐	☐
Le niveau de maîtrise des objectifs à la sortie du cours ?	☐	☐
La séquence de formation dispose-t-elle de procédures d'orientation en fonction :		
Du niveau de maîtrise des prérequis ?	☐	☐
Du niveau de maîtrise des objectifs à l'entrée dans le cours ?	☐	☐
Du niveau de maîtrise des objectifs à la sortie du cours ?	☐	☐
Du niveau de maîtrise des objectifs en cours d'apprentissage ?	☐	☐

Annexe 3. Exemple de consignes

Exemple de consignes données aux acteurs pour la réalisation d'une tâche (équipe structurée par les rôles et par un forum structuré)

Module : Scénarisation Pédagogique Multimédia
Objectifs du cours
Ce cours vous permettra d'acquérir et d'approfondir la compréhension des concepts reliés à la scénarisation pédagogique multimédia à travers une série de lectures.
Les activités proposées permettront progressivement de vous approprier les principales notions et concepts, mais également de les réinvestir, lors du projet collaboratif, dans la conception d'un dispositif technopédagogique.

Tâche 1 (semaine 1) : ***Lectures et débat***
Objectifs
Lors de cette première activité, nous vous demandons de prendre connaissance du contenu des textes principaux que nous avons sélectionnés et qui constituent le cadre de référence de ce cours.
Ces ressources vous permettront d'approcher certaines visions et stratégies inhérentes à la scénarisation pédagogique multimédia.
Il s'agit d'identifier et de comprendre les éléments qui constituent les bases d'une méthodologie rigoureuse.
Le type « débat » vise à consolider et/ou approfondir votre compréhension de certains concepts de base identifiés et étudiés lors de cette première activité de lecture. Pour ce faire, le tuteur proposera une question inhérente aux concepts clés qu'il déposera sur un forum afin que vous puissiez en débattre.

Modalités de fonctionnement
L'activité de lecture se déroulera entre le (lundi) et le (mercredi soir) durant laquelle vous pouvez poser vos questions à propos des textes sur le forum de votre équipe de travail. C'est entre vous que vous tenterez d'apporter des éléments de réponses à ces questions. Le tuteur va vous aider aussi, en déposant une *mindmap* pour structurer votre débat. Ces échanges d'informations peuvent vous être profitables pour consolider votre compréhension des concepts afin de pouvoir les investir durant les tâches suivantes.
Ensuite, le jeudi votre tuteur va déposer une question sur le forum et vous êtes invités à participer. Il s'agit d'ouvrir et de susciter le débat sur les sujets proposés par les textes et de construire, entre vous, des propositions de réponses qui seront étoffées et améliorées au gré de vos lectures. La réussite de cette activité repose sur votre implication personnelle dans le débat, votre motivation et votre capacité à relancer les idées et à les approfondir. Pour ce faire, chacun de vous choisira un rôle à jouer dans ce débat :

- Le chercheur : il recherche des informations pour nourrir les échanges au sein du forum ;
- Le concepteur : il insère des concepts pertinents lors des échanges ;
- Le synthétiseur : il configure une synthèse des échanges ;
- Le modérateur : il modère les échanges du début jusqu'à la fin.

Ensuite vous allez faire une synthèse du débat et essayer de répondre à la question posée par votre tuteur, en apportant des avis personnels.

Quelques conseils pour réussir le débat
-N'élaborez pas votre texte, écrivez succinctement en mettant en avant vos idées principales ;
-Il s'agit d'un forum de discussion, ayez le souci de vous adresser aux autres, de répondre aux messages postés, d'interpeller et de nommer les personnes concernées ;
-Apportez des arguments basés sur vos lectures lorsqu'il s'agit de critiquer ou d'apporter un avis divergeant ;
-Soyez réguliers dans vos interventions mais ne prenez pas le monopole de la parole.

Échéancier
L'activité sera planifiée de la façon suivante :

- Lundi à mercredi : lecture de textes et interaction dans le forum ;
- Jeudi : dépôt des questions par votre tuteur dans le forum ;
- Jeudi : après le dépôt de la question, vous débattrez quotidiennement sur le forum autour de la question laissée par le tuteur (en proposant quelques idées clés sur lesquelles il faut construire vos réflexions) ;
- Dimanche : vous tenterez de répondre à la question de votre tuteur, en rédigeant une brève synthèse finale qui sera le fruit des débats autour de la question, tout en apportant des éléments de réponses reflétant vos avis personnels.

Modalités d'encadrement Un premier rendez-vous obligatoire d'une heure, en communication synchrone, sera organisé la première semaine du cours dans votre espace de chat. Les horaires de chat vous ont déjà été communiqués en début de chaque tâche. Une synthèse du chat sera effectuée et postée dans votre espace de travail. Ce chat aura pour but de préciser les objectifs du cours et les consignes de travail. Un second chat de permanence sera organisé pour répondre à vos questions de clarification. Cette permanence sera ouverte à l'heure qui a été définie. Elle sera suspendue au bout de 30 minutes si personne ne s'est connecté.
Modalité d'évaluation L'évaluation sera basée sur vos efforts de lecture, de compréhension des concepts liés à la scénarisation pédagogique multimédia, l'interaction sur le forum du groupe ainsi qu'à la qualité de votre synthèse.
Critères d'évaluation Effort de lecture et compréhension des concepts réinvestis dans la synthèse du forum et pertinence du document rendu. Effort de collaboration et d'échange entre pairs.
Échéancier Début de l'activité : lundi de la première semaine du cours. Fin de l'activité : dimanche de la première semaine du cours à 23hGMT (pourrait être sujet à modifications).
Ressources spécifiques Les textes sont disponibles sur la plateforme.